

Información sobre polinización de algunos arbustos y árboles de importancia agrícola y apícola.

Daniel G. Pesante, Ph.D.
Catedrático Apicultura

Introducción

Contar con información que aumente nuestro entendimiento sobre aspectos de la polinización de arbustos y árboles que se benefician de la visita de insectos, debe contribuir a aumentar las probabilidades de incrementar el rendimiento en especies de que consideramos de importancia en la agricultura. También se hace mención de especies de árboles que encontramos a lo largo y ancho de Puerto Rico que son utilizadas por las abejas melíferas como fuente de néctar y polen, y que pueden ser de valor para la apicultura y agricultura.

Las especies contempladas en este escrito pueden ser la única fuente de néctar o de polen en un momento dado del ciclo anual de la colonia de abejas melíferas bajo manejo del apicultor. También pueden ser de gran importancia a colonias silvestres que igualmente hacen una aportación significativa a la actividad polinizadora de un área. Un aumento en el número y tipo (especie) de estos arbustos y árboles, mediante una siembra planificada que vaya al acorde con el ambiente ecológico, puede generar mejoras en la cantidad y calidad de los nutrimentos que apoyan el desarrollo de la colonia de abejas melíferas. Mientras más abejas haya en la colonia, mayor el número y sobre todo la proporción de obreras que está pecoreando en el campo. Esto aumenta el número de visitas a flores y entre flores, lo que a su vez aumenta la capacidad polinizadora del área. Por otro lado, un aumento en recursos florales aumenta las probabilidades de que el apicultor pueda obtener una cosecha de miel más lucrativa.

Como resultado de una polinización más efectiva en arbustos y árboles que se benefician de la visita de insectos, se puede favorecer un aumento en: frutas y semillas para consumo y venta, semillas que darán paso a nuevas plantas, biomasa de arbustos y árboles, madera noble, alimento y albergue para otras especies de plantas y animales que forman parte integral del ecosistema. También se debe poder observar un aumento en la diversidad ecológica, lo que usualmente incrementa la estabilidad del ecosistema; una disminución de la temperatura ambiental local, si el aumento en ésta fuese resultado de desmonte en el área; un aumento en los mecanismos naturales para metabolizar y limpiar contaminantes del aire, agua y suelo; una disminución en la erosión; un aumento en el valor de la propiedad y otros beneficios más difíciles de cuantificar, como el efecto rompe-vientos y amortiguante de ruido, aumento en humedad ambiental y el de realzar la belleza o valor estético del área.

Este aumento en el número e índice de diversidad de ciertas especies de arbustos y árboles de una comunidad, y en los servicios de polinización, resultado de mantener colonias de abejas en condiciones más aptas y de aumentar el número de colonias de abejas melíferas en un área, aumenta la probabilidad de que al momento que la flor requiriera de la transferencia de polen, de la parte macho (estambres) a la parte hembra (pistilo), haya una población adecuada de

abejas que lleven a cabo esa transferencia tan importante en cantidad y calidad de material genético.

Por otro lado, que un área cuente con una población adecuada de polinizadores, aumenta la probabilidad de que se lleve a cabo polinización cruzada. La polinización cruzada es el resultado del paso de material genético de la parte macho (estambre) de una flor, a la parte hembra (pistilo) de otra flor, de otra planta, pero de la misma especie. En la gran mayoría de los casos esto redundará en beneficio a observarse en un vegetal, fruta o semilla de mejor calidad, tanto para la planta (más variabilidad genética) como para el ser humano (aumento en la cantidad y calidad de la cosecha). Asimismo, el aumentar el número y tipo de estos arbustos y árboles, provee más alimento y albergue a otras especies de insectos y animales con capacidad polinizadora, lo que aumenta la calidad de la dinámica polinizadora de un área.

Existe un número mayor de arbustos y de árboles, a los incluidos, que se consideran de importancia apícola, pero no se obtuvo información, lo que apunta a la necesidad de estudios que identifiquen y cataloguen arbustos y árboles en Puerto Rico que son de posible importancia apícola. Como evidencia de esto está el hecho que la fuente principal de información para este escrito lo es la publicación de McGregor (1976), *Insect Pollination of Cultivated Crop Plants*, y el libro de Little et. al., (1967) *Árboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes*. Este último provee la información sobre especies de árboles que se consideran melíferos, incluidos en el segundo segmento “Árboles de posible importancia apícola” al final del escrito. Ordetx (1954), se incluye como la fuente principal de información sobre plantas melíferas en Little et. al., (1967).

Elementos a incorporar en futuros estudios pueden ser; establecer claramente cuáles especies aportan néctar o polen, o ambos, cuánto néctar y polen aportan por planta y unidad de tiempo, concentración de azúcares por especie, dinámica de la floración o sea cuándo florecen y por cuánto tiempo (a través del día y del año), y desarrollar un catastro melisopolinológico para las diferentes zonas ecológicas en Puerto Rico. También, salta a la vista la necesidad de investigación en la dinámica del proceso y de los resultados de la polinización, incluyendo efecto de la polinización cruzada y el de compatibilidad polínica, de la gran mayoría de las plantas que aquí se presentan para las condiciones imperantes en la Isla. Esto claramente abre una puerta inmensa de oportunidades de investigación en el área de la polinización de la mayoría de los arbustos y árboles en Puerto Rico que se benefician de la polinización por insectos.

En el primer segmento se presentan arbustos y árboles, que se benefician de la visita de insectos y que se consideran de importancia agrícola. Estos se ordenan alfabéticamente en base a su nombre común local, al lado derecho está el nombre científico. Lo mismo se hace en el segundo segmento, donde se presentan árboles de posible importancia apícola.

Arbustos y árboles que se benefician de la visita de insectos

Acerola, *Malpighia glabra* L., Malpighiaceae

La acerola, se conoce también con el nombre de Barbados cherry o West Indian cherry. Se caracteriza por su fruta roja lobulada, con de 10 a 40 mg. de Ácido Ascórbico por gramo de peso de pulpa comestible, contenido de vitamina C que sobrepasa el de cualquier otra fruta conocida. Otras fuentes de Vitamina C natural son *Rosa rugosa* (Thunb) con 17 mg/g, el mirobalan *Phyllanthus emblica* (L.) con 8 mg/g, y la guayaba *Psidium guajava* (L.) con 3 mg/g de pulpa comestible (Asenjo y Freire de Guzman, 1946; Moscoso, 1956). Una sola fruta del mismo tamaño de una cereza dulce (*Prunus*, de áreas templadas) puede cubrir los requisitos de vitamina C de un ser humano adulto (Ledin, 1958). La fruta es rica en hierro y es utilizada en la confección de sorbes, helados, jaleas, comida de bebés, néctares y jugos (Arostegui y Pennock, 1956). El jugo retiene su sabor y color rojo, aún luego de procesado y congelado. No obstante, el desarrollo de procesos químicos para producir vitamina C en forma industrial ha resultado en una merma en la siembra de este cultivo. Sin embargo, hay una cantidad creciente de negocios que utilizan o venden productos naturales, que procuran la acerola.

Cuando Yamane y Nakasone (1961a) excluyeron polinizadores de estos arbustos se obtuvo de 1.3 a 11.5 por ciento de cuaje de fruta. Cuando polinizaron a mano, se obtuvo de 6.7 a 55.1 por ciento de cuaje. Cuando hicieron polinización cruzada a mano, se obtuvo de 6.7 a 74.1 por ciento de cuaje. El promedio general de cuaje de flores que se auto-polinizaron fue de 2.3 por ciento; 26.3 por ciento mediante polinización abierta y 51.7 mediante polinización cruzada hecha a mano. En base a esos números concluyeron que la razón para el cuaje tan bajo de fruta por arbusto es el resultado de polinización no adecuada. Miyashita et. al., (1964) también concluyen que aunque la dehiscencia es afectada por el clima, la ausencia de polinizadores, y no problemas con el polen, son la causa de cuaje pobre de frutas por arbusto. La polinización cruzada tiende a generar los por cientos de cuaje más elevados.

Yamane y Nakasone (1961a,b) concluyen que el viento no es efectivo como agente polinizador de la acerola. Ledin (1958) establece que la flor de la acerola es atractiva a las abejas. Yamane y Nakasone (1961a) indican que la abeja melífera y el sírfido *Eristalis agrorum* (F.) son los únicos insectos que fueron registrados durante sus observaciones. Aún cuando la siembra de 30 a 40 arbustos estaba en plena floración no se observaron “muchos” de estos insectos por arbusto. Colonias de abejas melíferas fueron ubicadas a menos de 50 pies de las plantas, pero no se pudo observar un aumento en el número de visitas o en el cuaje. Chapman (Comunicación Personal con S.E. McGregor, 1964), hace referencia al trabajo de Yamane y Nakasone (1961a), y menciona que el colocar colonias de abejas melíferas en las inmediaciones de la siembra trajo pocos resultados de cuaje. No se menciona si en las cercanías de la siembra había otras plantas que pudieron ser más atractivas para las abejas. En áreas donde hay una cantidad “adecuada” de abejas melíferas y de otros insectos polinizadores no se detectan problemas de cuaje en la acerola. Anthony Raw (Comunicación Personal con S.E. McGregor, 1977) indica que en Jamaica un gran cuaje de frutas se observa como resultado de las visitas de *Centris* (Anthophoridae: Hymenoptera), cuyas hembras trabajan rápidamente cada flor, por lo que un número bajo de individuos puede generar cuajes adecuados.

Recomendaciones polínicas:

Se desprende de la literatura que la polinización cruzada llevada a cabo por insectos es importante para la acerola. Según se aumenta el número de arbustos por unidad de área se deben tomar provisiones para aumentar el número de insectos con potencial polinizador. La abeja melífera es atraída a las flores de la acerola y aparenta ser un polinizador efectivo. Se debe evaluar la efectividad de otros polinizadores como los Xylocópidos y los Sírfidos. El hecho que se reporte información conflictiva con respecto a la presencia de polinizadores y su relación al cuaje de frutas hace atractivo documentar el efecto de: (a) tener presentes colonias de abejas melíferas y el de (b) aumentar el número de colonias por unidad de área, en el cuaje de la acerola.

Literatura citada:

Arostegui, F., and Pennock, W., 1956. The acerola. P.R. Agr. Expt. Sta. Misc. Pub. 15, 10 pp.

Asenjo, C. F., and Freire de Guzman, A. R. 1946. The high ascorbic acid content of the West Indian Cherry, Science 103: 219.

Ledin, R. B. 1958. The Barbados or West Indian Cherry. Fla. Agr. Expt. Sta. Bul. 594, 28 pp.

Miyashita, R. K., Nakasone, H. Y., and Lamoureux, C. H. 1964. Reproductive morphology of acerola (*Malpighia glabra* L.). Univ. Hawaii Agr. Expt. Sta. Tech. Bul. 63, 31 pp.

Moscoso, C. G. 1956. West Indian Cherry – Richest known source of natural vitamin C. Econ. Bot. 10(3): 280 - 294.

Yamane, G. M., and Nakasone, H. Y. 1961a. Pollination and fruit set studies of acerola (*Malpighia glabra* L.) in Hawaii. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 78: 141-148.

Yamane, G. M. and Nakasone, H. Y. 1961b. The effects of growth regulators on fruit set and growth of acerola. Hawaii Agr. Expt. Sta. Tech. Bul. 43, 19 pp.

Aguacate, *Persea americana* Mill., Lauraceae

En promedio podemos obtener de dos a seis toneladas de fruta por cuerda, siendo más típico el primero de los dos valores. Característico de los frutales, la producción varía considerablemente de año en año siendo muy frecuente el que luego de un año de buena producción, le siga uno de baja producción. El clima puede tener un impacto significativo, sobre todo si vientos fuertes tumban la fruta o la poca humedad afectan negativamente el cuaje de la fruta. Existen cientos de cultivares pero unos doce son de importancia comercial (Rowland, 1970). El cultivar Fuerte genera el grueso de la cosecha de aguacates (Bergh et. al., 1966; Rock y Platt, 1968; Rowland, 1970).

La flor del aguacate abre dos veces, en días subsiguientes. En la primera etapa los pétalos se separan y doblan hacia afuera. El estigma es blancuzco y receptivo (Hodgson, 1930), pero los estambres ubicados a ángulo recto y hacia fuera del pistilo, no liberan su polen. Algo de néctar se puede observar en los estaminoides. Luego de abrir, la flor cierra en varias horas. En la segunda etapa, durante el segundo día, la flor abre nuevamente. En esta ocasión, el néctar fluye copiosamente de los seis nectarios. El pistilo se ha marchitado, oscurecido y ahora no está receptivo. Los estambres son más grandes y largos, liberan masas de polen pegajoso. Cada estambre tiene cuatro sacos de polen. Cuando la flor cierra el segundo día, no abre más. Por lo tanto, la flor es estructuralmente bisexual, pero funcionalmente unisexual. Esta condición dicógama fue descrita primero por Nirody (1922) y ampliada por Stout y Savage (1925) y Peterson (1955a, b, 1956).

Lo poco usual de la flor del aguacate es que en algunos cultivares, llamados Tipo A, la primera etapa se manifiesta en la mañana del primer día y la segunda etapa en la tarde del segundo día. En los cultivares Tipo B la primera etapa se manifiesta en la tarde del primer día y la segunda en la mañana del segundo.

Si cultivares de ambos tipos son intercalados en la misma siembra debe de haber polen disponible para los estigmas receptivos (Stout, 1932; Robinson, 1930, 1933; Ward, 1933; Bergh y Gustafson, 1958; Bergh y Garber, 1964). El cultivar Collinson, no produce polen; por lo tanto, es incapaz de cuajar fruta a menos que polen de otro cultivar no sea transferido en el momento en que los estigmas estén receptivos. (Anónimo, 1930). Bergh (1968) demuestra que se cuaja más fruta por árbol si hay cultivares de diferentes tipos en la cercanía. El cultivar Fuerte y el MacArthur, que se consideran auto-estériles, aumentan producción hasta en un cincuenta por ciento, cuando expuestos a polen de otros cultivares.

El largo del período de floración se puede extender de uno a varios meses, dependiendo de condiciones que afecten el cuaje de la fruta. Si hay una fuente adecuada de polinizadores, el período de floración tiende a ser más corto. El estimado de número de flores que cuajen fruta va desde 1/5,000 a 1/500, mientras que Gustafson y Bergh (1966) consideran que menos de 1 por ciento de las flores cuajan fruto. Si un árbol produce un millón de flores y hay 90 árboles por cuerda y se cuaja 1 en 5,000, se deben poder cosechar unas 18,000 frutas por cuerda. Si en promedio las frutas pesan unas 12 onzas se deben poder producir unas 6 toneladas de fruta por cuerda. Esto rara vez es lo que se reporta, por lo que la razón de flores a fruta debe ser menor de lo que se reporta, estando más cerca de menos del 1.0 por ciento.

La abeja melífera es atraída a la flor del aguacate tanto por su néctar como por su polen. Pellett (1926) reporta que las abejas melíferas coleccionan y almacenan una pequeña cantidad de miel de aguacate. Vansell (1931) reporta que el aguacate es “moderadamente” visitado por las abejas. En términos generales los apicultores consideran al aguacate como una fuente para robustecer las colonias, en vez de una fuente significativa de miel.

Peterson (1955a) demostró que por lo menos en Zutano y en Haas, éstos eran capaces de cuajar fruta, aislados de otros cultivares, si había abundancia de abejas melíferas en las inmediaciones de la siembra. Este asiló 4 árboles, dos de cada cultivar, con un árbol de cada cultivar siendo excluido de polinizadores utilizando jaulas excluidoras de insectos, pero con abejas melíferas adentro de la jaula, durante la floración. Cuando concluyó la floración, las abejas y las cajas excluidoras fueron removidas y se contaron las frutas.

Zutano, sin abejas en caja excluidora 4 frutas	Zutano, con abejas en caja excluidora 120 frutas
Haas, sin abejas en caja excluidora 5 frutas	Haas, con abejas en caja excluidora 284 frutas

Si el polen fue cargado sobre el cuerpo de la abeja desde el momento en que abrió la antera hasta el momento en que el estigma estaba receptivo, o si las etapas desde que abrieron las anteras se solaparon o si las abejas forzaron abiertas las anteras cuando el estigma estaba receptivo todavía, no fue determinado en este ensayo; no obstante, el efecto del trabajo de las abejas es impresionante. La evidencia es clara de que el aguacate debe ser polinizado por insectos y que se deben intercalar variedades compatibles en cuanto a tipo de etapa de floración.

Las abejas melíferas transfirieron polen una distancia no mayor de dos filas de aguacates (Bergh, 1961). Las variedades deben ser intercaladas en cuanto a sus fechas de floración de forma haya polen disponible en un cultivar cuando los estigmas del segundo cultivar estén receptivos, y que haya polinizadores presentes en cantidades adecuadas para poder realizar el trabajo de transferencia de polen entre árboles. Los cuajes más significativos se observan con polinización cruzada (Bergh, 1969).

Lo común es observar varios agentes polinizadores visitando la flor del aguacate. Estos incluyen: la abeja melífera, varias especies de abejas silvestres, avispas, moscas y picaflores. El consenso entre varios investigadores es que sólo las abejas melíferas tienen la posibilidad de desarrollar la abundancia de individuos requeridos para hacer una polinización efectiva (Clark, 1923, 1924; Clark y Clark, 1926; Boyden, 1930; Traub, et. al., 1941; Lemmerts, 1942; Lesley y Bringhurst, 1951; Winslow y Enderud, 1955; LeComte, 1961; Popenoe, 1963).

Varios investigadores han observado que una abeja tiende a visitar un solo árbol y que por lo tanto falla en polinizar en forma cruzada. Esto ocurre con mayor frecuencia cuando los árboles están muy separados (Bergh, 1966). También se observa cuando hay un número insuficiente de abejas en relación al número de flores.

Cuando la razón de flores a abejas es baja, las abejas tienen que visitar muchas flores para lograr recolectar una carga de alimento efectiva, lo que aumenta su efectividad como agente de polinización cruzada. Wolfe et. al., (1942, 1946) indican que es muy posible que una colonia de abejas por cuerda, en grupos de 5 colmenas, en el medio de cada 5 cuerdas deben proveer la cantidad requerida de abejas para polinizar el aguacate en una forma adecuada. Popenoe (1963) indica que en ausencia de agentes polinizadores silvestres, la abeja melífera es requerida en la polinización de aguacate.

En encuesta de campo, en California, Bergh (1967) indica que prácticamente cada fruta cuajada corresponde a la transferencia de polen de una flor a otra por abejas melíferas. La gravedad o el viento no son agentes significativos en la polinización del aguacate. Mientras mayor la población de abejas melíferas, mayor la probabilidad de que las abejas vayan de flor en flor y sean más efectivas en la transferencia de polen entre diferentes cultivares.

Recomendaciones polínicas:

Peterson (1955a) no encontró evidencia de que aumentar el número de abejas a la población de abejas silvestres y otros insectos grandes, aumente el cuaje de frutas. Pero no cuantifica la población de abejas silvestres y otros agentes polinizadores. Wolfenbarger (1954) observó que las abejas melíferas eran más abundantes a 375 pies de un apiario de 64 colonias, que a distancias mayores. Un número mayor de aguacates fue cosechado de árboles a menos de 250 pies que a más de 1,000 pies. Wolfe et. al., (1946) y Ruehle (1958) recomiendan una colonia por cuerda en arreglo espacial de 5 colonias en el medio de cada 5 cuerdas. Stout (1923) hace recomendaciones a los efectos de proveer abejas en abundancia y que debe de haber un control efectivo de otras plantas que posiblemente atraigan más a las abejas que el mismo aguacate. LeComte (1961) sugiere una colonia por cuerda. Stout (1933) establece que una colonia de abejas melíferas por cuerda es suficiente para otras frutas, pero que dada la particularidad del aguacate, es recomendable que se utilice más de una colonia por cuerda para promover una abundancia de abejas. Bergh (1967) indica que dado el cuerdaje de aguacates que se siembra en California, el agricultor debe establecer o ubicar en la siembra más colonias de abejas melíferas. Recomienda que se utilicen de dos a tres colonias “fuertes” de abejas por cuerda, ubicadas en grupos a no más de un cuarto de milla, preferiblemente a menos de 0.1 milla. Bergh (1967) recomienda colocar las colonias de abejas en la siembra inmediatamente que dé inicio la floración del aguacate de forma que las abejas generen rápidamente el “hábito de volar a la flor del aguacate”, que se evite que las abejas tengan que volar sobre áreas que contengan flores potencialmente más atractivas que las del aguacate, que se haga un control de otras flores que compitan con la del aguacate, que se evite el uso de insecticidas durante la floración, que se intercalen árboles de floración tipo A con tipo B para aumentar la producción de un 50 a un 150%.

Luego de evaluar toda esta información, uno puede concluir que en la producción comercial de aguacates, las abejas melíferas son esenciales, que las abejas son el principal polinizador, que una o dos colonias por cuerda es lo deseable, que sean ubicadas dentro de la siembra o la lo largo de ésta, que se tomen medidas para proteger las abejas y que se evite otras plantas que puedan ser atractivas a las abejas.

Literatura citada:

Anonymous, 1930. New avocado has no pollen. *Off Rec.* 9(43): 3

Bergh, B. O. 1961. Breeding avocados at C.R.C. *Calif. Avocado Soc. Yearbook* 45: 67-74.

_____ 1966. Avocado tree arrangement and thinning in relation to cross-pollination. *Calif. Avocado Soc. Yearbook* 50: 52-61.

_____ 1967. Reasons for low yields of avocados. *Calif. Avocado Soc. Yearbook* 51: 161-172.

_____ 1968. Crosspollination increases avocado set. *Calif. Citrog.* 52(3): 97-100.

_____ 1969. Avocado. In Ferwerda, F. P., and Wit, F., eds. *Outlines of Perennial Crop Breeding in the Tropics*, pp. 23-51. H. Veenman and Zonen, N. V. Wageningen, The Netherlands.

_____ and Garber, M. J. 1964. 1964 Avocado yields increases by inter-plnating different varieties. *Calif. Avocado Soc. Yearbook* 48: 78-85.

_____ and Gustafson, C. D. 1958. Fuerte fruit ser as influenced by cross-pollination. *Calif. Avocado Soc. Yearbook* 42: 64-66.

Boyden, A. L., CO. 1930. The importance of the honeybee to avocado culture. A. L. Boyden Co., Alhambra, Calif. Leaflet, 4 pp.

Clark, O. I. 1923. Avocado pollination and bees. *Calif. Avocado Assoc. Ann. Rpt. 1922-1923:* 57-62. 98

Clark, O. I. 1924. Avocado pollination tests. *Calif. Avocado Assoc. Ann. Rpt. 1923-1924:* 16-22.

_____ and Clark, A. B. 1926. Results of pollination and other experiments on avocados at the orchard of the Point Loma Homestead. *Calif. Avocado Assoc. Ann. Rpt. 1925-1926:* 85-94.

Gustafson, C. D., and Bergh, B. O. 1966. History and review of studies on cross-pollination of the avocados. *Calif. Avocado Soc. Yearbook* 50: 39-49.

Hodgson, R. W. 1930. Cross-pollination. *Calif. Avocado Assoc. Yearbook* 1930: 30-31.

LeComte, J. 1961. Observations on pollination of the avocado in the French Antilles. *Fruits* 16(8): 411-414. [In French]

Lemmerts, W. E. 1942. Progress report on avocado breeding. *Avocado Soc. Yearbook* 1942: 36-41.

Lesley, J. W., and Bringhurst, R. S. 1951. Environmental conditions affecting pollination of avocados. Calif. Avocado Soc. Yearbook 1951: 169-173.

Nirody, B. S. 1922. Investigations in avocado breeding. Calif. Avocado Assoc. Ann. Rpt. 1921-1922:65-68.

Pellett, F. C., 1926. The avocado for bees. Amer. Bee Jour. 66: 11.

Peterson, P. A., 1955a. Avocado flower pollination and fruit set. Calif. Avocado Soc. Yearbook 39: 163-169.

_____ 1955b. Dual cycle of avocado flowers: Study of the continuous dual opening @cycle of the avocado flower shows needs of large flying insect for pollination. Calif. Agr. 9(10): 6-7,13.

_____ 1956. Flowering types in the avocado with relation to fruit production. Calif. Avocado Soc. Yearbook 40: 174-179.

Popenoe, J., 1963. The Ruehle avocado. Fla. Agr. Expt. Sta. Cir. S-144, 4 pp.

- Robinson, T. R., 1930. Setting of fruit pollination; some aberrant forms of flower mechanism in the avocado. Calif. Avocado Assoc. Yearbook 1930: 107-111.
- _____ 1933. Pollination and other factors influencing the production of avocados. Fla. State Hort. Soc. Proc. 46: 109-114.
- Rock, R. C., and Platt, R. G., 1968. Economic aspects of marketing California avocados. Calif. Agr. Ext. Servo AXT 279, 22 pp.
- Rowland, W. A., 1970. Avocados. Fruit and Veg. Facts and Pointers, 12 pp.
- Ruehle, G. D., 1958. The Florida avocado industry. Fla. Agr. Expt. Sta. Bul. 602, 100 pp.
- Stout, A. B., 1923. A study in cross-pollination of avocados in southern California. Calif. Avocado Assoc. Ann. Rpt. 1922-23: 29-45.
- _____ 1932. Sex in avocados and pollination. Calif. Avocado Assoc. Yearbook 1932: 172-173.
- _____ 1933. The pollination of avocados. Fla. Agr. Expt. Sta. Bul. 257, 44 pp.
- _____ and Savage, E. M., 1925. The flower behavior of avocados with special reference to interplanting. Fla. State Hort. Soc. Proc. 38: 80-91.
- Traub, H. P., Pomeroy, C. S., Robinson, T. R., and Aldrich, W. W., 1941. Avocado production in the United States. U.S. Dept. Agr. Cir. 620, 28 pp.
- Vansell, G. H., 1931. Nectar and pollen plants of California. Calif. Agr. Expt. Sta. Bul. 517, 60 pp.
- Ward, W. F., 1933. Practical hints to commercial avocado growers. Fla. State Hort. Soc. Proc. 46: 139-142.
- Winslow, M. M., and Enderud, J., 1955. Flowering behavior and yields of some avocado varieties at Riverside. Calif. Avocado Soc. Yearbook 39: 133-135.
- Wolfe, H. S., Toy, L. R., and Stahl, A. L., 1942. Avocado production in Florida. Fla. Agr. Ext. Servo Bul. 112, 111 pp.
- _____ and Stahl, A. L., 1946. Avocado production in Florida. Fla. Agr. Ext. Servo Bul. 129, 107 pp.
- Wolfenbarger, D. O., 1954. Biology and control of insects affecting sub-tropical fruits. Fla. Agr. Expt. Sta. Ann. Rpt., p. 290.

Cacao, *Theobroma cacao* L., Sterculiaceae

La producción mundial de cacao excede el millón de toneladas. El 25 por ciento es consumido en los EE.UU. y el 50 por ciento en Europa. Aunque se conoce muy poco sobre la polinización del cacao, hay poca duda de que la flor no es auto-polinizada. Las flores aisladas mediante bolsas de exclusión, se desprenden y no cuajan fruta (Gnanaratnam, 1954). Algunas plantas son auto-incompatibles pero cuajan fruta si se les transfiere polen de arbustos compatibles (Chatt, 1953; Cope, 1958; Knight y Rogers, 1955). El método en que el polen es transferido, es el factor más debatido. El polen es pegajoso y por lo tanto no es transportado por el viento. Además, es producido en los bolsillos de los pétalos, lo que los hace menos accesible a la acción del viento (Gnanaratnam, 1954). Glendenning (1962) observó que el polen del estigma procedía de más de una flor, pero que la cantidad de polen foráneo dependía directamente de la proximidad de otros arbustos. Muy poco polen provenía más allá de dos o tres arbustos.

Según Cheeseman (1932) y Urquhart (1961), la flor del cacao no produce néctar y no tiene un olor discernible. Sin embargo, Stejskal (1969) indica que hay dos tipos de nectarios microscópicos. Demostró que éstos producían néctar y que expedían un olor que atraía mosquitos macho y algunos lepidópteros. Las flores abren al salir el sol y las anteras liberan el polen justo antes de salir el sol. El estigma es usualmente polinizado dos o tres horas más tarde, del mismo día que abre la flor, pero puede permanecer abierta todo ese día (Cheeseman, 1932). El estigma es receptivo a lo largo de todo su largo contrario a la mayoría de las flores, que sólo el ápice es receptivo. Si la flor no es polinizada se desprende para el próximo día (Sumner, 1962). La polinización antes del mediodía es favorecida (Chatt, 1953).

Se entiende que insectos pequeños son los agentes polinizadores primarios del cacao, pero no hay consenso de cuál es el insecto responsable. Algunos autores le dan el crédito a los majes, especialmente a *Forcipomyia quasiingrami* Macfie y a *Lasiohela nana* Macfie (Barroga, 1964; Chatt, 1953; Fontanilla-Barroga, 1965; Macfie, 1944; Saunders, 1959; Toxopeus, 1969). Otros hacen mención de las hormigas (*Crematogaster* spp.), áfidos (*Aphis gossypii* Glover y *Toxoptera* spp.), trípidos (*Frankliniella parvula* Hood), y abejas silvestres (Billes, 1941; Cope, 1940; Harland, 1925a, b; Hernandez, 1966; Jones, 1912; Muntzing, 1947; Posnette, 1942a, b, 1944, 1950; Posnette y Entwistle 1957; Urquhart, 1961; Voelcker, 1940).

Los trípidos y los áfidos se mueven muy poco entre árboles; sin embargo, Glendenning (1958) reporta, luego de un estudio en árboles albinos, que una cantidad significativa de polinización se llevó a cabo entre dos árboles cercanos, lo que indica que puede haber movimiento significativo entre árboles. Las hormigas *Wasmannia suropunctata* (Roger) y *Solenopsis geminata* (F.) y la abeja silvestre *Trigona jaty* Smith se observaron ocasionalmente. Glendenning (1958) concluye que los majes (*Forcipomyia* spp.) son los polinizadores principales, contabilizando el doble de los servicios de polinización realizado por otras especies. Esto fue verificado en varios experimentos con diferentes números de insectos por bolsas de exclusión sobre flores de cacao. Hernández (1965) reporta por cientos de polinización que van de 1 al 52 por ciento cuanto utilizó majes, abejas, trípidos y hormigas. Sin embargo, éste no establece cómo se llevó a cabo la polinización. Aunque los majes aparentan tener importancia como polinizadores en el cacao, falta información que establezca claramente qué insecto es

responsable del cuaje del caco en las diferentes área donde se cultiva comercialmente esta cosecha tan importante.

Harland (1925a) encontró que de un 5 por ciento de las flores de árboles no infestados con hormigas y áfidos, sólo un 0.3 por ciento cuajaron fruta; mientras que en árboles con fuertes infestaciones de estos insectos, un 35 por ciento de las flores eran polinizadas y un 2 por ciento de ellas cuajaron fruta. Un 5 por ciento de las flores polinizadas a mano cuajaron fruta.

Poco se ha dicho sobre polinización adecuada a nivel de flor individual o sobre el mínimo de granos de polen que se requieren para cuajar una fruta o para que se aborte. Pero conociendo el número promedio de semillas por fruta, podemos especular de por lo menos unos 60 granos de polen por flor para cuajar el número mayor de semillas por fruta.

Muchas de las flores no son polinizadas (Harland, 1925b), por lo menos bajo las condiciones observadas en Trinidad. Aparentemente, en los lugares en dónde se siembra el cacao, las poblaciones de polinizadores están severamente limitadas. Sumner (1962) indica que el número mayor de 3 polinizadores, se observó de 2 a 3 horas luego de salir el sol con un pico mucho menor en la tarde, pero que sólo de 2 a 5 por ciento de las flores son polinizadas, y éstas puede que no cuajen si polinizadas muy tarde o con polen no compatible. Urquhart (1961) indica que sólo un 5 por ciento de los estigmas son polinizados; Harland (1925b) encontró que un 9 por ciento eran polinizados. Algunas plantas son auto-incompatibles, algunas estériles masculinas, otras estériles, por lo que aparentemente muchas se caen (Gnanaratnam, 1954). Knoke y Saunders (1966) probaron utilizando un soplador mecánico para transferir polen, pero sin éxito económico.

Nunca se han utilizado abejas melíferas en condiciones de saturación, posiblemente como resultado de que el néctar no es atractivo o no producido. Sin embargo, es lógico pensar que si concentramos un número significativo de colonias por unidad de área y se agotan o amenazan las fuentes de polen del área, las abejas puede que visiten las flores de esta importante cosecha y aumenten el cuaje. También sería interesante buscar variedades de cacao que sean atractivas a las abejas y que esto resulte en un cuaje y calidad de fruta aceptable. Lo mismo se puede decir para variedades de cacao que sean polinizadas por especies de abejas silvestres.

Recomendaciones polínicas:

Al presente no se hacen recomendaciones con relación al uso de polinizadores en el cacao. El manejo de polinizadores de esta cosecha multimillonaria se deja a la merced del tiempo.

Literatura citada:

Barroga, S. F., 1964. Progress report on the study of insects, particularly midges associated with pollination of the *Theobroma cacao*. APRIL 1963. Philippine Jour. Plant Indus. 29(3/4): 123 - 133.

- Billes, D. J., 1941. Pollination of *Theobroma cacao* L. in Trinidad. B.W.L Trop. Agr. [Trinidad] 18: 151-156.
- Chatt, E. M., 1953. Cocoa. 302 pp. Interscience Publishers Inc., New York.
- Cheeseman, E. E., 1932. The economic botany of cacao. A critical survey of the literature to the end of 1930. Trop. Agr. [Trinidad] Sup., v. 9, June, 16 pp.
- Cope, F. W., 1940. Agents of pollination in cacao. St. Augustine, Trinidad, Imperial College of Tropical Agr. [Trinidad], Ninth Ann. Rpt. on Cacao Res. 1939: 13-19.
- _____ 1958. Incompatibility in *Theobroma cacao*. Nature 181: 279.
- Fontanilla-Barroga, S., 1965. A progress report on the study of insects associated with pollination of *Theobroma cacao*, with special emphasis on midges. Philippine Jour. Agr. 27(3/4): 147-159.
- Glendinning, D. R., 1958. Plant breeding and selection. Cocoa Res. Inst. Rpt. of West Africa, 1957-58, pp. 50-54.
- _____ 1962. Natural pollination of cocoa. Nature 193(4822): 1305.
- Gnanaratnam, J. K., 1954. Pollination mechanism of the cacao flower. Trop. Agr. [Ceylon] 110: 98 - 104.
- Harland, S. C., 1925a. Studies in cacao. The method of pollination. Ninth West Indian Agr. Conf. Proc. Kingston, Jamaica, 1924: 61 - 69.
- _____ 1925b. Studies in cacao. Part I. The method of pollination. Ann. Appl. Biol. 12: 403-409.
- Hernández, B. J., 1965. Insect pollination of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Costa Rica. pp. Ph.D. thesis and Diss. Abs. 28(1): 2B-3B, 1967, AA-257/71, Wis, Univ., Madison.
- Jones, G. A., 1912. The structure and pollination of the cacao flower. West Indian Bull 12: 347 - 350.
- Knight, R., and Rogers, H. H., 1955. Incompatibility in *Theobroma cacao*. Heredity 9: 69 - 77.
- Knoke, J. K., and Saunders, J. L., 1966. Induced fruit set of *Theobroma cacao* by mistblower applications of insecticide. Jour. Econ. Ent. 59: 1427-1430.
- Macfie, J. W. S., 1944. Ceratopogonidae collected in Trinidad from cacao flowers. Bul. Ent. Res. [England] 35: 297 - 300.
- Muntzing, A., 1947. Some observations on pollination and fruit setting in Ecuadorian cacao. Hereditas 33: 397 - 404.

- Posnette, A. F. 1924a. Natural pollination of cocoa, *Theobroma leicarpa*, on the Gold Coast. Trop. Agr. [Trinidad] 19: 12-16.
- _____ 1942b. Natural pollination of cocoa. *Theobroma leicarpa*, Bern on the Gold Coast II. Trop. Agr. [Trinidad] 19(10): 188-191.
- _____ 1944. Pollination of cacao in Trinidad. Trop. Agr. [Trinidad] 21(6): 115-118.
- _____ 1950. The pollination of cacao in the Gold Coast. Jour. Hort. Sci. 25: 155 - 168.
- _____ and Entwistle, H. M. 1957. The pollination of cocoa flowers. Rpt. Cocoa Conf. Grosvenor House, London, Sept. 10-12, pp. 66-69. (Abs.) Plant Breeding 28(4): 4550. Oct. 1958.
- Saunders, L. G., 1959. Methods for studying Forcipomyia midges, with special reference to cacao pollinating species (Diptera, Ceratopogonidae). Canad. Jour. Zool. 37: 33-51.
- Stejskal, M., 1969. Nectar and aroma of the cacao flower. Oriente Agropecuario 1(2): 75-92. [In Spanish, English summary.]
- Sumner, H. M., 1962. [Cocoa] Pollination. In Wills, J. B., ed., Agriculture and Land Use in Ghana, pp. 260 - 261. Oxford University Press, London, Accra, New York.
- Toxopeus, H., 1969. Cacao. In Ferwerda, F. P., and Wit, F., eds., Outlines of Perennial Crop Breeding in the Tropics, pp. 79-109. H. Veenman and Zonen, N. V. Wageningen, The Netherlands.
- Urquhart, D. H., 1961. Cocoa. Ed. 2, 293 pp. Longmans, Green & Co., Ltd., London.
- Voelcker, O. J., 1940. The degree of cross-pollination in cacao in Nigeria. Trop. Agr. [Trinidad] 17: 184-186.

Café, *Coffea* spp., Rubiaceae

Un 90 por ciento del café que se consume es *Coffea arabica* L., un 9 por ciento *C. canephora* Pierre ex. Froehner, y menos del 1 por ciento de *C. liberica* Bull. ex. Hiern. Brasil genera un 50 por ciento del café que se consume, unos 1.5 millones de toneladas al año. El cultivar más importante para ellos es el Mundo Nuevo con cerca de 750 mil acres (Monaco y Carvalho, 1969). La combinación de estados africanos producen 0.8 millones de toneladas, Colombia produce unas 0.5 millones y el Salvador, Guatemala y México como 0.1 millón de toneladas. En los EE.UU. se produce café en forma muy limitada en Hawai y en Puerto Rico. En África (principalmente en Angola, Congo, Costa de Marfil, Uganda, y Madagascar), la cosecha principal es de *C. canephora*, la cual tiene mucha demanda en la elaboración de café instantáneo. El rendimiento por acre varía considerablemente, desde 2,000 libras por acre de café lavado, hasta 360 lb/acre (Haarer, 1962; Wellman, 1961). En los EE.UU. se consumen aproximadamente unas 16 libras de café por persona por año.

En días soleados la flor abre en la mañana y el polen empieza a liberarse prontamente. El polen se produce en cantidades relativamente pequeñas y no es pegajoso. Puede ser transportado por el viento o por insectos (Carvalho y Drug, 1950). Si el día esta nublado, la flor permanece cerrada y puede ocurrir auto-polinización. Dos días luego de abrir o de ocurrir fertilización en la flor cerrada, las diferentes partes empiezan a caer (Haarer, 1962). Krug (1935) y Montealegre (1946) sugieren que cuando la inflorescencia permanece en la flor por más de este tiempo, es una indicación de polinización no adecuada. Mientras que si los pétalos caen libremente y pronto, luego de ser polinizada, se puede esperar una buena cosecha. Un 40 por ciento de las flores cuajan granos y llegan a ser cosechadas. Por otro lado, Ferwerda (1951) indica que un arbusto puede producir 10,000 a 50,000 flores, pero que un 70 a 90 por ciento de ellas se desprenden. Esta caída puede ser el resultado de auto-incompatibilidad de la flor con el polen o ausencia de polinización o un embrio defectuoso. Mayne (1934) observó unas 20,000 gemas de café por un período de tres años y encontró que entre 37.6, 41.4, y 38.6 por ciento de ellas eran cosechadas como grano maduro.

Wellman (1961) establece que *C. arabica* es auto-fértil, que en ciertas ocasiones se lleva a cabo polinización por insectos, pero que no es necesaria. Sin embargo, comenta que las otras dos especies, *C. canephora* y *C. liberica*, son auto-estériles por lo que requieren de la acción del viento o de insectos. Ferwerda (1936) reporta que *C. excelsa* Cheval., *C. liberica*, y *C. robusta* Linden [= *C. canephora*] son auto-estériles. Haarer (1962) observa lo mismo que Wellman. Amaral (1952) reporta que *C. arabica* en jaulas, produjo 39 por ciento menos café que plantas no excluidas. Posteriormente, Amaral (1960) condujo otro experimento utilizando *C. arabica*, cv. 'Caturra KMC', en dos épocas de floración diferentes, en el que reportó el cuaje de granos de café en ramas enjauladas y las comparó con el cuaje de granos, de ramas visitadas libremente por insectos. El cuaje en las ramas protegidas fue de 61.7 por ciento, mientras que las ramas sin barreras arrojaron cuajes de 75.3 por ciento, indicando el beneficio obtenido por la presencia de insectos. Sein (1959) obtuvo un cuaje de 60 por ciento y otro de 70 por ciento en arbustos enjaulados y en arbustos son jaulas respectivamente.

Experimentación posterior por Amaral (1972) no deja duda de que *C. arabica* se beneficia de la polinización por abejas melíferas. Demostró el aumento en cuaje de granos en

arbustos de *C. arabica* cv. 'Mundo Novo' en jaulas con abejas, con valores de 82 por ciento más que arbustos enjaulados pero sin abejas.

Carvalho y Krug (1950) estudiaron el efecto de la polinización cruzada en *C. arabica* y concluyeron que de 7.3 a 9.0 por ciento de las semillas eran el resultado de polinización cruzada. No se mencionó información sobre la intensidad de la actividad de los agentes polinizadores. Lower (1911) indica que las abejas melíferas son de gran valor en la polinización de café en Puerto Rico, durante la época lluviosa. Méndez (1961) demostró que los tubos polínicos de polen foráneo crecen más rápido, lo que promueve la polinización cruzada.

Montealegre (1946) indica que la polinización llevada a cabo por insectos juega un papel mucho más importante del que se piensa en la producción de café en Puerto Rico, y que considera que la presencia de abejas melíferas aumenta los rendimientos de café, pero no presenta datos para sustentar el comentario. Nogueira-Neto et. al., (1959) concluyen que el papel desempeñado por los agentes polinizadores en *C. arabica* cv. 'Bourbon' es de naturaleza secundaria. Sein (1923) concluye que las abejas melíferas son beneficiosas en la siembra de café en Puerto Rico, y Rudin (1942) reporta que las siembras de café estaban estableciendo colonias de abejas melíferas con propósitos de polinización de café en Puerto Rico. Zimmerman (1928) considera que las abejas melíferas juegan un papel menor en la polinización de café.

La evidencia limitada con la que contamos indica que *C. arabica* no depende de insectos polinizadores para su cuaje de granos de café; pero que bajo ciertas condiciones la polinización puede ser beneficiosa. *C. canephora* es auto estéril (Devreux et. al., 1959) así como la selección reportada por Krug et. al., (1950) y Méndez (1919), hecha de *C. arabica* x *C. dewevrei* Wildem. & Dur.

Ferwerda (1948) indica que la transferencia de polen del *C. robusta* Linden que es pronunciadamente polinizado cruzado, es llevado a cabo por el viento. Carvalho y Krug (1950) concluyen que los insectos y el viento son igualmente importantes en la polinización cruzada de café en Brasil. Carvalho et. al., (1969) reporta de un 7.3 a un 9.05 de cruzamiento del que 4.8 a 5.3 por ciento se le puede acreditar a la gravedad, de 2 a 5 por ciento al viento y de 0 a 2 por ciento a los insectos. McDonald (1930) sugiere a los agricultores que siembran en África del Este, mantener colonias de abejas en las siembras. Lower (1911) indica que las abejas son de beneficio en las siembras de café en Puerto Rico y que por lo tanto se deben mantener colonias de abejas en ellas. Montealegre (1946) comenta lo mismo para Costa Rica. Nogueira-Neto et. al., (1959) indican que abejas de mayor tamaño como las abejas melíferas y *Melipona quadrifasciata* Lepeletier son más eficientes como polinizadores de café, pero que el beneficio era insignificante. Sein (1923, 1959) demostró que las abejas melíferas son beneficiosas en la siembra de café en Puerto Rico, y Rudin (1942) indica que los costarricenses estaban estableciendo colonias de abejas melíferas en las siembras de café con propósitos de polinización. Amaral (1972) comenta que las abejas melíferas fueron el agente polinizador dominante en su área de estudio. Posteriormente demostró que las colonias en una siembra de café en floración coleccionaron polen de café principalmente (un 80 por ciento de los pellets de polen obtenido de esas abejas). En los casos en que se estudió la polinización de café, la abeja melífera fue el agente polinizador más importante.

Recomendaciones polínicas:

El uso de polinizadores en el café no se ha recomendado para *C. arabica*, aunque la evidencia sugiere que existe un efecto de aumento en cuaje de entre un 10 y un 15 por ciento, con la presencia de agentes polinizadores. Amaral recomienda colocar colonias de abejas cada 10 metros, justo antes de la floración. Se considera que en siembras de gran tamaño se deben obtener resultados significativos de tener un programa de polinización utilizando abejas melíferas. Las otras dos especies importantes de café, *C. canephora* y *C. liberica*, son auto-estériles por lo que se deberían beneficiar grandemente de la polinización por insectos. Considerando el aumento en el uso de la variedad auto-estéril de *C. canephora* en la producción de café instantáneo, el uso de abejas en la polinización de esta cosecha sería de gran beneficio económico.

Literatura citada:

- Amaral, E., 1952. Essay on the influence *Apis mellifera* L. on the pollination of the coffee plant (Preliminary note). Esc. Super. de Agr. "Lutz de Queiroz" (Sao Paulo, Brazil) Bul. 9, 6 pp. [Portuguese.]
- _____ 1960. Influence of the insects on pollination of caturra coffee. Rev. de Agr. (Sao Paulo) 35(2): 139-147. [Portuguese, English summary.]
- _____ 1972. Insect pollination of *Coffea arabica* L. and radius of action of *Apis mellifera* Linneaus 1758, in the collection of pollen in coffee plantations in bloom. 82 pp., Dept. Ent., "Lutz de Quiroz" Superior School of Agr., Sao Paulo Univ., Piracicaba S.P. Brazil. [Portuguese, summary and general conclusions in English.]
- Carvalho, A., and Krug, C. A., 1950. Pollinating agents for coffee (*Coffea arabica*). Bragantia 9: 11 - 24. [In Portuguese.]
- _____ Ferwerda, F. P., Frahm-Leliveld, J. A., and others., 1969. Coffee. In Ferwerda, F. P., and Wit, F., eds. Outlines of Perennial Crop Breeding in the Tropics, pp. 189-241. H. Veenman and Zonen, N. V., Wageningen, The Netherlands.
- Devreux, M., Vallaeys, G., Pochet, P., and Gilles, A., 1959. Research on the self-sterility of robusta coffee *Coffea caenphora* Pierre). Pub. Inst. Nat. Agron. Congo Belge: Ser. Sci. 78: 44. 4262 (Abstract) Plant Breed. 29(4): 837.
- Ferwerda, 1936. Pollination in coffee species grown in the Dutch East Indies. Zuchter 8: 92 - 102. [In German.] See Crane and Green 1948 for abstract.
- _____ 1948. Coffee breeding in Java. Econ. Bot. 2(3): 258-272.
- _____ 1951. Fruit drop in robusta coffee and its relation to pollinization and fertilization. Vakblad voor Biologen 31: 123 - 130. [In Dutch.] Abstract in Euphytica 1(3): 232. 1952.

- Haarer, A. E., 1962. Modern coffee production. 495 pp. Leonard Hill, London.
- Krug, C. A., 1935. Hybridization of coffee, a preliminary study of flowering habits and methods of crossing. *Jour. Hered.* 26: 325 - 330.
- _____. Mendes, J. E. T., Carvalho, A., and Mendes, A. J. T., 1950. A new type of coffee. 10(1): 11-25. [In Portuguese, English summary.]
- Lower, W. V., 1911. Beekeeping in Puerto Rico. Puerto Rico Agr. Expt. Sta. Cir. 13, 31 pp.
- Mayne, W. W. 1934. Annual report of the coffee scientific officer. 1933-34. Mysore Coffee Expt. Sta. Bul. 12. See Crane and Green 1948 for abstract.
- McDonald, J. H., 1930. Coffee growing: with special reference to East Africa. 205 pp. East Africa Ltd., London.
- Méndez, A. J. T., 1919. Cytological observations in coffee. *Bragantia* 9(1-4): 25-34. [In Portuguese, English summary.]
- _____. 1961. Speed of pollen tube penetration in *Coffea arabica*.] *Bragantia* 20(1): 495 - 502. [In Portuguese, English summary.]
- Monaco, L. C., and Carvalho, A., 1969. Coffee genetics and breeding in Brasil. Shell Pub. Health and Agr. News 12(2): 74-77.
- Montealegre, M. R., 1946. The fertilization of coffee flowers. *Revista del Inst. de Defensa del Café de Costa Rica* 15: 337 - 340. [In Spanish.]
- Nogueira-Neto, P., Carvalho, A., and Filho, H. A., 1959. The effect of the exclusion of pollinating insects on the yield of bourbon coffee. *Bragantia* 18: 441 - 468. [In Portuguese, English summary.]
- Rudin, J., 1942. Bees as pollination agents in fruit trees. *Rev. Inst. Defensa Café de Costa Rica* 12(96): 490 - 491. [In Spanish.]
- Sein, F., Jr., 1923. Bees in coffee plantations. Puerto Rico Insular Sta. Cir. 79, 6 pp. [In Spanish]
- _____. 1959. Do bees help coffee? *Hacienda* 55: 36-50. [In Spanish.]
- Wellman, F. L., 1961. Coffee; Botany, cultivation and utilization. 488 pp. Leonard Hill, London.
- Zimmerman, A., 1928. Pollination of coffee trees. *His Kaffee*, ed. 2, pp. 31-34. Deutscher Auslandverlag, Hamburg. [In German.]

Carambola, *Averrhoa carambola* L., Oxalidaceae

La carambola es un arbusto que crece hasta 30 pies, pero por lo general no pasa de los 20 pies de altura. Produce una fruta cerosa-amarillosa de 2 a 5 pulgadas de largo con 4 o 5 bordes. Cuando se corta a lo ancho se puede percibir la forma de estrella que le da su nombre común en inglés “star-fruit”, utilizada como ornamento en ensaladas y se hace en jugos. Es rica en vitamina C y se puede confeccionar en mermeladas y jaleas.

Las flores son auto-incompatibles y no son polinizadas por el viento, por lo que requieren de la polinización por insectos (Knight, 1965). Las abejas melíferas son atraídas a la carambola. Nand (1971) indica que las abejas melíferas, moscas y otros insectos son los agentes polinizadores de esta planta que requiere polinización cruzada.

Recomendaciones polínicas:

Ninguno, pero se presume que el cauje aumente con un aumento en el número de agentes polinizadores, sobre todo en siembras comerciales, donde el número de flores por unidad de área puede ser mayor a lo que los polinizadores silvestres puedan visitar efectivamente.

Literatura citada:

Knight, R. J. Jr., 1965. Heterostyly and pollination in carambola. Fla. State Hort. Soc. Proc. 76: 375 - 378.

Nand, D., 1971. Ppollination, frut set and development in carambola. (*Averrhoa carambola* LINN.). Indian Jour. Hort. 28: 278-284.

Cítricas, *Citrus* spp., Rutaceae

Una característica distintiva de la blanca flor de cítrica o flor de azahar, es su olor fragante y atractivo, tanto al ser humano, como a la abeja melífera. El tamaño de la flor varía entre variedades de cítricas, pero va de entre $\frac{3}{4}$ a $1\frac{1}{2}$ pulgadas de ancho. El arbusto florece parejo, usualmente a principios de la primavera (enero/febrero), aunque algunas variedades, como los limones, pueden florecer durante todo el año.

Las flores son principalmente hermafroditas, produciendo y soltando polen tan pronto el estigma está receptivo. Sin embargo, se producen flores estaminadas en la lima, el limón y el citrón, y pistiladas en la 'Satsumas' (Kihara, 1951). Las flores sin polen de la naranja o china Nebo o 'Washington Navel' son muy conocidas por su capacidad de producir fruta partenocárpica (Webber et. al., 1943).

El néctar es producido en el nectario o disco floral, justo dentro y sobre el punto donde salen los estambres. Vansell et. al., (1942) establece que la secreción de néctar empieza 48 horas posterior a que la flor abra. A la misma vez, un líquido viscoso estigmático se secreta de un pelos papilosos en el estigma. Su función es que se adhieran los granos de polen y a la misma vez provee un medio favorable para la germinación del grano de polen.

Las flores abren principalmente de 9 a.m. a 4 p.m. (Randhawa et. al., 1961). Nunca cierran, sencillamente los pétalos se desprenden unos días después de la fertilización. El estigma se hace receptivo tan pronto la flor abre, pero los estambres liberan el polen unas horas después de que la flor está completamente abierta (Wright, 1937).

Para determinar si la visita de abejas alteraba el período de tiempo que la flor dura abierta, se mantuvo registro del desarrollo en las flores de 20 árboles de tangerina 'Clementina' ('Algeriana') en Yuma, Arizona, en 1954. Diez flores en un árbol dentro de una jaula con maya excluidora, pero con una colonia de abejas y 10 en un árbol cubierto por una jaula, pero sin abejas. La caída de los pétalos y del polen de los estambres en el grupo sin abejas fue levemente más lento que en el grupo con abejas. La característica más importante para identificar la polinización es el cambio de color del estigma de crema a marrón. Los estigmas pueden permanecer receptivos por lo menos 4 días. Pero puede variar de área geográfica y de variedad. Climenko (1936) indica que los estigmas pueden permanecer receptivos hasta por 6 a 8 días.

Las cítricas por lo general son productoras copiosas de néctar. Vansell et. al., (1942) reporta que algunas flores contienen un promedio de 20 microlitros de néctar, comparado con de 0.8 a 2.4 microlitros por flor de alfalfa, otra fuente importante de néctar. Dada esta gran cantidad de néctar que producen las cítricas, es de interés para los apicultores poner sus colonias en o cerca de éstas siembras.

El valor de la cítrica como fuente de polen depende de la variedad. Hamakawa (1967) reporta que menos del 1 por ciento de las abejas que pecorean en la mandarina 'Satsuma' (*C. unshiu* Marc.) cargaban polen; comparado con un 95 por ciento en la china 'Hassaku' (*C. hassaku* Hort. ex. Y. Tanaka). En términos generales los apicultores no consideran a las cítricas como una fuente importante de polen.

Sólo un bajo por ciento de las flores llega a madurez y cuajan fruto. Reuther et. al., (1968) demostró que un árbol de china Nebo o 'Washington Navel' puede tener 102,350 flores, pero sólo maduraron unas 419 frutas y que un árbol de 'Valencia' con unas 47,112 flores cuajó unas 708 frutas. Reed (1919) reportó 4,440 flores en arbusto de limón, un 52 por ciento cuajó, pero sólo un 6.6 o 294 frutas llegaron a madurez. Moss (1971) estudio la relación entre la tendencia a que la floración sea más fuerte unos años que otros en la china dulce. Registró el doble de flores en los años de mayor floración, pero el por ciento de cuaje fue similar.

Por regla general, las cítricas han sido consideradas como un cultivo con poca o ninguna necesidad de polinización por insectos. Sin embargo, esto está cambiando, Webber et. al., (1943) indican que ninguna variedad permanece estática a través del tiempo, aún cuando sea propagada asexualmente. También se debe considerar la disminución en la cantidad y tipos de insectos beneficios disponibles como agentes polinizadores.

Por otro lado, bajo condición de producción comercial, un pequeño aumento en polinización puede resultar en aumentos significativos en retorno económico. Consideremos el aumento en atención que se le está dando a la polinización en cítricos. Krezdorn (1970) indica que un número creciente de cultivares son auto-incompatibles y en algunos casos, incompatibles en lo cruzado. A esos cultivares hay que proveerles una fuente adecuada de polen compatible y de agentes polinizadores que lo lleven de flor en flor.

Los requisitos polínicos de las diferentes cítricas son bastante diversos. En algunos casos hay auto-esterilidad completa. El polen debe ser transferido a esas flores, de estambres compatibles o no habrá producción aceptable. En algunos, la polinización cruzada mejora mucho la calidad de la fruta. En otros, no se conoce de beneficio alguno de la presencia de agentes polinizadores. Aún en otros casos, la fruta se desarrolla partenocarpicamente. Por tal razón, es deseable hablar sobre cada cultivar por separado.

Cultivares de cítricas

Toronja:

La evidencia con la que se cuenta al presente apunta a que la polinización cruzada no es requerida para producir fruta de calidad y que la toronja no tiene problema alguno de polinización (Coit, 1915; Frost y Soost, 1968; Krezdorn, 1970; 1972; Soost, 1963; Webber, 1930). Esto no significa que no se puedan ver mejorías de la transferencia de polen entre plantas del mismo cultivar.

Wright (1937) estudió el efecto de la polinización cruzada en el desarrollo de semillas en la toronja 'Marsh'. Aunque alguna de su data en flores no polinizadas (emasculadas y embolsadas) es cuestionable, reporta que las flores polinizadas abiertas tenían hasta el doble de semillas, pero más importante aún, cuajaban hasta cuatro veces el número de frutas. La presencia de semillas es, por regla general, algo indeseable para los empacadores y consumidores, aunque la toronja Duncan es preferida por los empacadores irrespectivo de las semillas. La diferencia en número de frutas cuajadas puede ser un factor de importancia económica.

Limones:

Richter (1916) indica que sin lugar a dudas las flores del limón pueden ser protegidas de la visita de insectos, sin que se perciba la menor disminución en el cuaje de frutas (pero no presenta data al respecto). Webber (1930) también concluye que la polinización por abejas es un factor inconsecuente en la producción de cítricas, por lo menos en los limones Eureka y Lisbon, las chinas Valencia y Nebo o “Washington Navel”, y en la toronja Marsh. Sin embargo, Webber et. al., (1943) indican que aunque la auto-polinización ocurre comúnmente en la ausencia de insectos, la condición sin-semilla aparece y esa condición generalmente es una limitante para el cuaje de la fruta. Frost y Soost (1968), y Soost (1963) concluyen que suplir polen de otra variedad no aparenta ser necesario para la mayoría de las cítricas de importancia.

Sin embargo, en Rusia donde se han hecho un sinnúmero de estudios colocando jaulas sobre arbustos de cítricas, Glukhov (1955) establece que los arbustos de limón aislados de las abejas, producen hasta una cuarta parte menos frutas, que árboles expuestos a la polinización cruzada. Burnaeva (1956) reporta que árboles de limón que reciben polen en forma suplementaria de otros cultivares o especies de cítricas, producen más que árboles no expuestos a la polinización cruzada. Zavrashvili (1964) reporta que árboles enjaulados de limón (sin abejas) producen hasta un 42.5 menos que los expuestos a polinización abierta, mientras que árboles enjaulados con abejas producen sólo un 10 por ciento menos, indicando que las abejas contribuyen a la distribución de polen del árbol. Unos años más tarde, Zavrashvili (1967b) indica que Novogrusinskii requiere de polinización cruzada por abejas para que haya producción de fruta. Randhawa et. al., (1961) obtuvo 4 frutas maduras de limón 'Malta' de 25 flores de polinización cruzada, pero ninguna fruta de 50 flores auto-polinizadas.

Limas:

Se ha hecho muy poca investigación en los requisitos polínicos de las limas (que en PR llamamos limones). Krezdorn (1970) indica que la lima Taití es marcadamente partenocárpica y que aunque la polinización cruzada puede aumentar el número de semillas, el aumento en número de frutas debe ser insignificante. Por otro lado, Motial (1964) reporta que de 80 a 100 por ciento de las flores de polinización abierta en la lima dulce (*C. limetoides* Ta.) cuajaron fruta, pero que sólo de 40 a 60 por ciento de las flores emasculadas y polinizadas a mano cuajaron fruta. Lo que indica que la actividad adecuada de polinizadores puede aumentar el cuaje y la producción en la lima dulce. Motial añade que la lima dulce no es auto-incompatible, si no que produce poco, como resultado del alto número de flores estaminadas que produce la planta.

Chinas:

Un comentario general sobre las chinas o naranjas se hace un tanto difícil debido a la gran variedad de cultivares dentro de este tipo de cítrica. Coit (1915) indica que ciertas chinas requieren de polinización para cuajar fruta y que otras cuajan fruta partenocárpicamente, sin el estímulo de la polinización y que aún otras no aceptan el polen de otros cultivares. Por tal razón, se considera oportuno hacer mención por separado de algunos cultivares como la Nebo y la Valencia.

China Nebo o “Washington Navel” – Las anteras de las flores de la china Nebo no producen polen y el saco embrionario se puede degenerar antes de que los tubos polínicos del polen de otros cultivares puedan penetrar. No obstante, la fruta cuaja y se desarrolla si las condiciones son favorables. Si el árbol está estresado por desecación sea del viento o por falta de humedad, la caída de fruta inmadura puede ser significativa. Surr (1922) enjauló seis árboles de china Nebo para aumentar la humedad alrededor de éstos, lo que excluyó los agentes polinizadores. Observó que la producción no aumentó y por el contrario disminuyó en un 86 por ciento. Las jaulas pueden haber afectado el cuaje por razones otras a la polinización. Krezdorn (1970) indica que la polinización cruzada en la china Nebo, no aumenta el rendimiento. Sin embargo, en el 1965 obtiene resultados de polinización a mano que sugieren que la polinización cruzada puede aumentar el cuaje. El-Tomi (1954, 1957) reporta que en la china Nebo la polinización cruzada disminuye significativamente la caída de fruta inmadura. Zavrashvili (1967b) reporta que árboles de china Nebo enjaulados para excluir abejas, produjeron menos fruta que árboles enjaulados con abejas o árboles al aire libre. El cuaje mayor se obtuvo cuando se utilizó polen de la china “Grusian”. También reportó, que la transferencia de fluido estigmático entre los estigmas, aumentó el por ciento de cuaje. No se ofrece explicación para este efecto y su validez estadística, no fue determinada. El efecto de la polinización en la producción de china Nebo aparenta estar mejor resumido por Atkins (1963) quien indica que hay posibilidad de que la polinización cruzada cause que el árbol retenga más frutas.

“Valencias” - Richter (1916) indica, sin presentar data, que si mantenemos excluidos los insectos de la Valencia, las flores no producirían menos. Francke et. al., (1969) también concluye que las abejas no tienen efecto alguno en la producción de Valencias. Cameron et. al., (1969) reportan que el tamaño de la fruta de la Valencia aumentó según aumentaba el número de semillas y que polen del tangelo 'Pearl' aumentaba el número de semillas y el tamaño de la fruta. Esto sugiere que la polinización cruzada puede aumentar el tamaño de la fruta y posiblemente el número de frutas.

Otras variedades de chinas. - Soost (1963) indica que en siembras comerciales, no se perciben reducciones obvias en producción, ante la ausencia de otras variedades, pero que eso no significa que polinización cruzada no sea beneficiosa. Khan y Chandhri (1964) concluyen que cinco cultivares no identificados son auto-polinizados. Oppenheimer (1935) (citado por Oppenheimer 1948) concluye que las cítricas se pueden sembrar en grandes bloques, sin la mezcla con otras variedades y que esto resulte en problemas. Por otro lado, Glukhov (1955) reporta que árboles de china (no se indica el cultivar) polinizados por abejas, produjeron hasta cuatro veces más, que árboles aislados de abejas. Zavrashvili (1964) reporta que la producción de chinas (tampoco menciona variedad) en jaulas sin abejas fue 54.4 por ciento más baja que en árboles expuestos a polinización al aire libre.

Wafa e Ibrahim (1960) obtienen un aumento de 31 por ciento en el cuaje de fruta de la china “Elfelaha”, un 22 por ciento de aumento en peso de la fruta y 33 por ciento más peso de jugo y un 36 por ciento de más semillas de frutas de árboles visitados por abejas que de árboles en los que las abejas fueron excluidas. Zacharia (1951) reporta auto-incompatibilidad parcial en la china “Shamouti”. Hassanein e Ibrahim (1959) reportan un cuaje de 2.6 por ciento en flores de la china “Khalili” cuando se excluyeron insectos y un 10.4 por ciento de cuaje cuando había abejas presentes y un 7.4 por ciento en flores al aire libre. Krezdorn (1967) demostró que en las

chinas “Hamlin”, “Parson Brown”, “Pineapple” y “Valencia” el tamaño de la fruta aumentaba linealmente con el cuaje. Aunque los resultados son pocos y variables, apunta a la posibilidad de algún efecto benéfico de la polinización por insectos.

Pómelo:

Soost (1963, 1964) y Nauriyal (1952) concluyen que el pómelo, cultivado comercialmente sólo en el Oriente es auto-incompatible. Aala (1953) llevó a cabo estudios de polinización en pómelo siamés “Siamese 3442” en Filipinas. Este produce flores completas y estaminadas. Algunas flores fueron dejadas expuestas para la visita de abejas, otras auto-polinizadas y otras fueron cruzadas con polen de chinas “Sour”, “Siaver 14” y “Valencia”, y con mandarina “Batanga”. Concluye que la mayoría de los pómelos son auto-incompatibles y que deben ser entre-sembrados con otras variedades. Comenta que las abejas son necesarias para la transferencia de polen sea el cultivar auto-estéril o auto-fértil. También reporta, que un por ciento más alto de flores polinizadas al aire libre se obtuvo durante la temporada de menor producción (“off”), lo que puede sugerir que no hubo una población adecuada de polinizadores al momento de la floración anterior. También puede sugerir que hubo condiciones ambientales no favorables u otros factores fisiológicos.

Las mandarinas y el complejo-híbrido de mandarinas.

Se ha llevado a cabo más investigación en los requisitos de polinización de este grupo de cítricas que en ninguno otro, ya que el problema aquí es más agudo. Este problema ha sido reconocido desde que Lacarelle y Miedzzyrzecki (1937) reportaron que se cuajaban menos frutas de la mandarina “Clementina” en árboles enjaulados para evaluar auto-polinización que en otros 30 árboles enjaulados con abejas, con o sin polen de otros cultivares. Oppenheimer (1948) también, demostró que la producción de la tangerina “Clementinas” aumentó cuando era polinizada en forma cursada, utilizando abejas y polen de “Dancy”, “Temple”, “Duncan”, y otras variedades con muchas semillas. Encontró que las variedades “Valencia”, “Eureka”, “Marsh Seedless”, y “Satsuma” eran inefectivas como polinizadores.

Van Horn y Todd (1954) enjaularon árboles de tangerinas “Algerian” con y sin abejas melíferas, y con y sin polen de otros cultivares. Demostraron que los árboles con abejas y polen de otros cultivares produjeron hasta 16 veces más tangerinas que aquellos sin abejas y que la fruta era de mejor calidad. Miwa (1951) demostró que la mandarina “Hyuganatsu” era auto-estéril, pero cruzada-fértil. Lynch y Mustard (1955), Coste y Gagnard (1956), Soost (1956, 1963), Mustard et. al., (1957), y Barbier (1964) concluyeron que la tangerina “Clementina” era auto-incompatible. Minessy (1959) observó que el polen de la toronja era altamente efectivo para fertilizar “Clementinas”. Blondel y Barbier (1963) indican que la polinización aumenta la producción de frutas, pero también la de semillas. Hilgeman y Rodney (1961) y Krezdorn (1970, 1972) indican que los rendimientos en “Clementinas” se pueden mejorar mediante la polinización con abejas.

Hearn et. al., (1969) reportan que las mandarinas “Lee”, “Page”, “Nova”, y “Robinson” son auto-incompatibles, pero Reece y Register (1961) indican que la “Osceola” no lo era completamente. Furr (1964), y Moffett y Rodney (1971b) reportan que la polinización cruzada

era necesaria y que se le debía proveer a la “Fairchild”. Posteriormente, (1973) encontraron que las abejas aumentaban la producción del tangelo “Orlando”. También, Moffett y Rodney (1973) demostraron que la visita de las abejas aumentaba los rendimientos de producción del tangelo “Orlando”. Hearn et. al., (1968, 1969), y Hearn y Reece (1967), concluyen que “Lee”, “Nova”, “Page”, y “Robinson” eran todas auto-incompatibles. Krezdorn (1972) incluye a los tangelos “Orlando”, “Minneola” y “Osceola” ese grupo, pero cuestiona la inclusión de “Lee”. Hearn et. al., (1969) también reportan que las frutas de “Page” eran más grandes, si esas flores eran polinizadas con polen de “Lee”, la primera vez que se reporta un efecto metazénico en cítricas.

Krezdorn y Robinson (1958) demostraron que cruzando “Orlando” con polen de “Temple, o de “Dancy” se observaban aumentos en producción. Krezdorn (1959, 1967) también reporta una correlación significativa ente el tamaño de la fruta y el número de semillas para el tangelo “Orlando”. Krezdorn (1970) indica que “Orlando”, y “Minneola” son auto-incompatibles, que “Nova”, “Osceola”, y “Robinson” requieren de polinización cruzada, y que por lo menos en “Orlando”, el tamaño de la fruta aumenta con el número de semillas. Soost (1963) reporta que “Mineola”, “Osceola”, y “Robinson” son auto-incompatibles y que se sospechaba lo mismo de “Lee” y “Osceola”. Krezdorn (1970) indica que hay un número creciente de cultivares auto-incompatibles.

La gente se refiere a la “Satsuma” como mandarina (Hamakawa, 1967), como china, “Unshiu” (Kresdorn, 1970), o como tangerina “Unshiu” (Mchedlishvili, 1962). Varios ensayos tienden indicar que se benefician por la visita de las abejas - 6.3 por ciento por Zhgenti (1956); y de 7 a 11 por ciento, Zavrashvili (1967a, b). Soost (1963) recomienda que las siembras se hagan en bloques sólidos, aunque comenta sobre el posible riesgo de caída masiva de fruta inmadura bajo ciertas condiciones. Mchedlishvili (1962) demostró la importancia de la polinización por insectos. A varias distancias del apiario, observo que cerca del apiario un 42.5 por ciento de las flores cuajaban fruto y que un 14.6 por ciento eran cosechadas. A 150 metros del apiario, 29.3 por ciento de las flores cuajaban y un 10.6 por ciento eran cosechadas. A 350 metros del apiario sólo un 13.6 por ciento de las flores cuajaba fruto y sólo un 5 por ciento eran cosechadas. Esto demuestra el valor de tener las abejas en o cerca del sembradío a ser polinizado. Aunque varios investigadores han obtenido más o menos un mismo número de frutas de siembras no polinizadas y polinizadas-cruzadas de “Satsuma”, la data indica que para una producción mayor, se necesita tener una población extensa de abejas melíferas.

El Calamondín, “Citrange”, Citrón, “Kumquat”, Limón Meyer, Limón Ponderosa, Naranja Agria y China Trifoliada

No se han observado problemas en el citrón, kumkuat, limón Meyer y china trifoliada, pero si han observado problemas de cuaje de semilla en “Morton” y en el citrange “Troyer” (Soost, 1963). En resumen, la transferencia de polen por insectos intra-floral, entre flores de un cultivar y entre cultivares, es de algún valor para las chinas, toronjas y limones. Muchas, si no todas las mandarinas y las mandarinas del complejo híbrido, dependen o se benefician de la transferencia de polen por insectos. El pómelo depende de los insectos para la transferencia de polen.

La abeja melífera es sin lugar a dudas, el agente polinizador primario de cítricas, el viento no es un factor de peso. Otros insectos juegan un papel menor. La atractiva miel de azahar, lleva a que los apicultores se muevan a colocar colonias de abejas en las inmediaciones de las siembras de cítricos y a que los especialistas en cítricos deseen ver un amplio número de abejas en la siembra. (Krezdorn, 1972). Moffett y Rodney (1971a) observaron en promedio menos de una abeja por cada cien flores en Yuma, Arizona y concluyeron que con una población tan baja de polinizadores, los agricultores necesitaban rentar colonias para este propósito. Añaden que durante el pico de floración se observaron menos de una abeja por cada cien flores. Eso puede llevar hasta menos de una visita por hora. Por otro lado, Mchedlishvili (1962) reporta hasta 12 visitas de abeja por flor por hora.

P. M. Packard Inspector de apiarios de Florida, estima que unas 220,000 colonias de abejas melíferas fueron utilizadas durante la floración de cítricos del 1972, lo que corresponde a una colonia por cada 4 acres. Pero el comentario más significativo que hace es que la distribución de colonias no es sistemática, habiendo sobre concentración en unas áreas y muy pocas o ninguna en otras.

Butcher (1955) observó un efecto de producción zonificada en relación a la distancia de la siembra de tangelo “Mineola” del apiario, teniendo el efecto mayor, a distancias entre los 200 y 300 pies. Sin embargo, Robinson (1958) reporta que las abejas fueron igual de efectivas trabajando en todas direcciones en un radio de 400 pies.

La abeja melífera colecta polen y néctar de la flor de cítrica. La flor está construida en una forma que prácticamente asegura que si una abeja ya visitó una flor de cítrica, dejará algo de polen en ella. Dependiendo del cultivar, los resultados de la polinización por insectos puede o no tener un efecto sobre el número de frutas, tamaño de la fruta, presencia de semillas, aumento en el número de semillas, calidad de la fruta, sobre cuaje de frutas.

Recomendaciones polínicas:

Muy pocos estudios se han llevado a cabo sobre el efecto del número de visitas de abejas por flor o del efecto de la visitación cruzada intra y entre cultivares en relación a parámetros como: el cuaje de la fruta, calidad organoléptica, tamaño de la fruta, número de semillas y resistencia a la caída del fruto inmaduro.

Algunos investigadores han hecho recomendaciones de colocar abejas en los predios de siembra, pero no muestran data que corrobore el comentario. Oppenheimer (1948), en Palestina, sugiere colocar abejas en una siembra de “Clementinas” si no hay abejas presentes en el predio. No hace mención alguna de cuantas colonias se han de ubicar.

Varios investigadores hacen recomendaciones a los efectos de colocar colonias de abejas en las siembras de cítricos. Baldwin (1916), sin presentar data concreta que respalde sus comentarios, recomienda colocar cinco colonias por acre. Por otro lado, Van Horn y Todd (1954) recomiendan una colonia por acre en siembras de “Clementinas”. El servicio de Extensión Agrícola de Florida (1961) recomienda colocar colonias de abejas y variedades que provean polen compatible para aumentar el número y tamaño de los tangelos. Robinson y Krezdorn

(1962) recomiendan una colonia fuerte por acre de siembra de tangelo "Orlando". Soost (1963) indica que la mayoría de las cítricas que se cultivan comercialmente cuajan fruta adecuadamente sin polinización cruzada, pero que en los casos que requieran de más agentes polinizadores, una colonia por cada 2 acres debe ser suficiente. Zavrashnli (1967b) indica que una colonia de abejas por cada 2.5 acres de siembra, duplicaron su cosecha en china "Nebo" o "Washington Navels", limones "Novogrusinskii", y tangerinas "Unshiu". Haynie (1968) recomienda una colonia por cada dos acres, las colonias en grupos y adecuadamente repartidas en espacio por el predio de siembra.

No hay uniformidad alguna en las recomendaciones que se han hecho y eso se debe a la poca investigación que se ha llevado a cabo, a posibles diferencias entre cultivares, y condiciones imperantes en el área de siembra, así como el manejo de la siembra. La información debería ir dirigida a cuantas visitas de abejas necesita una flor del cultivar bajo estudio para que éste cuaje una fruta cosechable.

Para propósitos de polinización en cítricos, la poca data que hay sugiere que si las abejas son requeridas, se deben ubicar en grupos y que estos estén distribuidos uniformemente en espacio a distancias de 176 a 440 metros entre grupos. Como parte de las recomendaciones se debe tomar en consideración el tamaño de la población de abejas de cada colonia a ser utilizada como polinizadora, otras colonias en el área, cantidad de cuerdas de siembra, plantas en la vecindad que florezcan al mismo tiempo que la cítrica y cuán atractivas son a las abejas, cuánto tiempo deben permanecer las abejas en el predio.

Los apicultores colocan sus colonias en las inmediaciones y en las siembras de cítricos, ya que obtienen una cosecha de miel. Sin embargo, las colonias puede que no sean ubicadas en una disposición espacial que favorezca al agricultor, por lo que se debe tomar este punto en consideración al momento de establecer el contrato de servicio.

Literatura citada:

Aala, F. T., 1953. Effects of hand pollination on the production of Siames pummelo. Philippine Jour. Agr. 18(1-4): 101 - 113.

Atkins, E. L., 1963. Honeybees and agriculture. Calif. Citrog. 49(2): 81 - 82.

Baldwin, E. G., 1916. Perfect pollination of citrus groves. Gleanings Bee Cult. 44: 269-271.

Barbier, E. C., 1964. Pollination and fruiting of the Clemente (Orange) Ann. de l'Abeille 7(1): 63-80. [In French, English summary.]

Blondel, L., and Barbier, E. C., 1963. The problem of pips in Clemente oranges. Fruits et Primeurs de l'Afrique du Nord 33(2): 153-156 [In French.] AA-538/64.

Burnaeva, N. L., 1956. An experiment on supplying pollination of citrus fruits. Agrobiologiya 3: 124-128. [In Russian, abstract translated.]

- Butcher, F. G., 1955. Honey bees as pollinators of *Mineola tangelos*. Fla. Hort. Soc. Proc. 68: 313.
- Cameron, J. W., and Soot, R. K., 1969. Citrus. In Ferwerda, F. P., and Wit, F., eds., *Outlines of Perennial Crop Breeding in the Tropics*, pp. 129-162. H. Veenman and Zonen, N. V. Wageningen, The Netherlands.
- Climenko, K., 1936. Periodicity or the receptivity of stigmas of oranges. *Batum Subtrop. Bot. Gard. Bull* 1: 127-129. [In Russian, English summary.]
- Coit, J. E., 1915. *Citrus fruits*. 520 pp. The Macmillan Co., New York.
- Coste, A., and Gagnard, J. M., 1956. Studies on the pollination of clementines. *Fruits et Primeurs de l'Afrique du Nord* 26: 246 - 252. [In French.] Cited by Reuther, Batchelor, and Webber (1968).
- El-Tomi, A. L., 1954. Effect of the cross-pollination on fruit setting in the Washington Navel orange. *Citrus Indus.* 35(8): 5-6.
- _____. 1957. Effect of the cross-pollination of the June-drop, pre-harvest drop and cropping in the Washington Navel orange. *Ann. Agr. Sci.* 2(2): 249 - 265.
- Florida Agricultural Extension Service, 1961. *Your 1961 Agricultural Extension Service Annual Report*. Fla. Agr. Ext. Serv., Gainesville, 7 pp.
- Francke, R., Jorge, A., and Mathieu, J. M., 1969. Effects of insect pollinators on the production of Valencia oranges: The honey bee and its effect on citrus production. *Agronomia (Monterrey)* 122, 7 pp. [In Spanish.]
- Frost, H. W., and Soost, R. K., 1968. Seed reproduction: Development of gametes and embryos. In Reuther, W., Batchelor, L. D., and Webber, H. J. *The Citrus Industry*, V. 2, pp. 290-324. The University of California Press, Berkeley and Los Angeles.
- Furr, J. R., 1964. New tangerines for desert. *Calif. Citrog.* 49(7): 266.
- Glukhov, M. M., 1955. *Honey plants*. 512 pp. Izd. 6, *Perer. i Dop. Moskva, Gos. Izd-vo Selkhoz Lit-ry*. [In Russian.]
- Hamakawa, H., 1967. On the behaviour of honeybees in citrus flowers of four species. *Jap. Jour. Breed.* 17 Suppl. 2: 143-144. [In Japanese.] AA-368/71.
- Hassanein, M. H., and Ibrahim, M. M., 1959. Studies on the importance of insects, especially the honey bee in pollination of citrus in Egypt. *Agr. Res. Rev.* 37(3): 390-409.
- Haynie, J. D., 1968. Bees and citrus blossoms. *Amer. Bee Jour.* 108: 397. 156

- Hearn, C. J., and Reece, P. C., 1967. Pollination needs of Page, Lee and Nova and Robinson citrus hybrids. *Citrus Indus.* 48(4): 19, 23.
- _____ Reece, P. C., and Fenton, R., 1968. Effect of pollen source on fruit characteristics and set of four citrus hybrids. *Fla. State Hort. Soc. Proc.* 81: 94-98.
- _____ Reece, P. C., and Fenton, R., 1969. Self-incompatibility and the effects of different pollen sources upon fruit characteristics of four citrus hybrids. 1st. *Internatl. Citrus Symposium Proc.* 1: 183 - 187.
- Hilgeman, R. H., and Rodney, D. R., 1961 Commercial citrus production in Arizona. *Ariz. Agr. Expt. Sta., and Ext. Serv. Spec. Rpt.* 7, 31 pp.
- Khan, M., and Chandhri, M. K. H., 1964. Pollination studies in *Citrus sinensis*. *Punjab Fruit Jour. (Lyallpur)* 1962-64: 26-27, 97-107.
- Kihara, H., 1951. Triploid watermelons. *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 58: 217-230.
- Krezdorn, A. H., 1959. Factors affecting the unfruitfulness of Tangelos. *Fla. Agr. Expt. Sta. Ann. Rpt.*: 228-229, 1960: 207.
- _____ 1965. Fruit setting problems in citrus. *Amer. Soc. Hort. Sci. Caribbean Reg. Proc.* 9(13): 85-92.
- _____ 1967. The influence of seed and pollen source on the size of fruit. *Fla. State Hort. Soc. Proc.* 80: 37-43.
- _____ 1970. Pollination requirements of citrus. In *The Indispensable Pollinators*, Ark. Agr. Ext. Serv. Misc. Pub. 127, pp. 211-218.
- _____ 1972. Pollination requirements of citrus. *Citrus Indus.* 53: 5 - 7, 28.
- _____ and Robinson, F. A., 1958. Unfruitfulness in the Orlando tangelo. *Fla. Hort. Soc. Proc.* 71: 86 - 91.
- Lacarelle, A., and Miedzyrzecki, C., 1937. New contributions on the study of Clementines in Morocco. *Experimentation Fruitiere et Maraichere, Rabat, Morocco. Edition Terre Marocaine*, 22 pp. [In French.] Cited by Webber et. al., (1943).
- Lynch, S. J., and Mustard, M. J., 1955. Studies on the unfruitfulness of the Mineola tangelos in Dade County. *Fla. State Hort. Soc. Proc.* 68: 299-301.
- Mchedlishvili, G. I., 1962. Pollination of citrus trees by bees. *Pchelovodstvo* 39(9): 17. [In Russian.]

- Minessy, F. A., 1959. Effect of different pollinizers on yield and seediness in Clementine tangerine. *Alexandria Jour. Agr. Res.* 7: 279-287.
- Miwa, T., 1951. On pollination, fertilization phenomena and problems connected with fruit drop in the Hyuganatsu mandarine.] *Miyazaki Daigaku Jiho (Shizenkagaku) Bul. Miyazaki Univ. (Nat. Sci.)* 2: 2 - 67. [In Japanese, English summary, pp. 66-67.]
- Moffeett, J. O., and Rodney, D. R., 1971a. Honey bee visits to citrus flowers. *Ariz. Acad. Sci.* 6: 254-259.
- _____ and Rodney, D. R., 1972b. Fairchild tangerines need both: honey bees, pollinator trees. *Prog. Agr. in Ariz.* 23(5): 6 - 7.
- _____ and Rodney, D. R., 1973. Honey bees visits increase yields of Orlando tangelo. *Hort Science* 8: 100
- Moss, G. I., 1971. Effect of fruit on flowering in relation to biennial bearing in sweet orange. (*Citrus sinensis*). *Jour. Hort. Sci.* 46: 177 - 184.
- Motial, V. S., 1964. Fruit set studies in sweet lime. *Indian Acad. Sci. Proc. Sect. B.* 60(6): 371 - 379.
- Mustard, M. J., Lynch, S. J., and Nelson, R. O., 1957. Pollination and floral studies of the Mineola tangelo. *Fla. State Hort. Soc. Proc.* 69: 277 - 281, 1956.
- Nauriyal, J. P., 1952. Self-incompatibility in pumelo (*Citrus maxima* Merr.). *Current Sci. [India]* 21: 347.
- Oppenheimer, C., 1935. On citrus fertilization with special reference to seediness and seedleddness of the Jaffa orange. *Hadar* 8(10): 261-262, 265-267 (11): 291-292, 295-296.
- Oppenheimer, H. R., 1948. Experiments with unfruitfull Clementine mandarines in Palestine. *Agr. Res. Sta. Rehovoth (Israel) Bul.* 48: 1-63.
- Randhawa, G. S., Nath, N., and Choudhury, S. S., 1961. Flowering and pollination studies in citrus with special reference to lemon (*Citrus limon* Burm.). *Indian Jour. Hort.* 18: 135-147.
- _____ and Register, R. D., 1961. Influence of pollinators on fruit set of Robinson and Osceola tangerine hybrids. *Fla. State Hort. Soc. Proc.* 74: 64-106.
- Reed, H. S., 1919. Certain relationships between the flowers and fruits of the lemon. *Jour. Agr. Res.* 17: 143 - 166.
- Reuther, W., Batchelor, L. D., and Webber, H. J., 1968. *The Citrus Industry.* 2 v., rev. University of California Press, Berkeley and Los Angeles.

- Richter, C. M., 1916. From the California standpoint. *Gleanings Bee Cult.* 44: 271.
- Robinson, F. A., 1958. Factors affecting the fruitfulness of the tangelo. *Fla. Agr. Expt. Sta. Rpt.* 1957-58: 102.
- _____ and Krezdorn, A. H., 1962. Pollination of the Orlando tangelo. *Amer. Bee. Jour.* 102: 132-133.
- Soost, R. K., 1956. Unfruitfulness in the Clementine mandarine. *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 67: 171 - 175.
- _____ 1963. Citrus pollination. *Calif. Citrog.* 48: 447 - 452.
- _____ 1964. Self-incompatibility in *Citrus grandis* (Linn.) OSBECK. *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 84: 137-140.
- Surr, G., 1922. Growing orange trees in tents. *Calif. Citrog.* 7: 103, 125.
- Van Horn, C. W., and Todd, F. E., 1954. Bees, bouquets and better tangerines. *Prog. Agr. Ariz.* 6(1): 11.
- Vansel, G. H., Watkins, W. G., and Bishop, R. K., 1942. Orange nectar and pollen in relation to bee activity. *Jour. Econ. Ent.* 35: 321-323.
- Wafa, A. K, and Ibrahim, S. H., 1960. Effect of the honneybee as pollinating agent on the yield of orange. *Elfelaha* (Jan.-Feb.), 18 pp. Cairo University, Egypt. [In Arabic.] AA-448/63.
- Webber, H. J., 1930. Influence of pollination on set of fruit in citrus. *Calif. Citrog.* 15(7): 304, 322-323.
- Webber, J., Batchelor, L.D., and collaborators, 1943. *The Citrus Industry*. Ed. 1, 2 v. University of California Press, Berkeley and Los Angeles.
- Wright, N., 1937. Pollination and seediness of the Maesh grapefruit. *Agr. Soc. Trinidad and Tobago, Proc.* 51-60.
- Zacharia, D. B., 1951. Flowering and fruti setting of the Shamouti orange. *Palestine Jour. Bot.* (Rehovoth) 8: 84-94.
- Zavrashvili, R. M., 1964. Bees and the citrus crop. *Pchelovodstvo* 84(8): 19. [In Russian.] AA-347/66.
- _____ 1967a. Importance of nectar in flowers of Mandarine orange Unshiu. *Akad. Nauk. Gruz. SSR Soobshch.* [Tiflis] 45(1): 205-212. [In Georgian, Russian summary.] AA-789/70.

_____ 1967b. Influence of bees on the yield of citrus trees on the commercial plantation of Georgia. In 21st. Internatl. Apic. Cong. Proc., College Park, Md. Aug., pp. 450-451. [In Russian, English summary.]

Zhgenti, S. K., 1956. Pollination of the Japanese persimon and Mandarin orange. In Krishchunas, I.V. and Gubin, A. F., [Pollination of Agricultural Plants.] pp. 193-199. MoskVa, Goz. Izd-vo. Sel-khoz. Lit-ry. [In Russian.]

Coco, *Cocos nucifera* L., Palmaceae

La palma de coco o cocotero se puede encontrar a lo largo de las costas tropicales y subtropicales de todo el globo terráqueo; sin embargo, en algunas áreas es cultivado tierra adentro. Provee, alimento, bebida, material de combustión, aceite, y otros productos. Hay unos 8.5 millones de acres de coco de los cuales 2.45 millones están en Filipinas, 1.59 en India, 1.5 en Indonesia, 1.07 en Madagascar, 0.6 en Malaya, 0.6 en otras islas del sur y 0.7 millones de acres en otras partes del globo (Menon y Pandalai, 1958; Woodruff, 1970). Apacible (1968) indica que para el 1967 habían unos 4.5 millones de acres mientras que para el 1958 había sólo unos 2.4 millones. Apacible (1968) también indica que la producción de cocos ha estado aumentando a razón de 5 por ciento anual por los últimos 50 años. En los EE.UU. encontramos cocos en Florida, Hawaii, y Puerto Rico. La siembra más grande de cocos en los EE.UU. la encontramos en Key Biscayne, Fla, con unos 30,000 cocoteros (Woodruff, 1970).

La palma de cocos puede llegar a medir unos 100 pies de altura, pero cultivares enanos, tan bajos como 6 pies, han sido desarrollados en las últimas décadas. Sin embargo, Wrigley (1969) indica que en estas variedades enanas, la copra es de menor calidad y la planta dura menos años. Cada inflorescencia del cocotero puede producir de 1 a 20 cocos, siendo de 6 a 8 un número más observado. Una planta puede producir unos 100 cocos por año, siendo sembrada a razón de 90 plantas por acre (Woodruff, 1970).

Scholdt y Mitchell (1967) hacen mención de que las abejas melíferas recolectan néctar de los nectarios y área estigmática. Menon y Pandalai (1958) indican que la secreción de néctar es más profusa entre el estigma y la base del ovario. Whitehead (1965) comenta que cantidades significativas de néctar son producidas de tres nectarios en la flor pistilada. Patel (1938) reporta que cuando el estigma está receptivo, un líquido claro y dulce es producido profusamente en cuatro áreas, en la base del estigma, y en tres poros en el pericarpio, hacia la parte superior del ovario.

No todas las flores pistiladas producen fruta. Lever (1961) reporta que normalmente se caen muchas flores y que también los insectos tumban y se comen muchas flores. Usualmente una inflorescencia abre a la vez. Las flores estaminadas frecuentemente abren y cierran unos 3 a 6 días antes de que las pistiladas, por lo que la polinización cruzada entre flores de la misma inflorescencia y mucho menos de la misma planta sea factible; aunque las períodos de floración de las variedades enanas tienden a solaparse (Woodruff, 1970).

El período de floración estaminada de una inflorescencia o “spandix” puede durar de 18 a 38 días, mientras que la pistilada de 2 a 12 días y el intervalo entre inflorescencias o “spadices” de 10 a 57, con un promedio de 18 días (Kidavu y Nambiyar, 1925). El solapado entre fases de una planta va, de rara vez a 20 por ciento (Sholdt y Mitchell, 1967). Una flor pistilada puede recibir polen de flores estaminadas de la misma inflorescencia o spandix, o una inflorescencia más tardía de la misma planta. Sin embargo, si no hay solapado de floración en las inflorescencias, el polen debe venir de otra planta. Las flores estaminadas de plantas altas abren sus flores estaminadas un mes antes que las pistiladas; pero que en variedades enanas, las flores pistiladas abren una semana antes que las estaminadas.

Las flores son visitadas por abejas melíferas y muchos otros insectos atraídos por el néctar y el polen (Sholdt, 1966). La cantidad de néctar que es almacenado como miel no es mucho (Sholdt y Mitchell 1967), y la cantidad varía con la época del año (Wolfenbarger, 1970). Whitehead (1965) reporta que el néctar es producido copiosamente de tres nectarios de la flor pistilada. En un periodo de 30 minutos, se registró 103 visitas de abejas colectando néctar de una flor, y luego de cada visita el néctar era nuevamente producido indicación de la gran cantidad de néctar producido por la flor del cocotero.

Para que se cuaje un coco, el polen debe ir de una flor estaminada a una pistilada. Sholdt y Mitchell (1967) demostraron que la fuente de polen no era importante desde el punto de vista del cuaje de la fruta, ya que obtuvieron frutas de calidad, irrespectivo de si el polen venía de una flor de la misma planta o de otra planta. El polen puede venir de la misma inflorescencia de la misma planta o de otra planta. El polen es más efectivo el primer día que se expone el estigma y teóricamente, sólo un grano de polen es requerido para fertilizar un óvulo. Aldaba (1921) calculó que en una sola inflorescencia puede haber unos 272 millones de granos de polen.

Whitehead (1965) estudió la floración del cocotero en Jamaica y reportó mucha variación en los requisitos polínicos. Considera que concluir que las plantas son auto-polinizadas o polinizadas cruzada es poco seguro y que el grado de polinización cruzada depende de la importancia relativa del viento, presencia de nectarios, insectos, proximidad de otras palmas, eficiencia en la auto-polinización, presencia de nectarios en flores hembras y macho y la frecuencia de la visita de insectos, particularmente abejas melíferas. Copeland (1931) indica que la sucesión de grupos de flores tiene una secuencia en tiempo tal que el polen usualmente viene de otra planta asegurando la polinización cruzada. Tammes y Whitehead (1969) comentan que esto sólo aplica a plantas altas. En la palma enana, con excepción de la Niu Leka las flores hembras están receptivas antes que las flores macho dejen de liberar polen, por lo que el polen puede venir de la misma inflorescencia. Wriggley (1969) indica que la auto-polinización entre inflorescencias en la palma enana es la norma.

Se han levantado un sin número de interrogantes acerca de los agentes involucrados en la transferencia de polen de la flor estaminada a la pistilada, una transferencia requerida sin distinción del comportamiento de floración de la planta. Con frecuencia se hace referencia a la auto-polinización, pero esto sólo tiene que ver con si la fuente de polen es de la misma inflorescencia en el que está localizado el estigma o si es de otra inflorescencia. La flor no se puede auto-fertilizar. El viento, aves, ácaros, e insectos, incluyendo hormigas, tijerillas o picayjuyes (Dermáptera), moscas, abejas y avispas son mencionados como los agentes responsables de la polinización cruzada en el coco. (Davis, 1954; Kidavu y Nambiyar 1925). La efectividad de uno u otro, dictado por condiciones en el área en cuestión. Furtado (1924) considera dudoso el papel que juegan las aves. Sampson (1923), Tammes (1937), y Whitehead (1965) indican que la polinización es llevada a cabo por insectos. Huggins (1928) considera a las abejas melíferas y otros himenópteros importantes, pero a las hormigas como no importantes. Hunger (1920), Patel (1938) consideran a los insectos y al viento como importantes. Sholdt (1966) capturó 51 especies de insectos de la inflorescencia de palmas en Hawai, pero los más comunes fueron hormigas, abejas, picuayjuyes (Dermáptera), moscas y avispas. Sholdt y Mitchell (1967) consideran al viento y a los insectos importantes, siendo la abeja melífera el insecto más importante.

El haber reconocido la importancia del valor de las abejas melíferas para el cocotero no es algo reciente. Un anónimo en el (1916) indica que las abejas melíferas juegan un papel importante en las siembras de cocos de Fiji. Las inflorescencias son visitadas por abejas y generaron altos rendimientos de la nuez, se sugiere colocar colonias de abejas en los palmares. Sampson (1923) reporta que en áreas en las que se cultivan abejas en gran número para otros propósitos, el rendimiento de nueces es bien alto. Huggins (1928) considera que la falta de polinización cruzada adecuada disminuye el rendimiento de nueces. Haldane (1958) sugiere que las abejas melíferas pudiesen ser utilizadas para aumentar el rendimiento, pero Tammes y Whitehead (1969) difieren en esta opinión. Indican que hay suficiente polinización con abejas silvestres, según sus pruebas, por lo que mantener abejas no tiene influencia alguna en la fertilidad de las palmas. Sin embargo, no hacen mención de que tipo de abejas silvestre era la que era adecuada.

Recomendaciones polínicas:

Excepto por las referencias arriba citadas, no hay recomendaciones del uso de abejas melíferas para la polinización en cocos. Sholdt y Mitchell (1967) sugieren que sería atractivo traer abejas en un esfuerzo de aumentar los rendimientos. No dan indicación alguna del número de colonias por acre o por inflorescencia que sería adecuada.

La evidencia indica que la presencia de abejas en cantidades adecuadas puede aumentar la producción. Pero no se hace referencia a lo que se considera como una población adecuada en la inflorescencia. Uno se puede dejar llevar por la condición de baja producción de cocos por acre que se reporta en Filipinas, en donde la población de abejas melíferas es bien baja (Morse y Laigo, 1969) en comparación con otras áreas en las que se producen cocos. Un aumento en la concentración de colonias de abejas melíferas, aún cuando represente el desarrollo de una industria apícola significativa en Filipinas, puede mejorar considerablemente la industria del cocotero.

Literatura citada:

Anonymous, 1916. Bees and pollination. *Planters' Chron.*, Bangalore 9(46): 572.

Aldaba, V. C., 1921. The pollination of coconut. *Philippine Agr.* 10(5): 195 - 208.

Apacible, A. R., 1968. The philippine coconut. *Sugar News [Manila]* 44(10): 599 - 606.

Copeland, E. B., 1931. *The coconut*. Ed. 3, 225 pp. Macmillan, London.

Davis, J. A., 1954. Mysteries of cross-pollination. *Indian Cent. Coconut Com.* Ernakulam, Bul. 7: 226-227.

Furtado, C. X., 1924. A study of the coconut flower and its relation to fruit production. *Gard. Bul. [Singapore]* 3(7-8): 261-273.

Haldane, J. B. S., 1958. Some suggestions for coconut research. *Indian Coconut Jour.* 12: 1-9.

- Huggins, H. D., 1928. Pollination and crop production (Concluded). *Agr. Jour. Br. Guiana* 1: 90-94, 164-169.
- Hunger, F. W. T., 1920. *Cocos nucifera* 518 pp. Scheltema and Holkema's Boekhandel, Amsterdam.
- Kidavu, M. G., and Nambiyar, E. K., 1925. pollination in coconut. *Madras Dept. Agr. Yearbook* 1925: 43 - 49.
- Lever, R. J. A. W., 1961. Immature nutfall of coconuts; The war of the ants. *World Crops* 13(2): 60 - 62.
- Menon, K. P. V., and Pandalai, K. M., 1958. The coconut palm – A monograph. Indian Cent. Coconut Com., Ernakulam, 384 pp.
- Morse, R. A., and Laigo, E. M., 1969. The potential and problems of beekeeping in the Philippines. *Bee World* 50(1): 9 - 14.
- Patel, J.S., 1938. The coconut. - A monograph. Madras: Government Press. 262 pp.
- Sampson, H. C., 1923. The coconut palm. 262 pp. J. Bale, Sons, and Danielson, Ltd., London.
- Scholdt, L. L., 1966. Insects associated with the flowers of the coconut palm, *Cocos nucifera* Linn. In Hawaii. *Hawaii. Ent. Soc. Proc.* 19(2): 293 - 296.
- _____ and Mitchell, W. A., 1967. The pollination of *Cocos nucifera* Linn in Hawaii. *Trop. Agr. [Trinidad]* 44(2): 133 - 142.
- Tammes, P. M. L., 1937. On the inflorescence and pollination of the coconut.. *Landbouw, Buitenz.* 13: 74-89.
- _____ and Whitehead, R. A., 1969. Coconut. In Ferwerda, E. P., and Wit, F., eds., *Outlines of Perennial Crop Breeding in the Tropics*, pp. 175-188. H. Veenman and Zonen, N. V. Wageningen, The Netherlands.
- Whitehead, R. A., 1963. The processing of coconut pollen. *Euphytica* 12: 167-177.
- _____ 1965. The flowering of *Coco nucifera* Linn in Jamaica. *Trop. Agr. [Trinidad]* 42(1): 19-29.
- Wolfenbarger, D. O., 1970. Notes on pollen dispersers and pollination of the tropical plants and attractancy of aluminum mulched plants for honey bees. In *The Indispensable Pollinators*, Ark. Agr. Ext. Serv. Misc. Pub. 127, pp. 150 - 156.
- Woodruff, J. G., 1970. *Coconuts: Production, processing and Products*. 241 pp. A.V.I. Publishing Co., Inc., Westport, Conn.

Wriggley, G., 1969. Tropical Agriculture. 376 pp. Frederick A. Praeger, N. Y. and Washington.

Girasol, *Helianthus annuus* L., Compositae

Hay dos tipos de planta de girasol, una para extraerle aceite y otra no-aceitoso para consumo de la semilla. El girasol es una fuente excelente de aceite de semilla, utilizado para cocinar, como aceite de ensalada, en pinturas, y como lubricante industrial. La semilla del girasol que se utiliza para consumo, se utiliza para confeccionar alimento para aves y para tostar para consumo humano. Hasta el 1972 la mayoría del girasol que se cultivaba, era para semilla para consumo. Minnesota y Dakota del Norte son los mayores productores en EE.UU. El aceite de los cultivares que crecen en Minnesota, contienen más ácido linoleico que esos mismos cultivares sembrados en otras áreas de la nación norteamericana. Rusia (12 millones de acres) también es un productor significativo de girasol, al igual que Argentina (3 millones) y Rumania (1.5 millones). En los EE.UU. se sembraron unos 850,000 acres para el 1972 (Robinson, 1973).

La producción promedio de semilla de girasol es de 1,100 libras por acre (Anónimo, 1969), aunque se reportan rendimientos mucho más altos (Killinger, 1968; Noetzel, 1968; Trotter y Givan, 1970; Weibel et. al., 1950). La planta de girasol genera una flor primaria y puede producir cabezas secundarias. En la siembra comercial se utilizan cultivares que producen una sola flor. La flor puede generar de 1,000 a 4,000 floretes. Una flor secundaria puede tener de 500 a 1,500 floretes. Los floretes exteriores que dan hacia los pétalos amarillos son estériles, no tienen estambre, ni pistilo. Los floretes menos conspicuos, que hacen el grueso de la cabeza de la flor, son hermafrodita pero protándricos y muchos son auto-incompatibles. Usualmente están abiertos por dos o más días. El primer día, liberan el polen en el tubo de la antera. El polen es colectado por las abejas melíferas, al igual que el néctar, en la base de la flor. Durante el segundo día, el estigma brota entre las masas de polen residual y sus dos lóbulos se abren, receptivo al polen de flores, pero lejos de su propio polen (Putt, 1940). Le toma de cinco a diez días para que todos los floretes de una cabeza abran. Cuando la polinización se lleva a cabo, el florete se marchita; de lo contrario queda funcional hasta por dos semanas.

Tanto el polen como el néctar del girasol son sumamente atractivos para las abejas melíferas, durante todo el día (Bitkolov, 1961; Free, 1964). El néctar es secretado en la base de los floretes, principalmente durante la fase de producción de polen, pero hay algo de solapado cuando los estigmas están todavía receptivos. Hay nectarios extra florales en las bracteas y en las axilas de las hojas superiores que en ocasiones son visitados por las abejas melíferas, particularmente en las tardes (Free, 1964).

Los apicultores consideran al girasol como una fuente razonable de néctar, genera una miel de color amarillo y sabor agradable (Anónimo, 1969; Burmistrov, 1965). Furgala (1954a) reporta que una colonia ubicada en una balanza, registró una ganancia de 104 libras en 15 días, elemento que él atribuyó a que había una población de abejas (en el predio de siembra) por debajo de lo requerido para una polinización adecuada. Baculinschi (1957) calculó que la cosecha de néctar es de unas 20 lb/acre para todo el período de floración. Esto es más o menos una producción de néctar parecida a la del cantaloupe. Guynn y Jaycox (1973) reportaron una cosecha de 80 lb de miel por colonia, de 15 colonias que se ubicaron en un predio de 45 acres de girasol.

Si el polen de un florete es transferido a un estigma receptivo de otra flor de la misma cabeza y las flores son auto-compatibles, la semilla cuajará. Sin embargo, la mayoría de los cultivares son auto-incompatibles (Free y Simpson, 1964) por lo que el polen debe venir de otra planta. Cuando hay auto-polinización (en la misma cabeza) el cuaje de semilla es relativamente bajo (Barrette, 1954; Cardon, 1922; Kalton, 1951) las semillas son más pequeñas y el contenido de aceite y la germinación más bajos. Las semillas auto-polinizadas germinan más lentas y la producción que resulta de estas plantas es menor que la de plantas que vienen de semillas resultado de polinización cruzada. Putt (1966) observó evidencia de vigor híbrido en girasol; 2,291 lb por acre con un por ciento de aceite de 33 en las cruzadas, comparado con 1,156 lb/acre con un contenido de 30 por ciento en las endogámicas. Alguna semilla híbrida ha sido producida utilizando una línea auto-incompatible, polinizada por una línea que es alta productora de polen viable (Robinson et. al., 1961). La esterilidad genética del componente macho se utiliza para producir semilla híbrida comercial tipo F_1 , pero el uso máximo del vigor híbrido vendrá cuando parentales hembras con esterilidad-citoplásmica-macho puedan ser cruzadas con parentales macho que re-establezcan la fertilidad a este híbrido (Kinman, 1970). Fuentes de esterilidad citoplásmica macho (Leclercq, 1970) y restauración de fertilidad han sido descubiertas hace poco, y las pruebas preliminares indican que los rendimientos de los híbridos F_1 tienen rendimientos comparables a híbridos producidos utilizando otros métodos.

Cuando Pritsch (1965) comparó semillas cuajadas en jaulas revestidas de maya con y sin abejas, sus resultados fueron inconclusos. Sin embargo, otros han demostrado un efecto beneficioso significativo de la polinización con insectos. Sanduleac (1960) comparó la producción de semilla bajo cuatro tratamientos de polinización. (1) Aislados bajo maya. (2) Aislados bajo maya, pero polinizados a mano cuatro veces. (3) Sin maya = polinización abierta. (4) Sin maya y polinizados a mano cuatro veces. La producción siempre fue más alta en el tratamiento de polinización abierta o sea la jaula sin maya, sin observarse mejora por la polinización extra llevada a cabo a mano. Sin embargo, no hace mención de la población de polinizadores. Avetisyan (1965) sugiere que para una producción mejor, cada florete debe ser visitado de 8 a 10 veces. Habura (1957) también obtiene una producción de semillas mayor de flores de polinización cruzada que de flores auto-polinizadas. Luttso (1956) comparó la producción de semilla de 10 cabezas sometidas a tres tratamientos. Sus resultados, en gramos de semilla fueron: En jaulas con abejas, 315 gr.; expuesto a abejas, 995 gr.; y expuestos a abejas más polinización suplementaria con un guante felpado, 1,000 gr. Demostró que la labor de un hombre/día por acre era igual a los servicios de polinización. Schelotto y Pereyras (1971) demostraron que el rendimiento de semillas en Argentina aumentaba de cinco a seis veces y el contenido de aceite aumentaba 25 por ciento en predios expuestos a colonias de abejas, comparado con predios aislados de insectos durante la floración. Furgala (1970) revisó los efectos de la polinización por insectos en la producción de semilla e instó a que se hiciese más trabajo de investigación. Sin embargo, la evidencia sugiere fuertemente que en la producción comercial de semilla de girasol, se requiere de la polinización por insectos. Posey (1969) recopiló 133 páginas de citas de literatura sobre girasol entre enero 1960 y junio de 1967. Sólo 24 de estas referencias tocan el tema de la polinización y sólo dos de las 24 estaban publicadas en inglés, lo que apunta al poco interés que hay en el tema de polinización fuera de Rusia.

Las abejas melíferas son los agentes polinizadores primarios del girasol, dondequiera que éste se cultive (Cardon, 1922; Cirnu, 1960; Fomina, 1961; Glukhov, 1955; Overseas Food

Corporation 1950; Pritsch 1965; Radaeva 1954). Si hay una deficiencia en el número de abejas melíferas en los predios de siembra, se obtendrá una cosecha de semillas menor.

En algunas localidades, bombílidos y otras abejas silvestres visitan el girasol Cockerell, 1914). Arnason (1966) indica que en muchos casos estas abejas hacen un trabajo adecuado, pero la investigación ha demostrado que en la producción comercial de girasol, la abeja melífera lleva a cabo el grueso de la polinización. Radaeva (1954) demostró que las abejas melíferas son más efectivas que los insectos silvestres. La evidencia indica que si hay suficientes cabezas de flor para que las abejas colecten un exceso de polen, la razón de abejas a flor es inadecuada para producción máxima de semilla. El número exacto de abejas melíferas requeridas para ejercer una polinización máxima no se ha determinado. Medidas de actividad ha incluido el número de abejas por cabeza, abejas por unidad de fila, abejas por acre, colonias por acre y su correlación con producción de semilla. Noetzel (1968) colocó una colonia por acre al final de diferentes siembras de girasol en Dakota del Norte. Contó abejas por cabeza y obtuvo producción de semilla a diferentes distancias del apiario. Obtuvo un aumento general de un 20 por ciento como resultado de la polinización por las abejas, pero no observó aumentos significativos más allá de los 400 pies del apiario. La producción varió entre los 1,350 y los 4,962 lb./acre dentro de los 50 pies del apiario, comparado con de 734 a 2.249 lb./acre a los 1,300 pies del apiario.

Robinson et. al., (1961) cosecharon 1,231 a 1,653 lb/acre de sus predios en Minnesota pero no dieron indicación de la población de polinizadores. No se proveyó abejas a los predios, pero aparentemente eran abundantes en la vecindad. Furgala (1954b) reportó que colocar de tres a cinco colonias de abejas por acre aumentó los rendimientos significativamente. Furgala (1954a) reportó que un predio produjo 1,300 lb/acre cerca del apiario, 900 lb/acre a una distancia de 400 pies, y 800 lb/acre a 1,000 pies, mientras que el área sin abejas produjo 700 lb/acre en todos los predios.

Alex (1957) obtuvo sólo 311 libras por acre en jaulas sin abejas, 602 libras de jaulas con abejas y 931 libras por acre de jaulas abiertas, todas las diferencias fueron significativas al nivel de confianza del 5 por ciento. Estos rendimientos son bajos pero se explican parcialmente por una seca durante el ensayo.

Blackman (1951) indica que una escasez de abejas puede ser un factor limitante para la producción máxima de semilla. Glukhov (1955) encontró la siguiente correlación entre visitas de abejas y producción de semilla por florete, de un millón de floretes.

Kilogramos de semilla por número de visitas.

Visitas	Kilos
1	53
1.4	76
3.4	133
6	210
10	210

Esta data apoya la recomendación de Avetisyan (1965) a los efectos de que cada florete debe recibir de 8 a 10 visitas de abejas.

Kushnir (1960) obtuvo 1,696 g en un predio de 8 m², a 400 metros del apiario; 1,373 g a 2,000 metros y 266 g de predios aislados. Había demostrado anteriormente que el peso de semilla no reflejaba la historia completa. Hushnir (1957) demostró que 100 semillas polinizadas por abejas pesaron 9.27 g con un por ciento de germinación de 86.9; mientras que 100 semillas auto-polinizadas pesaron sólo 2.98 g con un por ciento de germinación de 9.2. En otro ensayo (1958) encontró que el peso de 100 “almendritas” de girasol provenientes de flores polinizadas por abejas fue de 5.7 g; mientras que un número igual de almendritas de flores auto-polinizadas pesó 0.5 g.

Kurennoi (1957) también encontró que la producción de semillas a 400 metros del apiario, con 5.1 visitas de abejas por flor fue de 1,465 lb./acre; a 2,000 metros, con 2.9 visitas por flor la producción fue de 1,384 lb./acre.

Kovalev y Ul'yanichev (1961) estudiaron el efecto de la polinización por abejas melíferas en 12, ha de girasol. Encontraron que la polinización de calidad apoyó un aumento de 14.5 por ciento en la producción de semilla.

Cirnu (1960) indica que la polinización por insectos aumenta la producción de semilla de un 10 a un 30 por ciento. Cirnu y Sanduleac (1965) reportan que el uso de una colonia por hectárea, en 5,582 hectáreas, aumento la producción de semilla de un 21 a un 27 por ciento. Se ubicaron las abejas en el predio cuando un 5 por ciento de las plantas estaban florecidas.

Ponomareva (1958) llevó a cabo experimentos con abejas entre el 1950-56 en 66 fincas de girasol en varias regiones de Rusia. Cuando se ubicaba una colonia por hectárea, las abejas trabajaron suficientemente bien para polinizar y recolectar miel dentro de un radio de 500 metros del apiario. Más allá de esa distancia y la producción de semilla disminuyó marcadamente. En general, los predios suministrados con abejas produjeron 79 por ciento más semilla, que los predios no suministrados con abejas. En 22 distritos, en los que $\frac{1}{2}$ colonia de abejas fue utilizada por hectárea, la producción de semilla fue de 890 kg/ha; mientras que en los 19 distritos en los que se utilizó una colonia por hectárea la producción de semilla fue de 1,270 kg/ha, un aumento de más de 42 por ciento. El número de colonias requerido para una producción máxima no fue determinado.

Lecomte (1962) contó 108 abejas en 100 cabezas de girasol en la mañana y 100 y 115 por cabeza del cv. 'B-65-40' en la tarde y calculó la población de abejas en el predio a 100,000 por hectárea. Esto sugiere una abeja por cabeza o 100,000 por hectárea. Si estas cabezas tienen de 1,000 a 4,000 floretes cada una y requieren 10 días para abrir, por lo que habría un promedio de 10 a 40 millones de floretes por día.

Avetisyan (1965) calculó que 2 millones de floretes por hectárea estaban disponibles cada día y que cada florete debía ser visitado ocho veces; por lo tanto, 16,000,000 de visitas de abejas por hectárea se deben llevar a cabo cada día. También calculó que una pecoreadora vista, en promedio unos 1,080 floretes por día, por lo que 15,000 pecoreadoras pueden polinizar una

hectárea. A raíz de esos números, estipuló que una colonia con unos 6 Kg. de abejas puede suplir suficientes abejas como para polinizar adecuadamente 2 hectáreas, si las abejas no pecorean en otras fuentes de néctar y polen. Esta población es mucho menor a la de 100,000 abejas o una abeja por cabeza según recomendado por Lecomte y aparenta ser una población de pecoreadoras inadecuada para sostener producciones comerciales.

Avetisyan (1965) basa sus recomendaciones en la premisa de que las abejas no trabajan ninguna otra fuente, que cada pecoreadora no visita una flor que no sea de girasol y que el número de floretes es el mismo cada día. La realidad es que siempre hay plantas que compiten por las abejas, el número de floretes es mayor que el calculado durante el pico de floración y muchas de las colonias no llegan a tener 6 Kg. de abejas. Se deben tomar en cuenta estas diferencias cuando se hacen recomendaciones. Esta necesidad de tomar en cuenta estas realidades está respaldada por Benedek et. al., (1972) que estudió la relación entre número de colonias, densidad de abejas en la flor y producción de semilla. Concluyeron que la producción de semilla es dependiente de la densidad de abejas en las flores, pero que muchos factores anulaban el efecto de concentración de colonias alrededor del predio de siembra y la producción de semilla.

Para evitar la disminución drástica de producción según aumenta la distancia del apiario, los rusos recomendaban la polinización convergente o saturada o que la distribución de los apiarios fuese tal que hubiese una distribución equitativa a través del predio de siembra. Este es básicamente el mismo método abogado por Todd y Crawford (1962) de distribuir las colonias de abejas cada décimo de milla en cada dirección en el predio, un método utilizado en los predios de siembra de alfalfa hoy día en el Oeste de los EE.UU.

Khalifman (1959) indica que una alta cantidad de visitas de abejas al girasol no sólo aumenta la producción de semilla, también limita el daño al girasol por la alevilla (*Homoeosoma nebulella* Denis & Schiffermuller), un efecto de retraso llamado histéresis. Martin (1968) consideró a *H. electellum* (Hurst) como la plaga más seria del girasol en Carolina del Sur. Teetes y Randolph (1970) indican que el período de oviposición mayor era del tercer a sexto día luego de que la cabeza iniciaba su floración. Este es el momento cuando los agentes polinizadores deben estar en su pico de presencia; sin embargo, coincide en tiempo la recomendación del uso de plaguicidas altamente tóxico a las abejas melíferas. Es obvio que tanto el control de la alevilla, como la presencia de polinizadores son de gran importancia en ese momento para la producción de semilla. Cada programa, de control de la alevilla y de polinización deben ser acomodados de forma tal que la producción de semilla sea exitosa.

Recomendaciones polínicas:

Toda la investigación en polinización de girasol indica que las abejas melíferas son el agente polinizador principal en el girasol y que se deben ubicar colonias en el predio de siembra (Barbier y Abid, 1966), y que las colonias se deben proteger de daño causado por plaguicidas mientras las abejas estén en la siembra. Las abejas deben estar listas para las tareas de polinización tan pronto las plantas inicien su floración. El total del período de floración es de unos 20 días, pero el 83 por ciento de las flores abren tres días luego de que la primera cabeza abra. La evidencia apunta a que la población de pecoreadoras más alta y la producción de

semilla más alta se observan dentro de los primeros cientos de pies de las colonias. Si se provee para una polinización adecuada, a través de todo el predio de siembra, no se debe observar un gradiente en la producción de semilla con relación a distancia de las colonias.

El término “polinización saturada”, haciendo relación al número de colonias y al patrón de distribución equitativa de los grupos de colonias en el predio de siembra, utilizado en otras cosechas para proveer cobertura adecuada a través de toda la siembra, es igualmente aplicable a la producción de girasol. Cirnu (1960) recomienda dos colonias por hectárea, ubicando las colonias en el predio cuando hay de un 3 a un 5 por ciento de flores abiertas. Posteriormente, Cirnu y Sanduleac (1965) recomiendan una colonia por hectárea. Furgala (1954b) recomienda una colonia por hectárea, ubicadas en filas espaciadas a 300-400 yardas. Smith et. al., (1971) recomiendan media colonia de abejas melíferas por hectárea. La evidencia es clara, si un productor desea un máximo de producción de semilla, no debe escatimar en el uso de abejas.

El número de colonias por acre como único factor, no es un valor que haga sentido. La distribución de las colonias para que haya una cobertura efectiva a través del predio de siembra es altamente importante, la fuerza de la población de abejas de cada colonia y otras condiciones de la colonia son igualmente importantes. El criterio que debe utilizar el agricultor es el número de vistas por florete o por cabeza a través de todo el predio de siembra. La presencia de una abeja por cabeza a lo largo del día debe proveer una visita adecuada, pero se requiere de ensayos adicionales para determinar la población exacta de abejas requerida para una producción máxima de semillas de girasol.

Literatura citada:

- Anonymous, 1969. Minnesota sunflower production. 1968. Minn. Beekeeping Mag. Leaflet.
- Alex, A. H., 1957. Pollination of some oilseed crops by honey bees. Tex. Agr. Expt. Sta. Prog. Rpt. 1960, 5 pp.
- Arnason, A. P., 1966. Recent studies in Canada of crop pollination by insects. In 2nd Internatl. Symposium on Pollination, London. Bee World 1964: (supp.) 107-124.
- Avetisyan, G. A., 1965. Bee pollination of agricultural crops. His Pchelovodstvo, pp. 209-248. Moskva, Kolos. [In Russian.]
- Baculinschi, H., 1957. Nectar production on subflower in the Steepe region. Apicultura 30: 9-10. [In Romanian.] AA-305 /60.
- Barbier, E. C., and Abid, M., 1966. Pollination and seed formation in sunflower. Al Awamia 21: 63-83.
- Barrette, C. F., 1954. Sunflower pollination. Ent. Soc. Manitoba Proc. 10: 25-28.

- Benedeck, P., Manninger, S., and Nagy, B., 1972. The number of colonies and the density of honeybees in sunflower fields in relation to the pollination of the crop. *Zeitschr. f. Angew. Ent.* 71: 385-389.
- Bitkolov, R. S., 1961. Sunflower and bees. *Pchelovodstvo* 38(5): 20-21. [In Russian.]
- Blackman, M. A., 1951. The sunflower. *World Crops* 3: 51-53.
- Burmistrov, A. N., 1965. The melliferous value of some sunflower varieties. In 20th Internatl. Apic. Cong. Proc., Bucharest, pp. 320-323.
- Cardon, P. V., 1922. Sunflower studies. *Amer. Soc. Agron. Jour.* 14: 69-72.
- Cirnu, I., 1960. Results of bee pollination of sunflowers. *Apicultura* 33(1): 18-20. [In Romanian.] AA-444163.
- _____ and Sanduleac, E., 1965. The economic efficiency of the sunflower (*Helianthus annuus*) Pollination with the aid of the bees. *Lucr. Stiint. Stat. Cent. Seri. Apic.* 5: 37 - 51. [In Romanian, English summary.]
- Cockerell, T. D. A., 1914. Bees visiting *Helianthus*. *Canad. Ent.* 46: 409-415.
- Fomina, K. Y., 1961. The influence of a field protective forestation on the nectar productivity and seed yield of sainfoin and sunflower. In *Moskov. Ordena Lenina Sel'skokhoz. Akad. im. KA. Timiryazeva. Dok. TSKhA*, 62: 531-536. [In Russian.]
- Free, J. B., 1964. The behaviour of honeybees on sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Jour. Appl. Ecol.* 1(1): 19-27.
- _____ and Simpson, J., 1964. The polination requirements of sunflowers (*Helianthus annuus* L.). *Empire Jour. Expt. Agr.* 32(128): 340-342.
- Furgula, B., 1954a. Honey bees increase seed yield of cultivated sunflowers. *Gleanings Bee Cult.* 82: 532-534.
- _____ 1954b. The effect of the honey bee, *Apis mellifera* L., on the seed set, yield and hybridisation of the cultivated sunflower *Helianthus annuus* L. *Ent. Soc. Manitoba Proc.* 10: 28-29.
- Furgula, B., 1970. Sunflower pollination: neglected research problem area. In *The Indispensable Pollinators*, Ark. Agr. Ext. Serv. Misc. Pub. 127, pp. 37-42.
- Glukhov, M. M., 1955. Honey plants. 512 pp. Izd. 6, Perer. i Dop. Moskva, Gos. IZd-vo. Selkhoz Lit-ry. [In Russian.]

- Guynn, G., and Jaycox, E. R., 1973. Observations on sunflower polination in Illinois. Amer. Bee Jour. 113: 168-169.
- Habura, E. C., 1957. Self and cross sterility in sunflowers. Ztschr. f. Pflanzenzucht 37: 280-298. [In German.]
- Kalton, R. R., 1951. Efficiency of various bagging materials for effecting self-fertilization of sun flower. Agron. Jour. 43: 328-331.
- Khalifman, I. A., 1959. Heterosis in plants as the after-effects of pollination by bees. (Hysteresis). 1969 Bee World 40: 303-313.
- Killinger, G. B., 1968. New agronomic crops for Florida. Fla. Agr. Expt. Sta. Sunshine State Agr. Res. Rpt.13(4): 3-5.
- Kinman, M. L., 1970. Greetings from Murray L Kinman. In 4th. Internatl. Sunflower Conf. Proc.:181-183 Memphis.
- _____ and Earle, F. R., 1964. Agronomic performance and chemical composition of the seed of sunflower hybrids and introduced varieties. Crop Sci. 4: 417-420.
- Kovalev, A. M., and Ul'Yanichev, E. M.. 1961. Registration experiment on additional sunflower yield from bee pollination. Pchelovodstvo 7: 7-11. [In Russian.]
- Kurnennoi, N. M., 1957. Experiment on increasing the effectiveness of sunflower pollination by bees. Pchelovodstvo 34(9): 42-48. [In Russian.] AA-136/59.
- Kushnir, L. G., 1957. Economic effectiveness of pollination of sunflower by bees. Pchelovodstv
- _____ 1958. The biological effectiveness of sunflower pollination by various methods. Dokl. TSKhA 36: 81-88 [In Russian.] AA-230/60.
- _____ 1960. Economic estimation of sunflower pollination with the help of bees and by hand. Pchelovodstvo 37(1): 22-25. [In Russian.] AA-445/63
- Leclercq, P., 1970. Sunflowe hybrids using male sterility. In 4th. Internatl. Sunflower Conf. Proc.:123-126. Memphis.
- Lecomte, J., 1962. Observations on the pollination of the sunflower (*Helianthus annuus* L.). Ann. de l'Abeille 5(1): 69-73. [In French.] AA-938/63.
- Lutso, V. P., 1956. Sunflower pollination by bees. In Krishchunas, I. V., and Gubin, A. F., Pollination of Agricultural Plants. Moskva, Gos. Izd-vo. Selkhoz Lit-ry, pp. 45-52. [In Russian.]
- Martin, J. A., 1968. Sunflower may de oil potential. S.C. Agr. Expt. Sta. 15(1, 2): 20.

- Noetzel, D. M., 1968. Insect pollination results on sunflower. Pp. 108 - 112. Dept. Ent., N. Dak. State Univ., Fargo. 1968. [Mimeograph.]
- Over Seas Food Corporation., 1950. Bees and sunflower. Rpt. for 1949-50: 93-94, and App. 5, part 2: 105-109. Overseas Food Corp., London.
- Ponomareva, E. G., 1958. Results of mass experiments on the use of bees as pollinators of entomophilic agricultural plants. Biul. Nauthno-Tekh. Inform (Nauchno-Issled. Inst. Pchelovod.) 3-4: 27-28. [In Russian.]
- Posey, M. H., 1969. Sunflower - A literature survey, January, 1960 - June, 1967. U.S. Dept. Agr., Natl. Agr. Libr. List 95, 133 pp.
- Pritsch, G., 1965. Increasing the yield of oil plants by using honey bees. Ved. Prace Vyakum. Ustav. Vcelar CSAZV 4: 157-163. [In German.] AA-770/66.
- Putt, E. E., 1940. Observations on morphological character and flowering process in the sunflower (*Helianthus annuus* L.). Sci. Agr. 21: 167-179.
- _____ 1966. Heterosis, combining ability and predicted synthetics from a diallel cross in sunflowers (*Helianthus annuus* L.). Canad. Jour. Plant Sci. 46: 59-67.
- Radaeva, E. N., 1954. Bee pollination increases the yield of sunflower seeds (*Helianthus annuus* L.). Pchelovodstvo (2): 33-38. [In Russian.] AA-156/5
- Robinson, R. G., 1973. The sunflower crop Minnesota. Minn. Agr. Ext. Serv. Bul. 299, rev., 26 pp.
- _____ Johnson, F. K., and Soine, O. C., 1961. The sunflower crop of Minnesota. Minn. Agr. Ext. Serv. Bul. 299, 22 pp.
- Sanduleac, E., 1960. Insect pollination of the sunflower. Lucr. Stiint. Stat. Cent. Seri. Apic. 2: 209-218. [In Romanian, English summary.]
- Schelotto, B. and Pereyras, N. L., 1971. An evaluation of the economic significance of pollination of sunflower with bees. Ciencia y Abejas 1(2): 7-25. [In Spanish, English summary.]
- Smith, H., Pankiw, P., Kreutzer, G., and others, 1971. Honey bee pollination in Manitoba. Manitoba Dept. Agr. Pub. 525, 16 pp.
- Teetes, G. L., and Randolph, N. M., 1970. Ecology and control of the sunflower moth *Homoesoma electella* (Hulst) In 4th. Internatl. Sunflower Conf. Proc., pp. 184-186. Memphis.

- Todd, F. E., and Crawford, N. R., 1962. The relation of location of honey bee colonies to alfalfa seed set. In 1st. Internatl. Symposium Pollination Proc. Copenhagen, Aug. 1960. Commun. 7, Swedish Seed Growers' Assoc., pp. 78-85.
- Trotter, W., and Givan, W., 1970. Economics of producing sunflowers for oil in the United States. In 4th. Internatl. Sunflower Conf. Proc.: 23-34. Memphis.
- Weibel, R. O., Robinson, R. G., and Soine, O. C., 1950. Illinois and Minnesota take a look at sunflowers. *Crops and Soils* 3(1): 18-19.

Guayaba, *Psidium guajava* L., Myrtaceae

La guayaba es cultivada comercialmente en India, Brasil, Guyana Británica y en forma limitada en la Florida y Puerto Rico. La fruta es rica en vitamina C (de dos a tres veces más que el jugo de china), A y B con algo de vitamina G (Webber, 1912). La fruta se consume fresca o utilizada en la confección de jaleas, mermeladas, pasta o jugo. El producto comercial más conocido es la jalea de guayaba. El cultivo de la guayaba ha sido descrito por Ruehle (1948, 1959).

Las flores son blancas, de una pulgada de diámetro, solas o en grupos de dos a tres. Los estambres son numerosos. El ovario tiene cuatro o cinco lóbulos con un estilo verdoso-amarillo. El estigma capitado se extiende sobre las anteras de forma que la auto-polinización, sin la ayuda de una gente externo, sea poco probable. Hamilton y Seagrave-Smith (1954) indican que las flores son bisexuales o perfectas y producen grandes cantidades de polen.

Hirano y Nakasone (1969) reportan auto-incompatibilidad parcial en todas las especies de *Psidium* estudiadas. Malo y Campbell (1968), y Hamilton y Seagrave-Smith (1954) encontraron que la auto-polinización es posible, pero que la polinización cruzada genera rendimientos más altos.

Las abejas y otros insectos visitan las flores de la guayaba. Soubihe y Gurgel (1962) consideran a la abeja melífera como el agente polinizador más importante, responsable de un 25.7 a un 41.3 por ciento de cruzamiento entre plantas. El grado de cruzamiento varió entre plantas.

Recomendaciones polínicas:

No se pueden hacer recomendaciones de polinización, aunque la poca información que hay, sugiere que es necesaria o beneficiosa, para obtener una producción máxima.

Literatura citada:

Hamilton, R. A., and Seagrave-Smith, H., 1954. Growing guava for processing. Hawaii Agr. Ext. Serv. Bul. 63, 19 pp.

Hirano, R. T., and Nakasone, H. Y., 1969. Pollen germination and compatibility studies in some *Psidium* species. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 94: 287-289.

Malo, S. E., and Campbell, C. W., 1968. The guava. Fla. Agr. Ext. Serv. Fruit Crops Fact Sheet 4, 2 pp.

Ruehle, G. D., 1948. The common guava neglected fruit with promising future. Econ. Bot. 2: 306 - 325.

_____ 1959. Growing guavas in Florida. Fla. Agr. Ext. Serv. Bul. 170, 32 pp.

Soubihe, J., and Gurgei,, J. J. A., 1962. The extent of natural cross-pollination in guava (*Psidium guajava* L.) *Bragantia* 21: 15 - 20. [In Spanish, English summary.]

Webber, H. J., 1912. Extending guava production to California. *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 41: 228-233.

Litchi, (Leechee, Lichi), *Litchi chinensis* Sonn., (Sapindaceae)

El lychee o litchi, es un árbol frutal nativo del sur de China y del sureste de Asia. Se ha cultivado desde antes del 1766 A.C. por su codiciada fruta y es el árbol frutal más importante de las Sapindáceas (Menzel, 1994). El litchi es también, uno de los árboles frutales más ambientalmente sensitivos, adaptado a áreas caracterizadas como sub-trópico cálido y en la parte elevada de los trópicos que tienen inviernos secos y veranos cálidos y húmedos (Menzel, 1991).

China, India, Sur-este de Asia y Sur África están entre los países mayores productores de litchi. Empresas pequeñas pueden ser encontradas en EE.UU. y otras áreas geográficas, (Menzel y Simpson, 1984). La fruta consiste de una sola semilla cubierta de una pulpa dulce-amarga, crujiente, jugosa, blanca, translúcida, y alta en vitamina C. Puede ser consumida, fresca, congelada, enlatada en jarabe, o seca para producir “nueces litchi”. Los árboles son especímenes excelentes para el diseño paisajista con sus hojas verde oscuras y su fruta rojo brillante.

Butcher (1957a) describió tres tipos de flores que florecen en etapas; flores macho o estaminadas (M_1) con ovarios no funcionales, que florecen primero; flores hembra no funcionalmente pistiladas (F) con anteras que no sueltan polen, comprenden la segunda etapa; y flores imperfectas hermafroditas (M_2) que carecen de ovarios funcionales, que florecen último (Stern y Gazit, 1996). El polen producido por las flores M_2 es el más abundante y viable (Mustard et. al., 1953). La viabilidad estimada va de 4-40 por ciento al momento que el polen se libera y decae rápidamente posteriormente (Pivovaro, 1974). Stern y Gazit, (1996) demostraron que la cantidad de polen en pecoreadoras individuales es dos órdenes de magnitud mayor en abejas que pecorean en flores M_2 que en flores F. Las razones de polinización fueron menores (0-20%) durante floración tipo M_1 y F, y mayor (80-90%) durante floración tipo M_2 . El polen de litchi parece poco atractivo a las abejas silvestres de Florida (Butcher, 1957a; Nakata, 1956).

La fruta cuaja cuando polen, principalmente de flores M_2 , es transferido a flores tipo F. Las etapas de floración solapan entre panículos y árboles, pero raramente intra-panículo (Stern y Gazit, 1996). Hay una variación muy grande en el número de flores F por panículo (de 17 a más de 40%); cultivares con el mayor número de flores F por panículo, generan los rendimientos más altos (Menzel y Simpson, 1922b). Flores F comprenden de un 10 a un 60 por ciento de todas las flores producidas, dependiendo de la edad del árbol, panículo y condiciones ambientales, (Chatuvedi, 1965).

El cuaje en el litchi es dependiente del clima y altamente afectado por la combinación de temperatura y humedad. Varía grandemente entre panículos (McConchie y Batten, 1991) de 1 a 50 por ciento de las flores F producidas (Galan Sauco, 1989). La falla reproductiva es algo común y no siempre se puede explicar. En algunos años, algunos cultivares producen poca si alguna flor macho y como resultado el cuaje de fruta es bien bajo o nulo. Este problema se puede corregir utilizando cultivares mejor adaptados a las condiciones imperantes en el área y a manejo que contemplen métodos que retracen el crecimiento e induzcan la floración. Extremos en temperatura entre el invierno y la primavera que afectan la fenología de la floración y factores de tiempo que afectan el vuelo de las abejas durante la floración han sido reportados como causantes de falla reproductiva (Batten, 1986).

Las auto-polinización puede ocurrir; sin embargo, las flores F son generalmente reconocidas como auto-estériles y requieren que insectos, usualmente abejas, transporten el polen de las anteras al estigma para que se cuaje una fruta (King et. al., 1989, Stern y Gazit, 1996). Chaturvedi (1965) reportó un 43 por ciento de flores fertilizadas en ramas expuestas a polinización abierta, cero en ramas embolsadas con tela muslin y 15.5 por ciento en ramas embolsadas con tela de mosquito. Das y Choudhury (1958) también reportaron cero cuaje de fruta en panículas embolsadas. Pandey y Yadava (1970) reportaron un 0.03 a 0.1 por ciento de cuaje de flores enjauladas para excluir insectos; mientras que 0.7 a 11.2 por ciento de las flores expuestas a la polinización por insectos cuajaron fruta. Butcher (1975a, b) también reportaron cero producción de fruta en un árbol enjaulado para excluir polinizadores. Todos estos estudios claramente indican que el litchi requiere de la polinización de insectos.

Los rendimientos del litchi son poco confiables y erráticos (Chia et. al., 1997, Menzel y Simpson 1992ab; Yokiyama et. al., 1991) y rara vez se acercan a la capacidad del árbol. Degani et. al., (1995) demostró que la abscisión de ramos de frutas resultado de la auto-polinización ocurre en algunos cultivares, resultando en altos niveles de fruta híbrida (76-95%) que llega a madura. Más aún, la fruta híbrida es más pesada y tiene una semilla más grande, aunque esto último no necesariamente es deseable. Los rendimientos en filas con dos cultivares adyacentes fue 36 por ciento mayor para un cultivar, que a distancias mayores del bloque polinizador. No hubo diferencias en rendimiento en el segundo cultivar.

Las abejas melíferas son el polinizador principal del litchi (King et. al., 1989). Estas pecorean principalmente entre las 0600 y 1200, aunque el pecoreo continua más tarde en el día a niveles mucho más bajos. Butcher (1957a, 1958) reportó que en Florida los insectos que visitan al litchi en orden numérico son; moscas califóridas, la mosca barrenadora (*Cochiomysia macellaria* (Fab.) y las abejas melíferas. No se observaron abejas silvestres en la planta, aunque presentes en plantas adyacentes. Otros visitantes incluyen; Coleóptera, Hemíptera, Homóptera y Lepidóptero (King et. al., 1989; Menzel, 1991).

Pandey y Yadava (1970) reportaron que en India, *Apis* spp. y *Melipona* spp. comprenden el 98 al 99 por ciento del total de visitantes. En Tailandia *A. cerana* es la especie preferida en las siembras a pequeña escala de litchi (Wongsiri y Chen, 1995). Chaturvedi (1965) y Das y Choudhury (1958) mencionan a las abejas melíferas, moscas, hormigas y avispa como visitantes, en India. En Australia, ambas las abejas melíferas y *Trigona* sp. fueron observadas en el litchi; sin embargo, estudios preliminares sugieren que *Trigona* puede ser muy pequeña para ser un polinizador efectivo (King et. al., 1989).

Groff (1943) considera a las abejas melíferas como el insecto beneficioso más significativo en el litchi. Butcher (1957a) concluye que el papel de las abejas melíferas en el cuaje de esta fruta es obvio. Cuando hay siembras grandes de litchi, las abejas llegan a amasar grandes cantidades de miel de alta calidad (Groff, 1943; Stern y Gazit, 1996).

Recomendaciones polínicas:

Aunque no se ha recomendado un número específico de colonias de abejas por unidad de litchi, Butcher (1957a, 1958) hace énfasis en que recomendar suplir abejas melíferas al litchi es

importante y práctico para asegurar una polinización adecuada y cuaje de la fruta. Era su sentir el que las abejas deberían permanecer presentes durante toda la floración. En la ausencia de data más definitiva, la sabiduría convencional obtenida de otros sistemas de huertos de frutales, sugiere que se deben proveer colonias a una razón mínima de una colonia por acre (ver du Toit, 1990).

El grado al cual los productores de litchi utilizan abejas para polinización no está documentado. Aunque los cultivares de litchi pueden diferir en su respuesta a la polinización cruzada vs. la auto-polinización, entre-sembrar mejorará los rendimientos en cultivares que se benefician de la polinización cruzada. Debido a que sólo hay un solapado parcial entre las flores F y M₂ de un cultivar, la entre-siembra de dos o más cultivares provee un solapado óptimo de las diferentes etapas de floración y asegura un rendimiento potencial máximo. Lo que es más, la abscisión de ramas con frutas que fueron auto-polinizadas puede llevar a un aumento en el porcentaje de fruta híbrida con un peso mayor de fruta y de semilla (Stern et. al., 1993; Degani et. al., 1995).

Está claro que las colonias de abejas pueden producir una cosecha de miel substancial en una siembra de litchi (du Toit, 1990). Desafortunadamente, hay muy poca información con relación a la calidad de la miel de litchi, lo atractivo de su polen a las abejas o de su valor nutritivo para apoyar la producción de cría de abejas. Butcher (1957a) sugiere que aunque las abejas coleccionan polen del litchi, el litchi no compite favorablemente con otras plantas como fuente de polen para las abejas melíferas. Los diversos insectos que pecorean, incluyendo las abejas melíferas, inadvertidamente pueden dispersar el ácaro Reinoso (*Eriophytes litchii*) (Waite y McAlpine, 1992).

Literatura citada:

- Batten, D. J., 1986. Towards an understanding of reproductive failure un litchi (*Litchi chinensis* Sonn.). Acta Hort. 175:79-83.
- Butcher, F. G., 1957a. Pollinating insects on litchi blossoms. Fla. State Hort. Soc. Proc. 70: 326-328.
- ____ 1957b. Bees pollinate litchi blooms. Fla. Litchi Growers Assoc. 1956 Yearbook and Proc. 3: 59-60.
- ____ 1958. Pollinating insects on litchi blossoms. Fla. Litchi Growers Assoc. 1957 Yearbook and Proc. 4: 39-41.
- Chaturvedi, R. B., 1965. Preliminary studies in the sex distribution, pollination and fruit development in litchi (*Litchi chinensis* Sonn) Allahabad Farmer 39(2): 49-51
- Chia, C. L., Hamilton, R. A., and Evans, D. O., 1997. Litchi. Univ. Hawaii C/T/A/H/R Hort. Commod. Fact Sheet #1. 4 pp.
- Das, C. S., and Choudhury, R. 1958. Ffloral biology of litchi (*Litchi chinensis* Sonn). So. Indian

- Hort. 6(1): 17-22.
- Degani, C., Stern, R. A., El-Batsri, R., and Gazit, S., 1995. Pollen parent effect on the selective abscission of Mauritius and Floridian lychee fruitlets. *Jour. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120(3):523-526.
- du Toit, A. P., 1990. Pollination research: A missing link in subtropical fruit production. *Acta Horticulturae* 275, 239-243.
- Galan -Sauco, V., 1989. Litchi cultivation. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 136 p.
- Groff, G. W., 1943. Some ecological factors involved in successful litchi culture. *Proc.* 56: 34-155.
- King, J., Exley, E. M., and Vithage, V., 1989. Insect pollination for yield increases in litchi. *Exotic Fruit Growers Assn. Proc.* 4th Austral. conf. tree nut crops. p. 142-145.
- McConchie, C. A. and Batten, D. J., 1991. Fruit set in litchi (*Litchi chinensis* Sonn). Variation between floers, panicles and trees. *Aust. J. Agric. Res.* 42:1163-72.
- Menzel, C. M., 1984. The patterns and control of reproductive development in litchi: A review. *Scientia Horticulturae.* 22:333-45.
- Menzel, C. M., 1991. *Litchi chinensis* Sonn. In: *Plant Resources of South-East Asia*. E.W.M. Verheij and R.E. Coronel eds. Pudoc Wageningen, pp 191-195.
- Menzel, C. M., and Simpson, D. R., 1992a. Growth, flowering and yield of litchi cultivars. *Scientia Horticulturae* 49:243-254.
- Menzel, C. M., and Simpson, D. R., 1992b. Flowering and fruit set in litchi (*Lytchi chinensis* Sonn) in subtropical Queensland. *Aust. Jour. Exper. Agric* 32:105-111.
- Menzel, C. M., and Simpson, D. R., 1994. Litchi. In: *Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops*. B. Schaffer and P.C. Andersen eds. CRC Press. vol. 2:123-145.
- Mustard, M. J., Su-Ying, Liu, and Nelson, R. O., 1953. Observations of the floral biology and fruit setting in litchi varieties. *Fla. State Hort. Soc. Proc.* 66: 212 - 220.
- Nakata, S. 1956. Litchi flowering and girdling. *Hawaii Farm Sci.* 4(3): 4-5.
- Pandey, R. S., and Yadava, R. P. S. 1970. Pollination of litchi (*Litchi chinensis* Sonn) by insects with special reference to honeybees. *Jour. Apic. Res.* 9(2): 103-105.
- Pivovaro, S. Z., 1974. Studies on the floral biology and influence of growth regulators and fruit

- set, size and drop of *Litchi chinensis* Sonn. Sc. (Agr.) Thesis, Hebrew University of Rehovot, 39 pp.
- Stern, R. A., and Gazit, S., 1996. Litchi pollination by the honeybee. Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(1):152-157.
- Stern, R. A., Gazit, S, El-Batsri, R., and Degani, C., 1993. Pollen parent effect on outcrossing rate, yield and fruit characteristics of floridian and mauritius litchi. Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(1):109-114.
- Waite, G. K. and McAlpine, J. D., 1992. Honey bees as carriers of litchi erinosemite *Eriophytes litchi* (Acari: Eriophyiidae). Exp. Appl. Acarol., 15: 299-302.
- Wongsiri, S. and Chen, P-P., 1995. Effects of agricultural development on honey bees in Thailand. Bee World 76:3-5.
- Yokoyama, K. M., Wanitprapha, K., Nakamot, S. T., and Chia, C. L., 1991. Litcho. Univ. Hawaii C/T/A/H/R Econ. Fact Sheet #12:4 pp.

Mamey Sapote, *Calocarpum sapota* (Jacq.) Merr., Sapotaceae

El mamey sapote, o mamey cubano o sapote, es nativo de América Central, pero es cultivado como planta de patio en áreas con temperaturas cálidas de California y Florida. Campbell (1967) indica que crece fácilmente en el sur de Florida, donde hay un buen mercado para la fruta. La especie emparentada (*C. viride* Pittier), o zapote verde, tiene frutas de 2.5 a 3.5 pulgadas de largo, con piel marrón oscura y pulpa roja-marrón, con un sabor almendrado (Whitman, 1966).

La flor es de ½ pulgada, blancuzca, casi sesil, bisexual y son producidas en grandes cantidades, de seis a doce en las axilas de hojas que se han caído de madera madura. La flor tiene cinco lóbulos por corola, cinco estambres alternando con estaminoides, un ovario cinco-celular y un estilo esbelto con el estigma extendiéndose más allá de la corola. La construcción de la flor sugiere que se beneficiaría de la polinización por insectos.

Literatura citada:

Campbell, C.W., 1967. The mamey sapote in southern Florida. Fla State Hort. Soc. Proc. 80: 318-320.

Whitman, W. F., 1966. The green sapote, a new fruit for south Fla. Fla. State Hort. Soc. Proc. (1965)78: 330-336.

Mangó, *Mangifera indica* L., Anacardiaceae

El mangó o mango es una fruta tropical y sub-tropical de forma ovalada de 2 a 6 pulgadas de largo con una piel un poco más gruesa que la de un melocotón y pulpa de amarilla a rojiza y sabor de dulce a ácido. La pulpa jugosa y ácido/dulce alrededor del hueso mono o poliembriónico es muy popular entre millones de personas que la consumen.

La inflorescencia del mangó es de tipo panículo terminal ramificado, de 4 a 24 pulgadas de largo, con varios cientos a miles de flores y requieren de hasta un mes para que todas abran. El número de panículos puede variar entre 200 y 3,000 por árbol con de 500 a 10,000 flores por panículo o de 100,000 a 30 millones de flores por árbol. La proporción de flores estaminadas puede variar entre 1:4 a 2:1. En ocasiones el árbol completo florece, cubriéndose con flores de aroma dulce.

Hay flores perfectas y estaminadas en el mismo panículo. Las flores perfectas, de 5 a 8 mm de largo, con un ovario globular (rara vez dos o tres) y un estilo lateral, ausente en la flor estaminada. Ambos tienen uno, pero en ocasiones dos y hasta tres estambres funcionales y varios estaminoides estériles. Usualmente hay cinco sépalos de color verde-amarillo que se tornan un poco rosado antes de caer (Naik y Rao, 1943). En la flor perfecta o hermafrodita, un disco carnoso que produce néctar rodea el ovario. El estambre está en el margen exterior del disco. El pistilo y el estambre son del mismo largo; por lo tanto los insectos polinizadores que colectan néctar o polen pueden transferir polen de la antera al estigma (Juliano y Cuevas, 1932; Sturrock, 1966).

La flor abre temprano en la mañana y el estigma es inmediatamente receptivo. Se libera la cantidad máxima de polen de las 8 a.m. al MD. Este retraso en soltar el polen puede resultar en una fertilización inadecuada del estigma (Spencer y Kinnard, 1956). Cuando la flor abre, produce néctar en cantidades significativas, lo que atrae un gran número de insectos (Mukherjee, 1953); sin embargo, muy poco polen es producido en la antera (Popenoe, 1917). Las lluvias fuertes durante la floración pueden reducir drásticamente la producción de fruta. El mangó tiene una tendencia marcada a producir en forma bianual y muchos cultivares producen una cosecha buena cada 3 o 4 años. Por otro lado, algunos tienen doble y triple cosechas al año (Naik y Rao, 1943).

Hay muy poco acuerdo en la literatura en cuanto a los requisitos polínicos del mangó. Young (1942) hizo estudios de polinización en el mangó Haden en Florida, donde compone más del 90 por ciento de la siembra (aunque Tommy Atkins es la variedad más popular al momento) y no encontró diferencias significativas entre los porcentajes de cuaje entre flores auto-polinizadas y polinizadas-cruzadas. Sturrock (1944) también consideró las flores como auto-fértiles. Esta auto-fertilidad está apoyada por un trabajo de Popenoe (1917) quien indicó que el mangó es auto-fértil, pero la polinización cruzada aumenta el cuaje de fruta. Sin embargo, Singh et. al., (1962) reportan que las flores cruzadas cuajaban fruta mientras que las auto-polinizadas no, lo que apunta a cierto grado de auto-esterilidad. El grado real de auto-fertilidad o de auto-esterilidad en cultivares individuales, no se ha determinado, pero aparenta haber variación. La auto-esterilidad no es sin embargo un problema en el cuaje de fruta. Intra-cultivar hay definitivamente una necesidad de transferir polen de la antera al estigma por un agente exterior.

Popenoe (1917) indica que algunos embríos son capaces de desarrollo sin fertilización; no obstante, Naik y Rao (1943) no obtuvieron fruta partenocárpicamente de más de 100,000 flores que estudiaron. Fraser (1927) indicó que la formación de la gema de la fruta y la polinización eran los dos problemas más significativos en la siembra del mangó. Destacó que en algunos casos sólo un 2 a 3 por ciento de las flores de un panículo son perfectos, en otros de 60 a 70 por ciento. Wolfe (1962) concluye que llevar a que la flor cuaje una fruta era más problemático que llevar a que el árbol floreciera.

El tiempo frío afecta adversamente el crecimiento del tubo polínico, pero no es un factor de mayor relevancia para Young (1955). Ruehle y Ledin (1955) consideran que la ausencia de polinizadores efectivos puede ser responsable de los bajos rendimientos observados en algunos cultivares en Florida.

Los estudios indican que la necesidad de polinización cruzada entre cultivares no es algo crítico, por lo menos en la mayoría de los cultivares, pero si se señala la necesidad de que insectos polinizadores transfieran polen de las antera al estigma, dentro del mismo cultivar, para que se obtengan cosechas satisfactorias.

Se le ha dado crédito a varios agentes como polinizadores del mangó. Wagle (1929) demostró que había algo de auto-polinización y de polinización por el viento, pero que los insectos (abejas, hormigas y moscas) jugaban el papel más importante.

Popenoe (1920) estaba en desacuerdo con otros investigadores en relación a que el mangó era polinizado por el viento. Señaló que las flores no tienen ninguna de las características de aquellas flores polinizadas por el viento, por lo que concluye que el mangó es una planta polinizada por insectos. Galang y Lazo (1937) y Singh (1969) estaban en acuerdo con Popenoe.

Estudios en India¹ han demostrado que plantas enjauladas para excluir insectos no cuajan fruta y que los majes son inefectivos como polinizadores del mangó, pero una planta enjaulada con una colonia de abejas melíferas, para excluir insectos dañinos, cuajó una gran cosecha.

Singh (1961) reportó que más de 65 por ciento de las flores perfectas nunca fueron polinizadas, una indicación fuerte de que el viento no es un agente polinizador efectivo. Quejas de un cuaje inadecuado en siembras de gran tamaño, particularmente de cultivares monoclonales, son frecuentes (Singh, 1969). Fraser (1927) concluyó que es importante averiguar cuáles son los insectos polinizadores significativos.

Singh (L.B.) (1960) indica que las abejas melíferas no visitan el mangó, pero Singh (S.) (1954) lista esta planta como una fuente de polen y néctar para las abejas. Popenoe (1917) reporta que las abejas melíferas eran el himenóptero más importante en las flores del mangó, pero que el número presente era variable, posiblemente como consecuencia de la posición de los apiarios o de otra fuente floral más atractiva. Esto probablemente explica la población baja de abejas reportada por Simao y Maranhao (1959).

Recomendaciones polínicas:

No hay indicación alguna que la recomendación de Young (1942) de ubicar colonias de abejas en las siembras de mangó, se haya convertido en una práctica aceptada; sin embargo, el uso de abejas hoy día puede ser una necesidad mayor que cuando se hicieron los estudios. La evidencia es bastante fuerte a favor de que si se colocan colonias de abejas en la siembra del mangó, se observaría un aumento en las visitas florales y posiblemente en un cuaje de fruta más estable, particularmente en algunos años. La flor del mangó aparenta no ser muy atractiva a las abejas melíferas y tiende a abrir en un número alto, en un punto del ciclo anual en el que otras flores están disponibles, por lo que la visita a siembras comerciales posiblemente sea por debajo de lo necesario para una visitación floral adecuada. En tal caso, una concentración alta de colonias en la siembra, posiblemente de tres a seis colonias por acre, pueda ser necesario para obtener un cuaje de fruta máximo.

Literatura citada:

¹ University of Allahabad, India. P. L. (Public Law) 480 Research progress report; Project A-7-ENT-26, Perior 1-10-64 TO 31-3-65. From Dept. Zoology, Allahabad Univ., to U.S. Dept. Agr., Agr. Res. Serv., Foreign Res. and Tech. Rpts. Div., 1 p.

Fraser, S., 1927. American fruits, their propagation, cultivation, harvesting and distribution. 829 pp. Orange-Judd Publishing Co., Inc., New York.

Galang, F. G., and Lazo, F. D., 1937. The setting of Carabo mango fruits as affected by certain sprays. Phillipine Jour. Agr. 8(2): 187-210.

Juliano, J. B. and Cuevas, N. L., 1932. Floral morphology of the mango (*Mangifera indica* L.) with special reference to the Pico variety. Phillipine Agr. 21: 449-472.

Mukherjee, S.K., 1953. The mango, its botany, cultivation, uses and future improvement. Econ. Bot. 7(2): 130-162.

Naik, K.C., and Rao, M.M., 1943. Studies on the blossom biology and pollination in mangoes. (*Mangifera indica* L.). Indian Jour. Hort. 1(2): 107-119.

Popenoe, W., 1917. The pollination of the mango. U.S. Dept. Agr. Bul. 542, 20 pp.

_____. 1920. Manual of tropical and sub-tropical fruits. 474 pp. The Macmillan Co., New York.

Ruehle, G. D., and Ledin, R. B., 1955. Manfo growing in Florida. Fla. Agr. Expt. Sta. Bul. 574, 90 pp.

Simao, S., and Maranhao, Z. C., 1959. Insects pollinating mango. Anais Esc. sup. Agr. 'Luiz Queiroz' 16: 299-304. [In Portuguese, English Summary.]

- Singh, L. B., 1960. Pollination. *His the Mango: Botany, Cultivation, and Utilization*. Chap 3, pp. 42-43. Interscience Publishers, New York.
- Singh, L. B. Sturrock, D., 1969. Mango. In Ferwerda, F. P., and Wit, F., eds., *Outlines of Perennial Crop Breeding in the Tropics*, pp. 309-327. H. Veenman and Zonen, N. V. Wageningen, The Netherlands.
- Singh, S., 1954. Horticultural crops as bee pasture. *Indian Jour. Hort.* 11(2): [49]-52.
- Singh, S. N., 1961. Studies on the morphology and viability of the pollen grains of mango. *Hort. Adv.* 5: 121-144.
- Singh, R. N., Majumdar, P. K., and Sharma, D. K., 1962. Self-incompatibility in mangp (*Mangifera indica* L.) var. Dashehari. *Cur. Sci.* 31(5): 209.
- Spencer, J. L., and Kennard, W. C., 1956. Limited stigmatic receptivity may contribute to low fruit set in mango (*Mangifera indica* L.). *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 67: 287-289.
- Sturrock, T. T., 1944. Notes on the mango. *Sturart Daily News, Inc., Sturart, Fla.* 122 pp.
- Sturrock, T. T., 1966. The mango inflorescence. *Fla. State Hort. Soc. Proc.* 79:- 366-369.
- Wagle, P. V., 1929. A preliminary study of the pollination of the Alphonso mango. *Agr. Jour. India* 24(14): 259-263.
- Wolfe, H. S., 1962. The mango in Florida. 1887-1962. *Fla. State Hort. Soc. Proc.* 75: 387-391.
- Young, T. W., 1942. Investigations of the unfruitfulness of the Haden mango in Florida. *Fla. State Hort. Soc. Proc.* 55: 106-110.
- _____ 1955. Influence of temperature on growth of mango pollen. *Fla. State Hort. Soc. Proc.* 68: 308-313.

Mangostan, *Garcinia mangostana* L., Clusiaceae (Guttiferae)

El mangosteen o mangostán (*Garcinia mangostana* L.) es conocida como la “Reina de las Frutas”. Se origina del Sur Este de Asia, probablemente del Archipiélago de Malay. Se puede encontrar en el norte de Australia, Brasil, Burma. Centro América, Hawaii, sur de India, Indonesia, Malasia, Sri Lanka, Tailandia, Vietnam y en otros países tropicales. Es una de las frutas tropicales más reconocida y tiene un atractivo universal dado la calidad de su color, forma y sabor. La demanda usualmente excede la oferta.

No se conoce en forma silvestre, sólo como árbol hembra y puede muy bien ser un híbrido fortuito entre dos especies hermanas (*G. malaccensis* y *G. hombroniana*). Es un poliploide apomíctico, morfológicamente indeterminado entre estas dos especies. Más aún, la variación genética es mínima y no se han reportado cultivares. Por lo tanto, sugiere que todos los árboles vienen de un solo clon. Es difícil de propagar vegetativamente, la mayoría de los árboles son producidos de semilla, que dura viable sólo por unos días. La fase juvenil puede durar de 5 a 15 años, dependiendo de las condiciones de crecimiento (Richards, 1990).

Las flores tetramerasas (en múltiples de cuatro) son amarillo-verdosas y tienen pétalos gruesos y con un ligero color rojo. Estigma discoidal subtendido por un ovario globoso. Puede haber estaminoides pequeños. Las flores son terminales, solas o en pares en ramas maduras. Usualmente florece sólo una vez al año; sin embargo, puede florecer dos veces en un año luego de una temporada seca. El cuaje de fruto es altamente variable (Kanchanapoom y Kanchanapoom, 1998; Nakasone y Paull, 1998; Richards, 1990; Wieble et. al., 1992).

Recomendaciones polínicas:

El mangostán es un apomíctico obligado en el que la reproducción es totalmente asexual por partenogénesis. No hay reporte de que produzca polen, de visitantes que se puedan considerar polinizadores o de producción de néctar (Kanchanapoom y Kanchanapoom, 1998; Nakasone y Paull, 1998; Richards, 1990; Wieble et. al., 1992). No se conoce de ningún tipo de recomendación sobre polinizadores para un cuaje de fruta adecuado que no sea un manejo adecuado del árbol (Kanchanapoom y Kanchanapoom, 1998).

Literatura citada:

Kanchanapoom, K. and Kanchanapoom, M., 1998. Mangosteen. In Shaw, P. E., Chan Jr., H. T., and Nagy, S. eds., Tropical and Subtropical Fruits, pp. 191-215. AGSCIENCE, INC., Auburndale, FL.

Nakasone, H. Y., and Paull, R. E., 1998. Tropical Fruits. 445 pp. CAB INTERNATIONAL, Wallingford, UK.

Richards, A. J., 1990. Studies in *Garcinia*, Dioecious Tropical Forest Trees: The Origin of the Mangosteen. Bot. Jour. of the Linnean Society. 103: 301-308.

Wieble, J., Chacko, E. K., and Downton, W. J. S., 1992. Mangosteen (*Garcinia mangostana* L.)
- A Potential Crop for Tropical Northern Australia. *Acta. Horticulturae*. 321: 132-137.

Neem, *Azadirachta indica* L. (syn. *Antelaea azadirachta*, *Melia azadirachta*, *Melia indica*),
Meliaceae

El neem (*Azadirachta indica* L.) es miembro de la familia de la caoba (Meliaceae) que incluye un grupo variado de árboles tropicales y de arbustos nativos del Nuevo y Viejo Mundo. Se puede encontrar en áreas tropicales y sub-tropicales de Asia, África, Australia y Sur América. Aunque mayormente no cultivado, el neem es fuente de una variedad de productos incluyendo; adhesivos, realzadores de belleza, especias, abonos, madera, pesticidas y numerosos productos farmacéuticos, productos que se obtienen de la corteza, hojas y semillas (Conrick, 1994; Puri, 1999; Schmutterer, 1990). En la época seca del ciclo anual, las hojas se pueden utilizar como alimento para ganado (Vonderman, 1896).

El cultivo del neem para madera a ser utilizada como combustible propuesto desde el siglo 19, ha sido limitado. Su cultivo para la extracción de aceite está poco adelantado. Extractos de neem, frecuentemente llamada la “Farmacia de la Naturaleza” se han venido utilizando en la medicina desde hace 2,500 años (Conrick, 1994) y probablemente mucho antes (Puri, 1999). Componentes del aceite de neem, especialmente la azadiractina, tiene un uso potencial como plaguicida ya que inhibe la muda, alimentación y la reproducción de insectos fitófagos (Koul et. al., 1987; 1990; Isman et. al., 1990; Schmutterer, 1990; Tanzubil y McCaffery, 1990). El neem produce una fruta pequeña de unas $\frac{3}{4}$ de pulgada de largo, con una pula amarillosa, dulzona que cubre la semilla marrón (Conrick, 1994).

El árbol, comienza a florecer a eso de los 3 a 5 años y se considera reproductivamente maduro luego de los 10 años (Puri, 1999). Las flores son pentamerasas, pequeñas, blancuzcosas que nacen de panículos axilares cimosos. Las flores abren en la tarde y atardecer produciendo un olor característico en la noche. Las flores protándricas de 0.2 pulgadas de largo producen una fragancia parecida al jazmín y produce grandes cantidades de néctar.

El estigma pegajoso es capitado, tri-lobulado se encuentra sobre 3 a 5 carpelos bi-ovulados y al mismo nivel de 10 anteras que se unen en un solo tubo. Cada flor produce una sola semilla. Como otras Meliaceae, florece de enero a abril con fruta madura de junio a Agosto. Un segundo golpe de floración puede ocurrir en julio a octubre (Loke, et. al., 1992; Puri, 1999; Raju, 1998). La fruta es una drupa ovoide con una pulpa fina y mucilaginoso. La fruta verde se oscurece y arruga al madurar. El número de frutas/semillas es altamente variable. El aborto embrionario es común (Puri, 1999).

Requisitos polínicos:

Flores bisexuales y macho ocurren en el mismo árbol. La anatomía floral y la ausencia de auto-incompatibilidad facilitan la polinización por el viento (Puri, 1999). Sin embargo, las abejas son requeridas para tener una polinización cruzada efectiva, lo que asegura un cuaje de fruta/semilla óptimo (Raju, 1998) y puede que limite el aborto embrionario. Las flores son fragantes y altamente atractivas a las abejas. Son una buena fuente de néctar y una fuente menor de polen para la abeja melífera (Bailey & Bailey, 1978; Crane et. al., 1984; Chaubal y Kotmire, 1980; Kapil, 1957; Trewari, 1992). El tamaño de grano de polen de *A. indica* (ca 55-65

micrones en diámetro) está dentro del rango del tamaño de polen utilizado para polinizar por abejas (Nair, 1965). El papel que juegan los nectarios extra-florales, si alguno, en la ecología de la polinización del neem es desconocido.

Abejas que han sido vistas visitando el neem y afectando la auto y la polinización cruzada incluyen: *Apis florea*, *A. cerana*, *Trigona* spp. y *Ceratina* spp. (Raju, 1998). Lo que se conoce hasta ahora sugiere que las flores de las Meliaceas son polinizadas principalmente por insectos (Willemstein, 1987). Aunque varias especies son polinizadas por alevillas (Bawa, et. al., 1985), los miembros de esta familia son una fuente importante de polen y néctar para la abeja melífera. Las abejas están incluidas como los visitantes más frecuentes de las flores de especies relacionadas, *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata*, (Janzen, 1967; Crane et. al., 1984; Roubik, 1989).

Recomendaciones polínicas:

Se ha recomendado el cultivo de neem en escala comercial para obtener el sinnúmero de productos que éste produce en áreas secas. Pero para que esto sea exitoso se requiere de un conocimiento básico de su polinización. Especies polinizadoras deben ser conservadas y promovidas para maximizar el cuaje de fruta/semilla. Está claro que para un cultivo lucrativo, el neem requiere de más estudio la ecología de su polinización.

En India, el árbol de neem es una fuente mayor de néctar par la abeja melífera (Kohli, 1958; Nair, 1965; Ramachandran, 1937). Sembrar neem para mejorar las cosechas de miel ha sido recomendado (Crane, et. al., 1984). La miel de neem está compuesta de agua, fructosa y glucosa (22.88%), sucrosa (7.46%), ceniza (0.06%), ácido libre (20.8 meg/kg) (Crane, et. al., 1984; FAO/WHO, 1989; Singh, 1962). La miel es ámbar claro (Kohli, 1958), con una viscosidad baja. El sabor es bueno, aunque un tanto amargo. La azadiractina no se ha detectado en las flores del neem o en frutos verdes 40 días antes de la caída. Kohli sugiere que como se cree que el neem es un buen purificador de la sangre y bueno para los ojos, que la miel es de gran valor.

Análisis químico del polen de neem no está disponible. Sin embargo, el polen de neem ofrece posibilidades intrigantes ya que otros componentes del árbol de neem han resultado exhibir propiedades útiles. El polen colectado por la abeja melífera es cosechado por los apicultores de varias regiones del mundo, dado su valor nutritivo y farmacéutico. Se debe estudiar si el polen del neem comparte esta particularidad.

Literatura citada:

Bailey, L. H., and Bailey, E. Z. (eds.), 1978. Hortus Third. 1290 pp. Macmillan Publ. Co., Inc., New York, NY.

Bawa, K. S., Bullock, S. H., Perry, D. R., Coville, R. E., and Grayum, M. H., 1985. Reproductive Biology of Tropical Lowland Rain Forest Trees. II. Pollination Systems. Amer. J. Bot. 72(3):346-356.

- Chaubal, P. D., and Kotmire, S. Y., 1980. Floral Calendar of Bee Forage Plants at Sagarmal (India). *Indian Bee J.* 42(3): 6568.
- Conrick, J., 1994. *Neem - the Ultimate Herb.* 64 pp. Neem Enterprises, Inc. Alachua, Fl.
- Crane, E., Walker, P., and Day, R., 1984. *Directory of Important World Honey Sources.* 384 pp. Intl. Bee Res. Assn.
- FAO/WHO., 1989. *Codex Standards for Sugars (Honey).* Codex Alimentarius Commission, Suppl. 2 to Codex Alimentarius, Volume III, Joint Food and Agriculture Organization/World Health Organization of the United Nations, Rome, 21 p.
- Isman, M. B., Koul, O., Luczynski, A., and Kaminski, J., 1990. Insecticidal and Antifeedant Bioactivities of Neem Oils and Their Relationship to Azadirachtin Content. *J. Agric. & Food Chem.* 38:1406-1411.
- Janzen, D. H., 1967. Synchronization of Sexual Reproduction of Trees Within the Dry Season in Central America. *Evolution* 21(3):620-637.
- Kapil, R. P., 1957. The Length of Life and the Brood-Rearing Cycle of the Indian Bee. *Bee World* 38(10):258-263.
- Kohli, N., 1958-59. Bee Flora of Northern India. *Indian Bee J.* 20:113-118, 178-179.
- Koul, O., Amanai, K., and Ohtaki, T., 1987. Effect of Azadirachtin on the Endocrine Event of *Bombix mori*. *J. Insect Physiol.* 33:103-108.
- Koul, O., Isman M. B., and Kethar, C. M., 1990. Properties and Uses of Neem, *Azadirachta indica*. *Can. J.-Bot.* 68:1-11.
- Loke, J. H., Heng, C. K., Rejab, A., Basirun, N., Mardi, H. C. A., Ooi, P. A. C. (ed), Lim, G. S. (ed), and Teng, P. S., 1992. Studies on Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) in Malaysia. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Plant Protection in the Tropics.* Malaysian Plant Protection Society Kuala Lumpur, Malaysia. 2:103-107.
- Nair, P. K. K., 1965. *Pollen Grains of Western Himalayan Plants.* 102 pp. London, U.K.: Asia Publishing House.
- Puri, H. S., 1999. *Neem the Devine Tree, Azadirachta indica.* 182 pp. Harwood Academic Publishers, The Netherlands.
- Raju, A. J. S., 1998. Bee Pollination in *Azadirachta indica* (Melicaceae). *Indian Bee J.* 60(2):86
- Ramachandran, S., 1937. *Beekeeping in South India.* 2nd Edition, Bull. Dep. Agric. Madras 37:78.

- Roubik, D. W., 1989. Ecology and Natural History of Tropical Bees. 514 pp. Cambridge Tropical Biology Series, Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Schmutterer, H., 1990. Properties and Potential of Natural Pesticides from the Neem Tree, *Azadirachta indica*. *Ann. Rev. Entomol.* 35:271-97.
- Singh, S., 1962. Beekeeping in India. New Delhi, India: Indian Council of Agricultural Research.
- Tanzubil, P. B., and McCaffery, A. R., 1990. Effects of Azadirachtin on Reproduction in the African Armyworm (*Spodoptera exempta*). *Entomol. Exp. Appl.* 57:115-121.
- Trewari, D. N., 1992. Monograph on Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) . 279 pp. Int. Book Distributors, Dehra Dun, India.
- Vonderman, A. G., 1896. Inlandsche Geneesmiddelen. (Translation: Local Traditional Medicine of Indonesia). 889 p. *Tijdschr. Van Inl. Geneesmiddelen*, II.
- Willemstein, S. C., 1987. An Evolutionary Basis for Pollination. *Ecology*. 425 p. E. J. Brill/Leiden University Press, Leiden.

Nuez Moscada, *Myristica fragrans* Houtt., Myristicaceae

La nuez moscada y el macís se cultivan en áreas tropicales de Indonesia y de las Indias Occidentales. Es original de las Islas Banda en las Moluca, conocidas como las islas de las especias. La producción anual de nuez moscada puede ser de unos 19,040,000 libras. Aproximadamente una libra de macís se obtiene de cada 10 libras de nuez moscada.

El árbol de nuez moscada es dioico, con flores macho en un árbol y flores hembra en otro. En ocasiones se observan árboles con unas pocas flores del sexo puesto, eso es un árbol macho con algunas flores hembra. En ocasiones, el sexo del árbol puede cambiar completamente, usualmente de macho a hembra.

La flor en forma de campana colgante, de color amarillo clara en “cymes” en ramitas de madera de una media pulgada de diámetro. Las flores macho de 5 a 10 mm son más globosas que las hembras, tiene una masa de estambres cilíndricos de 8 a 12 mm. Las flores hembras, que son un tanto más grandes (10mm) rara vez más de tres en un racimo, son un tanto dilatadas en la base, con un pequeño estigma bi-lobulado y un ovario que llena la corola. Se produce néctar en ambos tipos de flor en la base de la corola. El desarrollo de la fruta, desde la flor, toma de seis a nueve meses (Flach y Cruickshank 1969). Puede haber tres ciclos de floración al año.

Requisitos polínicos:

Hay poca duda de que la polinización cruzada es requerida entre árboles de ambos sexos ya que hay flores insuficientes de ambos sexos en cada árbol. El polen debe ser transportado a las flores pistiladas para cuajar las 1,500 a 2,000 nueces que se espera produzca un árbol maduro.

La nuez moscada es polinizada por insectos, pero no hay acuerdo en qué insectos son los responsables. Flach y Cruickshank (1969) indican que “una alevilla hace las faenas de polinización natural”. Se sugiere que únicamente pequeñas abejas y escarabajos visitan las flores. La polinización es llevada a cabo por insectos pequeños. Es evidente que hay muy poca información sobre la polinización de esta cosecha, pero que lógicamente la polinización es llevada a cabo por insectos.

Recomendaciones polínicas:

Ninguna, aunque la evidencia sugiere que para una producción estable, un agricultor de nuez moscada debe proveer una población estable de polinizadores.

Literatura citada:

Flach, M., and Cruickshank, A. M., 1969. Nutmeg. In Ferwerda, F. P., and Wit, F., eds. *Outlines of Perennial Crop Breeding in the Tropics*, pp. 329-338. H. Veenman and Zonen, N. V. Wageningen, The Netherlands.

Pajuil, *Anacardium occidentale* L., Anacardiaceae

El pajuil es un árbol resistente a la sequía que crece en áreas tropicales y sub-tropicales. En el Nuevo Mundo, crece de Méjico a Peru y Brasil, Hawai y Puerto Rico, y en algunas áreas de la punta sur de Florida. El principal productor mundial es India, otros países productores son Mozambique y Tanzania (Mutter y Bigger, 1961).

El pajuil se cultiva principalmente por la única nuez o marañón que produce al terminal de cada fruta, en forma de un pequeño riñón de una pulgada de largo. El marañón no se puede consumir cuando crudo y debe ser tostado para removerle un aceite volátil irritante. La nuez se produce al final de un disco pedicelo carnosos, conocido como pajuil o “cashew apple”. La fruta del pajuil es de unas dos pulgas de ancho y de 3 a 4 de largo, y cuando madura es brillante, roja o amarilla, blanda y jugosa. Se consume como fruta fresca, en jugos, mermeladas, fruta seca o para hacer vino. La corteza del árbol provee una tinta indeleble y la cáscara de la nuez provee un aceite vesicante repelente de insectos. La fruta madura en dos a tres meses y es cosechada del árbol o recogida del piso tan pronto cae. Se remueve la nuez de la “manzana” o pajuil se seca se tuesta, se le remueve la cáscara y se empaca al vacío. Usualmente se siembra de semilla y luego se entre-saca a 30'x30'. Inicia su producción para el segundo año y está en producción óptima para el décimo año, continúa produciendo por unos 20 años. La producción varía de 1 a 100 libras por árbol (Haarer, 1954).

La flor del pajuil tiene un aroma dulzón, se produce al final de un panículo de 4 a 8 pulgadas de largo. Ambos tipos de flor, macho y hermafrodita se encuentran en la misma inflorescencia. En Tangañica, Bigger (1960) encontró hasta 767 panículos en un mismo árbol, con de 63 a 67 flores hermafroditas y 250 a 400 macho por panículo. En Mangalore, Madhava Rao y Vazir Hassan (1957) contaron 329 floretes en un panículo, 316 eran estaminadas y 13 hermafroditas. Sólo un 5 por ciento de las flores hermafroditas produjeron fruta (Anónimo, 1964). En general, mientras menos flores hermafroditas, menor el por ciento de cuaje. Usualmente de uno a menos de media docena de frutas maduran por grupo (Northwood, 1966).

Los cinco pétalos relajados de la flor de 1/3 a 1/2 pulgada, son verde pálido con franjas rojizas, tornándose rojas más tarde (Morton, 1961). En la flor macho, podemos encontrar como nueve estambres de 4 mm de largo y un estambre de 12 mm, no todos pueden ser funcionales. La flor hermafrodita también tiene nueve estambres cortos y uno de unos 8 mm de largo. El ovario con un solo óvulo contiene un estilo que se extiende sobre sus propias anteras a la misma altura que la antera más larga de las flores macho. Unas seis flores abren por día en cada inflorescencia (Northwood, 1966).

La flor abre en cualquier momento de día, pero tiene un pico a eso de las 11 a.m. a 12:30 p.m. El estigma esta receptivo tan pronto la flor abre, pero las anteras no liberan el polen hasta cinco horas después, dando espacio a la polinización cruzada. El estigma está receptivo por un solo día (Madhava Rao y Vazir Hassan, 1957). La flor produce néctar en abundancia, el cual es muy atractivo a las moscas, abejas, hormigas y otros insectos (Morton 1961).

Las flores hermafroditas son auto-fértiles, pero no auto-polinizables según indicado por el hecho de que flores embolsadas no produjeron fruta, pero en flores que fueron polinizadas a

mano se obtuvo un cuaje de cinco frutas por inflorescencia (Northwood, 1966). Madhava Rao y Vazir Hassan (1957) obtuvieron un por ciento de cuaje de 55.5 de flores auto-polinizadas. Como sólo hay un óvulo por ovario no se requiere de grandes cantidades de polen en el estigma.

Madhava Rao y Vazir Hassan (1957) indican que el pajuil es polinizado por el viento, siendo los insectos, no importantes. Bigger (1960) también concluye que el alto por ciento de flores macho sugiere que el viento es el agente polinizador. El estudio de Northwood (1966), no deja duda de que el cuaje de fruta es el resultado de la actividad de insectos. El consideró que las moscas y hormigas eran los polinizadores principales. Madhava Rao y Vazir Hassan (1957) indican que sólo las hormigas negras y rojas visitan las flores; pero Wulfrath y Speck (sin fecha) indican que las flores son atractivas a las abejas durante todo el día, dado el rico néctar. Smith (1960) indica que el pajuil puede ser añadido a la lista de plantas que se benefician de la polinización por insectos. Comunicación personal (de Macgregor) con especialistas apícolas en Ghana indican que colonias de abejas son movidas a la siembra de pajuil para aumentar su producción.

Recomendaciones polínicas:

No hay recomendaciones en el uso de insectos en la polinización del pajuil. La evidencia que hay sugiere enfáticamente que el ubicar colonias de abejas en el pajuil pudiese aliviar el problema de bajo cuaje de frutas. Selección de clones con un por ciento mayor de flores hermafroditas pudiese aumentar la producción de fruta.

Literatura citada:

- Anonym., 1964. Administration report of the Agriculture Department of Kerale, for the year 1962-1963. 325 PP. Plant Breed. Abs. 35: 3772 (1965).
- Bigger, M., 1960. *Selenothrip rubrocintus* Gaiard and the floral biology of cashew in Tanganyika. East Africa Agr. Jour. 25: 229-234.
- Haarer, A. E., 1954. The cashew (*Anacardium occidentale* Linn.) NUT. World Crops 6: 95-96, 98.
- Madhava, Rao, V. N., and Vazir Hassan, M., 1957. Preliminary studies on the floral biology of cashew (*Anacardium occidentale* Linn). Indian Jour. Agr. Sci. 27: 277 - 288.
- Morton, J., 1961. The cashew's brighter future. Econ. Bot. 15: 57 - 78.
- Mutter, N. E. S., and Bigger, M., 1961. Cashew. Tanganyika Min. Agr. Bul. 11, 5 pp.
- Northwood, P. J., 1966. Some observations on the flowering and fruti-setting in the cashew, *Anacardium occidentale* L. Trop. Agr. [Trinidad] 43(1): 35-42.
- Smith, F. G., 1960. Beekeeping in the tropics. 265 pp. Longmans, New York.

Wulfrath, A., and Speck, J. J., [n.d.] La flora melífera. Enciclopedia Apícola, Folleto 28, ed. 2, 96 pp. Ediciones Mexicanas, Mexico, D. F. [In Spanish.]

Papaya, *Carica papaya* L., Caricaceae

La papaya, según se llama a esta fruta cuando se consume en su etapa madura, o lechosa cuando utilizada madura fisiológicamente pero aún de color verde. Se ha probado su siembra en Texas y en California, pero nunca ha excedido varios cientos de acres, aún en la Florida (Harkness, 1967), su cultivo es más común en Hawai y Puerto Rico. En el 1964 el censo agrícola arrojó valores de 32 fincas en Florida produciendo unos 1.5 millones de libras y de 266 en Hawai produciendo 22 millones de libras.

La papaya crece entre 32 grad N. y 32 grad S. latitud, del nivel del mar y a unos 5,000 pies de altura. La planta muere por heladas y crece mejor a sol fuerte, con irrigación. No crece en forma silvestre y probablemente se origina en Meso América y al presente consiste de varios cultivares.

La fruta fresca, madura (90 por ciento agua y de 4 a 10 por ciento azúcar (Wolfe y Lynch, 1940) es consumida a través del trópico en el desayuno, como postre, en ensaladas, jaleas, helados y jugos. El látex de la fruta inmadura genera papaina, una encima proteolítica con una actividad parecida a la pepsina, utilizada como ablandador de carne (Becker, 1958). La papaina es utilizada para producir resistencia al encogimiento en la lana.

Las flores fragantes pero complejas de la más o menos dioica papaya están descritas e ilustradas por Lassoudiere (1969). En general, la flor estaminada de cinco pétalos se da en panículos colgantes de 25 a 75 cm. de largo, corola en forma de trompeta, de 2.5 cm. de largo, estrecha, cremosa-blanca o amarilla, con 10 estambres cortos insertados en el cuello de la corola. Las flores pistiladas de 3.5 a 5.0 cm. son solitarias y en grupos pequeños de 3 pulgadas o más de largo, en un tallo, en la base de axilas a lo largo del tronco (Popenoe, 1920; Pope, 1930). La corola de pétalos carnosos y amarillos está completamente libre del gran ovario verdoso de 2 a 3 cm. y termina en cinco estigmas sésiles en forma de abanico. Algunas variedades producen un por ciento de flores hembra más alto (Sfemanthani, 1965). Plantas pistiladas pueden ser fácilmente reconocidas por el panículo largo y colgante en el que no se dan frutas o si se dan, no son aptas para consumo (Harkness, 1967). El néctar es bastante ralo (24 a 34 por ciento), y las abejas usualmente prefieren visitar las flores estaminadas, por su polen (Allan, 1963).

Hay tres tipos de flor hermafroditas: (Higgins y Holt 1914; Storey 1937, 1941, 1958, 1969):

Hermafrodita, *elongata*, tiene un pistilo alongado que desarrolla una fruta alongada con 10 estambres que nacen de la boca de la corola. Hermafrodita, *pentandria*, que tiene un ovario más o menos globoso y del que se produce una fruta con cinco surcos, y cinco estambres pegados a un filamento largo cerca de la base del ovario y descansando en surcos entre los lóbulos del ovario. Hermafrodita, *intermedia*, tiene algunos o todos los estambres distorsionados (2 a 10), y el pistilo está distorsionado y desarrolla una fruta irregular.

Las plantas estaminadas y hermafroditas pueden revertir su sexo y convertirse en pistiladas. Este tipo de reversión no ocurre en las plantas pistiladas; sin embargo, las plantas pistiladas pueden ser estériles durante tiempo caliente y fértil nuevamente cuando regresa el

tiempo fresco. Las abejas melíferas coleccionan polen de las flores estaminadas y hermafroditas, y néctar de las pistiladas y hermafroditas. El tubo de la corola de la flor estaminada es muy angosto para permitir la entrada de una abeja y muy hondo para permitir que la probosis alcance el néctar secretado en la base de la corola (Bayless, 1931). Picaflores (Brooks, 1936) alevillas esfingidas (Stambaugh, 1960; Traub et. al., 1942) pueden alcanzar ese néctar. Maban (1964) reporta que la abeja melífera era el insecto más activo alrededor de las flores de papaya.

El polen debe ser transferido de la flor estaminada a la pistilada para que fruta se desarrolle. Algunas variedades comerciales son partenocárpicas; por lo tanto, los agentes polinizadores no son necesarios en éstas. Harkenss (1967) indica que las flores hermafroditas cuajaban aún cuando embolsadas, pero no indica cómo el polen se mueve de las anteras a los estigmas. Cheema y Dani (1929) y Traub et. al., (1942) indican que las flores embolsadas para excluir polen, cuajaron fruta, pero sin semilla y con un tamaño y calidad inferior. El polen debe venir de plantas estaminadas, ya que el polen de las hermafroditas es inferior (Wolfe y Lynch, 1940). El largo de tiempo que permanece abierta una flor, o liberando polen o receptiva al polen, no se ha determinado. Ya que 1,000 o mas semillas pueden ser producidas en una fruta, más de 1,000 granos de polen debe ser depositados en el estigma mientras está receptivo. Frutas con menos de 300 semillas usualmente no son mercadeable (Allen, 1963), mientras más semillas, más grande es la fruta. Las variedades hawaianas pueden cuajar fruta sin la necesidad de plantas estaminadas.

El método natural de polinización no se ha determinado con certeza. Stambaugh (1960) indica que las alevillas esfingidas son el único polinizador de la papaya. Prest (1957) y Agnew (1941) consideran el viento como el agente principal. Agnew también indica que las abejas son observadas coleccionado polen en forma ocasional, pero que no son particularmente atraídas a las flores pistiladas. Storey (1941) considera que la papaya es polinizada por el viento y por insectos. Brooks (1936) da algún crédito a las abejas, pero él y Traub et. al., (1942) también adjudican crédito a la alevilla picaflor. Marín Acosta (1969) registró 17 especies de insectos polinizadores, incluyendo a *Trigona* spp. y a *Xylocopa* spp.

Allan (1963) demostró que la papaya en Sur África es polinizada por insectos, especialmente abejas melíferas. Cuando cubrió plantas con maya de 16 cuadros por pulgada, sólo dos frutas se desarrollaron y tuvieron un promedio de seis semillas. Esto demuestra que no es el viento, sino que otros insectos más grandes polinizaban las flores. Maban (1964) demostró que ni el viento, ni la gravedad, ni insectos, podían pasar por la maya de 16 cuadros por pulgada. Consideraba que las abejas melíferas eran los agentes polinizadores más efectivos y así se lo recomendó a los agricultores.

Recomendaciones polínicas:

No hay una recomendación específica para el uso de agentes polinizadores en papaya, otra que no sea la de Maban (1964) y la de Allan (1963) a los efectos de que los agricultores deben mantener abejas en la siembra. Sin embargo, la data sugiere la necesidad de transferir el polen de los estambres a los pistilos, y ya que la abeja melífera es de fácil manejo como agente polinizador, su valor y uso debe ser más estudiado en la papaya. Por lo pronto, colocar colonias

de abejas en la papaya aparenta ser un buen seguro para que suficiente polen sea transferido y que resulte en una producción de fruta de máxima calidad.

Literatura citada:

- Agnew, G. W. J., 1941. Notes on the papaw and its improvement in Queensland. Queensland Agr. Jour. 56(5): 358-373.
- Allan, P., 1963. Pollination of papaws. Farming in So. Africa 38(11): 13-15.
- Bayless, B., 1931. Papayas. Fla. State Hort. Soc. Proc. 44: 86-89.
- Becker, S., 1958. The production of papain and the agriculture industry for tropical america. Econ. Bot. 12: 62-79.
- Brooks. J. R., 1936. The papaya. Fla. State Hort. Soc. Proc. 49: 134-136.
- Cheema, G. S., and Dani, P. G., 1929. Seedlessness in papayas. Agr. Jour. India 26(3): 206-207.
- Harkness, R. W., 1967. Papaya growing in Florida. Fla. Agr. Expt. Sta. Cir. S-180, 15 pp.
- Higgins, J. E., and Holt, V. S., 1914. The papaya in Hawaii. Hawaii Agr. Expt. Sta. Bul. 32, 44 pp.
- Lassoudierre, A., 1969. The papaya IV. Description of inflorescence and flowers of Solo papaya. Fruits 24(3): 143-151. [In French.]
- Maban, E. E., 1964. Papaws in South Africa. So. Africa Dept. Agr. Tech. Serv. Bul. 375, 12 pp.
- Marin Acosta, J. C., 1969. Insects in relation to the papaya in Venezuela.] Trop. Agron. 19(4): 251-267. [In Spanish.]
- Pope, W. T., 1930. Papaya cultura in Hawai. Hawaii Agr. Expt. Sta. Bul. 61, 40 pp.
- Popenoe, W., 1920. Manual of tropical and sub-tropical fruits. 474 pp. The Macmillan CO., New York.
- Prest, R L., 1957. Unfruitfulness in pawpaws. Queensland Agr. Jour. 81(3): 144-148.
- Sfemanthani, B., 1965. Sex expression in certain inbred selections of papaya (*Carica papaya* Linn). So. Indian Hort. 13(1/2): 15-19.
- Stambaugh, S. V., 1960. Forty years of papaya development. Fla. State Hort. Soc. Proc. 73: 311-314.
- Storey, W. B., 1937. The primary flower types of papaya ad the fruti types that develop from them. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 35: 80-82.

- _____ 1941. The botany and sex relationships of the papaya. Part1. In Papaya Production in the Hawaiian Islands, Hawaii Agr. Expt. Sta. Bul. 87, 64 pp.
- _____ 1958. Modification of sex expresión in Papaya. Hort. Adv. 2: 49-60.
- _____ 1969. Papaya. In Ferwerda, F. P., and Wit, F., eds., pp. 389-408. Outlines of Perennial Crop Breeding in the Tropics. H. Veenman and Zonen, N. V. Wageningen. The Netherlands.
- Traub, H. P., Robinson, T. R., and Stevens, H. E., 1942. Papaya production in the United Status. U.S. Dept. Agr. Cir. 633, 36 PP.
- Wolfe, H. S., and Lynch, S. J., 1940. Papaya culture in Florida. Fla. Agr. Expt. Sta. Bul. 350, 35 pp.

Rambután, *Nephelium lappaceum* L., Sapindaceae

El rambután (*Nephelium lappaceum* var. *lappaceum* L.), miembro de la familia de las Sapindaceae, es posiblemente nativa del Archipiélago de Malay, aunque su origen preciso no es conocido. Está estrechamente emparentado con otras frutas como el litchi, el longan y la quenepa. En su área nativa es un árbol común de patio y se propaga comercialmente en huertos pequeños. El rambután es una de las frutas mejor conocidas en el sur este de Asia y es ampliamente cultivada en África, Caribe, Centro América, India Indonesia, Malasia, Filipinas y Sri Lanka. Tailandia es el mayor productor, pero se observan aumentos en producción en Australia, y en el 1997, era una de las tres frutas más producidas en Hawai (Almeida et. al., 1979; Ngo, 1996; Hass, 1998; Lim, 1992; Tindall, 1994). La fruta, roja, rosada o amarilla del tamaño de un huevo pequeño, consiste de una semilla cubierta de una pulpa translúcida, firme pero jugosa. La fruta usualmente se vende para consumo como fruta fresca, pero también se utiliza en jaleas, mermeladas o enlatada en jarabe. Estos árboles siempre verdes con sus frutos abundantes y de colores llamativos hacen un arreglo paisajista muy atractivo.

La fruta tipo ovoide, una drupa de 1.2 a 3.2 por 0.8 a 1.6 pulgadas cuelgan en grupos sueltos de 10 a 20 frutas. La piel tipo cuero está cubierta por espinas carnosas, de ahí su nombre en malasio o “rambut” que quiere decir “con pelos” (Ito y Hamilton, 1990; Tindall, 1994). La pulpa está pegada a la semilla y en algunas variedades está despegada de la semilla, lo que las hace tener una demanda mayor. Usualmente sólo hay una semilla marrón, alta en grasa y aceite oleico y ácidos eicosánicos, de valor para la industria, utilizados para cocinar y en la manufactura de jabón (Almeyda, et. al., 1979; Kalayasiri, 1996; Tindall, 1994). Las raíces del rambután, al igual que la corteza y hojas tienen varios usos en la medicina y en la producción de tintes (Lim, 1984).

El árbol produce fruta dos veces al año, una vez tarde en el otoño o temprano en el invierno con una época más corta el final de la primavera o principios de verano. La frágil fruta debe madurar en el árbol y luego ser cosechada por un periodo de 4 a 7 semanas. Un árbol promedio puede producir de 5,000 a 6,000 frutas (130-155 lb.) por árbol. Los rendimientos empiezan en las 2,360 libras por acre en huertos jóvenes y puede llegar a las 39,360 libras por acre, en huertos maduros (Tindall, 1994). En Hawai, 60 de los 95 acres bajo cultivo estaban produciendo unas 264 mil libras de fruta en el 1997 (Hass, 1998). Se entiende que el rendimiento puede ser más alto con un manejo más efectivo incluyendo, polinización y sembrando cultivares de mayor producción.

Las flores discoides, apétalas y pequeñas de 0.1 a 0.2 pulgadas están en panículos terminales de 12 pulgadas de largo. El árbol de rambután son o machos (producen sólo flores estaminadas y por lo tanto no producen fruta), hermafrodítico (produciendo flores que son funcionalmente hembras) o hermafrodítico (produciendo flores que son hembra y un por ciento pequeño de flore macho). El ultimo caso es muy común en cultivares seleccionados (Almeyda, et. al., 1979; Chin y Phoon, 1982; Tindall, 1994). Cultivares que producen sólo flores hembra funcionales requieren la presencia de árboles macho. Árboles macho son escasos ya que la selección vegetativa ha llevado a seleccionar clones hermafroditicos que producen una proporción mayor de flores hembras y un número menor de flores que producen polen. Hay sobre 3,000 flores blanco-verdosas en un panículo macho, cada uno con de cinco a siete anteras y

un ovario no funcional. Las flores macho tienen nectarios amarillos y de 5 a 7 estambres. Hay unas 500 flores amarillo-verdosas en un panículo hembra. Cada flor tiene seis anteras, usualmente un estigma bi-lobulado y un óvulo en cada una de sus dos secciones o lóbulos (Free, 1993; Tindall, 1994). Las flores permanecen receptivas por un día, pero pueden persistir si se excluyen los polinizadores (Tindall, 1994).

En Malasia el rambután florece de marzo a julio y nuevamente de julio a noviembre, usualmente como respuesta a la cantidad de lluvia luego de un período de seca. La época de floración varía entre lugares. La mayoría de las flores, pero no todas, abren temprano en el día. Hasta 100 flores en cada panículo hembra pueden abrir cada día, durante el pico de floración. El cuaje inicial de fruta puede acercarse a los 25 por ciento, pero un alto grado de aborto contribuye a una producción baja al momento de la cosecha (1-3%). La fruta madura en de 15 a 18 semanas luego de la floración (Tindall, 1994).

Ambas flores macho y hembra tienen un aroma delicado y dulce con nectarios funcionales en la base de los ovarios. Las flores hembra producen de 2 a 3 veces más néctar que las macho. La concentración de azúcar en el néctar va de 18 a 47 por ciento y es similar entre los diferentes tipos de flores (Free, 1993; Lim, 1992; Tindall, 1994). El rambután es una fuente importante de néctar para las abejas en Malasia (Phoon, 1983).

La polinización cruzada es una necesidad (Chin y Phoon, 1982; Lim, 1984, 1992) ya que el polen está ausente de las flores funcionalmente hembra (Zee, 1993). Aunque la apomixis puede ocurrir en algunos cultivares, la investigación ha demostrado que el rambután, como el litchi, es dependiente de insectos para la polinización (Free, 1993; Roubik, 1995; Zee, 1993). En Malasia, en donde sólo el uno por ciento de las flores hembra cuajan fruta, la investigación ha revelado que no hay cuaje de fruta en flores embolsadas, mientras que la polinización a mano resultó en un cuaje de fruta de 13 por ciento. Estos estudios sugieren que los polinizadores tienden a ser fieles a las flores (árboles) macho o hembra, lo que puede limitar el cuaje de fruta en situaciones donde el paso de polen de flores macho a hembra es requerido.

Las aromáticas flores del rambután son muy atractivas a muchos insectos, especialmente a las abejas melíferas. Aquellos que comúnmente visitan el rambután incluyen; (*Apis* spp. y *Trigona* spp.), mariposas, moscas (*Eristalis* sp. y *Lucilia* sp.) (Chin y Phoon, 1982; Lim, 1984; Roubik, 1995). Colonias de *Apis cerana* pecoreando en flores de rambután producen grandes cantidades de miel. Las abejas que pecorean por el néctar hacen contacto con el estigma de las flores hembra y coleccionan suficiente polen pegajoso de las flores macho. Se ha visto muy poco polen de abejas que pecorean flores hembra. Aunque las flores macho abren a eso de las 0600 h, el pecoreo de *A. cerana* es más intenso de 0800 a 1100 h, disminuyendo posteriormente rápidamente. En Tailandia *A. cerana* es la especie preferida para llevar a cabo faenas de polinización de rambután en siembras de pequeña escala (Free, 1993; Lim, 1984; Tindall, 1994).

Recomendaciones polínicas:

Colocar colonias de abejas melíferas en el rambután es una recomendación práctica e importante para asegurar una polinización y cuaje de fruta adecuado. Las abejas deben estar

presentes a lo largo de toda la floración. Aunque no se da un número específico de colonias a ser ubicadas en el rambután y ante la ausencia de más información, se deben ubicar colonias fuertes con más de 8 cuadros de cría, a razón de una por acre. El uso de mecanismos para insertar polen debe ser evaluado.

Literatura citada:

Almeyda, N., Simon, E. M., and Franklin, W. M., 1979. Cultivation of neglected tropical fruits with promise. 6. The rambután. USDA-ARS Southern Region. 11 p.

Chin, H. F., and Phoon, A. C. G., 1982. A scanning electron microscope study of flowers of carambola, durian and rambutan. *Pertanika*. 5(2):234-239.

Free, J. B., 1993. Insect pollination of crops. 684 p. Academic Press, London.

Ito, P. I., and Hamilton, R. A., 1990. Fruits and nuts for the tropics with potential for improvement and increased importance. *Acta Hort*. 269: 113-117.

Hass, 1998. Hawaii agricultural statistics service. Hawaii Dept of Agric.

Kalayasiri, P., 1996. Survey of seed oils for use as diesel fuels. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 73: 471-474.

Lim, A. L., 1984. The reproductive biology of rambutan. *The Gardens' bulletin, Singapore*. 37(2):181-192.

Lim, T. K., 1992. Rambutan industry in the northern territory. *Acta Hort*. 1(321):62-70.

Ngo, H., 1996. Economic assessment of rambután production in the northern territory of Australia. Department of Primary Industry and Fisheries. #251. 16 p.

Phoon, A. C. G., 1983. Beekeeping in Malasya. *Pertanika* 6: 3-17.

Roubick, D. W., 1995. Pollination of cultivated plants in the tropics. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Bull. 118. 198 p.

Tindall, H. D., 1994. Rambutan cultivation. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 163 p.

Zee, F. T., 1993. Rambutan and pili nuts: Potential crops for Hawaii. *New Crops*. J. Janick and J. E. Simon eds. John Wiley and Sons, Inc., New York. pp 461-465.

Árboles de posible importancia apícola

Introducción

En este segmento se incluye una tabla que recoge nombres comunes y científicos de especies de árboles que se mencionan como melíferas, o que atraen abejas a sus flores. Según la cita principal¹, se desprende que aportan néctar, pero no se menciona si contribuyen polen; si bien, se presume que la mayoría de las especies que producen néctar, también aportan polen. Aunque en un número reducido de casos, en ocasiones sólo se menciona que esa especie atrae abejas a las flores. Conjuntamente, se incluye una columna (Miel) que indica la importancia de esa especie para el apicultor ya que su néctar puede llegar a constituir una fracción significativa del total de la cosecha de miel.

	Nombre común	Nombre científico	Miel
1	Aceitillo	<i>Zanthoxylum flavum</i> Vahl.	
2	Achiote	<i>Bixa orellana</i> L.	
3	Algarrobo	<i>Hymenoclea soubrieri</i> L.	
4	Anacagüita	<i>Stereoculia apetala</i> (Jacq.) Karst.	
5	Aroma	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	*
6	Cafeillo	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	
7	Cascarroya	<i>Sarcomphalus reticulatus</i> (Vahl) Urban.	
8	Canela o Barbasco	<i>Canella winterana</i> (L.) Gaertn.	
9	Caoba Dominicana	<i>Swietenia mahagoni</i> Jacq.	
10	Caoba Hondureña	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	
11	Capá Colorado	<i>Cordia nitida</i> Vahl.	
12	Capá Prieto	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken.	*
13	Cedro Hembra	<i>Cedrela odorata</i> L.	
14	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	
15	Cojoba	<i>Pithecellobium arboreum</i> (L.) Urban.	
16	Emajagua	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.	
17	Espino Rubial	<i>Zanthoxylum martinicense</i> (Lam.) DC.	
18	Eucalipto	<i>Eucalyptus robusta</i> J.E. Smith.	
19	Flamboyan Amarillo	<i>Peltophorum inerme</i> (Roxb.) Naves.	
20	Guaba	<i>Inga vera</i> Willd.	*
21	Guácima	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	
22	Guamá	<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	*
23	Guamá Americano	<i>Pithecellobium dulce</i> (Rpbx.) Benth.	
24	Guara	<i>Cupania americana</i> L.	
25	Higüerillo	<i>Vitex divaricata</i> Sw.	
26	Jacaranda	<i>Jacaranda momosifolia</i> D. Don.	
27	Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i> L.	
28	Jagua	<i>Genipa americana</i> L.	
29	Jobo	<i>Spondias mombin</i> L.	
30	Laurel Avispillo	<i>Nectandra coriacea</i> (Sw.)	
31	Mangle Blanco	<i>Laguncularia racemosa</i> (L.) Gaertn. F.	

32	Mangle Prieto	<i>Avicennia nitida</i> Jacq.	*
33	Manzanillo	<i>Hippomane mancinella</i> L.	
34	Maricao	<i>Byrsonima coriacea</i> (Sw.) DC.	
35	Mata Ratón	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Setud.	
36	Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	*
37	Moca	<i>Andira inermis</i> (W. Wright) H.B.K.	*
38	Palma Real	<i>Roystonea borinquena</i>	*
39	Palo Colorao	<i>Cyrilla racemiflora</i> L.	
40	Palo de Vaca	<i>Bouyeria succulenta</i> Jacq.	
41	Papayo	<i>Metopium toxiferum</i> (L.) Krug & Urban.	
42	Péndula	<i>Citharexylum fruticosum</i> L.	
43	Péndula de Sierra	<i>Citharexylum caudatum</i> L.	
44	Pollo	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	
45	Pomarrosa	<i>Eugenia jambos</i> L.	*
46	Pterocarpus	<i>Pterocarpus indicus</i> Willd.	
47	Quenepa	<i>Melicoccus bijugatus</i> Jacq.	
48	Reseda	<i>Moringa oleifera</i> Lam.	
49	Roble Amarillo	<i>Tecoma stans</i> (L.) H.B.K.	
50	Roble Blanco	<i>Tabebuia heterophylla</i> (DC.) Britton.	
51	Rosa Imperial	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	
52	Samán	<i>Pithecellobium saman</i> (Jacq.) Benth.	
53	Sanguinaria	<i>Dipholis salicifolia</i> (L.) A. DC.	
54	Tamarindo	<i>Tamarindos indica</i> L.	
55	Tipacillo	<i>Trichilia hirta</i> L.	
56	Tortugo Amarillo	<i>Sideroxylon foetidissimum</i> Jacq.	
57	Tostado	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	*
58	Uva de Playa	<i>Coccoloba uvifera</i> (L.) L.	
59	Uvilla	<i>Coccoloba diversifolia</i> Jacq.	

Literatura citada:

McGregor, S. E., 1976. Insect Pollination of Cultivated Crop Plants, USDA. 411 pp.

¹Little, E. L.; Wadsworth, F. H.; Marrero, J., 1967. Árboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Servicio Forestal Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica. Editorial UPR, 827 pp.

Ordetx, R. G. S., 1952. Flora apícola de la América tropical. San José de Costa Rica, 334 pp. [Según citado en, Little, et, al., 1967.]