

POLINIZACIÓN CON ABEJAS *Apis mellifera* COMO HERRAMIENTA
BIOTECNOLÓGICA PARA MEJORAMIENTO DE CULTIVOS DE CAFÉ *Coffea arabica*,
VARIEDAD CASTILLO

CAMILO JOSÉ GONZÁLEZ MARTÍNEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y MEDIO AMBIENTE
ESPECIALIZACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA AGRARIA
ZIPAQUIRÁ, CUNDINAMARCA

2018

POLINIZACIÓN CON ABEJAS *Apis mellifera* COMO HERRAMIENTA
BIOTECNOLÓGICA PARA MEJORAMIENTO DE CULTIVOS DE CAFÉ *Coffea arabica*,
VARIEDAD CASTILLO

CAMILO JOSÉ GONZÁLEZ MARTÍNEZ

Trabajo de grado para optar al Título de Especialista en Biotecnología Agraria

Director

Ph.D. JOSÉ CAMILO TORRES ROMERO
Líder Especialización en Biotecnología Agraria

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y MEDIO AMBIENTE
ESPECIALIZACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA AGRARIA
ZIQUIRÁ, CUNDINAMARCA

2018

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá. 24 de Abril de 2018.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a todas las personas que trabajan en el campo de mi querido país, Colombia, quienes hacen posible que los alimentos lleguen a nuestro hogares.

A los caficultores, quienes tienen la cultura de hacer un esfuerzo enorme para que cada mañana disfrutemos una maravillosa vianda que deleita nuestros sentidos, un café caliente, y a su vez hacen que Colombia suene en todos los rincones del mundo como el país que exporta el mejor café del mundo.

A los apicultores de Colombia, quienes enfrentan a diario la disminución de sus colmenas por efectos de la acción humana y buscan mantener la especie más importante del mundo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso por permitirme la oportunidad de alcanzar mis sueños. A mis padres, hermano y Andrea quienes siempre han estado apoyándome en mis sueños como profesional y académico.

A la Gobernación de Cundinamarca, a la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia ACAC, a la Corporación Universitaria Minuto de Dios UNIMINUTO, a la sociedad de agricultores de Pasuncha AGROPASUNCHA, quienes hicieron posible el desarrollo de esta investigación.

Al profesor PhD. José Camilo Torres Romero, director del presente trabajo, desde su liderazgo en la Especialización en Biotecnología Agraria me ha motivado en mi desarrollo como especialista en biotecnología, a la profesora Zootecnista Helena Espitia por su acompañamiento y motivación constante.

Al profesor PhD(c). IA. Daniel Augusto Acosta Leal, Director del proyecto, colega y amigo quien ha sido un mentor y un ejemplo a seguir como investigador. Al profesor MSc. Zootecnista Giovanni Andrés Vargas Bautista, quien me ha enseñado la importancia y el valor ecológico de la especie *Apis mellifera*. Al profesor PhD(c). IA. Javier Cuervo Bejarano por su apoyo con el análisis estadístico.

A mi Universidad UNAD, ECAPMA y a todos los profesores que me han motivado e inspirado a ser un mejor estudiante, sus consejos y su ejemplo han sido maravillosos. Doctora Luz Mery Bernal, profesora Myriam Janeth Ortega, Profesor Rene, Profesora Leslie Leal, profesora Viviana Villamil, profesor Gustavo, profesora Sandra Montenegro y a todos mis profesores y compañeros de UNAD, muchas gracias.

A todos lo que creyeron en mí y en el proyecto...GRACIAS MIL.

RESUMEN

En la agricultura se propende al mejoramiento de la producción de cultivos en relación a técnicas que ayuden a mejorar la calidad y la cantidad de los frutos. Por ejemplo, la polinización con abejas *Apis mellifera* ha presentado resultados muy importantes en este aspecto, al punto de ser un proceso de interés biotecnológico y ambiental de consideración para los productores de café y en especial en términos de manejo agroecológico de cultivos. El objetivo del siguiente trabajo fue analizar si el proceso de polinización con *Apis mellifera* en cultivos de café *Coffea arabica*, variedad Castillo, presentaba un mejoramiento de la producción en términos de amarre y cuaje del fruto. Se instalaron Apiarios en los cultivos de café, considerando tres tratamientos, tres distancias y siete repeticiones donde se efectuaron mediciones porcentuales de cuaje y amarre.

Los resultados en términos de cuaje arrojan un 76% con polinización *A. mellifera* y sin *Apis*, infiriendo que no se presenta mejoramiento en términos de cuaje en café, así mismo, los resultados para amarre fueron significativos mejorando esta variable productiva en un 14% respecto a la testigo negativo (autopolinización) y la polinización entomófila sin *A. mellifera*.

Palabras clave: Biodiversidad, procesos biológicos, diversificación de ingresos; manejo agroecológico de cultivos.

ABSTRACT

Biotechnology use the biodiversity for search solutions of problems and needs in different sectors, same to agriculture and the environment. In agriculture, the purpose is to improve crop production in relation to the efficiency of tools that lead to improved quality and the quantity of the fruits. Pollination with bees *Apis mellifera* has presented very important results in this aspect, to the point of being a biotechnological process and environmental interest for the coffee producers.

This report is a result about applied and experimental investigation of the process of pollination with *Apis mellifera* in coffee crops that presented significant results in improvement terms of the production and as economic diversification alternative of income for the producers. Also, a comparison is made with other types of crops to determine the importance of the biotechnological tools inherent in the bee pollination process.

Keywords: Biodiversity; biological process; Income diversification; agroecological crop management.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	11
METODOLOGÍA.....	13
RESULTADOS.....	16
DISCUSIÓN	18
CONCLUSIONES	20
RECOMENDACIONES.....	21
ANEXO 1.....	22
BIBLIOGRAFÍA	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Porcentajes de amarre en café <i>C. arabica</i> , variedad Castillo.....	16
--	----

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resultados porcentuales y análisis estadístico, factor amarre.....	17
---	----

INTRODUCCIÓN

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). El cafeto puede presentar un alto porcentaje de autopolinización, hasta de un 90% (Herrera & González, 2013).

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 (Bonilla Gómez, 2012), en sistemas agroforestales y hábitats naturales aledaños a los cultivos (Klein, Cunningham, Bos, & Steffan-Dewenter, 2008) por lo que se considera de gran importancia para el ser humano, de acuerdo con A.-M. Klein et al. (2007).

Una de las especies más representativa para brindar el servicio de polinización es la abeja *Apis mellifera* debido a que presenta un fácil manejo, una productividad muy alta y tienen unos beneficios apícolas de gran consideración económica como miel, propóleos y polen entre otros (Valido, Rodríguez-Rodríguez, & Jordano, 2014).

En países tropicales con vocación cafetera como Panamá, Costa Rica, Ecuador e Indonesia han 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). Gran parte de los productos agrícolas que se comercializan depende de la polinización entomófila para producción, debido a esto se hace necesario utilizar insectos como técnicas para favorecer la fecundación e incrementar la producción de cultivos.

Los factores productivos objeto de este estudio son el cuaje, proceso basado en que una flor abierta (en anthesis) se transforme en un fruto diminuto, y el amarre, la permanencia del fruto prendido a la rama del cafeto hasta su punto de maduración en cereza. En este trabajo se evaluó el efecto del uso de abejas *A. mellifera* para polinizar cultivos de café en términos de cuaje y amarre del fruto (*C. arabica*) var. Castillo.

METODOLOGÍA

Localización

La fase experimental tuvo una duración de año comprendido (Febrero de 2016 hasta Febrero de 2017). 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 alturas 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 Pasuncha y Villa Gómez en Pacho, Cundinamarca, Colombia.

Material biológico

Fue necesario coleccionar insectos para análisis entomológico, por medio de redes. Posterior a la captura se procedió a la identificación de los polinizadores. Así mismo, fue necesaria la identificación taxonómica de plantas para conocer y establecer la presencia de flores para 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 con el objetivo de evaluar la disponibilidad floral que predetermina la disposición de la abeja hacia el cafeto

El estudio palinológico planteó llevar a cabo los protocolos de recolección de flores de interés apícola en campo, 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, descripción básica de los granos de polen (Acosta, Penagos, & Vargas, 2016)

Instalaciones

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. Fueron preparados los encerrados y se instalaron los núcleos de abejas provenientes de colmenas seleccionadas por mansedumbre, producción y tolerancia a enfermedades. Las dimensiones del apiario fueron de 10 x 10 m, utilizando un cerramiento de polisombra (Anexo 1, Material fotográfico, Fotografía 2, 3 y 4).

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

Una vez teniendo los resultados de cuaje y amarre de café con y sin la inclusión de abejas en los sistemas productivos, se procedió a realizar una evaluación comparativa en términos de cuaje y amarre, realizando un análisis porcentual de flores que cuajan en fruto y en el amarre del mismo en la rama del cafeto. (Anexo 1, Material fotográfico, Fotografía 5).

Análisis estadístico

El diseño es completamente al azar con 03 tratamientos y 21 repeticiones por tratamiento, donde la unidad experimental es una planta de *Coffea arabica* Var. Castillo con igual estadio fenológico (pre antesis). Se realizaron tres tratamientos de la siguiente forma:

T1: Polinización *Apis mellifera*, el cual permite que las flores de la planta puedan ser polinizadas por cualquier insecto, incluyendo *A. mellifera*;

T2: Testigo negativo, con un anejo de 18x16 hilos por pulgada cuadrada, es el tratamiento donde se excluye todo tipo de insectos (polinización entomófila) de modo que se evaluará la autopolinización;

T3: Sin Apis, con un anejo 8x8 hilos por pulgada cuadrada, donde se excluyen insectos que tengan un tamaño igual o mayor a *A. mellifera*.

Una vez registrados los datos de las variables de interés, se utilizó el software SAS® (SAS University Edition 9.4, Cary, NC: SAS Institute Inc.) para realizar, de acuerdo con el tipo de datos y cumplimiento de supuestos, análisis de varianza, pruebas no paramétricas y modelos lineales generalizados, así como las respectivas pruebas de comparación de medias.

RESULTADOS

El análisis de varianza a un nivel de significancia de $p < 0,01$ no presenta diferencias significativas entre tratamientos con *A. mellifera* y polinización sin Apis en el cuaje, donde T1 y el T3 tienen en promedio un porcentaje igual de 76%. Esto permite detectar que no existe un efecto de mejoramiento por *A. mellifera* en términos de cuaje.

La polinización con *A. mellifera* presenta un mejoramiento de amarre de los frutos en un 14% respecto al testigo negativo con un análisis de varianza a un nivel de significancia de $p < 0,01$ obteniendo un valor $p = 0,0002$, como lo presenta la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados porcentuales y análisis estadístico, factor amarre.

	Amarre			Cuaje		
	%	F	Pr > F	%	F	Pr > F
Polinización <i>Apis mellifera</i>	82±0,11a			76±0,22		
Testigo negativo	68±0,11b			73±0,25		
Sin <i>A. mellifera</i>	69±0,009b	10,11	0,0002	76±0,25	0,10	0,90

Porcentaje medio de amarre de frutos de café en los tres tipos de polinización. Medias con la misma letra no difieren significativamente (Prueba de Tukey, $p > 0,05$).

En términos del factor amarre, el tratamiento de polinización con *Apis mellifera* muestra un resultado porcentual de 82% respecto a un testigo negativo con 68%, lo que presenta que la polinización entomófila incluyendo las abejas mejora el factor de amarre respecto a la autopolinización del cafeto. Ver Figura 1.

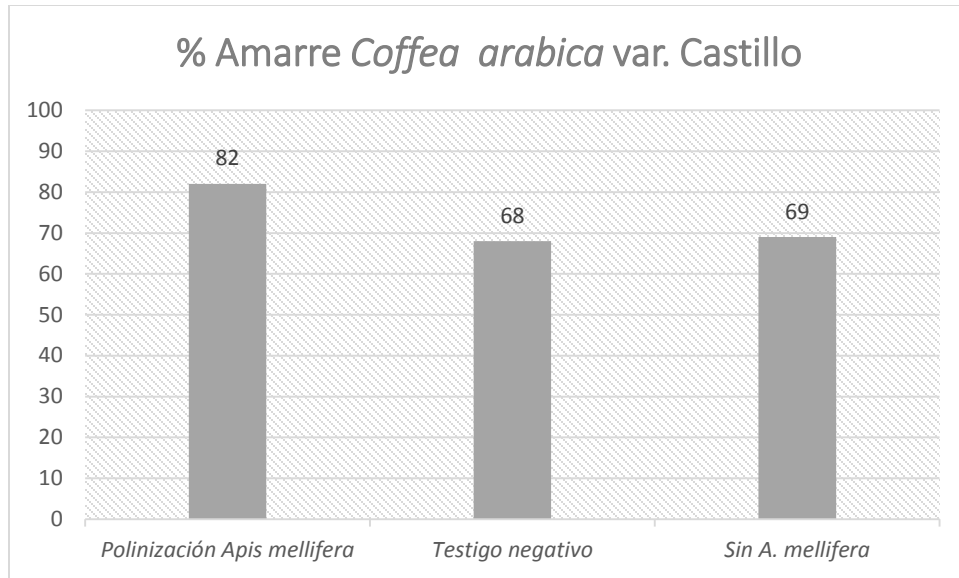


Figura 1. Porcentajes de amarre en café *C. arabica*, variedad Castillo.

Así mismo, en la Figura 1, considerar la polinización entomófila sin la presencia de *Apis mellifera* no genera diferencias considerables respecto a la autopolinización del cafeto (testigo negativo).

DISCUSIÓN

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).

En un experimento realizado en Costa Rica en donde 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 & Ramírez B, 1991). En relación con el resultado de la presente investigación la polinización entomófila es un proceso biológico de consideración para mejoramiento de cultivos de café.

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 & Vásquez, 1995), curuba, melón y aguacate, entre otros, en donde los resultados demuestran que se obtienen incrementos en la calidad y cantidad de frutos cosechados (Vásquez et al., 2011), esto evidencia que la polinización por *A. mellifera* es una herramienta de biotecnología agraria muy eficiente en una diversidad considerable de cultivos.

Los resultados de esta investigación, en términos de amarre, son comparables con resultados de investigaciones previas en otro tipo de cultivos en Colombia como lo reporta Vásquez et al. (2011) en fresa con un aumento de la producción en un 61,1% de frutas por planta, aumento en porcentaje de grados brix que dan más dulce al fruto, aguacate incrementando un 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 y naranja con un incremento de 20,6%, registrando una concentración de azúcares y menor acidez. Así mismo Tello & Vásquez (1995) reportan en el

cultivo de mora un 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%); la calidad de los frutos fue superior, encontrándose una proporción superior de frutos clasificados en las categorías extra y primera.

Una vez realizado el análisis de producción de café se tienen 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 14% en términos de amarre del fruto.

Estos resultados en términos del efecto amarre coinciden con los que establece A. M. Klein, Steffan-Dewenter, & Tschardtke (2003) reportando un incremento en 12,3% que a su vez, concuerdan con los resultados de incremento de 10,5% observado en variedad Caturra en el Departamento de Santander por Bravo-Monroy, Tzanopoulos, & Potts (2015).

En términos económicos y sociales la viabilidad de comercialización de productos apícolas para diversificación de ingresos para productores de café es un mecanismo para mejorar la economía y mejorar así la seguridad alimentaria de las familias campesinas que allí laboran (Gómez & Rico, 2016), estas implicaciones sociales y económicas son muy favorables para el productor, puesto que, la especie *Apis mellifera* produce una gran variedad de productos comercializables lo que indica y genera un valor agregado, pues la considerar 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 biológico eficiente para el mejoramiento de cultivos y en especial del Café, *Coffea arabica*, variedad Castillo, presentando evidencia estadística de un 14% de incremento en amarre de frutos.

En términos de cuaje no hay diferencias significativas entre tratamientos lo que permite detectar que no hay un efecto de mejoramiento en cuaje del fruto.

El proceso de polinización por abejas *Apis mellifera* presenta un potencial de diversificación de ingresos para productores de café por concepto de producción de miel, y demás apiproductos, de las colmenas instaladas en el proyecto.

RECOMENDACIONES

Este tipo de investigación experimental es susceptible de aplicarse en otros cultivos y en otras variedades de café, lo que permitirá beneficiar a los productores mejorando sus cultivos y generando un potencial de diversificación de ingresos.

Es necesario ampliar la investigación a los demás api productos comercializables de las colmenas, lo cual una vez adaptadas al medio, serán susceptibles de incrementar el potencial para la diversificación de ingresos por apiproducos comercializables.

ANEXO 1
MATERIAL FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍA 1

Imagen de polen. 100X. *C. arabica*. Extraído del pan de abejas. (Penagos, A. 2016)



FOTOGRAFÍA 2

Adecuación de terreno en ladera en terrazas. (Autor, 2016).



FOTOGRAFÍA 3

Estructura de apiario (Autor, 2016).



FOTOGRAFÍA 4

Estructura interna de Apiarios con colmenas instaladas (Autor, 2016)



FOTOGRAFÍA 5

Toma de datos de amarre en el tratamiento T1, Polinización. (Acosta, 2017)



BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, D., Penagos, A., & Vargas, G. (2016). Análisis palinológico de la oferta floral para las abejas *Apis mellifera*, en cultivos de café. Pasuncha - Cundinamarca – Colombia. *Memorias VI Congreso Internacional de Agroecología Vigo-España*.
- Badilla, F., & Ramírez B, W. (1991). Polinización de café por *A. mellifera* y otros insectos en Costa Rica. Retrieved from <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0790e/A0790e03.html>
- Bolívar, F. (2004). *Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna. El Colegio Nacional. México D. F.* Retrieved from <http://www.uam.mx/librosbiotec/fundamentos.pdf>
- Bonilla Gomez, M. (2012). La polinización como servicio ecosistémico. In *Iniciativa colombiana de polinizadores (ICPA)* (p. 103). Bogotá: Instituto Humboldt.
- Bravo-Monrroy, L., Tzanopoulos, J., & Pottss, S. G. (2015). Ecological and social drivers of coffee pollination in Santander, Colombia. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016788091500225X?via%3Dihub>
- Cameselle, L. (2013). Evolución Vegetal : La Conquista De La Tierra, 1–8. Retrieved from <http://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2016/08/Lobato-y-Cidras-2012.pdf>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. (2016). *PRECIO INTERNO DE REFERENCIA Tabla de precios*. Retrieved from https://www.federaciondefcafeteros.org/static/files/precio_cafe.pdf
- Gómez, A., & 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. *Annual Review of Entomology*, 183–206. Retrieved from <http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.ento.44.1.183>
- Herrera, P., & Gonzales, L. F. (2013). Efecto del nivel de introgresión y del ambiente sobre la polinización en cruzamientos controlados de café. *Cenicafé*, 64(2), 17–30.
- Jaramillo, A. (2010). *Efecto de las abejas silvestres en la polinización del café (coffea arábica:*

Rubiaceae) en tres sistemas de producción en el departamento de Antioquia.

- Jaramillo, J., Rodríguez, V., Guzmán, M., Zapata, M., & Rengifo, T. (2007). Manual técnico: Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas, 314. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-a1374s/a1374s02.pdf>
- Klein, A.-M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings. Biological Sciences / The Royal Society*, 274(1608), 66, 95–96, 191. <http://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- 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., Steffan-Dewenter, I., & Tscharntke, T. (2003). Bee pollination and fruit set of *Coffea arabica* and *C. canephora* (Rubiaceae). *American Journal of Botany*, 90(1), 153–157. <http://doi.org/10.3732/ajb.90.1.153>
- Krishnan, S., Kushalappa, C. G., Shaanker, R. U., & Ghazoul, J. (2012). Status of pollinators and their efficiency in coffee fruit set in a fragmented landscape mosaic in South India. *Basic and Applied Ecology*, 13(3), 277–285. <http://doi.org/10.1016/j.baae.2012.03.007>
- Montoya-pfeiffer, P. M., León-bonilla, D., & Nates-parra, G. (2014). cafeteras en la Sierra Nevada de Santa Marta , Magdalena , Colombia, 38(149).
- Nogueira-Couto, R. (1994). *Polinização com abelhas africanizadas*. Ribeirão Preto.
- Sánchez-Cuevas, M. C. (2003). Biotecnología: Ventajas y desventajas para la agricultura. *Revista Científica UDO Agrícola*, 3(1), 1–11. Retrieved from <http://www.bioline.org.br/pdf?cg03001>
- 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

- Valido, A., Rodríguez-Rodríguez, M. C., & Jordano, P. (2014). Impacto de la introducción de la abeja doméstica (*Apis mellifera*, Apidae) en el Parque Nacional del Teide (Tenerife, Islas Canarias). *Ecosistemas*, 23(3), 58–66. <http://doi.org/10.7818>
- 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*.
- Vergara, C. H., & Badano, E. I. (2009). Pollinator diversity increases fruit production in Mexican coffee plantations: The importance of rustic management systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129(1–3), 117–123. <http://doi.org/10.1016/j.agee.2008.08.001>
- Zhao, J., & Barry, P. (2013). Implications of different income diversification indexes: the case of rural China. *Economics and Business Letters*, 2(1), 13. <http://doi.org/10.17811/eb1.2.1.2013.13-20>