



Uso y aprovechamiento de la biodiversidad para mejoramiento de cultivos: la polinización con abejas *Apis Mellifera* en café como biotecnología

*Use of biodiversity for crops improvement: pollination with *Apis Mellifera* bees in coffee as biotechnology*

Camilo José González Martínez*

* Ingeniero Ambiental, profesor investigador de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Programa de Ingeniería Agroecológica, Zipaquirá, Cundinamarca (Colombia). Teléfono +57 (1) 2916520, Ext. 3419, Correo electrónico: camilo.gonzalez@uniminuto.edu, camilojgm@yahoo.com

Introducción

La evolución de las especies es un concepto relacionado con el tiempo, el medio ambiente y los mecanismos de desarrollo de los individuos, en términos de adaptación a estos factores. De esta forma, en la actualidad podemos encontrar seres vivos que tienen unas interacciones específicas, susceptibles de estudio, con sustancias químicas en ciclos biogeoquímicos, el clima, disponibilidad de alimentos, ciclos reproductivos, entre otros.

En términos de evolución biológica, cabe destacar que las primeras células datan de hace 2700 millones de años (Karp, 2014), lo que nos lleva a considerar la gran cadena de acontecimientos posteriores a esa datación, pues los resultados son la vida como la conocemos actualmente y los mecanismos desarrollados por los seres vivos para interactuar con el medio natural. Es importante considerar que existen seres vivos con más de 400 millones de años de evolución (Cameselle, 2013), en otras palabras, estos son organismos que han perfeccionado sus condiciones de funcionamiento, sus características fisiológicas y morfológicas; también han establecido interacciones definidas con los sistemas naturales y forman parte integral de los flujos de energía en ecosistemas. Estas características permiten entender que la evolución ha perfeccionado organismos y procesos que están a disposición en términos biotecnológicos. De acuerdo con Bolívar (2004), la biotecnología se define como el uso responsable y sustentable de la biodiversidad, mediante el desarrollo de tecnología eficaz, limpia y competitiva para facilitar la solución de problemas importantes en los sectores de la salud, agropecuario, industrial y medio ambiente.

En Colombia, el cultivo de café tiene gran importancia socioeconómica, es el segundo renglón generador de divisas, pues aportó el 4% del PIB total en la última década, con una exportación anual de US 2.516.694 dólares, de los cuales el 42% es exportado a Estados Unidos (TRADE MAP, 2017). Con el fin de fortalecer esta actividad económica se han desarrollado diversos estudios, apoyados por la Federación Nacional de Cafeteros, que se enfocan en el fitomejoramiento para obtener una alta productividad. Mediante el desarrollo de dichos estudios se han obtenido excelentes resultados, entre ellos, *Coffea arabica* (variedad Colombia), la variedad Castillo (producida recientemente)

y la variedad Caturra, las cuales predominan en el paisaje de las zonas cafeteras por su capacidad de autopolinizarse. Esto último ha hecho que se le dé poca importancia a la función que tiene la polinización cruzada por abejas (Jaramillo, 2010).

La polinización es el proceso en el cual el polen es transportado de la parte masculina a la parte femenina de la misma flor (autopolinización), o a otra flor de la misma especie (polinización cruzada) (Nogueira-Couto, 1994). Cuando la polinización tiene como mecanismo un insecto se denomina polinización entomófila, pues el insecto transporta el polen adherido a su cuerpo, a través de grandes distancias, lo cual es considerado un servicio ecosistémico que influye de manera positiva (en términos de la diversidad vegetal) en sistemas agroforestales y hábitats naturales aledaños a los cultivos, por lo que se considera de gran importancia para el ser humano (Bonilla, 2012; Klein, Cunningham, Bos y Steffan-Dewenter, 2008; Klein, Steffan-Dewenter y Tschardt, 2003).

En este trabajo se presentan los resultados de implementar apicultura de abejas *Apis mellifera*, para polinización en cultivos de café *Coffea arabica*, variedad Castillo, como biotecnología para el mejoramiento de la producción y como alternativa de diversificación de ingresos para los productores de café en Pasunchá, municipio de Pacho, Cundinamarca, Colombia.

Materiales y métodos

La fase experimental de esta investigación se desarrolló entre febrero de 2016 y febrero de 2017, para cuyos efectos se seleccionaron tres fincas, de acuerdo con los requerimientos técnicos e inherentes a los cultivos objeto de estudio. En consecuencia, cada finca cuenta con una plantación de café *Coffea arabica* en etapa productiva, las coordenadas de ubicación geográfica de las fincas son las siguientes: 5° 16'04" N 74°13'41" O con una altura de 1560 msnm, 5°16'12" N 74°13'79" O a 1.760 msnm y 5°18'38" N 74°13'22" O a 1.650 msnm dentro de los corregimientos de Pasunchá y Villa Gómez en Pacho (Cundinamarca, Colombia).

La evaluación de la implementación de abejas *Apis mellifera* en la producción y mejoramiento de café se desarrolló en el corregimiento de Pasuncha, municipio de Pacho (Cundinamarca, Colombia), siguiendo los procedimientos estipulados para la integración de colmenas de *Apis mellifera* en apicultura convencional. Además de lo anterior, fue necesario coleccionar insectos para análisis entomológico con el fin de identificar a los polinizadores y su relación con la polinización cruzada de *Apis mellifera*. Así mismo, se realizó una identificación taxonómica de plantas para conocer y establecer la presencia de flores, y, por ende, la disponibilidad de néctar en periodos de no floración de los cafetos. Con la identificación de insectos y plantas se desarrolló un análisis palinológico de las plantas identificadas y asociadas al cultivo de café y su importancia para las abejas.

En el estudio palinológico (figura 1) se llevaron a cabo los protocolos de recolección de flores de interés apícola en campo, los cuales incluyen los siguientes procedimientos: montaje de la parte masculina de la flor (anteras) en la lámina o porta objetos, recolección y envío al laboratorio del pan de abejas, montaje y análisis del pan de abejas, montaje y análisis de muestras de miel alveolar o por extracción, montaje y análisis de polen seco, junto con la descripción básica de los granos de polen (Acosta, Penagos y Vargas, 2016)

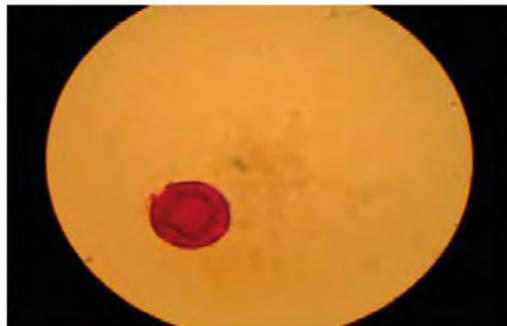


Figura 1. Imagen de polen. *Coffea arabica*, Variedad Castillo. Extraído del pan de abejas apiario

Fuente: Penagos (2016)

Para implementar las colmenas de abejas *Apis mellifera* en los cafetales de Pasuncha se identificaron los lugares para los apiarios en cada uno de los puntos previamente seleccionados por caracterización geográfica, se prepararon los encerrados y se instalaron los núcleos de abejas provenientes de colmenas seleccionadas por mansedumbre, producción y tolerancia a enfermedades (figura 2).



Figura 2. Adecuación del terreno e infraestructura apícola

Fuente: Penagos (2016)

Una vez establecidos los apiarios (figura 3) se realizaron acompañamientos técnicos y capacitaciones sobre el manejo de los mismos. Dichas capacitaciones incluyeron las precauciones que se deben tener en el manejo de *Apis mellifera* y charlas informativas sobre la importancia de esta investigación para el desarrollo productivo de la zona.



Figura 3. Implementación de colmenas y establecimiento de apiarios

Fuente: Vargas (2016)

En las tres fincas se evaluó el cuaje de frutos con y sin la inclusión de *Apis mellifera*, aplicando la metodología descrita por Vásquez, *et al.* (2011), que consiste en emplear angeos para aislar las plantas que fueron observadas durante la investigación. Se tomaron ramas productivas de las plantas de café en el mismo estado fenológico, con flores en estado de pre antesis (figura 4).



Figura 4. Abeja *Apis mellifera* visitando la flor del café

Fuente: Acosta (2016)

Además de lo anterior se realizaron tres tratamientos, tal y como se describe a continuación:

- 1). Polinización. En este tratamiento las flores de la planta puedan ser polinizadas por cualquier insecto
- 2). Testigo negativo con un angeo de 18x16 hilos por pulgada cuadrada. En este se excluye todo tipo de insectos con el fin de evaluar la autopolinización
- 3). Sin apis y con un angeo de 8x8 hilos por pulgada cuadrada. Se excluyen insectos que tengan un tamaño igual o mayor que apis, lo que indicará si se presenta una diferencia significativa respecto a la polinización con otros insectos o autopolinización.

En el tratamiento 1 se realizan réplicas en tres distancias entre las plantas seleccionadas y el apiario, de acuerdo a: D₁ (de 0 a 30 m), D₂ (de 31 a 70 m) y D₃

(mayor a 70 m). Lo anterior con el fin de analizar si la ubicación del apiario, con relación al cafetal, presenta una diferencia en la eficiencia de la polinización. Así mismo, se instalaron trampas de polen en las colmenas siguiendo las indicaciones del experto en apicultura Giovanni Vargas y del Grupo Apícola de la Universidad Nacional de Colombia.

Con los resultados de producción de café, con y sin la inclusión de abejas en los sistemas productivos, se procedió a realizar una evaluación comparativa en términos de rendimiento productivo. Esto determinará la eficiencia del proceso de polinización cruzada, en términos biotecnológicos, y su eficiencia, en términos productivos.

Resultados

Los resultados presentados en la investigación “Evaluación de la implementación de abejas *Apis mellifera*, en la producción y mejoramiento de café agroecológico para pequeños y medianos productores de Pasuncha en Pacho Cundinamarca” se desarrollarán en dos fases: la primera presentará los resultados del cuaje y amarre del fruto de café, y la segunda expondrá los resultados, en términos de diversificación de ingresos.

Resultados de cuaje y amarre del fruto de café, *Coffea arabica*, variedad Castillo

En términos de cuaje del fruto (figura 5-6), los datos no evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos (Rodríguez, Vargas, Pérez y Acosta, 2017). La figura 7 presenta el error estándar como evidencia de que los datos resultantes presentan un solapamiento: no se presentan diferencias en el tratamiento testigo negativo, el tratamiento de exclusión de *Apis mellifera* y el tratamiento de polinización.



Figura 5. Cuaje del fruto de café

Fuente: González (2016)



Figura 6. Medición del fruto

Fuente: Acosta (2016)

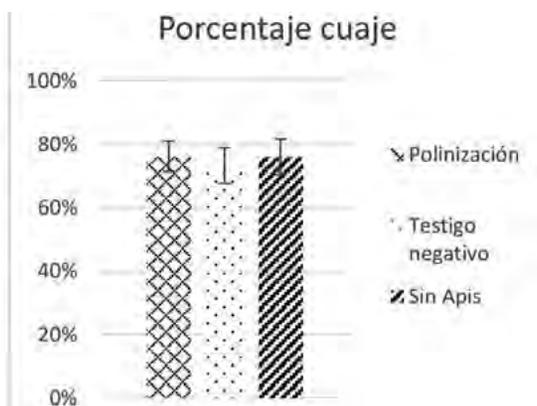


Figura 7. Porcentaje de cuajes del fruto de café *Coffea arabica*, variedad Castillo

Fuente: Rodríguez, et al. (2017)

El error estándar indica que existe solapamiento entre los datos obtenidos durante la investigación. Es decir, para que una flor abierta (en anthesis) se transforme en un fruto diminuto, no se observan diferencias entre el tratamiento T2 de testigo negativo, en el que se realiza este cuaje por efecto de la autofecundación, el tratamiento T3 de exclusión de *Apis mellifera* y el tratamiento T1 de polinización en que los insectos están visitando las flores de café.

El amarre se refiere al número de frutos que posterior a su cuaje permanecen en el cafeto hasta la cosecha. En el T1 de polinización el amarre fue significativamente mayor al T2 (testigo negativo) y al T3 (figura 8).

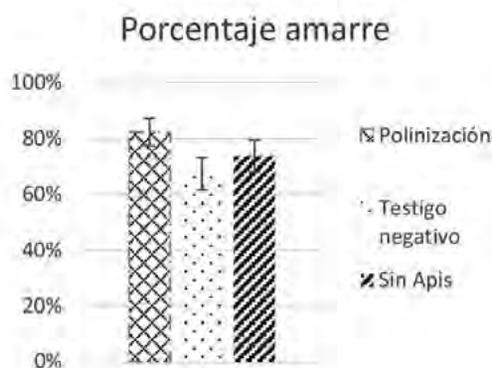


Figura 8. Porcentaje de amarre de fruto de café *Coffea arabica*, variedad Castillo

Fuente: Rodríguez, et al., (2017)

En términos productivos, se tiene un incremento del 12% con respecto a testigo negativo. Igualmente, las distancias no representan diferencias significativas, lo que permite inferir que la polinización por *Apis mellifera* cubre distancias de 120 metros del apiario.

Diversificación de ingresos

En cuestiones de diversificación de ingresos se debe considerar que la producción de miel de abejas es variable conforme a las zonas biogeográficas; así, por ejemplo, el rendimiento puede llegar a 40 Kg al año por colmena en Sucre, Atlántico, Magdalena y Bolívar; mientras que en zonas de alta montaña el promedio anual es de 20 Kg al año por colmena (Laverde, Egea, Rodruguez y Peña, 2010). Toxic chemical products formed as secondary metabolites by a few fungal species that readily colonise crops and contaminate them with toxins in the field or after harvest. Ochratoxins and Aflatoxins are mycotoxins of major significance and hence there has been significant research on broad range of analytical and detection techniques that could be useful and practical. Due to the variety of structures of these toxins, it is impossible to use one standard technique for analysis and/or detection. Practical requirements for high-sensitivity analysis and the need for a specialist laboratory setting create challenges for routine analysis. Several existing analytical techniques, which offer flexible and broad-based methods of analysis and in some cases detection, have been discussed in this manuscript. There are a number of methods used, of which many are lab-based, but to our knowledge there seems to be no single technique that stands out above the rest, although analytical liquid chromatography, commonly linked with mass spectroscopy is likely to be popular. This review manuscript discusses (a. Los apiarios experimentales instalados en Pasuncha (Pacho, Cundinamarca) tienen un total de 15 colmenas, y, de acuerdo con Vargas (2016), una colmena en proceso de adaptación al medio ambiente tiene una capacidad de producción de miel de 20 Kg al año.

Los costos de producción y beneficios monetarios para Colombia son de \$6.945 COP por Kg de miel en la zona de producción (no incluye los costos de transporte y comercialización), (Gómez y Rico, 2016), (figura 9). En términos de diversificación de ingresos, se calcula un beneficio de \$2.083.500 COP por concepto de producción de miel en las colmenas instaladas en los cultivos de café, esto sin considerar el polen y demás apiproductos comercializables (tabla 1).



Figura 9. Cosecha de apiproductos

Fuente: Acosta (2016)

Tabla 1. Resultados de eficiencia de la polinización con *Apis mellifera* en cultivos de café

Cultivo	Eficiencia de la polinización con <i>Apis Mellifera</i>	Mejoramiento en COP	Diversificación de ingresos
Café	Incremento de 12% en términos de amarre del fruto. Pasar de 8 bultos a 9,2 bultos al final de línea	Incremento de la producción en \$600.000 COP en relación a cada 8 bultos producidos sin la presencia de abejas	Beneficio de \$2.083.500 COP por concepto de producción de miel en las colmenas instaladas en los cultivos de café

Fuente: elaboración propia

En términos económicos, el bulto de café tiene un valor de \$500.000 COP, a la fecha de 11 de julio de 2017 (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, 2017), lo que indica que la polinización con abejas *Apis mellifera* como biotecnología para mejoramiento de cultivos de café presenta un incremento de la producción en \$600.000 COP, con respecto a 8 bultos producidos sin la presencia de abejas.

Resultados

Gran parte de los productos agrícolas que se comercializan dependen de la polinización entomófila para producción, debido a esto se hace necesario utilizar técnicas que empleen insectos para favorecer la fecundación e incrementar la producción de cultivos. En países tropicales con vocación cafetera como Panamá, Costa Rica, Ecuador e Indonesia se ha demostrado que la producción (número de granos por planta) y la calidad de sus semillas (peso y aroma) pueden aumentar gracias a la polinización cruzada mediada por abejas silvestres o por *Apis mellifera* (Heard, 1999).

Otra evidencia del posible efecto de la polinización por abejas en el rendimiento y calidad de los frutos, es la concentración de azúcares o grados Brix, en donde el tratamiento de emasculación abierta presentó los mayores valores promedio para esta variable, lo cual podría repercutir en un mejor sabor y aroma del café producido (Jaramillo, 2010). Por otro lado, en un experimento realizado en Costa Rica, en el cual se aislaron ramas productivas para permitir o no el ingreso de insectos a las flores del café, se encontró que las ramas visitadas por los insectos produjeron un 46% de frutos grandes y un 24,8% de frutos pequeños. La caída de los frutos es menor en todas las ramas visitadas originalmente por los insectos (Badilla y Ramírez, 1991).

En Colombia se han desarrollado investigaciones y avances en la comprensión de las dinámicas propias de las relaciones entre las abejas del género *Apis*, principalmente en frutales como fresa, mora (Tello y Vásquez, 1995), curuba, melón y aguacate, entre otros, cuyos resultados demuestran que se obtienen incrementos en la calidad y cantidad de frutos cosechados (Vásquez, et al., 2011). Los resultados de esta investigación, en términos de amarre, son comparables con resultados de investigaciones previas en otro tipo de cultivos en Colombia, lo que determina la eficiencia de la polinización cruzada con abejas *Apis mellifera* en cultivos como fresa, mora, aguacate y naranja (tabla 2).

Tabla 2. Resultados de eficiencia de la polinización con *Apis mellifera* en cultivos de fresa, mora, aguacate y naranja

Cultivo	Eficiencia de la polinización con <i>Apis Mellifera</i>	Fuente
Fresa	Aumento de la producción en un 61,1% de frutas por planta Aumento en porcentaje de grados brix que dan más dulce al fruto	(Vásquez, et al., 2011)
Mora	Aumento de 41,9% de frutos por planta, (el rendimiento del cultivo de mora con esta polinización puede llegar a incrementarse hasta en un 96%); además, la calidad de los frutos fue superior, encontrándose una proporción superior de frutos clasificados en las categorías extra y primera.	(Tello y Vásquez, 1995)
Aguacate	Incremento de 29,4% en el número de cuajes. El incremento en el número de frutos obtenidos obtuvo valores de hasta 96% respecto a los que no tenían la inclusión de las abejas.	(Vásquez, et al., 2011)
Naranja	Incremento de 20,6%. Se registró una concentración de azúcares y menor acidez.	(Vásquez, et al., 2011)

Fuente: elaboración propia con base en Vásquez, et al. (2011).

Después de realizar el análisis de producción de café se obtuvieron resultados muy positivos, en términos del mejoramiento de la producción. Los resultados en café, posterior a la implementación de la polinización con *Apis mellifera*, están dados en términos de un mejoramiento potencial de 12% en amarre del fruto, generando una evaluación comparativa de producción sin abejas de 80%, a tener un 92% de amarre utilizando la polinización de abejas *Apis mellifera*. Esto implica que, en términos productivos, por cada 8 bultos producidos sin intervención de abejas, los productores tienen ahora una producción de 9,2 bultos de café.

Con respecto al efecto amarre, estos resultados coinciden con los de Klein, Steffan-Dewenter y Tschardtke (2003), quienes reportan un incremento del 12,3%, que a su vez concuerda con los resultados de incremento de 10,5%, observado en variedad Caturra en el Departamento de Santander por Bravo-Monroy, Tzanopoulos y Potts (2015).

Con los resultados de experimentación en diferentes cultivos, y específicamente en el cultivo de café, se puede hacer un estudio sobre la eficiencia biotecnológica del uso de polinización por *Apis mellifera* para mejoramiento de cultivos, en términos económicos. Ambientalmente esto tiene una consideración importante pues no se utilizan insumos de síntesis química para el mejoramiento de la producción, con lo cual se evitan posibles impactos ambientales asociados a este aspecto y al almacenamiento y riesgo implícito en el manejo de los mismos.

En términos económicos y sociales, la viabilidad de comercialización de productos apícolas para diversificación de ingresos para productores de café es un mecanismo que mejora la economía y la seguridad alimentaria de las familias campesinas que allí laboran (Gómez y Rico, 2016). Estas implicaciones sociales y económicas son muy favorables para el productor, puesto que la especie *Apis mellifera* genera una gran variedad de productos comercializables, lo que representa un valor agregado. En síntesis, la polinización como biotecnología mejora la producción de café y a su vez genera un potencial de gran impacto económico, ambiental y social.

Conclusiones

La polinización por abejas *Apis mellifera* es un proceso biotecnológico eficiente para el mejoramiento de cultivos y en especial del café, *Coffea arabica*, variedad Castillo. Por ejemplo, presenta un 12% de incremento en amarre de frutos, si se tienen en cuenta factores determinantes para la implementación de este proceso, tales como:

- La importancia del conocimiento de una especie en términos biológicos y biotecnológicos
- La interacción con el sistema natural
- Las implicaciones en diversos sistemas productivos

- La sustitución, mediante acción directa, del uso de insumos de síntesis química para mejoramiento productivo, con lo cual se reducen también los riegos ambientales.

El proceso de polinización por abejas *Apis mellifera* genera una diversificación de ingresos para productores de café en \$2.083.500 COP, por concepto de producción de miel en las colmenas instaladas. Así mismo, es necesario ampliar estos datos a los demás apiproductos comercializables de las colmenas.

Entender e interpretar el perfeccionamiento natural de los procesos fisiológicos, las funciones biológicas, las interacciones con los sistemas naturales y los mecanismos de intercambio energético de especies nos permitirá utilizar millones de años de evolución biológica al servicio de la humanidad. En ese orden de ideas, la posibilidad de utilizar la biotecnología como ventaja comparativa sostenible, representa una mejora en los procesos de producción de café.

Referencias

- Acosta, D., Penagos, A., y Vargas, G. (2016). Análisis palinológico de la oferta floral para las abejas *Apis mellifera*, en cultivos de café. En *Memorias VI Congreso Internacional de Agroecología Vigo-España*. Pasuncha, Cundinamarca, Colombia.
- Badilla, F. y Ramírez B. (1991). Polinización de café por *A. mellifera* y otros insectos en Costa Rica [en línea]. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/reprodoc/A0790e/A0790e03.html>
- Bravo-Monroy, L., Tzanopoulos, J., & Potts, S. G. (2015). Ecological and social drivers of coffee pollination in Santander, Colombia. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 211, 145–154. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.06.007>
- Bolívar, F. (2004). *Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna* [en línea]. México: Colegio Nacional. Disponible en Retrieved from <http://www.uam.mx/librosbiotec/fundamentos.pdf>

Bonilla Gomez, M. (2012). La polinización como servicio ecosistémico. En *Iniciativa colombiana de polinizadores* (ICPA). Bogotá, D.C., Colombia: Instituto Humboldt.

Cameselle, L. (2013). *Evolución vegetal: La conquista de la tierra firme*. Disponible en <http://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2016/08/Lobato-y-Cidras-2012.pdf>

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2017). Precio interno de referencia para la compra de café pergamino seco por carga de 125 Kg [en línea]. Disponible en https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/precio_cafe.pdf

Gómez, A. y Rico, A. (2016). Viabilidad de comercialización de productos apícolas para diversificación de ingresos en la asociación de productores de café "AGROPASUNCHA".

Heard, T. (1999). The role of stingless bees in crop pollination. En *Annual Review of Entomology*, 183–206. Disponible en <http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.ento.44.1.183>

Jaramillo, A. (2010). *Efecto de las abejas silvestres en la polinización del café (coffea arabica: Rubiaceae) en tres sistemas de producción en el departamento de Antioquia*.

Karp, G. (2014). *Biología Celular y Molecular* (séptima edición). México D.F.: Mc Graw Hill.

Klein, A. M., Steffan-Dewenter, I., y Tschardtke, T. (2003). Bee pollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canephora* (Rubiaceae). En *American Journal of Botany*, 90(1), 153–157. <https://doi.org/10.3732/ajb.90.1.153>

Klein, A., Cunningham, S. A., Bos, M., & Steffan-dewenter, I. (2008). Advances in Pollination Ecology from Tropical Plantation Crops. *Ecology*, 89(4), 935–943.

Klein, A.-M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tschardtke, T. (2007). Importance of pollinators in changing

landscapes for world crops. Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society, 274(1608), 66, 95–96, 191. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>

Laverde, J., Egea, L., Rodruquez, D., & Peña, J. (2010). *Agenda Prospectiva De Investigación Y Desarrollo Tecnológico Para La Cadena Productiva De Las Abejas Y La Apicultura En Colombia Con Énfasis En Miel De Abejas. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.* <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

Nogueira-Couto, R. (1994). Polinização com abelhas africanizadas. Ribeirão Preto.

Rodríguez, C., Vargas, G., Pérez, D., y Acosta, D. (2017). Evaluación de la implementación de abejas *Apis mellifera*, en la producción de café, *Coffea arabica* variedad Castillo; en Pasuncha- Cundinamarca.

Tello, J., & Vásquez, R. (1995). *Utilización de la abeja Apis mellifera como agente polinizador en cultivos comerciales de fresa (Fragaria chiloensis) y mora (Rubus glaucus) y su efecto en la producción.*

TRADE MAP. (2017). Trade statistics for international business development. Retrieved April 24, 2017, from http://www.trademap.org/Country_SelProductCountry.aspx

Vásquez, R., Ballesteros, H., Tello, J., Castañeda, S., Calvo, N., Ortega, N., & Riveros, L. (2011). Polinización dirigida con abejas *Apis mellifera*: Tecnología para el mejoramiento de la producción de cultivos con potencial exportador. CORPOICA.