

Recomendaciones de manejo de la abeja melífera, *Apis melífera* (L.) como polinizador en granos, hortalizas y legumbres en Puerto Rico

Daniel G. Pesante, Ph.D.
Catedático Apicultura

Introducción

Los primeros registros que ponen de manifiesto la importancia de las abejas melíferas para el ser humano son frescos mesolíticos que datan aproximadamente 15,000 años en una caverna en Altamira, España y en Lascaux, Francia y otros que datan de aproximadamente 6,000 años en una cueva en Valencia (Bicorp), España y de la misma antigüedad en una cueva en Tandjesburg, África del Sur. La importancia de la polinización como tal fue plasmada en roca hace unos 5,000-6,000 años, en Egipto. Ya en esa época se observan imágenes en relieve de individuos sacudiendo racimos de flores macho sobre racimos de flores hembra de la palmera datilera, *Phoenix dactylifera* (L.). Sin embargo, hoy en día, aunque contamos con grandes avances tecnológicos, la literatura científica hace referencia a la polinización como el factor agronómico olvidado (Sanford, 1998).

Más de 3,000 especies de plantas han sido identificadas como comestibles y de éstas sólo unas 300 son de consumo frecuente. De esas 300 especies de consumo habitual, 12 proveen el 90% de los alimentos que consumimos. Estas incluyen; el arroz, el trigo, el maíz, el sorgo, el millo, la cebada, el centeno, las papas, las batatas, la yuca, los guineos y los cocos. De ese 12%, los granos son autopolinizados o polinizados por el viento, los cocos son polinizados por el viento y por insectos, y el resto de las especies se propaga asexualmente o por partenocarpia.

Superficialmente la información de la última parte del párrafo anterior aparenta indicar que los insectos hacen una aportación poco significativa al abasto de alimentos del globo. Pero la realidad es que un 15% de la dieta del ser humano esta compuesta de plantas que dependen o se benefician de la polinización por insectos. Otro 15% de nuestra dieta proviene de productos animales, cuyos forrajes provienen de semillas comerciales producidas mediante la polinización de insectos. Más de la mitad de la dieta mundial de grasas y aceites proviene de semillas aceitosas como el coco, el algodón, las palmas, la aceituna, el maní, la soya y el girasol. La gran mayoría de estas plantas se benefician o requieren de la polinización por insectos. De forma tal que cuando contabilizamos la realidad de la fracción de la dieta del ser humano que de una forma u otra es influenciada por la polinización mediada por insectos, un valor más acertado es de 30 porciento.

Pero no todos los beneficios están asociados a los alimentos que ingerimos y en muchas ocasiones no son contemplados o incluidos en el cálculo de los beneficios, aunque es obvio que éstos están presentes. Las leguminosas, en su mayoría polinizadas por insectos, tienen la habilidad de obtener nitrógeno atmosférico y enriquecer el área inmediata donde habitan. Mediante la polinización que se lleva a cabo en áreas marginales y de disturbio se aumenta la probabilidad de la diseminación de semillas de plantas que estabilizan el terreno y disminuyen la erosión. Inclusive aumentan la capacidad de un área de reclamar terrenos del ambiente acuático, como es el caso de promover la producción de semilla de algunas especies de mangles. En los bosques, la polinización aporta a la producción de biomasa vegetal, frutas y semillas que son fuente de albergue y alimento para otras especies. Otros aspectos de importancia son: la producción de oxígeno, disminución del dióxido de carbono, disminución de la temperatura ambiental, aumento de los componentes de estética y calidad de vida.

Hasta ahora nos hemos referido a la polinización por insectos, pero la realidad del caso es que en más del 85% de las veces estamos hablando de la abeja melífera. Esto es así ya que la abeja melífera presenta un cuadro atractivo para la polinización. Cada colonia contiene un gran número de individuos de 30,000 a 60,000

abejas. La colonia es completamente móvil. Su comportamiento de recolección de polen y néctar la obliga a trabajar directamente la parte de la flor que tiene los órganos sexuales. La abeja tiene alguna preferencia por las flores más cercanas a su colonia. Su manejo es relativamente sencillo en comparación con otras especies de insectos. Su comportamiento de pecoreo generalista la hace un polinizador sumamente importante. Sin embargo, muchas especies de plantas que requieren de polinización especializada son polinizadas más efectivamente o exclusivamente por otras especies de insectos.

Una polinización no adecuada puede llevar a que los rendimientos sean bajos y que las frutas, semillas o vegetales sean deformes, poco apetecibles y poco mercadeables. De nada le vale a un productor de frutas o vegetales que prepare mecánicamente el terreno, are, abone, siembre, y cultive, si al momento de la floración no provee para que aquellos cultivos que así lo requieran, cuenten con las visitas de las abejas melíferas para realizar una polinización efectiva.

Para el agricultor de frutas o de vegetales es de suma importancia documentarse de las necesidades de polinización de cada cultivo y poder interpretar esa información para traducirla en una mayor y mejor producción. Un jardín de frutas o de vegetales en el que se pueda detectar una buena población de abejas al momento correcto para una fertilización viable podrá contar con una buena producción, claro está teniendo los otros factores bajo manejo. Por ejemplo, en las cucurbitáceas interesamos que el número mayor de frutas posibles se cuaje lo más cerca de la corona o base de la planta. También es de interés que esas frutas sean de calidad de exportación o sea de un tamaño atractivo, simétricas, y si el caso aplica, con un Brix alto y de sabor agradable.

La cantidad de abejas en el predio de siembra o en el cultivo, y las necesidades de polinización del cultivo (oferta) deben ir a la par con las exigencias del público consumidor (demanda). En ocasiones es preferible producir más frutas, de menor tamaño, ubicando más abejas en el predio, mientras que en otros casos es más atractivo producir menos frutas, pero de mayor tamaño, con menos abejas en el predio. Cada cultivo, predio de siembra, agricultor y situación del mercado presenta una serie de combinaciones, de las cuales debemos estar familiarizados para poder generar el producto deseado en la cantidad y calidad requerida.

Para obtener rendimientos lucrativos el agricultor invierte tiempo, esfuerzo y dinero en la adquisición, preparación de terreno, obtención de semilla de calidad, sistema de riego, abonamiento, cultivo, control de plagas, cosecha y manejo post-cosecha. Pero por lo general, es poco el esfuerzo que dedica a que la flor cuente con los elementos necesarios, en el momento oportuno para que cuaje un fruto, vegetal o semilla en la cantidad y de la calidad solicitada por el consumidor.

Múltiples factores interactúan con el evento de polinización, esto añade gran complejidad al proceso y ha contribuido a que el agricultor típicamente dé prioridad a elementos que “están más bajo su control”. También ha propiciado a que se haya desarrollado la visión simplista de que la polinización es un proceso que “toma su propio curso” o de que “se cuida sólo”. Sin embargo, según aumentamos el cúmulo de experiencias investigativas, se percibe que el rendimiento de un cultivo puede verse afectado por cómo el ser humano maneje la población de polinizadores. No existe información sobre manejo de polinizadores en cultivos de importancia en Puerto Rico.

Esta publicación provee información de trasfondo, generada en otras áreas ecológicas, pero que establece la importancia de los servicios de polinización en algunos cultivos que requieren o se benefician de la presencia de abejas melíferas durante la floración. Se mencionan algunos cultivos que son de interés para nuestro agricultor, cuáles son las sugerencias sobre las necesidades de polinización de cada cultivo y cómo satisfacerlas. A su vez se provee información para que el agricultor tenga más elementos de juicio para evaluar si el servicio que ofrece el apicultor es adecuado. También se provee información para el apicultor que ofrece el servicio de polinización, sobre las características que debe exhibir una unidad polinizadora en nuestro ambiente, cómo desarrollar y mantener la misma y sugerencias que debe darle al agricultor sobre número de colonias por

grupo y distancia entre grupos de unidades polinizadoras. Por otro lado, se contemplan elementos que al ser incorporados en un contrato legal, tienen el potencial de hacer que la relación agricultor/apicultor sea más productiva y mutuamente satisfactoria. Una realidad que se trae a un primer plano con este escrito es poner de manifiesto la poca información disponible sobre el manejo de abejas como polinizadores en Puerto Rico y la poca información sobre el efecto del manejo de polinizadores en el rendimiento de cultivos de importancia para nuestro agricultor. Dentro de ese mismo contexto, otro objetivo de la publicación es presentar ideas, basadas en sugerencias e información de investigación realizada en otras áreas ecológicas, que generen investigación relevante a nivel local en el tema de polinización utilizando abejas melíferas en cultivos con potencial lucrativo.

Componente Apícola

La persona que interese prestar servicios de polinización a un cultivo que se beneficie o que requiera de la presencia de insectos para el cuaje de la flor, debe tener claro que la efectividad de los servicios de polinización va a depender en gran medida de cuán efectivo sea en desarrollar y mantener alta la población de abejas melíferas de cada unidad polinizadora. Mientras mayor el número de abejas obrera en una colonia, mayor es el número y la proporción de abejas que salen al campo a visitar flores para procurar sus recursos de néctar y polen.

La misión principal del apicultor es desarrollar una alta población de abejas en cada colonia destinada a ser una unidad polinizadora. En términos generales, a mayor población de abejas en la colonia, mejor unidad polinizadora será. La colonia de abejas requiere de un número mínimo de abejas ($\approx 10,000$) para llevar a cabo los procesos básicos (alimentar larvas, mantener la temperatura a unos 35°C , limpiar celdas, sacar material particulado de la colmena, ventilación, construcción de panales, y remoción de agua del néctar para convertirlo en miel) de forma que ésta pueda sobrevivir los rigores del ciclo anual. Todas las abejas que sobrepasen ese número base de abejas, estarán disponibles para salir al campo (Burgett et. al., 1993). De ahí que según aumenta la población de la colonia, aumenta desproporcionalmente los vuelos al campo y la entrada de polen y néctar a la colonia.

Características y manejo de la unidad polinizadora

Desde un punto de vista apícola, las condiciones que imperan sobre los diferentes ambientes subtropicales que encontramos en Puerto Rico son; (a) el húmedo de la montaña, (b) el llano húmedo del norte y (c) el llano seco del sur. De estos, el ambiente más propicio para el desarrollo de la colonia de abejas melíferas es el llano seco del sur, en específico el ecotono al pie de la Cordillera Central, y hay que añadir a Vieques y Culebra. En los otros ambientes, aunque factible establecer exitosamente una empresa apícola, la humedad se puede convertir en un factor limitante, afectando la capacidad de evaporación de agua de la colonia, la termoregulación, y por lo tanto la capacidad de almacenaje de miel de esa colonia, así como propiciar condiciones para el afloramiento de enfermedades de la cría.

Una colonia con las características necesarias para ser buena polinizadora debe contar con una población de obreras que ocupe dos cámaras de cría estándar tipo Langstroth. Eso equivale a un volumen interno de aproximadamente unos 40 litros. Las abejas de esa colonia deben haber construido los 10 panales de cada una de las dos cámaras de cría y tener una población suficientemente numerosa como para cubrir las dos caras de cada panal. Cuando se abra la tapa de la colmena, debe de haber abejas cubriendo entre el 50 y el 75% del espacio visible de los cabezales de los cuadros.

En ocasiones algunas colonias desarrollan poblaciones numerosas más allá del promedio por lo que se les añade una media alza sobre las dos cámaras de cría con el fin de aumentar el espacio interno y disminuir la

tendencia a enjambrar. Si la colonia se desarrolla demasiado, con respecto al espacio disponible, al punto de crear congestión de abejas en la colmena, con gran probabilidad la colonia enjambrará; en ocasiones, antes de que el apicultor tenga la oportunidad de percatarse de la congestión. El apicultor, conocedor de este dilema, y estando claro de que una colonia que enjambrá pierde la mitad de la población, precisamente la mitad con las pecoreadoras más adultas y experimentadas, intuitivamente trata de establecer un balance entre el tamaño de la población de abejas y el espacio interno disponible para esa colonia. En el ámbito de la polinización, una mejor opción para estas unidades con tendencia a la sobrepoblación, es remover cuadros con cría y abejas (si libres de enfermedades) y repartirlos entre colonias más débiles. Esto disminuye la congestión de esa unidad sobrecargada de abejas. Los cuadros y abejas retirados se colocan en colonias menos fuertes que están en desarrollo y se benefician de este aumento en individuos. Se debe tomar en consideración que colmenas con más de dos cámaras de cría son más incómodas para manejar, cargar y transportar. Sin embargo, en la producción de miel, sí se recomienda poner una o dos medias alzas (u otra cámara de cría) sobre las primeras dos cámaras de cría (pero sólo en esas unidades que se desarrollan sobre el promedio) para disminuir los factores que pueden dar inicio a la enjambración y para que durante flujos de néctar más fuertes del promedio, haya espacio suficiente para procesar y almacenar ese néctar. No obstante, una colmena con dos cámaras de cría es lo recomendado como unidad polinizadora funcional. Es preferible tener una colmena con una colonia de abejas cuya población esté bien desarrollada, que cinco con colonias con una población regular o débil.

Dado el caso que estas unidades van a ser trasegadas de un lugar a otro con relativa frecuencia, y que la cera tiende a deformarse con facilidad como resultado de tanto movimiento, se debe hacer un esfuerzo adicional para que el panal que las abejas han de construir sea lo más fuerte posible, en términos estructurales. Tenga en mente que las abejas mantienen la temperatura interna de la colonia a unos 35°C lo que mantiene blanda la cera, sobre todo aquella recién producida. Utilice cera estampada alambrada industrialmente en lo vertical para que dé más fuerza estructural al panal. Cuando ensamble el marco del cuadro, utilice los ojales de metal para evitar que el alambre se embeba en la madera y pierda tensión. Alambre la hoja de cera estampada del cuadro de cría en lo horizontal con los cuatro alambres. Esto da más fuerza al costillar del panal haciéndolo menos susceptible a la deformación durante el trasiego de la unidad. Si la celda se deforma, la reina no pondrá un huevo de obrera en ella, lo que limita la producción de obreras.

No utilice excluidor de reina, deje que la reina tenga acceso a todos los panales. La tendencia será a que ésta haga su postura y que el desarrollo de la cría se lleve a cabo en 8 de los 10 panales de la cámara inferior y en de 2 a 4 de los 10 panales de la cámara superior (La segunda cámara de cría). Los restantes 8 a 6 panales de la cámara superior serán utilizados para almacenar miel y para proveer espacio para que las abejas no congestionen las cámaras de cría. La congestión de abejas promueve que suba la temperatura interna, dificulta el paso de abejas de un lado a otro, lo que entorpece las labores a realizarse. Esto provee un ambiente que estimula el que se exprese el comportamiento de enjambración.

Una de las prácticas más recomendadas para que cada colonia mantenga su capacidad polinizadora es reemplazar los panales que tengan más de un 10-20% de su área de superficie que no sean celdas de obrera. En un programa de manejo razonable, esto equivale a reemplazar de uno a dos panales por colmena por año. Esto mantendrá un número alto de celdas de obrera disponibles para la postura de la reina. Si se provee el ambiente físico (panal de calidad, con muchas celdas de obrera) que haga factible que la reina haga su postura sin limitaciones, aumentará la población de obreras de la colonia y por ende la probabilidad de que esa colonia se desarrolle con fuerza, mantenga su población alta y sobre todo, saludable. (Para más información sobre la importancia de la calidad del panal vea <http://www.uprm.edu/wciag/anscience/miel.htm>. Lo antes dicho parte de la premisa de que no hay limitantes en recursos alimentarios y de que no hay mortandad por plaguicidas. Cada colonia se debe alimentar con uno o dos litros de jarabe de azúcar al 30% (una parte de azúcar blanca granulada y una parte de agua) por semana. Tenga en mente que las colonias que se ubican en sembradíos, no necesariamente tienen a su alcance de vuelo comunidades apibotánicas que puedan proveer néctar y polen en la cantidad requerida para sustentar el desarrollo y mantenimiento de la colonia, mucho menos si en el predio de siembra hay un número significativo de colonias para faenas de polinización.

Se recomienda que colonias débiles sean removidas del sembradío y llevadas a un apiario de recuperación y desarrollo. Éstas serán aquellas que tengan menos de 10 panales (de un total de 20) completamente cubiertos de abejas. O sea, que estén por debajo del 50% de su capacidad de desarrollo poblacional. En el apiario de recuperación podrán ser atendidas en forma más efectiva por el apicultor. Las colonias débiles no son unidades polinizadoras efectivas, y tienden a ser pilladas por colonias más fuertes, lo que las debilita aún más (además aumenta las probabilidades de intercambio de plagas y enfermedades). Las prácticas de manejo del apicultor deben ir dirigidas a que cada unidad que vaya al campo a polinizar tenga una población numerosa, nunca con menos del 50% de sus panales cubiertos de abejas.

La unidad para polinizar ideal

En el trópico, la colonia de abejas ideal para realizar faenas de polinización debe contar con los siguientes requisitos:

Para genotipo africanizado:

Colmena con dos cámaras de cría

Diez panales por cámara

- el 1 y el 10 de miel de abejas
- del 2 al 9 que más del 80-90% sean celdas de obreras

Con media alza sin miel, pero con sus panales construidos.

Con un mínimo de 8-10 panales de cría o sea con postura.

Remover el polen por trampeo (tres días si, tres días no, alternando colmenas)

Alimentar con jarabe al 30%

Que cada unidad tenga su reina

Que la reina sea de menos de un año

Que por lo menos una cuarta parte de la cría sean huevos y larvas.

Población saludable y numerosa

Que al remover la tapa todos los cabezales de los cuadros estén cubiertos de abejas

Para genotipo europeo:

Colmena con una cámara de cría. Puede que de dos cámaras de cría

Diez panales por cámara

- el 1 y el 10 de miel de abejas
- del 2 al 9 que más del 80-90% sean celdas de obreras

Con media alza vacía, o sea, sin miel pero con sus panales construidos.

Con un mínimo de 6-8 panales con cría

Remover el polen por trampeo (tres días si, tres no, alternando colmenas)

Alimentar con jarabe al 30%

Que tenga su reina

Que la reina sea de menos de un año

Que por lo menos una cuarta parte de la cría sean huevos y larvas.

Población saludable y sobre todo numerosa

Que al remover la tapa todos los cabezales de los cuadros estén cubiertos de abejas

Ubicación de la colmena en el predio de siembra

Mientras más cerca esté las colmenas de las flores a ser polinizadas, mayor será la eficiencia polinizadora de las abejas de esas colonias. Por regla general, esto representa colocar entre 1 y 5 colmenas cada 100 a 200 metros. A mayor número de plantas por unidad de área y número de flores por planta, mayor el número de colonias cada 100 a 200 metros. El diseño del predio de siembra debe tomar en consideración estos elementos, de forma que haya acceso que permita ubicar las colmenas a esas distancias. Las colmenas pueden ser ubicadas y aseguradas en paletas de madera que permitan la ubicación y re-localización mecanizada. En cada paleta típica hay cupo para 4 colmenas, cada una con la piquera mirando en una dirección diferente. Las colmenas son aseguradas con bandas o cinchos individuales para que los componentes estructurales de cada una no se despeguen durante el transporte, y en lo colectivo, para asegurarlas a la paleta.

Las colmenas deben ser ubicadas levantadas del piso, preferiblemente sobre bancos, para evitar problemas; de humedad, de escorrentía durante la lluvia, accidentes durante el riego, de hormigas, de sapos, de roedores y para que tengan buena ventilación. Uno de los peores enemigos de la abeja melífera es la humedad. Ésta promueve el desarrollo de mohos, hongos, bacterias, levaduras, disminuye la capacidad de perder calor, disminuye el largo de vida útil de la madera y aumenta el costo energético de madurar la miel y enfriar la colonia.

En ocasiones el cultivo se establece en áreas en donde los vientos exceden las 25 millas por hora. Las abejas cesan de volar cuando el viento se aproxima a esta velocidad. En casos en que esta condición sea la norma, se recomienda levantar hileras rompevientos alrededor del predio de siembra y hacerlo al contorno si lo amerita la conformación del terreno. Esto se puede lograr sembrando una franja de 1 a 2.5 metros de ancho, perpendicular a la dirección del viento predominante, utilizando cualquier hierba con crecimiento alto y que resista el embate del viento. En áreas semi-áridas con infraestructura de riego por goteo se sugieren las siguientes especies, algunas variedades de hierba elefante *Pennisetum purpureum* (Sehumach) como Merker, super-Merker (con una altura de 15 pies), caña de azúcar *Saccharum officinarum* (L.) (10 pies de alto), Guajana o Caña Castilla *Arundo donax* (L.) (8-10 pies de alto), el maíz *Zea mays* (L.) (7-10 pies de alto) y el pacholí *Vetiveria zizanioides* (L.) (5-6 pies de alto). También, se puede sembrar una variedad de guingambó *Abelmoschus esculentus* (L.) de crecimiento alto. Se siembra éste a menor distancia entre planta por lo que crece más abultado y funge como barrera efectiva contra el viento. La barrera toma tiempo en lo que crece por lo que debe ser establecida unos cinco meses antes de que se siembre el cultivo. Para más información sobre el establecimiento efectivo y funcional de barreras de viento favor de ponerse en contacto con la oficina más cercana del Servicio de Conservación de Recursos Naturales.

¿Cómo aumentar la capacidad polinizadora de la colonia?

Una forma de aumentar el número de visitas de las abejas de una unidad polinizadora al predio de siembra es removiendo parte de la cosecha de polen que traen las abejas. El polen es la fuente de proteína, vitaminas, minerales y grasa de la dieta de la abeja, los hidratos de carbono los obtiene del néctar. Las abejas recolectan polen para cubrir las necesidades nutricionales del momento y el excedente que importan lo guardan en celdas para su uso posterior.

El apicultor puede utilizar una trampa de polen para remover parte de la carga de polen que traen las abejas. Las nodrizas, abejas que alimentan las larvas, continúan recibiendo el estímulo de solicitud de alimento por parte de las larvas, por lo que más abejas salen nuevamente al campo a buscar más polen para cumplir con esa demanda proteínica. Cada trampa de polen es operada por tres días si, tres días no, para no afectar negativamente el balance de entrada de polen y el desarrollo poblacional de la colonia. Este aumento de vuelos para recolectar polen compensa por el polen removido por el apicultor y aumenta los servicios de polinización

en el predio de siembra. El polen obtenido de siembras agrícolas nunca debe utilizarse para consumo humano dada la posibilidad de contaminación con plaguicidas.

Hay varios diseños de trampas de polen. El más efectivo para estos propósitos es el tipo OAC (Ontario Agricultural College) o cualquier diseño cuyas mallas vayan a lo largo y ancho del piso de la cámara más inferior. Este tipo de trampa tiene un máximo de área de superficie de malla para la remoción de polen y entorpece menos la entrada y salida de abejas de la colonia. El Proyecto de Apicultura del Colegio de Ciencias Agrícolas del Recinto Universitario de Mayagüez tiene dos modelos diferentes de trampas de polen que están disponibles para su inspección, por si interesa reproducirlos. Uno de ellos es el tipo OAC y el otro se coloca pegado a la piquera. La trampa con el diseño que se ubica en la piquera de la colonia es menos efectivo y tiende a limitar la entrada y salida de abejas, pero el polen recolectado tiene menos material particulado foráneo. Ambos diseños o variaciones de éstos se consiguen en catálogos de equipos y materiales apícolas como:

Walter T. Kelley Co. en <http://www.kelleybees.com>

o en Dadants & Sons Inc. en <http://www.dadant.com>

o en Manlake en <http://www.manlakeld.com/catalog>

o en Brushy Mountain Bee Farm <http://www.beeequipment.com/> Los últimos dos tienen ambos diseños.

Existe una serie de productos que se asperjan sobre las plantas florecientes cuyos fabricantes reclaman aumentan el número de visitas de las abejas a esas flores. Su efectividad y costo todavía está siendo evaluado ya que no se han reportado resultados positivos significativos consistentes, por lo que no abundaremos en el tema en este momento. Sin embargo, bajo algunas condiciones se pueden atraer abejas a un predio de siembra utilizando atrayentes <<http://www.ifas.ufl.edu/~mts/apishtm/apis97/apjun97.htm#1>>. Si le interesa auscultar más el tema, procure información en Internet bajo las palabras clave; “bee attractants”, “bee scent”, “fruit boost”. Recuerde que no hay sustituto para un servicio de polinización efectivo como una colmena bien poblada de abejas, ésta es su mejor garantía.

¿Cómo proteger las abejas de aspersiones de plaguicidas?

El objetivo de esta sección es proveer alternativas que al poner en práctica eviten o disminuyan el daño causado por la aspersión de plaguicidas a la colonia de abejas melíferas, de forma que ésta no disminuya su fuerza de pecoreadoras. Una opción es remover las colmenas del predio de siembra durante el día de la aspersión para que las abejas no entren en contacto con el agroquímico. El agricultor se pone en contacto con el apicultor y le notifica: (1) cuándo, (2) en qué predio se llevará a cabo la aspersión y (3) qué producto se asperjará. El apicultor podrá ir el día antes de la aspersión, encerrar las abejas de cada colmena al atardecer y removerlas del predio de siembra durante esa noche para llevarlas a un lugar remoto que no se vea afectado por la aspersión del próximo día. Se re-ubicarán las colmenas en su lugar de origen la noche próxima al evento de aspersión. En este caso las abejas estarán encerradas por más de 24 horas, lo que conlleva una serie de atenciones y precauciones. Si la piquera se cierra y no hay ventilación, las abejas sucumben a las altas temperaturas del día, combinado con la generada por las mismas abejas. Si la colmena está bien poblada, puede que en un par de horas se sofoque por el calor que desarrollan las abejas, agravado por el no poder eliminar el calor generado. Este calor interno también ablanda los panales, los que se deforman, rompen, y dejan escapar su carga de miel. Esta miel contribuye a la mortandad de las abejas encerradas; además, éstos ahora son inservibles para la colonia, sólo sirven para derretir y recuperar la cera. Para evitar esto, a cada colmena se le debe construir un marco de madera de $\frac{3}{4}$ x $\frac{3}{4}$ de pulgada y que tenga la misma dimensión de la cámara de cría. El marco se cubrirá con malla de tela metálica o de fibra de vidrio contra mosquitos. Se colocará sobre la cámara de cría superior y se asegurará con clavos o tornillos. Sobre el marco se coloca la tapa original de forma que haya ventilación. Esto se puede lograr colocando piedras o trozos de madera entre la tapa y el marco de la malla que levanten la tapa y permitan ventilación o levantando y rotando la tapa un poco, en forma sesgada, de forma que no encaje o caiga sobre la cámara de cría. Así se proveerá la ventilación necesaria para cada colonia.

Dado que las abejas no pueden salir al campo a buscar agua para satisfacer sus requisitos fisiológicos y para bajar la temperatura interna de la colonia, el apicultor debe asperjar agua sobre la malla de cada colonia restringida. Mediante un asperjador manual o con una brocha limpia de unas 3-4 pulgadas de ancho, se echará o “pintará” agua sobre cada malla para que las abejas la liben. Eche agua sobre la malla hasta que las abejas dejen de libar el agua y se vea la película de agua que queda en los cuadrículos de la malla. No eche más agua una vez las abejas dejen de libar. De día y con sol fuerte, asperje agua cada dos a cuatro horas. De noche, una aspersión con agua, antes de retirarse del predio, puede que sea suficiente. En la mañana, antes de hacer otra cosa, asperje la malla de cada colonia restringida. Esa noche podrá re-ubicar las colmenas al lugar de origen y abrir las piqueras para que cuando salga el sol, las abejas reasuman sus trabajos de polinización. El inconveniente de este método es que requiere de una cantidad significativa de mano de obra ya que físicamente hay que remover y transportar las colmenas de un lugar a otro. Pero tiene el atractivo de que es la forma que ofrece menos riesgos de contaminación y mortandad para las abejas.

Este próximo método permite mantener las colmenas en el predio de siembra. En este caso, la tarde antes de la aspersión, se coloca sobre cada colmena el marco con malla que permite la ventilación y se cierra la piquera de la colmena la noche antes de la aspersión. Asperje agua sobre las mallas según necesario. Coloque la tapa según expuesto en el segmento anterior. Al próximo día, justo antes de la aspersión del plaguicida, cubra todas las colmenas con toldo o con plástico, de forma que no llegue el químico a las abejas. Se puede remover el toldo o el plástico tan pronto se termine de asperjar y se haya depositado toda la nube del plaguicida. Asperje agua sobre cada malla cuantas veces sea necesario durante ese día, las abejas permanecerán encerradas todo ese día y parte de esa noche. En la oscuridad de la noche podrá soltar las abejas para que éstas reanuden sus vuelos en la mañana, en flores nuevas y libres de plaguicida.

Componente Agronómico

Polinización

Polinización es la transferencia de polen de la parte masculina de la flor (anteras), a la parte femenina de la flor (estigma). En la naturaleza, el viento, algunas aves, mamíferos, pero sobre todo insectos, llevan a cabo esta función tan importante para las plantas florecientes. La *fertilización* es parte integral del proceso de formar un cigoto o semilla. Como parte de este proceso se forma un tubo polínico que va desde el grano de polen que quedó pegado al estigma y baja por el estilo hasta el óvulo. Por ese tubo baja el componente masculino que fecunda al óvulo. Hay flores que tienen un solo óvulo, como es el caso del chayote en el que un grano de polen tiene la capacidad de cuajar la flor y formar la fruta. O puede que la flor tenga muchos óvulos, lo que requiere de múltiples granos de polen para fertilizarlos todos, siendo ejemplo de este último, las cucurbitáceas que tienen muchas semillas como, el pepinillo, la sandía, el “honeydew”, el succhini y el “cantaloupe”. El óvulo fecundado dará paso a la semilla y el material alrededor de éste, la pared del ovario, se engrosa formando la parte de la fruta que se consume. O en el caso del melón y de la parcha, la parte que genera y almacena la pulpa y el jugo. Para un esquema de las partes de la flor, refiérase a <http://www.botanical-online.com/lasflores.htm>

La transferencia de polen puede ocurrir del conjunto de estructuras que forman la parte masculina de una flor o androceo, al conjunto de estructuras de la parte femenina o gineceo, de esa misma flor o a otra flor de esa misma planta, en tal caso se denomina *auto-polinización*. La transferencia de polen de una flor a otra flor de otra planta, pero de la misma especie, se conoce como *polinización cruzada*. La polinización cruzada tiende a ser beneficiosa para la planta y usualmente resulta en un fruto de mejor calidad, razón de peso para utilizar abejas melíferas en estos cultivos. Algunas flores son auto-estériles por lo que tienen que recibir el polen de una flor de otra planta de la misma especie. En términos generales mientras más rápido ocurra la polinización luego de que la flor abra, mayor la probabilidad de que se produzca una semilla viable. Según pasa el tiempo, el polen

puede perderse a depredadores de polen, o sufrir daño por el viento, lluvia, calor o frío. Una polinización adecuada disminuye significativamente el período de cuaje, disminuyendo las probabilidades de daño a la flor y facilitando el proceso de crecimiento de la fruta, semilla o vegetal. Los insectos juegan un papel muy importante en la transferencia de polen de aquellas plantas que no son polinizadas por el viento o por otros animales.

Mecanismos naturales para promover la polinización

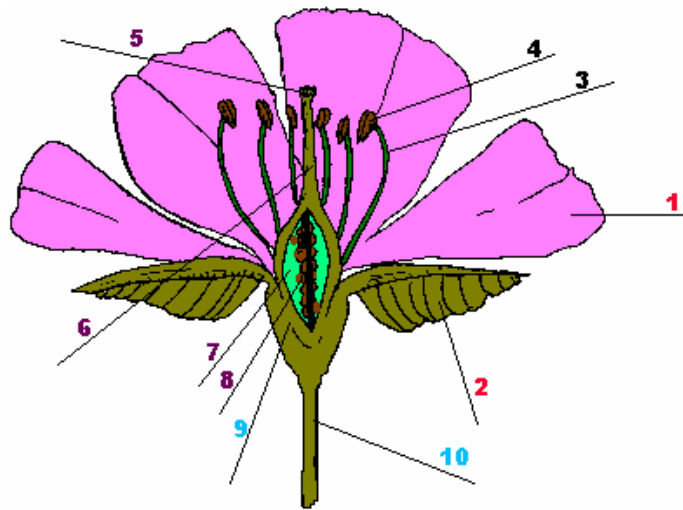
Para que un cultivo pueda utilizar los servicios de polinización de un animal, tiene que poder atraerlo hasta la flor. Esto se lleva a cabo de varias formas. Mediante la atracción visual y mediante la olfatoria. Muchas especies de plantas ofrecen flores con colores y diseños que hacen resaltar su órgano sexual contra un fondo de color uniforme, usualmente verde. Son pocas, si alguna, las plantas que requieren de polinización por animales que tienen flores de color verde. Usualmente éstas flores tienen colores contrastantes que hacen resaltar la parte del centro de la flor, ya sea un centro claro en un fondo oscuro o un centro oscuro en un fondo claro. También se utilizan los guías de los nectarios, o patrones de rayas que guían a los polinizadores hasta el centro de la flor. Muchos de estos guías son visibles únicamente a los animales que polinizan esa flor. En el caso de las abejas melíferas estos nectarios son visibles únicamente a estructuras visuales que perciben la luz ultravioleta.

Atractivo de la abeja melífera como agente polinizador

La abeja melífera es frecuentemente escogida como agente polinizador ya que como parte de su comportamiento social y de las faenas diarias para procurar su fuente de proteína, grasa, vitaminas y minerales (obtenidos del polen), e hidratos de carbono (obtenidos del néctar) y de recolectar alimento para otros miembros de la colonia, va de flor en flor, mientras haya una recompensa. Mientras se enfrasca en esta actividad, transfiere polen de una flor a otra, polinizándola en el proceso. Otro atractivo a su favor es que día a día, la abeja melífera tiende a ser fiel al mismo tipo de flor, por lo que en términos nuestros, concentra su esfuerzo de trabajo en el cultivo de interés. Una colonia de abejas puede desarrollar una población de 25,000 a 50,000 individuos, realidad numérica no igualada por otro insecto que se cultive con el propósito de polinizar. Otro elemento a favor de las abejas melíferas es la capacidad de transportar la colmena de un lugar a otro con relativa facilidad. El manejo de la colonia de abejas permite establecer una colonia, cultivarla, aumentar su población y luego dividirla para multiplicar el número de colonias.

Por otro lado, la abeja melífera es un polinizador generalista y hay cultivos que son polinizados más eficientemente por insectos que han ido refinando su comportamiento de pecoreo en ese tipo de flor. Hay especies de orquídeas en América del Sur en las que cada especie es polinizada sólo por una especie de insecto. Un caso más cercano al ambiente agrícola lo es el de la alfalfa, *Medicago sativa* (L.), forrajera que es mejor polinizada por *Megachile rotundata* (Fabricius) que por *Apis mellifera* (L.).

Sin embargo, que no quepa la más mínima duda de que la abeja melífera es el agente polinizador más cosmopolita y el más utilizado en aquellos cultivos que requieren o se benefician de insectos para el cuaje de semilla, vegetal o fruta. Por último, el número de polinizadores que se observan en un predio de siembra ha venido disminuyendo con los años como resultado del uso de plaguicidas y de la modificación y destrucción del hábitat natural (Kevan & Phillips, 2001). Esto ha hecho a la abeja melífera un elemento aún más pivotal en la ecuación de servicios de polinización, sobre todo en ambientes de agricultura intensiva.



- | | |
|--------------|---------------|
| 1. Pétalos | 6. Estilo |
| 2. Sépalos | 7. Ovario |
| 3. Filamento | 8. Óvulo |
| 4. Anteras | 9. Tálamo |
| 5. Estigma | 10. Pedúnculo |

Figura 1. Partes de la flor.

Identificación de deficiencias polínicas

Una polinización deficiente facilita la deformación de la fruta y que ésta no adquiera buen tamaño y sabor. Esta es la razón principal para el descarte de una fruta o vegetal. Cada cultivo responde y exhibe diferentes características a una polinización deficiente. Según nos familiarizamos con el cultivo, nos percatamos de cuáles son esas características y cómo podemos utilizar esas señales como indicadores de la calidad de la polinización. En el caso de las cucurbitáceas podemos hablar de una polinización deficiente si se cuajan pocas frutas o si la fruta es deforme, pequeña y al examinar las semillas éstas no se han desarrollado completamente. (El caso más gráfico de una polinización deficiente es que la fruta no se forme, pero esto también se puede deber a factores ajenos a la polinización). En contraste, como resultado de una polinización adecuada; las frutas se cuajan en las primeras flores hembras cerca de la corona o base de la planta, son de buen tamaño y un número significativo de ellas son mercadeables. Íntimamente relacionado con lo mercadeable está el que la fruta sea simétrica, en otras palabras, que la mayoría de los óvulos hayan sido polinizados y los ovarios hayan crecido y llenando uniformes. Hay una estrecha relación entre el número de visitas de abejas que recibe la flor y el número de semillas que se forman. En el caso de los melones, además de la proximidad de la fruta a la corona, de la simetría, tamaño y número de frutas mercadeables, tenemos que incluir el Brix o cantidad (por ciento) de azúcar, lo que hace la fruta más apetecible y de mayor valor en el mercado (varía con el tipo de cucurbitácea pero de 10 a 14% de sólidos disueltos es lo promedio para frutas de valor mercadeable). Utilice las características exhibidas por las frutas durante su cuaje y crecimiento como indicador de la calidad de la polinización. Si el por ciento de cuaje es bajo y el por ciento de frutas deformes y por lo tanto no polinizadas adecuadamente es significativo, es una indicación de que debe aumentar la población de polinizadores para la próxima siembra.

Puede que la forma, tamaño y sabor de la fruta sea buena, pero que la siembra esté produciendo frutas en cantidades por debajo del promedio esperado, en tal caso una polinización no adecuada se puede confundir con

otros factores; cambios significativos repentinos en temperatura y humedad, fertilidad del suelo, plagas, enfermedades, manejo de la cosecha, material genético, adaptabilidad al clima, etcétera. Otro factor que tiende a crear confusión con respecto al tema de la polinización es el hecho de que puede haber grandes variaciones en el comportamiento de la población de polinizadores de un lugar a otro. Puede que la experiencia vivida por un agricultor que siembre calabaza en la parte del valle de Guánica que colinda con la cadena de colinas calcáreas de la costa, (en las que hay grutas y farallones que albergan colonias silvestres de abejas melíferas), sea muy diferente a la de uno que siembre el mismo cultivo al pie de la montaña en el lado norte del valle. Las diferencias pueden ser significativas entre diferentes ambientes, como por ejemplo, entre Guánica y su contraparte en el valle agrícola de Santa Isabel-Salinas, en la que no hay colinas calcáreas costeras que alberguen poblaciones silvestres de abejas que puedan asistir en las faenas de polinización. Esto hace muy evidente el que cada agricultor debe;

- (1) identificar las necesidades polínicas de cada cultivo,
- (2) y que lo haga con respecto a cada área en donde establece la siembra.

¿Cómo determinar los requisitos polínicos de un cultivo?

Hay varios métodos de medir esta respuesta de la planta, lo importante es determinar cuál es el método que genera la información más representativa para un cultivo, área y situación de siembra en particular. A continuación se dará una descripción de dos métodos y usted podrá determinar cuál es más adecuado para el cultivo en cuestión. Se recomienda, por lo menos la primera vez, incorporar al estudio una persona que ayude a determinar cuál es el mejor método y cómo diseñar la toma de datos y su eventual análisis e interpretación, de forma que pueda aumentar la probabilidad de obtener información que sea verdaderamente representativa de ese cultivo y área, para que el esfuerzo lleve a decisiones atinadas que redunden en beneficios económicos.

El objetivo principal es medir la respuesta de la planta, en cuanto al número de frutas por planta (y la calidad de la fruta, si fuese necesario), a la presencia o ausencia de polinizadores.

- (1) Esto se puede hacer directamente, excluyendo insectos de un número representativo de plantas o de ramas o de flores individuales, según sea el caso, y viendo si el promedio arrojado por el grupo de plantas sin malla es más alto que el del grupo de plantas con malla.
- (2) Otra forma es polinizando a mano con un pincel y determinando si hay un aumento en el promedio de cuaje, contra el promedio arrojado por el grupo de flores que no fueron polinizadas a mano. En términos generales, las observaciones de unas 30 plantas por cada uno de los dos grupos genera un número representativo de observaciones.

El tamaño de la planta es un factor para determinar el número de plantas a incluir en el grupo a ser considerado. En pimiento, berenjena o planta de crecimiento similar se puede cubrir toda la planta con malla que excluya insectos, de hecho se puede cubrir un grupo de plantas en una fila o hilera. Se compara la producción promedio de ese número determinado de plantas bajo la malla, contra el promedio producido de igual número de plantas pero sin malla. La diferencia en producción entre el grupo de plantas cubiertas con malla y el grupo de plantas descubiertas arroja información sobre los posibles beneficios de la polinización por insectos. Haga lo mismo con de tres a cinco grupos más de 30 plantas cada uno para obtener una idea representativa del comportamiento de la planta con respecto a la exclusión de insectos.

En ocasiones la planta es muy grande o el tipo de inflorescencia requiere que en vez de colocar malla sobre toda la planta, se cubra con malla sólo algunas ramas (escogidas al azar) o racimos de flores o en algunos casos hasta flores individuales (también escogidas al azar). Si el promedio de producción por unidad excluida

con malla no difiere del promedio de producción por unidad sin malla (menos de 10% de diferencia), se puede decir que las flores de ese cultivo son auto-fértiles y se beneficiará poco de la visita de insectos. Si por el contrario hay una diferencia de más de 10% entre los dos promedios, siendo mayor el promedio de producción de las flores sin malla, es una indicación clara de que el cultivo se beneficia de la polinización por insectos. En este último caso, mientras mayor el número de plantas que se siembren de ese cultivo, mayor será la necesidad de ubicar colonias de abejas melíferas en el predio de siembra de forma que haya un ambiente adecuado para realizar una polinización efectiva.

En el caso de la polinización a mano, ésta usualmente se hace colectando polen con un pincel de las partes masculinas de la flor y pasándolo por el estigma de la flor a ser polinizada. En ocasiones se colectan partes masculinas de la flor y éstas se frotran por el estigma de la flor a ser polinizada. Hay que determinar cuándo es el mejor momento (hora) del día para coleccionar polen y pasarlo por el estigma. El día antes de que abra la flor a ser polinizada, la misma se amarra con una banda elástica o con cordón o se le coloca una bolsa de exclusión de insectos, para que ésta no sea polinizada. Una vez polinice a mano, busque una forma de cerrar o encerrar la flor para que no entre polen cargado por insectos. Luego de determinar el método de polinizar a mano más efectivo para el cultivo, se procederá a polinizar a mano un grupo numéricamente representativo de plantas (flores) y comparar ese promedio de cuaje y de producción contra igual número de plantas (previamente identificadas al momento de hacer la polinización) que no fueron polinizadas a mano. Si el promedio de cuaje y de producción es mayor en el grupo polinizado con pincel, se deben incluir agentes polinizadores en ese cultivo.

Requisitos polínicos generales

Existe gran variación en las recomendaciones que se publican sobre el tema de polinización (Sanford, 1992). Cada cultivo tiene requisitos polínicos generales, pero éstos a su vez están influenciados por factores como: características del área donde se establece el cultivo, tipo de suelo, el cultivar, manejo del cultivo, viento, lluvia, cantidad, tamaño y tipo de árboles en los alrededores, plantas (flores) que puedan prestar competencia atrayendo las abejas de la siembra, población natural de insectos con potencial de polinización, entre muchas otras. Para cada cultivo presentado el número de colmenas a ser establecidas cada 100 a 200 metros y hasta esa distancia mínima de 100 metros, debe ser considerado por cada agricultor como información de trasfondo para ese cultivo. Sólo mediante la toma y análisis de datos, y la interpretación correcta de éstos se podrá determinar si se aumenta o disminuye el número de colmenas por sitio o la distancia entre grupos de colmenas (sitios) para un cultivo, en un área en específico.

La mayoría de los cultivos que se siembran en Puerto Rico no han sido evaluados para requisitos polínicos. La información que se provee está basada en información generada de otras áreas ecológicas, pero que debe ser útil para tener una idea general sobre el número de colmenas por sitio y distancia entre sitios. El agricultor utilizará su experiencia como medida de si debe o no colocar colonias de abejas, cuántas colonias colocar y qué distancia entre grupos de colonias debe mantener el predio de siembra. Entendemos que esa toma de decisión tan importante debe ser sustentada por ensayos de forma que las decisiones redunden en beneficio económico, ya sea en ahorro si no se necesitan los polinizadores, o en una mayor producción o calidad de lo producido, si los agentes polinizadores son requeridos o beneficiosos, o en un ajuste del número de unidades polinizadoras a ser ubicadas en el predio o la distancia entre unidades.

Requisitos polínicos por cultivo

Ajonjolí *Sesamum indicum* L., Pedaliaceae

Oriundo de África (Etiopía) y conocido como sésame, benne o benny seed, es cultivado por sus semillas comestibles y por el aceite que se extrae de éstas para elaborar margarina, jabón, plaguicidas, cosméticos y pinturas. El ajonjolí tiene usos diversos en Puerto Rico, la semilla se tuesta con azúcar y se hace un tipo de turrón, en ocasiones se le añade almendra. Para preparar una bebida refrescante conocida como horchata, se le remueve la cáscara, se muele con agua caliente, se le extrae la “leche” por un tamiz, se endulza y enfría. También, se elabora un jarabe azucarado a base de ajonjolí para la confección de piraguas. El mismo jarabe se puede utilizar para preparar un tipo de horchata. También, se utiliza en la confección de panes, bizcochos y dulces de repostería.

La inflorescencia:

La flor es tipo campana tubular de dos labios, de color blanca a rosa pálido y de unos $\frac{3}{4}$ de pulgada de largo. Los dos lóbulos del labio superior son más cortos que los tres lóbulos del labio inferior. Una flor es producida en la axila de cada hoja. La planta inicia su floración dos o tres meses luego de que germina la semilla. La semilla se desarrolla en una cápsula elíptica con de 2 a 4 cámaras con unas 20 semillas por cámara. Una planta puede producir varios miles de semillas. En siembras comerciales, puede ser una fuente importante de néctar y polen para las abejas melíferas.

Recomendaciones:

Se considera que el ajonjolí es auto-polinizado (Kinman & Martin, 1954) aunque la cantidad de polinización cruzada puede ser significativa. Rheenen (1968) observó de un 5.5 a un 9.6 de cruzamiento mientras que Langham (1941) reportó un promedio de 4.6 por ciento de cruzamiento (0.50 a 9.58 %), principalmente atribuido a abejas melíferas. Martínez y Quilantan (1964) observaron de un 0.15 a un 9.39 por ciento de cruzamiento, registrando aumentos en cruzamiento con aumentos en la cantidad de abejas en el predio de siembra. Langham (1941) cubrió plantas para excluirlas de insectos y obtuvo rendimientos no diferentes a los observados en las plantas sin malla. Sin embargo, Srivastava y Singh (1968) registraron aumentos en rendimiento en el orden de 43.66 por ciento cuando cruzó la variedad Meghna con cultivares locales y un 38 por ciento de aumento en rendimiento cuando cruzó Meghna con plantas silvestres. Esto demuestra que tanto los híbridos como aumentos en los elementos que propician la polinización cruzada pueden ser beneficiosos para aumentar el rendimiento por planta. Para esta polinización cruzada es clave el que haya abejas melíferas en el predio. Sembradíos en los que se intercalaban variedades diferentes, produjeron más que siembras de la misma variedad.

Las abejas melíferas son el polinizador más observado en el ajonjolí. Al presente no hay estudios que arrojen información sobre la cantidad de colonias y las distancias a las que deben ser ubicadas las colonias de abejas en el predio de siembra. El alto por ciento de heterosis observado por Srivastava y Singh (1968) sugiere que la polinización con abejas melíferas es beneficiosa en la producción de semilla híbrida de alta calidad. Si tomamos en consideración que cada planta puede producir varios miles de semillas, que se siembra una gran cantidad de plantas por cuerda, y que la polinización cruzada puede ser un factor significativo para aumentar el rendimiento por planta, se puede inferir que el ajonjolí se beneficiaría de ubicar más de 2 colmenas cada 100 metros.

Gandul *Cajanus cajan* (L.) Huth, Leguminosae

El gandul, quinchancho o “pigeonpea” es un cultivo importante para el agricultor de pequeña escala, sobre todo en áreas semi-desérticas. Su follaje es utilizado para alimentar ganado, sus semillas son fuente de proteína en la dieta del ser humano, la madera es fuente de leña. Las siembras a nivel comercial no han generado los resultados esperados ya que el rendimiento promedio no logra pasar de los 6.6 quintales por cuerda (ICRISAT, 1999). El desarrollo de variedades enanas y resistentes a varias enfermedades ha ayudado a aumentar el rendimiento pero no lo suficiente como para hacer rentable el cultivo comercial.

Se ha logrado aumentar la productividad del gandul intercalando cultivares, esto está basado en el beneficio obtenido de la polinización cruzada (Saxena et al., 1990). Para que este cruzamiento se lleve a cabo en una forma exitosa tiene que haber una cantidad significativa de polinizadores presente en el momento de la floración. Una de las razones que se presentan como factores que están causando una disminución en rendimiento es la disminución progresiva de polinizadores en las siembras como resultado del uso de plaguicidas.

Krauss et. at., (1932), Wilse y Takahashi (1934) consideran el gandul como una especie que se auto-poliniza. El gandul produce vainas y semillas aún cuando se excluyen los insectos de sus flores, (Abrams, 1967), pero no se estableció si las plantas con malla de exclusión produjeron más o menos que plantas sujetas a polinización abierta. Sin embargo un alto grado de polinización cruzada, que va desde 5 a 40% ha sido reportada por Wilsie & Takahashi, 1934, Matta & Dave, 1931, Krauss, 1927, Shaw, 1932, Abrams, 1967).

Recomendaciones:

El efecto del cruzamiento polínico en el aumento en rendimiento y la disminución observada en polinizadores a nivel de siembra comercial sugiere a que la presencia de la abeja melífera podría ser de provecho para el gandul. Sería recomendable determinar si incluir abejas melíferas durante la floración tiene un efecto en (aumentar) el número de vainas por planta, el número y peso de cada grano por vaina. Así mismo, determinar el efecto que tiene la polinización cruzada en esos factores. Al momento no hay elementos para hacer una recomendación relativa al número de colonias por sitio y la distancia entre sitios.

Guingambó *Abelmoschus esculentus* L., Malvaceae

El guingambó, molondrón conocido también como “okra” es un vegetal que se consume con frecuencia aquí en Puerto Rico y en la parte sur de los EE.UU. Se consumen sus vainas inmaduras cocidas, hervidas, fritas, empanadas y fritas, o se le añaden a sopas y guisos.

La inflorescencia:

Tiene una flor sencilla y llamativa de color amarillo pálido con rasgos típicos de un hibísco y de unas 2 pulgadas de ancho. La flor tiene un estigma grande tipo capitado rodeado de estambres con numerosos filamentos. La flor abre tan pronto sale el sol y permanece abierta hasta el medio día. Los pétalos se marchitan en la tarde y usualmente caen el próximo día. Las anteras liberan su polen unos 15-20 minutos luego de que la flor abre.

Recomendaciones:

El guingambó no es polinizado por el viento. Es visitado con frecuencia por abejas melíferas y xylocópidos (McGregor, 1976). El grano de polen es grande y con muchos poros, cada poro es un tubo polínico potencial (Purewal & Rhandhawa, 1947). Aunque el guingambó es principalmente auto-fértil y posiblemente quede polinizado tan pronto el polen es liberado temprano en la mañana, se reporta polinización cruzada con valores que van de 4 a 18% (Purewal & Rhandhawa, 1947). Basado en este por ciento de polinización cruzada el guingambó se podría beneficiar de la presencia de abejas melíferas en el predio de siembra. Se recomienda estudiar el efecto de flores excluidas con malla, auto-polinizadas y de polinización cruzada, en la cantidad, peso y calidad de la vaina.

Habichuela *Phaseolus vulgaris* L., Leguminosae

La gran mayoría de las plantas y variedades de *P. vulgaris* son de tipo arbustivo pequeño, de aproximadamente 2½ pies de alto, se siembran a 2-3 pies entre hileras y de 6 pulgadas a 1 pie entre plantas. Las semillas se producen en una vaina de 3 a 6 pulgadas de largo y el color de la semilla va desde blanca, diferentes tonos de rojo y marrón, hasta negras. La vaina puede tener de 1 a 12 semillas (McGregor, 1976).

La inflorescencia:

La flor de la habichuela tiene la forma típica de las leguminosas; usualmente blanquizca, pero puede tener matices de violeta, púrpura o rojo, son de ½ a ¾ de pulgada de largo. La flor abre temprano en la mañana y nunca cierra. Las anteras liberan polen la noche antes de que la flor abra. Según el peso de la abeja recae sobre la flor, el estigma es expuesto. Cuando el estigma es expuesto por primera vez, está libre de polen, si una abeja cubierta con polen lo toca, se produce fertilización cruzada. Según la abeja levanta su vuelo y reduce su peso en la flor, el estigma se retracta y puede tocar su propio polen, produciéndose auto-fertilización. Aunque esto sugiere que se requiere de la visita de un insecto para que el estigma entre en contacto con el polen, la mayoría de los investigadores indican que plantas de habichuelas a las que se le excluyeron de la visita de insectos polinizadores cuajaron su flor y llenaron las vainas en forma satisfactoria.

Requisitos polínicos:

Los geneticistas de habichuelas indican que pueden sembrar líneas diferentes de cultivares unas próximas a otras, sin preocupación de que haya polinización cruzada. Esto apunta a que la auto-polinización es muy efectiva. Dicho esto, también se indica que existe un por ciento no determinado de polinización cruzada. Los tubos polínicos generados por polen de otras plantas crecen más rápido, lo que le puede dar una ventaja en climas adversos. (Free, 1993). Pero no se conoce mucho sobre el tema ya que la mayoría de los estudios que tienen que ver con polinización cruzada se han enfocado en los elementos de contaminación (genética) por otras variedades y no en la calidad y cantidad del cuaje.

Hay una gran variedad de cultivares de habichuela y poca información disponible sobre el efecto de insectos polinizadores en el cuaje, por lo que es recomendable que se hagan estudios al respecto. Puede que la presencia de abejas en el predio de siembra al momento de la floración aumente la cantidad de vainas por planta o la cantidad y calidad (tamaño y peso) de semillas por vaina. Los apicultores no consideran la habichuela como una planta de importancia como fuente de polen y néctar. Sin embargo, en Egipto los apicultores se benefician grandemente de la producción de néctar que generan las siembras de habas. Por otro lado, Wróblewska, (1991) reporta que la flor de la habichuela tiene néctar con un 24.6–37.5 % de azúcar lo que la hace atractiva a las abejas melíferas. Aquí en Puerto Rico los principales insectos polinizadores de la habichuela lo son; la abeja melífera (*Apis* spp.) y la abeja carpintera o cigarrón (*Xylocopa mordax* F. Smith) (Observaciones del autor).

Recomendaciones:

Al momento no hay recomendación sobre el uso de abejas melíferas en el cultivo de la habichuela aunque la presencia de abejas aparenta ser beneficiosa, sobre todo en lo referente a polinización cruzada. Aunque la norma en la habichuela es la auto-polinización, sería interesante evaluar el efecto de la presencia de abejas en el por ciento de polinización cruzada, y el número, peso de vainas por planta, así como el número, tamaño y peso de los granos por vaina.

CUCURBITÁCEAS

De todas las hortalizas que se siembran en Puerto Rico, las cucurbitáceas definitivamente requieren de la presencia de abejas para poder obtener rendimientos lucrativos. Existen muchos elementos en común en el proceso de polinización de las cucurbitáceas por lo que se presentan en bloque. No obstante, cada cucurbitácea tiene su particularidad fenológica y polínica lo que se traduce en diferencias en manejo y se presentan por separado para atender sus requisitos específicos. La mayor cantidad de información se obtiene, y aquí se presenta, para la sandía. Muchos de los conceptos allí vertidos aplican a otras cucurbitáceas, por lo que esa sección funge como guía base para desarrollar conocimiento sobre el tema.

Calabaza *Cucurbita moschata* (Duchesne) Poir, Cucurbitaceae

La calabaza y los miembros de ese género son endémicos del Nuevo Mundo, la mayoría se origina en América del Norte. A la calabaza se le conoce también como auyama y zapallo. Tiene un crecimiento rastrero, con bejucos de hasta 50 pies de largo, con de dos a cinco frutas por planta. Hay variedades cuyo bejuco crece más recogido, produce más frutas por unidad de área, pero éstas son más pequeñas. Estas últimas son del agrado de consumidores que prefieren llevar a su casa una fruta entera. La planta de calabaza prefiere suelos sueltos, con buen riego y drenaje, pero poca lluvia. El follaje es susceptible a hongos y mohos que se desarrollan principalmente al entrar en contacto con la lluvia. Se siembran de dos a tres semillas en un hoyo o en montículo a de 3 a 5 pies entre hoyos y de 6 a 8 pies entre hileras. Se pueden obtener rendimientos de 10 a 20 toneladas por cuerda, dependiendo de la variedad.

La inflorescencia:

Típica de Cucurbitácea de flor grande. Abre en la mañana y cierra para el mediodía para no abrir más. Si la flor no es polinizada en ese lapso de tiempo, se cierra y se desprende del bejuco. Primero se producen flores macho, seguidas por brotes de flores hembras unos 10 a 15 días más tarde.

Recomendaciones:

Se conoce muy poco sobre el manejo de abejas en el predio de siembra de calabaza, (en cuanto a número de colonias y distancia entre grupos de colonias de abejas), más allá de que el agricultor tiene claro que el cultivo se beneficia de la presencia de abejas al momento de la floración. Se reportan preferencias de ubicar de 1 a 3 colonias por cuerda de cultivo. El peso de la fruta y el número de semillas por fruta aumenta con un aumento en el número de granos de polen depositados (Hayase, 1953). La literatura sugiere que la calabaza se beneficia de la polinización cruzada, al observarse frutas de mayor tamaño, peso y número de semillas cuando se transfiere polen de otra planta de la misma variedad o cultivar. Al igual que otras Cucurbitáceas, hay

polinización cruzada con otros miembros de esta misma familia por lo que se debe tener la precaución de no sembrar variedades compatibles a menos de ½ a 1 milla entre siembras.

Chayote *Sechium edule* (Jacq.) Sw. Cucurbitaceae

Se le conoce también como “christophine”, “mirliton”, “vegetable pear”, tayote, y como calabacín trepador. La planta es trepadora robusta con raíces tuberosas y bejucos de hasta 12 metros de largo. Se parece a la de pepinillos, pero mucho más grande y robusta, con hojas también más grandes. Especie endémica de Mesoamérica, crece mejor a alturas sobre los 300 metros, con lluvia moderada. La fruta es verde y según madura se torna blanca (en la mayoría de las variedades, en algunas permanece verde), es más ancha en la base que en la punta. Requiere de más de 12 horas de luz al día, la fruta madura unos 30 días después de que cuaja la flor. Cuando se desea otra planta, se siembra la fruta completa. Cada planta produce de 25 a 100 frutas de aproximadamente 1 lb. cada una.

La inflorescencia:

Flor pistilada de 5 pétalos, de ¼ a ½ pulgada, solitaria, con un solo ovario, por lo que la visita de una sola abeja es suficiente para cuajar el fruto. Cada flor hembra tiene dos nectarios en la base de cada uno de los 5 lóbulos. Es una de las cucurbitáceas mayores productoras de néctar y por lo tanto las flores hembras son muy atractivas a las abejas. Las flores machos tienen nectarios menos atractivos pero aún atraen las abejas las que se empanan de polen en el proceso de recolección de néctar.

Recomendaciones:

Si la siembra es pequeña (menos de una cuerda) puede que no requiera de la incorporación de colmenas en la siembra. Si es más de una cuerda, se debe iniciar la evaluación colocando no menos de 2 colonias por cuerda.

Pepinillo *Cucumis sativus* L., Cucurbitaceae

Género oriundo de India. La mayor parte del pepinillo que se cultiva en Puerto Rico es para consumo fresco en ensalada. La planta es de crecimiento trepador o rastrero, monoico con bejucos de 2 a 10 pies de largo cubiertas de vellosidad. Las hojas son principalmente triangulares de 3 a 10 pulgadas de un lado al otro. Del 75 al 90% de las frutas de mejor calidad se cuajan en las primeras 20 pulgadas de bejuco. Este comportamiento es consistente en todas las cucurbitáceas. El número de frutas y distancia de la corona de la planta va a depender del tipo de cucurbitácea, pero mientras más cerca de la corona de la planta, mejor la calidad de la fruta. La planta crece bien en ambientes cálidos, pero no en los que son tan cálidos como requieren los melones. Hoy en día se consigue semilla de una variedad que cuaja su fruta partenocárpicamente por lo que no requiere polinización. Por lo tanto no produce semilla, a menos que sea polinizada. También hay variedades ginoecias que sólo producen flores hembras y que tienen que ser intercaladas con otra variedad que provea polen, las abejas melíferas son requeridas para esa transferencia entre polen de la variedad con flores macho a la variedad con sólo flores hembra (Bodnar, 1998). Este último “estilo” está tomando auge en la siembra de cucurbitáceas ya que permite producir frutos más uniformes en tamaño y calidad.

La inflorescencia:

La flor del pepinillo es muy parecida a la del “cantaloupe”. Las flores estaminadas crecen en grupos, cada flor en un pedúnculo o tallo. Las flores pistiladas son solitarias y se reconocen fácilmente pues se percibe claramente el ovario en la base del pedúnculo. El pistilo tiene tres lóbulos en el estigma. Las flores estaminadas aparecen unos 10-12 días antes que las pistiladas, el número y la proporción dependen del vigor de la planta, y de las condiciones ambientales, pero por lo general es de 100 a 1.

Requisitos polínicos:

La necesidad de utilizar abejas melíferas en las siembras de pepinillos está documentada desde hace muchos años, pero para ambientes diferentes al nuestro. Cada flor requiere de un mínimo de 9 visitas para que cuaje un pepinillo de tamaño y configuración que sea mercadeable. En la producción de semillas comercial se busca que cada flor sea visitada un mínimo de 20 veces.

Recomendaciones:

La literatura es clara en cuanto al cultivo del pepinillo y la presencia de abejas melíferas en éste para obtener rendimientos lucrativos. Ubique de dos a tres colmenas por cuerda cada 100 metros o una colonia de abejas por cada 50,000 plantas. Otros autores sugieren una abeja por cada 100 flores hembras. Los rendimientos del cultivo aumentan si las abejas son ubicadas en el predio de siembra justo cuando inicia el brote de las flores hembras. Si se hace antes, las abejas pueden orientarse y visitar con preferencia las flores de plantas aledañas al cultivo. Otra indicación es que camine al centro de un parcho de plantas florecidas, si en un radio de 15 pies no puede contar de 30 a 40 abejas, necesita traer más abejas. La siembra de pepinillo para curtir requiere de más colonias por cuerda, pero no es un cultivo que por el momento tenga mayor importancia en Puerto Rico.

Sandía o Melón de Agua *Citrullus lanatus* (Thumb.) Matsum & Nakai, Cucurbitaceae

El melón de agua es la fruta comestible más grande que se cultiva en Puerto Rico, y es nativa de la parte sur de Sur África. Cuando madura, se abre la gruesa cáscara y se consume su dulce y jugosa pulpa. Algunas personas curten la cáscara del melón y la consumen tal fuera pepinillo curtido (Dupree et. al., 1953). Las semillas se tuestan y consumen como aperitivo o se añaden a ensaladas, también se prensan y se les extrae aceite. Por lo pronto hay tres tipos de melón, el común, el de nevera y el sin semilla. El melón de agua común tiene un peso promedio de 25-50 libras, pero puede llegar a pesar hasta 100 libras. La preferencia del público consumidor es por melones de nevera y melones sin semilla, con un peso que fluctúe entre las 8 y 12 libras. Un contenido de sólidos disueltos de 10 a 14% se considera como óptimo (Pierce, 1987). Desde el 1990, las variedades triploides o sin semilla han tenido buena aceptación entre el público consumidor y hoy en día un 50% de las ventas registradas en el oeste de los EE.UU. son de melones sin semilla. La variedad sin semilla tiene un largo de vida útil mayor que las variedades con semilla, ya que la pulpa se empieza a descomponer primero en los alrededores de la semilla.

La planta es un bejuco rastrero, vellosa, monoico (flores machos y hembras en la misma planta), que se puede extender hasta 15 pies. Con hojas lobuladas de 1 a 7 pulgadas de ancho y de 2 a 10 pulgadas de largo. La fruta puede variar mucho en forma, tamaño, color y diseño de la piel de la cáscara, color y sabor de la pulpa, e inclusive en el color de las semillas. Esto depende de la variedad y de dónde se siembra. Las frutas de mejor calidad se producen en ambientes cálidos y secos, con temperaturas de más de 90°F durante el día y noches frescas, pero todavía en el gradiente de calientes, sobre los 75-80°F. Se siembran de dos a tres semillas por hoyo a unos 6 pies entre hoyos y de 3 a 6 pies entre hileras. Se beneficia de suelos profundos ya que su sistema radical puede penetrar sobre los 6 pies de profundidad. Las frutas se recogen a mano para no estropear la apariencia de la cáscara. En promedio se produce uno, en algunos casos dos melones mercadeables por planta, las variedades sin semilla son más prolíficas.

La inflorescencia:

Todos los cultivares son monoicos por lo que tienen flores estaminadas y pistiladas en el mismo bejuco. Otras cucurbitáceas como los “Muskmelons” (“Cantaloupes, Crenshaw, Honey Dew”) tienen flores hermafroditas, pero el polen es pegajoso y pesado, y aunque son auto-fértiles, son auto-infertilizables funcionalmente por lo que requieren que un insecto cargue el polen del estambre al estigma. Las flores de la sandía o melón de agua son mucho más pequeñas que las del resto de las cucurbitáceas, y en promedio miden una pulgada de diámetro. Por lo general observamos una flor pistilada cada 7 axilas, con flores macho en las axilas que quedan entre las hembras. Al igual que en otras cucurbitáceas, la parte basal del bejuco primero desarrolla flores macho. Factores ambientales y la variedad, pueden afectar la razón de flores hembras a macho. El néctar es producido en la base de la corola. Toda flor estaminada muda al ser polinizada. Sin embargo, no hay un patrón definido en cuanto al cuaje de la fruta. Siempre y cuando existan condiciones que propicien un crecimiento vigoroso del bejuco, la flor hembra puede cuajar. Las frutas en crecimiento inhiben el cuaje de otras frutas. El número de frutas por planta está determinado por la variedad y el vigor de crecimiento del bejuco, siendo menos pronunciado este comportamiento en las variedades sin semilla, que cuajan un número mayor de frutas por planta.

Requisitos polínicos:

El polen de cucurbitácea es altamente pegajoso y pesado, no es cargado por el viento, por lo que requiere de un insecto para su transferencia de estambre a estigma y de flor a flor. Las flores abren con la salida del sol. Sin que quepa la menor duda, la abeja melífera es el mejor polinizador de cucurbitáceas. Hay mucha discrepancia en la literatura en cuanto a la mejor hora para el cuaje de la flor. Esto posiblemente se debe a las variaciones ambientales en temperatura entre los diferentes lugares geográficos en que se cultiva la fruta. En ambientes tropicales y subtropicales, calientes y secos, las flores deben ser cuajadas tan pronto como sea posible en la mañana. La alta temperatura ambiental combinada con una humedad relativa baja, puede llevar a que el polen no sea viable luego de las 8:00-9:00 AM. En ambientes más húmedos es posible que el polen permanezca viable durante la media mañana.

Las variedades sin semilla están ganando aceptación entre el público consumidor. Estas requieren de un esquema de siembra diferente. Las variedades sin semilla son el resultado de cruces entre plantas hembras tetraploides, con plantas machos diploides. Estas variedades no carecen de semillas, las semillas son pequeñas y de textura suave por lo que se consumen junto con la pulpa. En el predio de siembra se alterna una hilera con plantas tetraploides con una hilera de plantas diploides (Beste et. al., 1998). En ocasiones se siembra una hilera diploide por cada tres de tetraploide. La polinización cruzada es clave para que el melón sin semilla cuaje su fruta, que ésta tenga buena conformación y que cada bejuco produzca un número de frutas mercadeables. Se recomienda que la forma de la fruta sea fácilmente distinguible entre la variedad tetraploide y la diploide, de forma que no se confundan las frutas al momento de la cosecha o del manejo de la misma. Usualmente se utilizan variedades redondas contra variedades alargadas o que el color y el diseño de la cáscara sea fácil de

distinguir. En ocasiones se siembran dos calles o hileras sin semilla y una con semilla, todo va a depender del rendimiento por planta y de la calidad de la fruta con relación al ambiente en donde se siembran. Ambas variedades intercaladas se mercadean. En las variedades sin semilla, el número de abejas en el predio de siembra debe ser aumentado sobre el de predios con semilla, ya que hay que intercalar una variedad cuyo polen sea viable.

Recomendaciones:

Se reconoce en toda la literatura revisada la necesidad de ubicar abejas melíferas en predios de siembra de melón. Las abejas melíferas, cigarrones (xylocópidos) y los halictidos son los insectos que con mayor frecuencia se observan polinizando el melón en los EE.UU. Se requiere de más de 8-12 visitas de abejas melíferas por flor para que se transfiera más de 1,000 granos de polen y que el fruto sea polinizado en una forma efectiva, de forma que se desarrolle simétrico, de buen tamaño y sabor. El engrosamiento de la fruta está significativamente afectado por el vigor de la planta y por la cantidad de granos de polen transferidos. El número de granos de polen establece el número de semillas que se forman. Las semillas liberan una hormona que afecta el engrosamiento de la fruta. En las frutas de plantas tetraploides el polen transferido de las plantas diploides provee esa hormona (Caron, 1990). Un dato importante al momento de hacer la fruta más mercadeables es que una polinización efectiva también afecta positivamente las características organolépticas de la fruta, teniendo mayor cantidad de compuestos volátiles y de azúcar. Dado el caso de que las abejas no visitan las flores en una forma uniforme, se debe ubicar un número dado de colmenas por lugar y distanciar los grupos de colmenas, de forma que el mínimo de visitas sea de 8, preferiblemente de 12 abejas por flor. La razón principal por la cual una fruta es rechazada es, por no ser simétrica como resultado de una polinización no efectiva.

Se han observado más de 8 visitas por flor con una colmena por cuerda, pero primero hay que llevar a cabo el monitoreo de número de visitas promedio por flor en cada lugar y ajustar el número de colmenas y la distancia entre grupos de colmenas, en base a los números que arroje el monitoreo. Otra forma de calcular el número de colonias es basándose en que debe haber una abeja por cada 100 flores hembra (McGregor, 1976).

Si se aumenta el número de colonias por cuerda de 1 a 2 o a 3 se han obtenido los siguientes resultados: período de cuaje más concentrado y corto, de hasta una semana, desarrollo más uniforme entre frutas, tiempo de cosecha más corto, pero lo más importante es que se aumenta el rendimiento por unidad de área y se reduce el número de pases a un tercio, lo que a su vez disminuye el costo de mano de obra. (Bodnar, 1998).

Parcha *Passiflora* spp. L., Passifloraceae

La variedad púrpura es nativa del sur Brazil, norte de Argentina y Paraguay. Hay dudas sobre el origen de la variedad amarilla, puede que sea de la zona amazónica o que sea un híbrido de *Passiflora edulis* y *P. ligularis*. Se le conoce también como parchita, maracuyá, lilikoi y granadilla amarilla. Es una planta trepadora perenne, produce frutas ovoides con muchas semillas. Hay unas 300 especies, las más comunes son: *Passiflora edulis* y *P. quadrangularis*. *P. edulis* es el más conocido de los cultivares, tiene un cultivar color púrpura y otro amarillo (que está mejor adaptado a los trópicos) con frutas de aproximadamente dos pulgadas de diámetro. *P. quadrangularis* produce frutas de hasta 12 pulgadas de ancho. *P. edulis* se siembra a una distancia

de 10 pies entre plantas y de 10 pies entre filas. Los bejucos trepan y corren en tendedores (Sale, 1987). Se pueden obtener hasta 15,000 libras de fruta por acre por año.

Inflorescencia:

Las flores son atractivas y fragantes de 2 a 3 pulgadas de diámetro. La flor es solitaria, con tres brácteas, cáliz penta-lobulado, cinco pétalos blancos y corona filamentosa. Los estambres son grandes. El estilo es trilobulado con un estigma en cada lóbulo. Hay un solo ovario con varios cientos de óvulos. Un factor a tener en mente es la susceptibilidad del polen al agua. El polen explota cuando le cae agua por lo que si llueve antes de que la flor sea polinizada, se puede afectar negativamente el cuaje de la fruta. Las flores de las variedades púrpuras abren al amanecer y se cierran para el mediodía. Las flores de las variedades amarillas abren al mediodía y se cierran en la tarde. Se calcula una flor cada pie o dos de bejuco. El néctar es producido en la base del pistilo y tiene una cantidad grande de azúcar, hasta un 50% de sólidos solubles, lo que la hace muy atractiva a las abejas melíferas. La fruta madura unos 70-80 días luego de la fertilización.

Requisitos polínicos.

La flor de la parcha amarilla es auto-estéril por lo que la polinización cruzada es un requisito para el cuaje de la fruta. Cada óvulo debe ser polinizado para que desarrolle jugo. Cada fruta puede tener unas 350 semillas. El cuaje de la fruta, el número de semillas, el peso de la fruta y del jugo se correlacionan con el número de granos de polen depositados en el estigma (Akamine & Girolami, 1959).

Recomendaciones:

Las abejas carpinteras o cigarrones (Xylocópidae) y las abejas melíferas son los polinizadores principales (Observaciones del autor). La abeja carpintera es el polinizador por excelencia de la parcha siendo más eficiente dado su tamaño mayor y la forma en que trabaja la flor (vibran en la flor para desprender y coleccionar el polen), pero su disponibilidad numérica es limitada. Mientras no se puedan desarrollar métodos para cultivar y generar números más altos de cigarrones, (se pueden colocar árboles muertos y madera blanda en áreas con sombra cerca de la siembra) las abejas melíferas serán el polinizador más indicado. Con meramente aumentar el número de abejas melíferas por predio de siembra, se cubren las necesidades polínicas del cultivo. En lugares en que la mano de obra no es un factor significativo, se prefiere polinizar a mano, sobre utilizar abejas melíferas. La abeja melífera obtiene polen y néctar de la parcha. Se calcula que puede haber unas 50-60 flores por cada 100 pies de fila.

Se requiere de una abeja carpintera por cada 50 flores de parcha. En contraste, se requiere de una abeja por cada cuatro flores de parcha. Esto puede equivaler a entre 2 y 4 colmenas por cuerda de siembra (McGregor, 1976). El número de colmenas polinizadoras por cuerda depende en gran medida de la competencia prestada por otras flores en las inmediaciones del predio de siembra. El néctar de la parcha es atractivo a las abejas melíferas, por lo que el problema de competencia prestado por otras flores debe ser mínimo. En situaciones en las que no se obtiene un cuaje efectivo, aún con una cantidad adecuada de abejas melíferas en el predio de siembra, se debe sospechar que las abejas se están yendo a flores más atractivas.

El pimiento verde o morrón, pimiento cubanelle, *C. annuum*, el ají dulce y el picante, *C. frutescens*, son cultivos de importancia en Puerto Rico. Se utilizan principalmente como ingredientes en la confección de platos de nuestra cocina y en la confección de nuestro sofrito. También se secan enteros o molidos y se utilizan como especia, basado en su color y cantidad de capsaicina. La planta de pimiento es de crecimiento arbustivo bajo y compacto, multi-ramificada, de 2 a 4 pies de alta. Las frutas son recogidas cada dos o tres días cuando alcanzan un tamaño máximo, pero antes de que maduren en la planta.

La inflorescencia:

La flor es de 3/8 a 5/8 de pulgada, blancuzca con matices púrpuras. Usualmente la flor es solitaria aunque en ocasiones hay grupos de flores. La flor abre temprano en la mañana y permanece abierta durante ese día. Las anteras abren de 1 a 10 horas luego de que la flor abre. La cantidad de néctar y de polen disponible para las abejas melíferas varía mucho entre cultivares, tiende a ser poco atractivo para las abejas, aunque es común observar la visita de abejas en un predio de siembra.

Requisitos polínicos:

Los requisitos polínicos de los pimientos y ajíes no están claros, dada la poca investigación que se ha realizado al respecto. Se puede establecer que la auto-polinización tiende a ser el comportamiento predominante, pero se entiende que la polinización cruzada puede tener un impacto significativo en la cantidad y calidad del cuaje y por lo tanto del fruto. Odland y Porter (1941) encontraron que ninguna de las variedades examinadas son completamente autofértiles, concluyo que debe haber más polinización cruzada de la esperada. Al igual que en otras solanáceas, las temperaturas ambientales altas afectan adversamente la viabilidad del polen por lo que un cuaje temprano asistido por abejas melíferas podría ser un factor significativo en ambientes con temperaturas ambientales elevadas.

Se menciona la posibilidad de que las hormigas jueguen un papel en la polinización de los pimientos (McGregor, 1976). Sin embargo, parece difícil que un insecto que carece de vellos corporales pueda ser efectivo como agente polinizador. Es posible que las hormigas estén yendo a cosechar polen y néctar o a depredar sobre otros insectos, sin que tengan un efecto significativo en el cuaje de la fruta.

Recomendaciones:

Al momento no se puede hacer una recomendación, pero se sugiere hacer estudios dirigidos a determinar el efecto de la presencia de abejas al momento de la floración en la cantidad de polinización cruzada y a su vez el efecto de ésta en la cantidad y calidad del cuaje.

Berenjena *Solanum melongena* L., Solanaceae

De crecimiento arbustivo bajo, semi-compacto de 2 a 4 pies de alta. Con hojas más o menos ovaladas, con el envés cubierto de vellosidad y en ocasiones con pelos espinosos. Se cultiva en forma similar a los pimientos y tomates. Las frutas son de forma ovalada y ovalada-alongada, de color negras violetas, blancas y variegadas, se cosechan cuando tienen de 4 a 8 pulgadas de largo. Cada fruta puede tener unas 2,500 semillas. Aquellas frutas con pocas semillas tienden a ser duras y poco apetecibles. El número de semillas aumenta con el número de granos de polen transferidos al estigma.

La inflorescencia:

La flor es de 1½ a 2 pulgadas en grupos de 2 a 3 flores de color violeta. La flor permanece abierta por 2 o 3 días. Las abejas la visitan principalmente para obtener polen.

Requisitos polínicos:

Se ha observado que la polinización artificial (a mano) generó menos frutas que aquellas plantas que fueron expuestas a una polinización libre (Bailey, 1891). Plantas que se cultivaron en invernaderos, libres de agentes polinizadores, no produjeron frutas (McGregor, 1976). Kakizaki (1924) reportó hasta un 47 por ciento de polinización cruzada y éste reconoce la necesidad de ubicar abejas en los predios de siembra. Por otro lado, se ha encontrado plantas macho-estéril en las que las anteras no liberan polen. Estas plantas tienen que ser polinizadas por insectos y son utilizadas en la producción de híbridos. De hecho hoy en día se utiliza con frecuencia la semilla híbrida. Las plantas híbridas tienden a producir y madurar fruta antes que las parentales. El vigor híbrido se manifiesta también en un número mayor de frutas por planta. Pal y Taller (1969) indican que el número de semillas por fruta como resultado de polinización cruzada es más alto que el obtenido de plantas auto-polinizadas.

El viento no es un factor de peso en la polinización de la berenjena y la vibración no causa que se deposite una cantidad significativa de polen en el estigma. Granberry (1990) indica que la presencia de insectos es requerida para obtener buenos rendimientos. Se conoce muy poco sobre insectos con potencial polinizador en la berenjena, pero se observan abejas melíferas, abejas carpinteras (*Xylocópidos*) y abejorros (*Bombílidos*) visitando las flores de la berenjena en Puerto Rico. Se entiende que la presencia de abejas melíferas es beneficiosa y en algunos casos requerida en el cultivo de la berenjena. Si se siembran plantas estériles-macho para la producción de híbridos, la polinización por insectos es requerida por lo que las abejas deben estar presentes. Aún cuando se siembren variedades fértiles, la evidencia sugiere que debe haber una buena cantidad de agentes polinizadores en el predio de siembra.

Recomendaciones:

Basándose en las características de la flor, número de flores por planta, atractividad de la flor a las abejas, una o dos colmenas por cuerda puede ser un punto de partida razonable para establecer el número de colonias por cuerda de siembra.

Acuerdos entre agricultor y apicultor

Los arreglos y acuerdos entre los servicios solicitados por el agricultor y los servicios prestados por el apicultor tienen la capacidad de impactar el rendimiento del cultivo, así como los costos de producción. El objetivo de estos acuerdos es poder contemplar de antemano las áreas de interés y las de posible conflicto, para buscar solución efectiva a las mismas entre ambas partes. Por tal razón es recomendable que medie un contrato legal que proteja ambas partes. Irrespectivo del tipo de contrato, si ambas partes no están conformes con los acuerdos, el mismo no es funcional.

Elementos que se deben incluir en el contrato

Identificación de las partes. En términos generales se debe incluir, la fecha en que se redacta el documento, el nombre del agricultor y su dirección física, el nombre y dirección del apicultor, el tipo de cultivo

y la ubicación física de la siembra. El precio a pagar por el alquiler de las abejas y el tiempo que permanecerán las abejas en cada predio.

La forma y fecha del pago. Si se pagará con dinero, en efectivo o en cheque, con cosecha u otra forma de pago, y cuándo. Si se paga con cosecha, se establecerá de antemano la cantidad y la calidad del producto, así como quién hace la entrega, en dónde y cuándo. Debe haber una penalidad si el agricultor no paga al apicultor en la fecha estipulada.

La fecha y hora de la entrega de las colmenas en el predio de siembra. Se entregarán todas en un sólo lote o se entregarán en lotes escalonados en tiempo. Se debe incluir una penalidad por no cumplir con las fechas de entrega o por remover las colonias antes de tiempo. El número de colonias a ser entregadas y la población de cada colonia debe ser establecida de antemano y corroborada por ambas partes en o alrededor del día de la entrega. La población de cada colonia se debe determinar mediante el número de cuadros o panales con pupas y larvas, cubiertos con abejas. Ninguna colonia debe tener menos de 5 panales completamente cubiertos de pupas y larvas o menos de 8 a 10 de los 20 panales completamente cubiertos de abejas. Si hay penalidades por aquellas colonias que no llenan los requisitos de población, debe incluirse recompensa por aquellas que exceden el parámetro. La forma en que ambos evaluarán la población debe ser establecida de antemano. También pueden utilizar el número de total de pulgadas cuadradas de pupas y larvas. La ubicación de las colmenas debe ser establecida con claridad de forma que se pueda determinar si es viable acceder a las mismas en los vehículos de transporte. Recuerde que las abejas se entregan y se recogen de noche. Provea para que haya acceso de candados y portones al momento de la entrega y de remover las colonias, así como para el mantenimiento de las mismas mientras están en la finca del agricultor. Establezca si las colmenas han de ser distribuidas en varias localidades de la finca y cuántas se han de ubicar por localidad.

Mantenimiento de las colonias. El agricultor debe dar acceso al apicultor para que éste último pueda darle mantenimiento a las unidades polinizadoras. El apicultor debe hacer todo lo posible para que las unidades se mantengan en condición óptima. Esto puede incluir: alimentar con jarabe, añadir cuadros con cría, reemplazar unidades débiles con otras más fuertes, añadir colonias, remover miel si está limitando el espacio de postura de la reina, o lo que sea oportuno. Colonias sin reina no son consideradas unidades funcionales y deben ser reemplazadas por unidades polinizadoras sin costo adicional al agricultor. Si en un radio de 1 milla no hay una fuente de agua, proveer una forma de suplir agua a las abejas y hacer los arreglos con el agricultor para que esto sea factible. Si el apicultor entra a la propiedad del agricultor, debe haber una forma en que ambos estén claros del acceso.

Protección contra plaguicidas y prácticas de la finca. El agricultor tiene que establecer qué productos agroquímicos va a utilizar, y cuándo contempla utilizarlos, así como qué hacer cuando tenga que cambiar, el producto, o la hora o fecha de la aplicación. Se debe incluir la forma en que se le va a notificar al apicultor de forma que éste pueda responder en un tiempo y forma razonable para proteger sus abejas. Esto puede ser, llamar por teléfono hasta que se consiga a la parte involucrada, notificación personal, etcétera. Si hay daños a las abejas por plaguicidas, se debe buscar la forma de establecer el daño y cuánto daño hay, (abejas muertas debajo de la piquera, dentro del piso de la colmena). El apicultor puede poner envases debajo de las colmenas que permita que las abejas que caigan como resultado de la aplicación de plaguicidas no se vuelen o sean lavadas por la lluvia o consumidas por insectos y otros animales. El contrato tiene que hacer mención específica de la cantidad de dinero a pagar por unidad damnificada. Considere tomar muestras de las abejas muertas inmediatamente que las observe, rotule con la fecha, hora y localidad, congele y envíe a un laboratorio para su análisis.

Retirada de las colonias del predio. No remover a tiempo las colonias trae contratiempos para el agricultor por lo que se debe estipular claramente qué pasará si las mismas no son removidas en la fecha establecida. El agricultor tiene faenas que llevar a cabo, que posiblemente puedan ser entorpecidas si las abejas permanecen en el predio más allá de la fecha pactada. Dejar las colonias en el predio puede aumentar el número

de frutas por planta y disminuir su tamaño promedio. Ambas cosas pueden hacer el producto de menor valor e inclusive que no sea mercadeable. Se debe incluir una penalidad si las abejas no son removidas a tiempo. Establezca claramente el número de días que deben permanecer las colonias en cada predio de siembra y qué se va a hacer si el apicultor remueve las colonias antes de tiempo o las deja más allá de la fecha pautada.

Protección contra las picadas de las abejas. Es un hecho de que van a haber colonias de abejas melíferas en o alrededor del predio de siembra. Los empleados de la finca deben ser conscientes de que las abejas están allí y de que las mismas pican. No obstante, se debe establecer qué curso de acción se va a tomar si hay episodios fuera de lo normal con respecto a picadas a empleados. Por ejemplo, colmenas que se viren o caigan y las abejas se envuelvan en despliegues defensivos ya sea mientras el apicultor las opera o mientras algún empleado de la finca haga sus faenas.

Pago por el servicio de polinización. Hay que establecer claramente la cantidad de dinero a pagar por el servicio de polinización. Esto debe incluir los elementos antes mencionados como el precio por colonia en base a su población (por lo que cada colonia debe ser examinada entre ambos), número de colonias por predio, tiempo por predio, número de predios y las penalidades y las recompensas acordadas. También se debe incluir en el acuerdo formas en que se cubrirán eventos como no recibir el pago a tiempo, costos de realizar los cobros incluyendo costos legales, e intereses, así como cualquier otro elemento que usted entienda se debe contemplar de antemano para evitar mal entendidos y problemas. Para ejemplos de contratos visite; <http://www.pollinator.com/sampcntr.htm>

Literatura Citada:

Abrams, R. 1967. Studies on natural cross-pollination in Pigeonpeas (*Cajanus cajan*). Puerto Rico Univ. Jour. Agr. 51(1): 1-3.

Akamine, E. K., Girolami, G. 1959. Pollination and fruit set in the yellow passion fruit. Hawaii Agr. Expt. Sta. Tech. Bul. 59, 44 pp.

Bailey., L. H. 1891. Experiences with eggplants. N.Y. (Ithaca) Agr. Expt. Sta. Bul. 26, 26 pp.

Beste, E., D. M. Caron, G. Dively, K. Everts, E. Kee, S. D. Walker, J. Whalen, J. Windsor, and T. Wooten. 1998. Watermelon production guide for Delaware and Maryland. Cooperative Extension Misc. Pub. 52pg.

Bodnar, J. 1998. Pollination of Vine Crops. OMAFRA Agriculture and Rural. Factsheet ISSN1198-712X. Queen's Printer for Ontario, Canada.

Burgett, D. M., G. C., Fisher, D. F., Mayer, C. A. Johansen,. 1993. Evaluating honey bee colonies for pollination: A guide for growers and beekeepers. PNW 245. Pacific North West Extension Publication. O <http://eesc.orst.edu/AgComWebFile/EdMat/PNW245.pdf>

Caron. D. M. 1990 Watermelon pollination. Proc. 21st Mid Atlantic Veg. Workers Conf.: 101-103.

Dupree, W. E., J. G. Woodruff, and S. Siewert. 1953. Watermelon rinds in food products. Ga. Agr. Expt. Stat. Bul. 285. 30 pp.

- Free, J. B. 1993. Insect Pollination of Crops. 2nd Edition, Academic Press, NY. 684 pp.
- Granbery, D. M. 1990. Commercial eggplant production. Circular 812. The University of Georgia, College of Agricultural & Environmental Sciences, Cooperative Extension Service.
- Hayase, H. 1953. Cucurbita-Crosses. IV. The Development of Squash Fruit as Affected by Placement of Pollen on Stigma. Hokkaido Natl. Agr. Expt. Sta. Res. B. 64: 22-25. [En japonés, con resumen en inglés.]
- ICRISAT 1999. From Orphan Crop to Pacesetter. Publication Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 22 pp. ISBN 92-9066-401-0.
- Kakizaki, Y. 1924. The flowering habit and natural crossing in the egg-plant. Japan Jour. Genet. 3: 29 - 38.
- Kevan, P. G. and T. P. Phillips. 2001. The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. Conservation Ecology 5(1): 8. [online] URL: <http://www.consecol.org/vol5/iss1/art8>
- Kinman, M.L. and Martin, J. A. 1954. Present status of sesame breeding in the United States. Agron. Jour. 46(1): 24-27.
- Krauss, F. G. 1927. Improvement of the pigeonpea, genetic analysis of the *Cajanus indicus* and the creation on new varieties through hybridization and selection. Jour. Hered. 18: 227-232.
- Krauss, F.G. 1932. The pigeonpea (*Cajanus indicus*) its improvement, culture and utilization in Hawaii. Hawaii Agr. Expt. Sta. Bul. 64, 46 pp.
- Langham, D. G. 1941. Natural and controlled pollination in sesame. Jour. Hered. 35(8): 254-256.
- Martinez, H. G., and Quilantan, V. L. 1964. Por ciento de polinización cruzada en sésame en Iguala, Gros, Agr. Tecnología Mex. 11(4): 175-177.
- Matta, D. N., and Dave, B. E. 1931. Studies in *Cajanus indicus*. India Dept. Agr., Mem. Bot. Ser. 19, 25 pp.
- McGregor, S. E., 1976. Insect Pollination of Cultivated Crop Plants. USDA, ARS. Agriculture Handbook No. 496 U.S. Government Printing Office Washington D.C.
- Odland, M. L., and Porter, A. M. 1941. A Study of natural crossing in peppers (*Capsicum frutescens*). Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 38: 585-588.
- Pierce, L.C. 1987. Vegetables. Characteristics, production and marketing. John Wiley & Sons, 433 p.
- Pal y Taller. M. 1969. Effects of pollination methods on fertilization in eggplant (*Solanum melongea* L.)] Acta Agron. Acad. Sci. Hung. 18(3/4): 307-315. Abstract in Biol. Abs. 52(11) 58979: 5925. 1971.
- Purewal, S. S., and Rhandhawa, G. E. 1947. Studies in *Hibiscus esculentus* (Ladyfinger) (Okra) I. Chromosome and pollen studies. Indian Jour. Agr. Sci. 17: 129-136.
- Rheenen, H. A. VAN. 1968. Natural cross-pollination in sesame. (*Sesamun indicum*). Trop. Agr. Trinidad 45(2): 147-153.

Sale, P. R., 1987 Passionfruit culture. MAFTech Horticulture Advisory Officer (Citrus and Subtropicals), Ministry of Agriculture and Fisheries, Tauranga, NZ.

Sanford, M. 1992. Beekeeping: Watermelon Pollination. Publication # RF-AA091, Florida Cooperative Extension Service. <http://edis.ifas.ufl.edu>

Sanford, M. 1998. Pollination, The Forgotten Agricultural Input. Proceedings of the Florida Agricultural Conference and Trade Show, Lakeland, FL, September 29-30, 1998, J. Ferguson, et al eds., pp. 45-47.

Shaw, F. J. F. 1932. The breeding of *Cicer* and *Cajanus*. Imp. Burl Plant Genet., Herbage Plants Bul. 7: 14-16.

Saxena, K.B., Singh, L., and Gupta, M.D. 1990. Variation for natural outcrossing in pigeonpea. *Euphytica* 46:143-148.

Srivastava, D. P., and Singh, S. N. 1968. Heterosis in sesame. *Indian Bot. Soc. Jour.* 47(1/2): 79-88.

United States Department of Agriculture. 1958. Sesame Production. U.S. Dept. Agr. Farmers' Bul. 2119, 12 pp.

Wilsie, C. P., and Takahashi, M. 1934. Natural crossing in the pigeonpea. *Jour. Agr. Res.* 49: 923-927.

Wróblewska, A. 1991. Attractiveness of *Phaseolus L.* Flowers for pollinating insects. *Acta Hort. (ISHS)* 288:321-325 http://www.actahort.org/books/288/288_51.htm