



EL COLEGIO DE LA FRONTERA SUR
Abejas de Chiapas

REPORTE TÉCNICO

Pecoreo de abejas *Apis mellifera* en flores de soya *Glycine max*

Eric Vides Borrell & Rémy Vandame

**El Colegio de la Frontera Sur
Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente**

Diciembre de 2012

Pecoreo de abejas *Apis mellifera* en flores de soya *Glycine max*

Resumen

En junio de 2012, se autorizó la siembra de soya genéticamente modificada (GM) en 7 estados de México, 5 de ellos de gran importancia en la producción y exportación de miel. En un contexto de exigencia del mercado europeo, principal destino de esta miel, sobre el etiquetado de productos alimentos que contengan ingredientes de cultivos GM, podría ponerse en riesgo la comercialización de la miel mexicana. En este marco, llevamos a cabo una investigación en campo para: a) conocer si las abejas pecorean las flores de soya, b) identificar la presencia o ausencia de polen de soya en muestras de miel y polen de *Apis mellifera*, y c) determinar el porcentaje de muestras con polen de soya GM presente en la miel y en las trampas de polen.

Se encontró que las abejas efectivamente pecorean las flores de soya, y en consecuencia, que la gran mayoría de las muestras de miel y polen contuvieron polen de soya. Los contenidos de polen de soya en las muestras fueron en algunos casos mayores al 40 % del total del polen. Las abejas pecorean en plantíos de soya que distan hasta 2 km de las colmenas. En algunas muestras cercanas y lejanas de los plantíos de soya se encontraron porcentajes muy altos de polen de soya GM sobre el total del polen de soya. Se discuten estos resultados a la luz del contexto actual del mercado de la miel.

Introducción

En las últimas décadas, la biotecnología moderna ha realizado grandes avances, desarrollando nuevas propiedades en organismos vivos, a través de la inclusión en ellos de genes de organismos de otras especies, dando lugar a los Organismos Genéticamente Modificados (OGMs). Estos se han impuesto como una de las vías para mejorar las prácticas y rendimientos en agricultura, teniendo como meta la de alcanzar la seguridad alimentaria global. Al mismo tiempo, han generado un considerable debate en cuanto a sus logros reales, o a las posibles consecuencias indeseadas para el medio ambiente y la salud. Esto dio lugar a la bioseguridad, o uso seguro de la biotecnología (CBD & UNEP, 2003), cuyo objetivo es justamente minimizar estos riesgos potenciales.

Los estudios existentes sobre la coexistencia entre cultivos GM y no-GM se han realizado principalmente sobre la posibilidad de intercambio de genes entre estos cultivos, principalmente en maíz y soya (Devos *et al.* 2008). En cultivos efectivamente, la afectación de la coexistencia se debe esencialmente a la posibilidad de fecundación cruzada entre los dos tipos de cultivos. Sin embargo, la apicultura aporta una dimensión espacial particular al tema de la coexistencia. Las abejas comúnmente pecorean en un radio de 2 a 4 km alrededor de las colmenas (Seeley 1992), y excepcionalmente hasta 14 km (Beekman & Ratnieks 2000), por lo que potencialmente el polen de cultivos GM puede encontrarse en la miel producida a distancias importantes de los cultivos.

Esto cobra importancia para México, tercer exportador mundial de miel, cuya producción se concentra en los estados del sureste, y en particular en la península de Yucatán. El mercado principal de esta miel producida en el sureste mexicano es la Unión Europea (UE), la cual aplica de manera particular la tolerancia de 0.9% de origen de cultivos GM para cada ingrediente de un producto. Un fallo de la Corte de Justicia de la Unión Europea (UE) del 6 de septiembre de 2011 determinó que el polen, como ingrediente de la miel, no podía ser GM en más de 0.9% sin que esto fuese indicado en el etiquetado (Tribunal de Justicia de la Unión Europea, 2011). Estas son las reglas que actualmente se aplican, aunque la propia UE este consultando sobre un cambio en su reglamentación.

En este marco, la autorización otorgada en junio de 2012 para la siembra de 253,500 ha de soya GM, principalmente en Chiapas y en la Península de Yucatán, hace necesario determinar si las abejas *Apis mellifera* visitan este cultivo, y si su polen se encuentra en la miel. Diversas investigaciones han demostrado que las abejas pecorean las flores de soya (Erickson *et al.* 1978, Severson & Erickson, 1984). Sin embargo, la controversia subsiste, e incluso recientemente se han publicado documentos que aseveran que las abejas no pecorean en flores de soya (Agrobio, 2012).

Por ello el presente documento reporta los resultados de un trabajo que tenía por objetivos: determinar si las abejas pecorean las flores de soya; identificar la presencia o ausencia de polen de soya en muestras de miel y polen de *Apis mellifera*, colectadas en colmenas circundantes a los cultivos de soya a diferentes distancias; en caso de encontrar polen de soya, determinar la cantidad de polen de soya GM del total de polen de soya presente en la miel y en las trampas de polen.

Este reporte técnico es una presentación sucinta de los resultados, los cuales serán objeto de una publicación científica completa.

Metodología

Se colocaron 33 colmenas a 5 diferentes rangos de distancias de las parcelas de soya GM en el Soconusco, en las cercanías de Tapachula, Chiapas (210-280, 500-560, 800-1050, 1520-1550 y 1980-2000 m, posteriormente referidos como distancias de 250, 500, 1000, 1500 y 2000 m). Se ubicaron entre 3 y 6 colmenas a cada una de los rangos de distancia mencionados. Las colmenas se colocaron una semana antes que la floración de la mayoría de los plantíos comenzara, y se dejaron en el sitio de estudio alrededor de 30 días, para abarcar la totalidad de la duración de la floración en la zona.

Se observó y documentó el comportamiento de las abejas en flores de soya.

Se colocaron trampas de piquera en la mayoría de las colmenas, excepto en las colmenas ubicadas a 1000 m, debido a la dificultad de acceso al sitio. Las colectas de polen se realizaron durante toda la floración. Adicionalmente, se obtuvieron muestras de miel de las colmenas al final de la floración.

Las muestras de miel y polen se enviaron para su análisis al laboratorio Intertek (Bremen, Alemania) y se analizaron por etapas. En la primera etapa, las muestras tanto de miel como de polen fueron analizadas por PCR para detectar la presencia de polen de soya (GM o no). En la segunda etapa, las muestras (tanto de miel como de polen) que resultaron positivas a la presencia de polen de soya fueron analizadas por RT-PCR (PCR tiempo real), para determinar la proporción de polen de soya GM en relación al total de polen de soya; en paralelo se realizó un análisis por palinología, para determinar la proporción de polen de soya en relación al total del polen.

Evidencia videográfica y fotográfica

Durante el periodo del experimento, en septiembre de 2012, en localidades del Soconusco, se realizaron observaciones directas de las abejas en los plantíos de soya.

En primer lugar, se realizó un video en donde se puede apreciar a algunas abejas pecoreando en las flores de soya. El vínculo del video es el siguiente: <https://www.youtube.com/watch?v=6s5FaBm7yBE>

En segundo lugar, se tomaron fotografías de las abejas *Apis mellifera* pecoreando en las flores de soya, aunque éstas son autóгамas. A continuación, se presentan dos de las fotografías tomadas.

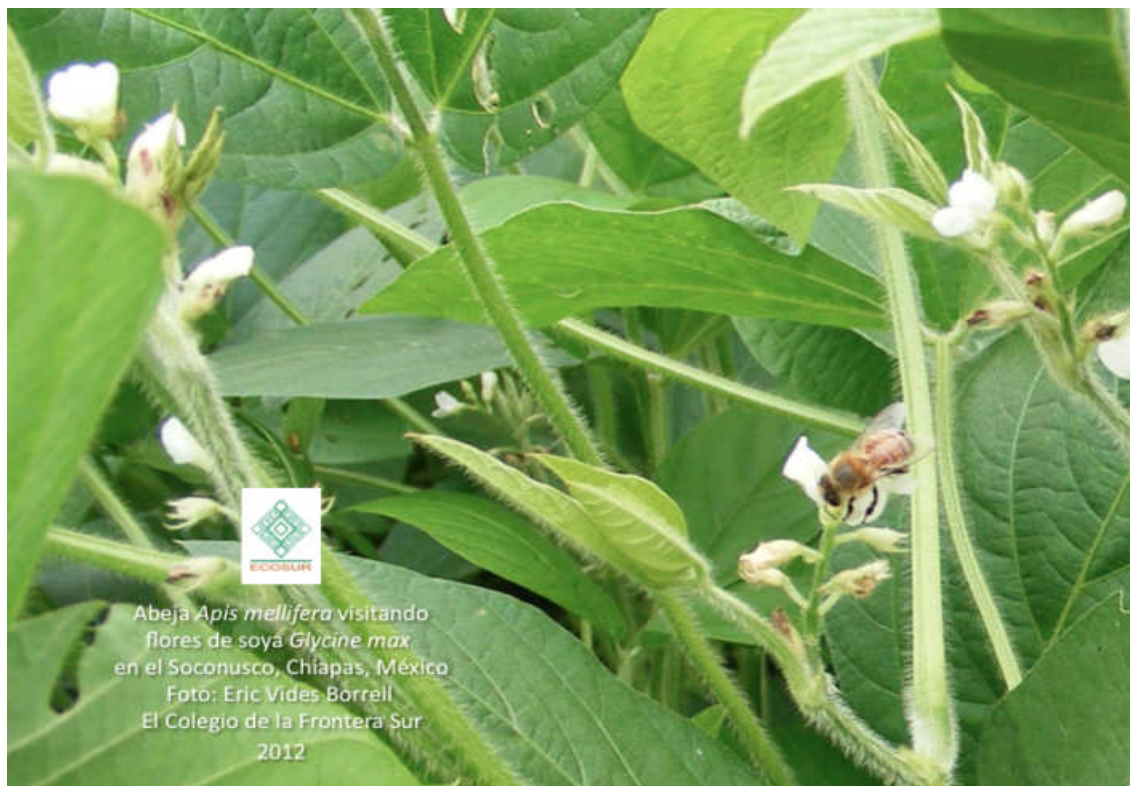


Figura 1. Fotografía tomada en el mes de septiembre en una de las plantaciones circundadas por las colmenas que se utilizaron para el experimento.



Figura 2. Fotografía tomada en el mes de septiembre en una de las plantaciones circundadas por las colmenas que se utilizaron para el experimento; en la pata trasera de la abeja se puede ver una pelota de polen.

Análisis de muestras

Los resultados de los análisis realizados por el laboratorio Intertek muestran la presencia de polen de soya en la gran mayoría de las muestras de miel y de polen. En total, más del 90 % de las muestras de miel y más de 60 % de las muestras de polen, cuentan con la presencia de polen de soya, con variaciones en función de la distancia a las parcelas de soya (fig. 3). Cabe destacar que a 2000 m de las parcelas, 100% de las muestras de polen y 100% de las muestras de miel contienen polen de soya. Esto confirma que las abejas pecorean en cultivos de soya, incluso hasta 2000 m de sus colmenas.

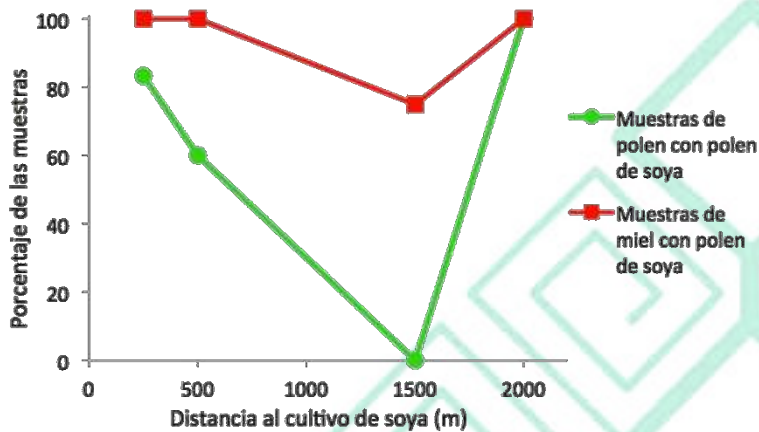


Figura 3. Porcentaje de muestras de miel y de soya con presencia de polen de soya (GM o no), en colmenas ubicadas a distancias crecientes de cultivos de soya.

Muestras de polen

En la mitad de las muestras de polen (fig. 4) colectadas a corta distancia de las parcelas de soya (250 m), se encontró más de 45% del polen de soya del polen total. A distancias crecientes, aparece una tendencia a la disminución del porcentaje de muestras con polen de soya. A 1500 m incluso, ninguna de las muestras presentó polen de soya. Sin embargo, a 2000 m, todas las muestras presentaron nuevamente polen de soya. Esta tendencia no lineal requiere de mayor análisis para ser explicada, pero confirma que al menos hasta 2000 metros de distancia entre parcelas de soya y colmenas, es muy probable encontrar polen de soya en el polen colectado por las abejas.

El análisis RT-PCR permitió determinar el porcentaje de polen de soya GM dentro del total de polen de soya en las muestras de trampas de polen. En estas muestras, se encontró un porcentaje alto de muestras con polen de soya GM tanto a corta como a larga distancia. A 250 m, 67% de las muestras presentaron polen GM. A distancias intermedias, todo el polen de soya encontrado fue de plantas no GM. Sin embargo el polen colectado de colmenas ubicadas hasta 2000 m de los cultivos de soya contenía polen de soya GM en 100% de los casos. En la zona de estudio, se siembra tanto soya GM como soya convencional, por lo tanto no resulta extraño encontrar presencia de ambos tipo de polen en algunas trampas.

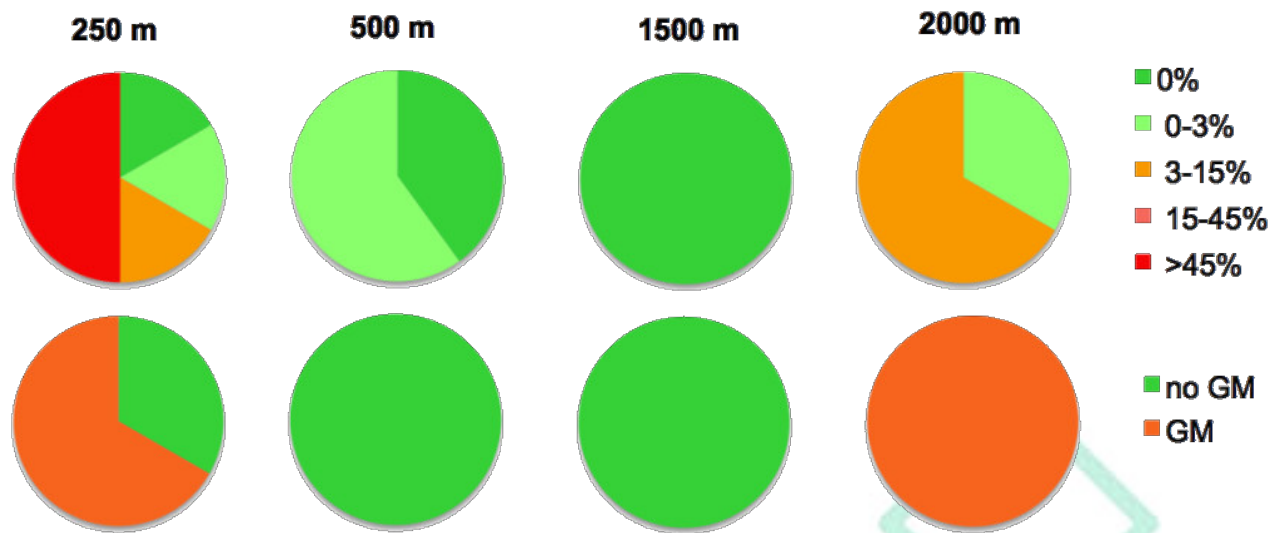


Figura 4. Arriba: porcentaje de muestras de polen colectadas en trampas de piquera, con presencia de polen de soya, en función de la distancia a las parcelas; los datos se presentan en porcentaje de muestras en cada rango de porcentaje (ej. 0% de polen de soya sobre el polen total; entre 0 y 3% de polen de soya sobre el polen total; etc.). Abajo: porcentaje de las muestras que contienen polen de soya transgénica. No se presentan los datos a 1000 m, por falta de muestras de polen.

Algunos de los resultados llaman una atención particular. Para una de las colmenas ubicada a 250 m del cultivo de soya mas cercano, se encontró que 52% del polen colectado por las abejas era de soya. De este 52%, el 79% era polen de soya GM. En otras colmenas, ubicadas a más de 300 metros de las plantaciones de soya, se encontraron porcentajes mayores al 45% de polen de soya en el total de polen colectado con trampas. Incluso en colmenas ubicadas a 2000 metros de los cultivos de soya, hubieron muestras con 4% de polen de soya sobre el total de polen, y el polen de soya resulto en un 100% ser de soya GM.

Muestras de miel

Los análisis realizados con técnicas de palinología muestran que la mayoría de las muestras de todos los rangos de distancias presentan polen de soya (fig. 5). En las muestras de miel de colmenas ubicadas a 250 y 500 m de las parcelas, se encontraron muestras con alto contenido de polen de soya (entre 15 y 45 %). En ninguna muestra de miel se encontró más de 45 % de polen de soya. Las únicas muestras que no contuvieron polen de soya fueron las de colmenas ubicadas a 1000 m de los cultivos de soya. Las muestras de colmenas ubicadas a 2000 m de los cultivos de soya presentaron contenidos considerables de polen de soya, de 0 a 3 % y de 3 a 15%. Estos resultados indican que las abejas si visitan las flores de soya, incluso a distancias de 2 km, como una fuente de pecoreo importante durante el mes de septiembre, lo cual es explicable, considerando que durante esos meses muy pocas plantas se encuentran en periodo de floración.

Se encontró polen de soya GM en algunas de las muestras ubicadas entre 250 y 1000 m de distancia a las parcelas de soya. A distancias mayores de los 1000 m, no se encontró polen de soya GM en las muestras de miel.

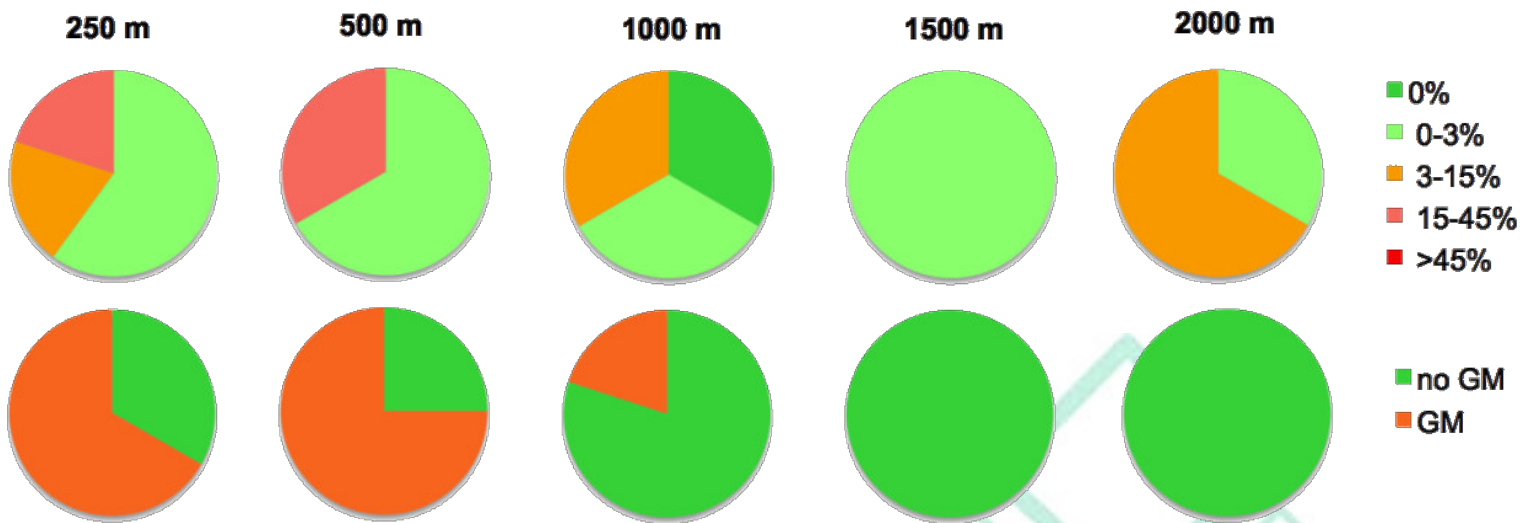


Figura 5. Arriba: porcentaje de muestras de miel colectadas en colmenas, con presencia de polen de soya, en función de la distancia a las parcelas; los datos se presentan en porcentaje de muestras en cada rango de porcentaje (ej. 0% de polen de soya sobre el polen total; entre 0 y 3% de polen de soya sobre el polen total; etc.). Abajo: porcentaje de las muestras que contienen polen de soya transgénica.

Los datos obtenidos de muestras de miel también presentan cifras remarcables. En una muestra de una colmena ubicada a 500 m de los cultivos de soya, se encontró 19% de polen de soya del total de polen. Dos de las muestras de miel de colmenas ubicadas a 2000 metros de distancia del cultivo de soya más cercano contuvieron 7 y 10% de polen de soya del total del polen encontrado en la miel.

Discusión

Los resultados encontrados en este estudio en muestras de miel y de polen, confirman sin lugar a duda que las abejas pecorean en flores de soya, como se observó en las plantaciones en septiembre de 2012. Dicho hallazgo confirma los estudios previos que indican que la soya (*Glycine max*) es una especie visitada y polinizada por *Apis mellifera* (Erickson *et al.* 1978; Severson & Erickson, 1984). Adicionalmente, mostramos que las abejas visitan cultivos de soya ubicados hasta 2000 m de sus colmenas, pecoreando en las flores de soya, lo cual se traduce en importantes contenidos de polen de este cultivo (GM y no-GM) en el polen total, así como en la miel que almacenan las abejas.

Los altos porcentajes reportados aquí ponen en evidencia que la miel producida en paisajes caracterizados por la producción de soya puede contener altos contenidos de polen de soya. En caso que la soya sea mayoritariamente GM, se encontrará su polen en altos porcentajes en la miel. Los resultados encontrados se pueden explicar en cierta medida por el paisaje agrario del Soconusco, el cual se caracteriza por presentar grandes extensiones de monocultivos, en paisajes que limitan en gran medida las opciones de pecoreo de las abejas durante la temporada de lluvias, lo que las motiva a pecorear en los monocultivos de soya durante el mes de septiembre.

En el Soconusco, se siembratanto soya GM como no-GM soya GM. De acuerdo con Wong (2012, comunicación personal) se estima que en 2012, los productores de soya sembraron ambos cultivos en

cantidades similares. Por lo tanto, se explica que no en todas las muestras de miel y polen con presencia de polen de soya, dicho polen sea de variedades genéticamente modificadas.

La mayor distancia entre parcelas de soya y colmenas del experimento fue de 2000 metros. Sin embargo, parece que aún esta distancia máxima del experimento resulto insuficiente, por lo que sería importante realizar más investigaciones considerando mayores distancias entre plantaciones de soya y colmenas, para así determinar hasta que punto las abejas ya no alcanzan a pecorear las flores de soya.

Nuestros datos sugieren que las mieles producidas a distancias iguales o menores a 2000 m de los cultivos de soya GM contendrán polen de estos cultivos. Bajo la reglamentación actual, podrán exportarse en mercados de la UE solo con la mención de su contenido de polen GM en el etiquetado, lo que en la práctica impide su comercialización, dada la presión de los consumidores de la UE a sus gobiernos para conocer la presencia de ingredientes de origen de cultivos GM en los alimentos.

Aunque la UE redefine el polen como un componente natural de la miel, no serán evitados los daños económicos al sector apícola mexicano, dado que ciertos sectores de mercado seguirán exigiendo productos libres de GM (ECoB, 2010), y que las normas que rigen la producción de miel orgánica, de la cual México se ha vuelto primer productor mundial, no permite la presencia de polen GM.

De forma más amplia, nuestros datos muestran que en el caso de siembra de soya GM, es inevitable la presencia de polen este cultivo en la miel producida en un radio de 2000 m alrededor de las parcelas. Esto quita entonces la posibilidad para los apicultores de escoger entre obtener una miel con o sin polen GM. En otras palabras, no hay coexistencia posible entre la apicultura y la producción de soya GM o cualquier otro cultivo que incluya secuencias GM y que sea una fuente de polen para las abejas.

Estos datos, con análisis mas avanzados, se presentarán en detalles en una publicación científica.

Agradecimientos

Se agradece a la CONABIO por crear el espacio necesario al debate científico y técnico sobre el cultivo de soya transgénica, así como por financiar los análisis de laboratorio presentados aquí.

Referencias Bibliográficas

- Agrobio México (2012) La producción sustentable de miel y de soya Genéticamente Modificada (GM) es posible en el sureste. <http://www.agrobiomexico.org.mx/publicaciones/SoyaMielbaja.pdf>
- Beekman M & Ratnieks FLW (2000) Long-range foraging by the honey bee *Apis mellifera*. *Functional Ecology* 14: 490-496
- CBD & UNEP (2003) Biosafety and environment: introduction to the Cartagena Protocol on Biosafety.
- Devos Y, Demont M, Dillen K, reheul D, Kaiser M & Sanvido O (2008) Coexistence of genetically modified (GM) and non-GM crops in the European Union: a review. *Agron. Sustain. Dev.* 29: 11-30
- ECoB (2010) Best Practice Documents for coexistence of genetically modified crops with conventional and organic farming - 1. Maize crop production. European Coexistence Bureau (ECoB)
- Erickson EH, Berger GA, Shannon JG & Robins JM (1978) Honey Bee Pollination Increases Soybean Yields in the Mississippi Delta Region of Arkansas and Missouri. *Journal of Economic Entomology* 71: 601-603
- Seeley T (1992) *Honeybee Ecology: A Study of Adaptation in Social Life*. Princeton University Press. 216 pp.
- Severson D y Erickson EH (1984) Quantitative and Qualitative Variation in Floral Nectar of Soybean Cultivars in Southeastern Missouri. *Environmental Entomology* 13: 1091-1096
-