

MERCADOS DE SERVICIOS DE POLINIZACIÓN: UNA REVISIÓN GENERAL CON ÉNFASIS EN LATINOAMÉRICA Y COLOMBIA

Edgar Arias¹, Juan Carlos Barrientos² y Andrés Sánchez³

¹Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. ²Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

Persona de contacto: *eariasb@unal.edu.co.

Resumen

La polinización es un proceso determinante para buena parte de la producción agrícola mundial. La provisión de polinización a través del uso de colmenas gestionadas se conoce como servicios de polinización y es una práctica productiva utilizada de manera creciente por agricultores a nivel mundial. Este trabajo tiene el propósito de hacer una revisión documental sobre los servicios de polinización a nivel global con cierto énfasis en Latinoamérica y Colombia. Lo que se encontró es que el mercado de polinización se ha originado a consecuencia de una disminución de polinizadores frente a un aumento de la producción agrícola convencional. Estos mercados han aparecido y prosperado más en aquellos países con una agricultura más tecnificada y agronegocios más formales (Norteamérica, Unión Europea y Oceanía). La oferta de servicios de polinización se basa principalmente en colmenas gestionadas de *Apis mellifera* y polinizadores silvestres. La demanda se basa en el conocimiento del efecto benéfico que tienen los polinizadores para aumentar la cantidad y calidad de la producción agrícola, que a su vez se traduce en mayores ingresos. Los precios del servicio de polinización varían por efecto de la oferta y demanda, por costos de transporte de colmenas y por la cantidad de producción de miel por colmena. En Latinoamérica los países que tienen y están desarrollando este mercado son Argentina, Brasil, Chile y México. En Colombia todavía no se ha originado el mercado de polinización, pero existe un gran potencial. Sin embargo, antes se deben superar unas limitantes muy importantes que tienen que ver con la defensividad de las abejas, los contratos de servicios y el manejo indiscriminado de plaguicidas.

Palabras clave: Polinización, agroecosistemas, oferta, demanda, precios.

Abstract

Pollination is a determining process for a good part of world agricultural production. The provision of pollination through the use of managed hives is known as pollination services and is a productive practice used increasingly by farmers worldwide. This work has the purpose of making a documentary review about pollination services at a global level with a certain emphasis in Latin America and Colombia. What was found is that the pollination market originated as a result of a decrease in pollinators compared to an increase in conventional agricultural production. These markets have appeared and thrived more in those countries with more technified agriculture and more formal agribusinesses (North America, the European Union and Oceania). The supply of pollination services is mainly based on managed hives of *Apis mellifera* and wild pollinators. Demand is based on knowledge of the beneficial effect that pollinators have on increasing the quantity and quality of agricultural production, which in turn translates into higher incomes. Pollination service prices vary due to supply and demand, transport costs of hives and the amount of honey production per hive. In Latin America, the countries that have and are developing this market are Argentina, Brazil, Chile and Mexico. In Colombia, the pollination market has not yet started, but there is great potential. However, before that, some very important constraints must be overcome that have to do with the defensiveness of bees, service contracts and the indiscriminate handling of pesticides.

Keywords: Pollination, agroecosystems, supply, demand, prices.

INTRODUCCIÓN

La polinización es sencillamente la transferencia de polen desde las anteras de una flor hacia el estigma de la propia u otra flor de la misma especie. La mayoría de especies de plantas con flores han favorecido la polinización cruzada, requiriendo para ello de polinizadores. La mitad de los animales polinizadores de plantas en el trópico son abejas (O'Toole 1993). Las abejas se han adaptado durante millones de años a la visita floral; el gran número de especies y la relativa gran abundancia de varias especies han convertido a las abejas un grupo esencial para los procesos de polinización, muchas de las cuales son de gran interés agrícola (Michener 2000). A nivel mundial la especie *Apis mellifera* es el polinizador más utilizado para maximizar la producción agrícola, no obstante también se usan otras especies de abejas en contextos especializados (Bonilla G., 2012; FAO, 2014).

La polinización tiene gran valor ecológico y comercial, representa un proceso clave para el mantenimiento de la productividad agrícola. Los cultivos que requieren polinización entomófila son críticos para el suministro de proteínas vegetales (soja, aceite de palma, semilla de canola, frijol, arveja), fibra dietaria (hortalizas), vitaminas A y C (frutas y verduras) y en general para proporcionar una dieta equilibrada y variada (Hein, 2009). Además, las gramíneas y leguminosas (alfalfa, tréboles) que requieren polinización para producción de semilla, hacen parte de la dieta de animales domésticos, y en última instancia contribuyen de forma indirecta a la dieta humana en productos como carne, leche, huevos y sus derivados (Abrol, 2012).

La polinización por insectos maximiza los rendimientos del 75% de las 115 especies de cultivo más importantes a nivel mundial y es responsable de aproximadamente el 35% de la producción agrícola mundial (Klein, Vaissiere et al., 2007; Winfree, Gross et al., 2011; Cunningham & Le Feuvre, 2013). De acuerdo con Gallai et al. (2009), las pérdidas económicas a nivel global como resultado de una falta de polinización animal se estiman en \$212.000 millones de dólares (\$153.000 millones de euros) o 9,5% del valor económico de la producción agrícola mundial. En muchos cultivos los servicios de polinización son un insumo agrícola significativo, no obstante la disminución de las poblaciones de polinizadores observada en los últimos años pone en riesgo su función (Allen-Wardell et al. 1998, Biesmeijer et al. 2006). Si bien la naturaleza proporciona el servicio de polinización para la agricultura, éste también puede ser gestionado por criadores de polinizadores, en su mayoría apicultores. Los servicios de polinización son una herramienta de gestión en la que colmenas de *Apis mellifera*, abejorros y otras especies de abejas son comprados o alquilados por los agricultores en varios países del mundo para complementar la actividad de los polinizadores silvestres (Gallai et al., 2009). Esta práctica cobra cada vez más importancia a nivel global, existiendo en muchos países un mercado desarrollado de alquiler de colmenas para polinización. Países como Canadá, Alemania, Italia, Japón, Francia, Gran Bretaña, Australia, Nueva Zelanda, China, Argentina, México, India, los Países Bajos, Corea y Vietnam, entre otros, han desarrollado la industria apícola y el mercado de servicios de polinización y, al hacerlo, su producción de cultivos

ha aumentado considerablemente. Por ejemplo Vietnam tiene dos millones de colmenas de abejas entre nativas e importadas, y tiene los cultivos más productivos en el sudeste asiático; en Israel, los apicultores crían comercialmente y exportan abejorros para la polinización de cultivos bajo invernadero (Abrol, 2012).

En Latinoamérica varios países dependen económicamente de la producción agrícola, y consecuentemente de la polinización; no obstante se conoce poco sobre el estado actual de los polinizadores y su papel en los agroecosistemas (FAO, 2014). En Colombia, los servicios de polinización con abejas domésticas o silvestres son frecuentemente desconocidos y poco valorados (Bonilla G., 2012). Recientemente se han realizado algunos estudios, los cuales en su mayoría se han centrado en describir los beneficios derivados de la polinización con *Apis mellifera* y otros agentes polinizadores en diversos cultivos de importancia económica como aguacate, mora, fresa, naranja, mango, maracuyá entre otros (Corpoica, 2006; Morales Palacios, 2009; Vasquez, Ballesteros et al., 2011; Castañeda C., Vasquez R. et al., 2012; Arias S., Ocampo P. et al., 2014).

El propósito general de esta revisión es describir el estado actual del mercado de los servicios de polinización en los agroecosistemas a través de una revisión estructurada de literatura científica publicada principalmente a lo largo de los últimos 10 años. El artículo aborda específicamente las siguientes interrogantes: ¿Cómo ha sido el desarrollo del mercado de servicios de polinización? ¿Cuál es la oferta de agentes polinizadores y su estado actual en los agroecosistemas?, ¿Cuál es la demanda actual de servicios de polinización y sus características?, ¿Cuáles son los precios o tasas que se cobran por el servicio? y ¿Qué avances se han realizado en la gestión de los servicios de polinización para los agroecosistemas en Latinoamérica y Colombia?. Este estudio hace parte de la tesis de maestría en Ciencias Agrarias con énfasis en desarrollo empresarial agropecuario titulada: "Análisis del mercado de servicios de polinización de cultivos de aguacate (*Persea sp.*) con abejas (*Apis mellifera*) en Fresno, Tolima".

METODOLOGÍA

En el desarrollo de este estudio se utilizaron fuentes secundarias de información obtenidas a partir de la búsqueda de información científica encontrada en las bases de datos web Science Direct, Agris - Caris, PubMed y Scielo y la base de datos del portal de revistas de la Universidad Nacional de Colombia. La estructura de la búsqueda tomo como punto de partida la pregunta general de investigación ¿Cuál es el estado actual del mercado de servicios de polinización en los agroecosistemas?, definiendo de esta manera la ruta de búsqueda general para cada base de datos [(pollination OR pollinator) AND (market OR service) AND (agroecosystems OR agricultural) AND (economic OR value)], y se limitó la búsqueda en el tiempo para abarcar la literatura publicada en los últimos 10 años (2006 a 2016). Las cadenas de búsqueda en las diferentes bases de datos arrojaron cerca de 2.500 resultados y se incluyeron en total 64 documentos científicos en su mayoría artículos tanto de revisión como de investigación.

Se seleccionaron exclusivamente artículos originales escritos en idioma español e inglés, en los cuales el objetivo principal del estudio fuese la valoración y/o el mercado de los servicios de polinización y/o polinizadores en los agroecosistemas, y que además se mencionara el tema de valor (económico o no económico) de los servicios de polinización en los agroecosistemas. Se excluyeron aquellos artículos en los que se abordaba el tema del mercado o valoración de los servicios de polinización únicamente en paisajes forestales (no agrícola), es decir, bosques o zonas de reserva que proveen netamente el servicio ecosistémico de regulación.

En la organización de las fuentes de información, las citas encontradas, junto con el respectivo documento en formato PDF, fueron importadas al software EndNote X2®, con el cual se realizó la comparación de resultados duplicados entre las diferentes bases de datos para su posterior descarte. Posteriormente el análisis de cada uno de los documentos se realizó en forma cronológica. El análisis de la información seleccionada se realizó con el método deductivo, concluyendo y formulando posibles consecuencias de las premisas o planteamientos encontrados en los documentos seleccionados. Para esto, previamente los documentos fueron incorporados a una base de datos, en la que se registró la información referente a: título de la publicación, país donde se

desarrolló el estudio, revista, base de datos, criterios de inclusión y criterios de exclusión. Con el fin de mejorar la exhaustividad del estudio se extendió la búsqueda de literatura a la base de datos de Google Académico y la base de datos del portal de revistas de la Universidad Nacional de Colombia, aplicando la ruta general de búsqueda y teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contexto del mercado de servicios de polinización
Especies polinizadoras:

Los servicios de polinización en los agroecosistemas depende tanto de la función de los polinizadores domésticos como de las poblaciones de polinizadores silvestres (Cuadro 1) (Schulp, Lautenbach et al., 2014). La mayoría de los polinizadores son abejas y en la región neotropical pueden existir hasta 6000 especies de estas, la mitad de lengua larga (Apidae y Megachilidae) y la otra de lengua corta (Colletidae, Andrenidae, Halictidae), todas importantes como visitantes florales frecuentes (Roubik 1995). En Colombia se estima que haya alrededor de 1000 especies, agrupadas en 90 géneros y cinco familias (Freitas et al. 2009).

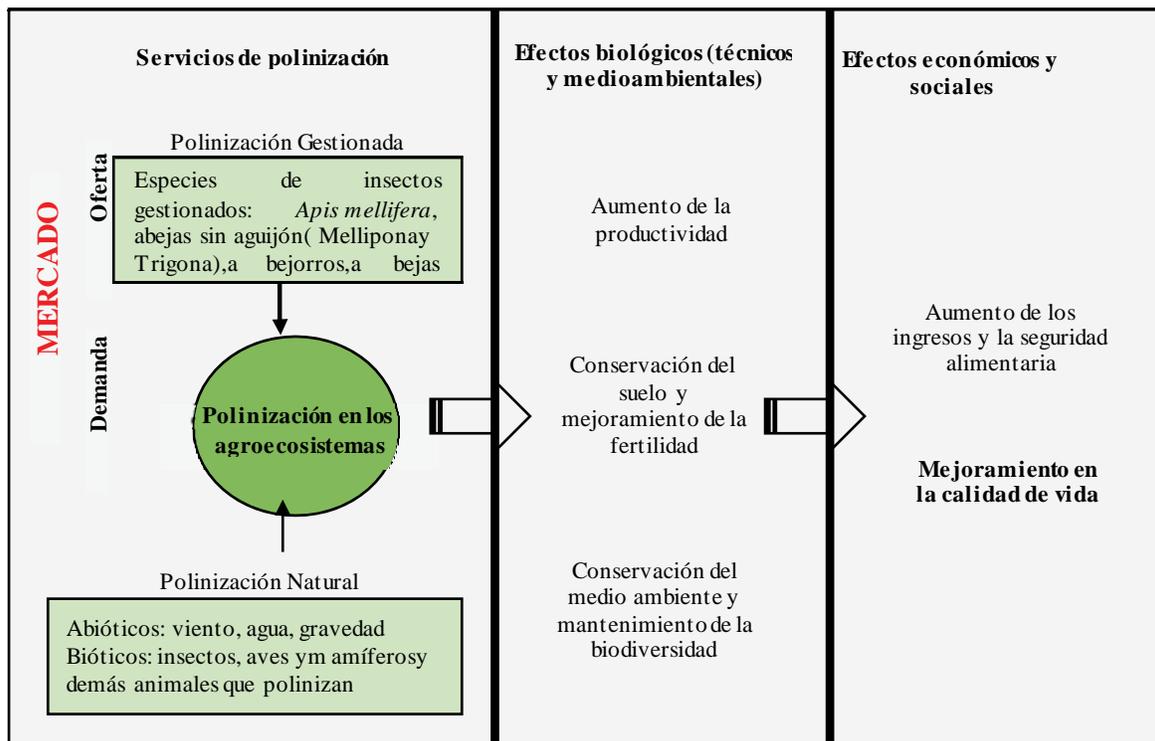
Cuadro 1. Lista de especies polinizadoras conocidas a nivel mundial en cultivos destinados directamente a alimentación humana.

Grupo de polinizadores	Especies
Abeja melífera	<i>A. mellifera</i> L., <i>Apis cerana</i> Fabr., <i>A. dorsata</i> Fabr. y <i>A. florea</i> Fabr.
Abejas sin aguijón	<i>Melipona favosa</i> Fabr., <i>M. subnitida</i> Ducke, <i>M. quadrifasciata</i> Lepeletier, <i>Nanotrigona perilampoides</i> Cresson, <i>N. testaceicornis</i> Lepeletier, <i>Trigona cupira</i> Sm., <i>T. iridipennis</i> Smith, <i>T. (Lepidotrigona) terminata</i> Smith, <i>T. (Tetragonoula) minangkabau</i> Sakagami, <i>T. toracica</i> Smith <i>Scaptotrigona depilis</i> Moure
Abejorros	<i>Bombus affinis</i> Cresson, <i>B. californicus</i> F. Smith, <i>B. hortorum</i> L., <i>B. hypnorum</i> L., <i>B. impatiens</i> Cresson, <i>B. lapidarius</i> L., <i>B. (Thoracobombus) pascuorum</i> Scop., <i>B. sonorus</i> L., <i>B. terrestris</i> L. y <i>B. vosnesenskii</i> Radoszkowski
Abejas solitarias	<i>Amegilla chlorocyanea</i> Cockerell, <i>A. (Zonamegilla) holmesi</i> Rayment, <i>Andrena ilerda</i> Cam., <i>Anthophora pilipes</i> Fabr., <i>Centris tarsata</i> Smith, <i>Creightonella frontalis</i> Fabr., <i>Habropoda laboriosa</i> Fabr., <i>Halictus tripartitus</i> Cockerell, <i>Megachile (Delomegachile) addenda</i> Cresson, <i>M. rotundata</i> Fabr., <i>Osmia aglaia</i> Sandhouse, <i>O. cornifrons</i> Radoszkowski, <i>O. cornuta</i> Latreille, <i>O. lignaria lignaria</i> Say, <i>O. lignaria propinqua</i> Cresson, <i>O. ribifloris</i> Cockerell, <i>Peponapis limitaris</i> Cockerell, <i>P. pruinosa</i> Say, <i>Pithitis smaragdula</i> Fabr., <i>Xylocopa (Zonohirsuta) dejeanii</i> Lepeletier, <i>Xylocopa frontalis</i> Oliver y <i>Xylocopa suspecta</i> Moure
Avispas	<i>Blastophaga psenes</i> L
Mosca de la flor y otras moscas	<i>Eristalis cerealis</i> Fabr., <i>E. tenax</i> L. y <i>Trichometallea pollinosa</i> Townsend
Trips	<i>Thrips hawaiiensis</i> Morgan y <i>Haplothrips (Haplothrips) tenuipennis</i> Bagnall
Aves	<i>Turdus merula</i> L. y <i>Acridotheres tristis</i> L.

Importancia económica, social y ambiental del servicio de polinización

La polinización hace parte de los servicios ecosistémicos de regulación y abastecimiento y repercute de forma directa en el mantenimiento de los ecosistemas y en la provisión de alimentos (Nates-Parra, 2016). El servicio de polinización gestionada así como el que se da de manera natural, favorece la conservación de la

biodiversidad además de que aporta al mejoramiento de la productividad de los cultivos y en última instancia al mejoramiento de los medios de vida de la población en general (Figura 1). Actualmente, la proporción de cultivos agrícolas en función de los polinizadores está aumentando mucho más rápido (> 300%) (Potts et al., 2010).



Fuente: modificado de Abrol (2012), *Pollination Biology*

Figura 1. Contribución de los servicios de polinización en los agroecosistemas: la polinización natural y gestionada (el mercado) tienen como efecto el aumento de la productividad agrícola y la conservación de la biodiversidad, lo que finalmente deviene en mejores ingresos, seguridad alimentaria y mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Surgimiento y desarrollo del mercado de servicios de polinización
Crisis de los polinizadores

En los últimos 20 años, en el mundo se ha documentado la disminución de polinizadores, en especial abejas, en los agroecosistemas y áreas naturales (Potts et al., 2010; Leonhardt, Gallai et al., 2013; Garratt, Breeze et al., 2014). Este fenómeno se ha denominado "Crisis de los polinizadores" y ha generado preocupación ambiental y económica (Gallai et al., 2009; FAO, 2014). La pérdida del hábitat natural, el cambio climático y el uso indiscriminado de agroquímicos han sido identificadas como las principales causas del fenómeno (Klein, 2009; Potts et al., 2010). Estudios estiman que un descenso en el número de polinizadores de manera acelerada atenta contra la seguridad alimentaria del mundo (APOLO, 2014). En torno a esto, han surgido iniciativas con el objeto de asegurar su conservación de los polinizadores, la "Iniciativa Internacional Para la Conservación y el Uso Sostenible de los Polinizadores", plantea que la seguridad alimentaria mundial se ve amenazada por la disminución de polinizadores, y que la agricultura sostenible requiere el desarrollo de alternativas en el uso de polinizadores gestionados, la mejora en la gestión del hábitat para polinizadores silvestres, y mejores prácticas de manejo agrícola en general (FAO, 2016).

Incremento de la demanda de polinizadores

Este escenario ha generado un incremento de la demanda de servicios de polinización. La producción moderna de cultivos comerciales es cada vez más dependiente tanto de los polinizadores gestionados; esto es, la introducción de las colonias de abejas en cultivos para mejorar la producción de los mismos; como de las poblaciones de polinizadores silvestres que habitan en la periferia de los cultivos (Allsopp, de Lange et al., 2008; Aizen & Harder, 2009; Abrol, 2012). Las abejas son excelentes polinizadores generalistas, siendo la polinización comercial el valor más importante derivado de la apicultura en todo el mundo (Van Engelsdorp & Meixner, 2010b; Phillips, 2014). Se conoce que la especie *Apis mellifera* es el polinizador de al menos el 80% de los cultivos comerciales que requieren polinización (Breeze et al., 2011; Senapathi, Biesmeijer et al., 2015).

Mercados de polinización desarrollados

El mercado de los servicios de polinización adquiere cada vez más importancia a nivel mundial. En Europa, Austria, Nueva Zelanda y EE.UU, los agricultores pagan a los apicultores por instalar colmenas de abejas para polinizar sus cultivos en floración, pues saben que esto dará una mejor oportunidad para obtener una adecuada cosecha (Abrol, 2012). El mercado de los servicios

de polinización en EE.UU para 2012 registro ingresos brutos estimados en \$655,6 USD millones, un total de 387 establecimientos apícolas registrados, y 2.552 empleos de tiempo completo (Bond, Plattner et al., 2014). La polinización del cultivo de almendros representa el 45% del total de ingresos por polinización recolectados en este país, y en los últimos años las tarifas de polinización para este y otros cultivos han aumentado (Carman, 2011), pasando de \$76 USD por colmena en 2005, a un promedio de \$157 USD por colmena en 2009 (Bond et al., 2014). Este aumento en las tarifas de los servicios de polinización se debe posiblemente a los descensos en el número de colmenas, a mayores costos en el mantenimiento de las mismas y a la demanda inelástica de los servicios de polinización (Rucker, Thurman et al., 2012).

Mercados de polinización potenciales y en desarrollo

Existe en varios países del mundo un mercado de servicios de polinización que se encuentra en expansión. En Latinoamérica (exceptuando a Brasil), la explotación de *Apis mellifera* se centra principalmente en la obtención y comercialización de miel y polen, dándole hasta ahora menor importancia a la polinización de cultivos y de flora silvestre (Nates-Parra, 2016). Existe entonces un mercado potencial en países donde el desarrollo agrícola se está dando de manera intensiva; En Chile el potencial de hectáreas demandantes para servicios de polinización corresponde a un total de 125.605, entre frutales, hortalizas y semilleros, estimándose una demanda de 1.007.280 colmenas, para suplirla (ODEPA, 2015). En Colombia se han realizado algunos estudios específicos sobre polinización con *A. mellifera* en algunos frutales importantes como: aguacate, café, curuba, mango, fresa, mora, entre otros (Nates-Parra, 2016). El mercado de servicios de polinización aún no se encuentra desarrollado y el porcentaje de colmenas que se usa en polinización es muy bajo (Martínez, 2006), no obstante se cree que hay un potencial para esta clase de servicios en cultivos que cuentan con estudios en el tema (Arias, 2017). **Oferta: Incremento de polinizadores gestionados y revalorización de polinizadores silvestres.**

Los principales polinizadores son las abejas, cerca del 73% de los cultivos del mundo son polinizados por alguna variedad de abejas (Toni & Djossa, 2015), y dentro del porcentaje restante participan otros insectos polinizadores (moscas, hormigas, avispa, entre otros), aves, mamíferos, y otros animales (Freitas & Pereira, 2004). De los cultivos que componen la mayor parte del suministro de alimentos a nivel mundial, solo el 15% son polinizados por abejas gestionadas, principalmente abejas melíferas, abejorros, y abejas sin aguijón; mientras que por lo menos el 80% son polinizados por polinizadores silvestres (Abrol, 2012; Sharmah, Khound et al., 2015).

*Polinizadores gestionados: principalmente *Apis mellifera**

El principal polinizador agrícola gestionado en el mundo es la abeja melífera (*Apis mellifera* L.) (Breeze et al., 2011; Blitzer, Gibbs et al., 2016). Esta especie de abeja es capaz de aumentar el rendimiento en 96% de los cultivos dependientes de polinización animal. Así mismo, y además proporciona servicios de polinización en plantas silvestres (Potts et al., 2010). Se ha evidenciado un descenso regional en las poblaciones de abejas melíferas gestionadas, en EE.UU se reportó pérdida del 59% de colmenas entre

1947 y 2005, y en estados Europa la pérdida del 25% de las mismas entre 1985 y 2005. Los descensos desde la década de 1990 se deben a la infestación por Varroa destructor (Winfree et al., 2011). Desde el año 2006, se han registrado pérdidas de colmenas a nivel mundial por el fenómeno conocido como "síndrome de colapso de colmenas" (Cox-Foster & van Engelsdorp, 2009). Lo anterior ha causado preocupación por la dependencia de los cultivos agrícolas y plantas silvestres hacia una sola especie de polinizador (Potts et al., 2010; Rollin, Bretagnolle et al., 2013).

A pesar de estas pérdidas regionales, en el mundo el número de colmenas de *Apis mellifera* ha incrementado en 45% desde 1961 (Aizen & Harder, 2009). El número total de colmenas de abejas melíferas manejadas en todo el mundo se estimó en 72,6 millones en 2007, y en las principales regiones desde 1961 la oferta de colmenas ha sido variable: disminuyeron en Europa (-26,5%) y América del Norte (-49,5%), mientras que aumentaron en Asia (426%), África (130%), Sudamérica (86%) y Oceanía (39%) (van Engelsdorp & Meixner, 2010a).

Polinizadores silvestres

Existen al menos 17 000 especies de abejas nativas o silvestres en el mundo (Michener, 2007), varias de estas son polinizadores y contribuyen sustancialmente a la polinización de varios cultivos comerciales beneficiando directamente la producción agrícola (Winfree et al., 2011). Un cuerpo creciente de investigaciones sugiere que los servicios prestados por los polinizadores silvestres han sido subestimados. Su contribución a la polinización de los agroecosistemas podría ser sustancialmente mayor; incluso en sistemas agrícolas intensivos (Breeze et al., 2011; Winfree et al., 2011). Se estima que cerca del 75% de los cultivos del mundo y del 80% de las plantas con flores son polinizados por animales; de éstos, un 15% son polinizados por abejas domésticas (*Apis mellifera*) y un 80% por abejas silvestres (Ingram et al. 1996). Los polinizadores silvestres también se han visto afectados por el fenómeno denominado "crisis de los polinizadores" (Potts et al., 2010). No obstante, no todas las especies se ven afectadas en igual medida por la fragmentación del hábitat (Klein, Cunningham et al., 2008). Varios autores afirman que para asegurar un servicio de polinización estable en los agroecosistemas, los paisajes deben contribuir a mantener las poblaciones de polinizadores mediante el suministro de recursos para la alimentación, anidación e hibernación (Rollin et al., 2013; Ricou, Schnell et al., 2014); la abundancia de polinizadores, y en consecuencia la tasa de visitas y el éxito de la polinización se ve favorecido por la presencia de hábitats seminaturales, bosques o elementos del paisaje que se encuentren cerca de los cultivos (Schulps et al., 2014).

Demanda: Conciencia creciente de la necesidad de tener (más) polinizadores para la agricultura

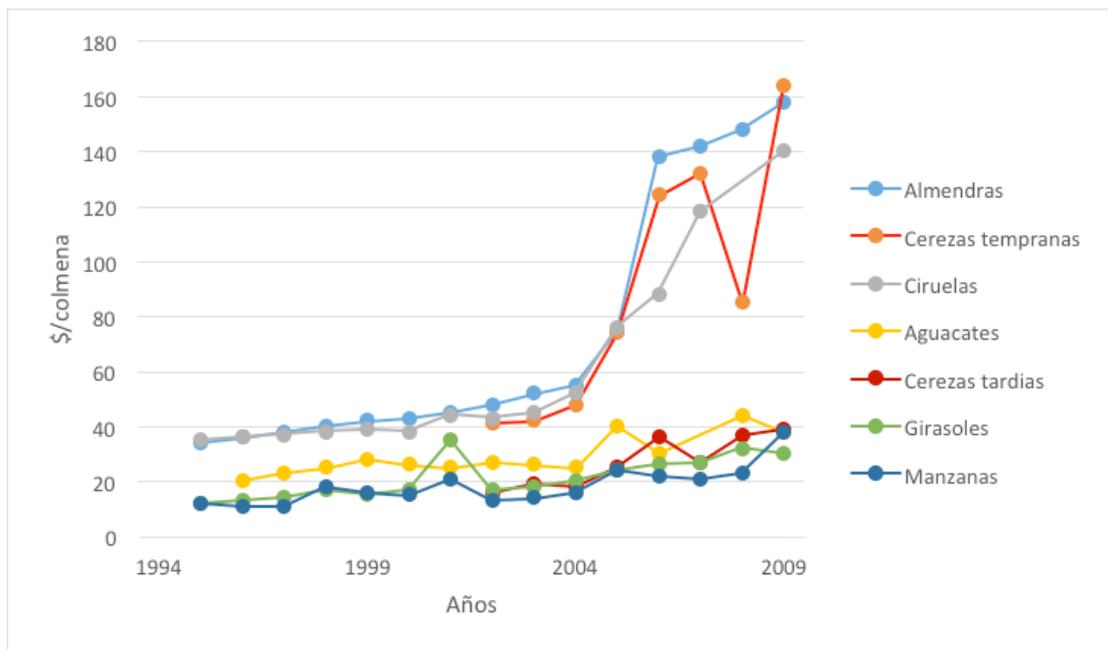
La producción moderna de cultivos parece más dependiente de servicios de polinización y su importancia ha sido bien documentada. Entre aproximadamente 300 cultivos comerciales alrededor del 84% son polinizados por insectos (Abrol, 2012). Los polinizadores son responsables de un 80-85% del total de hectáreas de polinización comerciales (Allsopp et al., 2008; Abrol, 2012), lo que representa aproximadamente un tercio de la producción mundial de alimentos (Klein et al., 2007; Giannini, Acosta et al.,

2012). El 22,6% de la producción agrícola en el mundo en desarrollo y el 14,7% de la producción agrícola en el mundo desarrollado dependen directamente de la polinización animal (Aizen, Garibaldi et al., 2008). Particularmente, la demanda de servicios de polinización provistos por abejas melíferas resulta importante en la producción de alimentos. De acuerdo con Klein et al (2007) 52 de los 115 principales productos alimenticios mundiales, entre frutos y semillas, dependen de la polinización exclusivamente de abejas melíferas; Debido a la importancia de la polinización para la agricultura, en países desarrollados el servicio de polinización es una práctica cada vez más común. En Estados Unidos en el cultivo de almendro se ha estimado un incremento en el rendimiento de 1.000 € por cada colmena introducida (siendo necesarias entre 5 y 8 colmenas por hectárea). En Nueva Zelanda, la demanda de colmenas para polinizar kiwis se ha incrementado en un 5.000% en los últimos 15 años. En contraste, en algunas partes del mundo, en especial en países en desarrollo, muchos agricultores no reconocen la necesidad de polinización y no consideran que este sea un insumo por el cual deban pagar o realizar algún tipo de inversión (Bonilla G., 2012), en estas regiones es frecuente la muerte de polinizadores por prácticas agrícolas inadecuadas como la deforestación y el uso indiscriminado de los plaguicidas (Phillips, 2014). No obstante en todo el mundo el rápido aumen-

to en la producción agrícola que depende de la polinización entomófila (Aizen et al., 2008), podría poner en riesgo la capacidad para proveer este servicio, pues esta demanda por cultivos que requieren polinización resulta muy superior a la población mundial de abejas domesticas (Aizen & Harder, 2009).

Precios: Varían de acuerdo al mercado (oferta y demanda) y a la producción de miel

En regiones donde existe un mercado desarrollado de los servicios de polinización los agricultores pagan a los apicultores por la instalación de colmenas, reconociendo esta práctica como un factor productivo que permite obtener mejores rendimientos (Abrol, 2012). En estas regiones, las colmenas pueden ser transportadas fácilmente y existen muchos participantes en el mercado (demandantes y oferentes), por tanto la competencia asegura que todas las colmenas se remuneren al valor de su producto marginal total (Champetier, 2010). Así, en general las tarifas de alquiler varían inversamente con la cantidad de miel que se puede producir del cultivo polinizado (Figura 2). De otra parte los precios de alquiler tienden a aumentar a medida que aumentan los precios de la miel (Champetier, 2010; van Engelsdorp & Meixner, 2010a).



Fuente: Champetier (2010), *The dynamics of pollinations markets*
Figura 2. Tarifas de polinización para cultivos representativos de California de 1995 a 2009: las tarifas de alquiler de colmenas para polinización al parecer varía inversamente con la cantidad de miel que se puede producir del cultivo polinizado; y se observa una tendencia al aumento en las tarifas entre el periodo 2004 a 2009.

Al parecer los precios por el servicio se han incrementado en las últimas décadas debido a la escases de polinizadores (Winfree, 2008; Bond et al., 2014); no obstante, hay quienes aseguran que los aumentos en los precios por el servicio se debe a las dinámicas del mercado, por el auge de algunos cultivos dependientes de polinización (Champetier, 2010). En términos generales, el pago por servicios de polinización es una práctica cada vez más común por muchos agricultores en el mundo, (Abrol, 2012).

Servicios de polinización en Latinoamérica y Colombia

A pesar de la enorme importancia ecológica y económica de los polinizadores, en especial de las abejas, aun se conoce muy poco sobre su diversidad, sus relaciones ecológicas y su importancia en la productividad de los agroecosistemas en diferentes regiones de Latinoamérica y Colombia. La mayoría de los estudios sobre abejas y su papel como polinizadores están sesgados hacia las áreas

templadas, llevados a cabo en países desarrollados o del primer mundo; por lo cual, todavía existe un gran vacío en Latinoamérica y el Caribe, cuyos países dependen económicamente de la producción agrícola, y consecuentemente de la polinización (FAO, 2014). Además, las pruebas disponibles indican que las abejas melíferas en estas regiones se manejan principalmente para la producción de miel, siendo esporádico su uso para la provisión de servicios de polinización (Aizen & Harder, 2009).

Latinoamérica: Mercados en desarrollo

Se destaca un número reducido de trabajos en servicios de polinización en la región en todos los aspectos relacionados con la producción agrícola y el papel de los polinizadores en agroecosistemas; Los estudios desarrollados hasta el momento en la región se han centrado en describir las relaciones planta – polinizado en

algunos cultivos de importancia para la región y en menor medida los beneficios productivos derivados de la polinización en los mismos (Ver cuadro 2). Específicamente en lo referente al mercado de los servicios de polinización las publicaciones científicas no son visibles, sin embargo, en países como México, Chile, Brasil y Argentina la industria apícola ha desarrollado el mercado de la polinización. En Chile, se estima que se generan entre 9 y 16 millones de dólares de ganancias gracias a la polinización por las abejas domésticas, y el pago por polinización constituye el 50% de los ingresos del apicultor (APOLO, 2014; FAO, 2014). En Brasil la información sobre los demanda de polinización es escasa, pero se reportan incrementos hasta del 50% en cultivos de importancia como el café y el algodón por polinización con abejas melíferas y silvestres (Pires et al., 2014). En México se ha estudiado la cría y uso comercial de abejorros para polinizar tomate (Vergara & Fonseca 2012).

Autor y año	Tema o información
Peña (2003)	Revisión de principales insectos polinizadores de frutales en el trópico de Latinoamérica y el Caribe, resaltando la diversidad de grupos de plantas e insectos, sus relaciones mutualistas y su papel de estas en la producción de frutos.
Universidad de Puerto Rico	Valor de la polinización en cultivos de importancia en Latinoamérica: Aguacate (<i>Persea americana</i>); Cacao (<i>Theobroma cacao</i>); Café (<i>Coffea</i> spp.); Carambola (<i>Averrhoa carambola</i>); Cítricos (<i>Citrus</i> spp.); Guayaba (<i>Psidium guajava</i>); Mango (<i>Mangifera indica</i>); Papaya (<i>Carica papaya</i>); entre otros.
Reyes Carrillo, J. L y Cano Ríos P. (2000)	Polinización y producción de cultivos en México. Incluyen como cultivos polinizados por abeja melífera a los frutales caducifolios (la Manzana y la Pera), los frutales perennifolios (Aguacate y los Cítricos), las Cucurbitáceas (el Melón, la Sandía, el Pepino y la Calabacita), hortalizas (la Cebolla y la Fresa) y los cultivos industriales (el Algodón, el Cártamo, el Girasol y la Soya)
Klein <i>et al.</i> 2001; Klein <i>et al.</i> 2003 a, b, c; Manrique y Thimann 2002; Olschewski <i>et al.</i> 2006; Priess <i>et al.</i> 2007; Ricketts <i>et al.</i> 2004; Roubik 2002 a, b; Vergara y Badano 2009	Polinización del café, papel positivo de los polinizadores en las técnicas tradicionales (cultivo con sombra) y la importancia de áreas con vegetación nativa como refugios de los polinizadores.

Fuente: modificado de FAO (2014), *Principios y avances sobre la polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe*

Colombia: Mercado potencial

En Colombia los servicios de polinización han sido frecuentemente desconocidos y poco valorados por agricultores y apicultores; sin embargo, se resalta que en los últimos años se ha desarrollado un cuerpo creciente de estudios que reportan beneficios derivados de la polinización con *Apis mellifera* y otras especies de abejas en diversos cultivos de importancia económica como aguacate, mora, fresa, naranja, mango, maracuyá entre otros (Cuadro 3). Específicamente en el uso de abejas nativas Santamaría et al. (2004) reportan la evaluación de poblaciones silvestres de meliponinos y establecimiento de meliponarios con las especies *Partamona peckolti*, *Frieseomelitta nigra*, *Nannotrigona testaceicornis* y *Scaptotrigona limae* para polinización. En el país el mercado de servicios de polinización es poco visible, los casos de cultivos en los que se da un manejo a la polinización son esporádicos (por ejemplo, polinización con *Apis mellifera* en

cultivo de fresa bajo invernadero en la región de Cundinamarca) (Sanchez A., 2016), y la industria apícola es aún una actividad en consolidación. Sin embargo, el interés por la cría de abejas se incrementa cada vez más, considerando el número creciente de iniciativas y proyectos, así como el mayor interés en sus productos y en servicios como la polinización (Nates-Parra, 2016).

De otra parte estudios más recientes indican que podría haber un mercado potencial de servicios de polinización con *Apis mellifera* para el cultivo del aguacate, no obstante se reportan limitantes técnicas y culturales como la falta de cultura o tradición en el pago por este tipo de servicios, la excesiva defensividad de las abejas que dificultaría su manejo en los cultivos y el uso inadecuado e intensivo de agroquímicos en los mismos que afecta a las abejas (Arias, 2017).

Cuadro 3. Estudios realizados en los últimos años referentes a servicios de polinización en Colombia

Autor y año	Entidad/Región	cultivo I	Información/aporte
Almanza, M. T. (2007)	Universidad Nueva Granada (Bogotá) y la Universidad de Bonn (Alemania)	Lulo (<i>Solanum quitoense</i> L)	Cría de abejorros nativos (<i>Bombus atratus</i>) para la polinización del Lulo. El incremento del número de abejorros, aumentó la producción de frutos y mejoró su calidad
Aldana et al. (2007)	Universidades Nueva Granada (Bogotá)	Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	Evaluación del potencial de <i>Bombus atratus</i> como polinizador de tomate en condiciones de invernadero. Los frutos presentaron incrementos significativos en variables como: peso fresco, número de semillas, diámetro ecuatorial y proporción de lóculos bien desarrollados
Calle et al. (2010)	Departamentos de Huila, Meta y Valle del Cauca	Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i>)	Evaluaron las percepciones de los productores en relación a los factores determinantes en la producción. Encontraron diferencias significativas en los sistemas de cultivo y en la polinización entre los departamentos
Coca et al. (2011)	Cordillera Oriental de Colombia	Gulupa (<i>Passiflora edulis</i> Sims f. <i>edulis</i>)	Presenta información sobre la biología floral y reproductiva de la Gulupa. Esta especie de planta necesita de polinizadores (abejas de los géneros <i>Epicharis</i> y <i>Xylocopa</i>) para producir una buena cosecha, pues solo el 33% de los frutos se forma sin el acceso a polinizadores.
Vasquez et al (2011)	Corpoica	Aguacate (<i>Persea</i> sp.), Fresa (<i>Fragaria chiloensis</i>), Mora (<i>Rubus glaucus</i>), Naranja (<i>Citrus sinensis</i>) y Mango (<i>Mangifera indica</i>)	Evalúan los efectos de la polinización dirigida con <i>Apis mellifera</i> en la productividad y calidad de los frutos. Reportan incrementos productivos considerables y mejora en la calidad de los frutos al instalar colmenas dentro de los cultivos
Nates et al. (2016)	Universidad Nacional de Colombia	Agraz (<i>Vaccinium meridionale</i> Sw.), Chamba (<i>Campomanesia lineatifolia</i>), Cholupa (<i>Passiflora maliformis</i> L)	Destaca la importancia de las abejas nativas (abejas sin aguijón y especies de abejas solitarias) como polinizadores de cultivos promisorios. Promueve el conocimiento, la divulgación, el manejo, uso sostenible y la conservación de los polinizadores en el país

CONCLUSIONES

A nivel mundial el mercado de servicios de la polinización está en crecimiento sobre todo en países desarrollados. La oferta de servicios de polinización se basa en los polinizadores silvestres y gestionados, ambas poblaciones presentan una disminución debido a la crisis de los polinizadores. Los cultivos dependientes de polinización han aumentado y la demanda por este servicio es cada vez mayor. Los precios de los servicios parecen variar con el precio de la miel y la cantidad de la misma que el apicultor pueda obtener, así como por condiciones otras condiciones del mercado como el transporte y el riesgo. En Latinoamérica, países como Argentina, Chile, Brasil, y México están desarrollando el mercado de servicios de polinización, aunque las publicaciones científicas en la temática son escasas. En Colombia, han incrementado los estudios referentes al tema, y hay un potencial para el mercado de servicios de polinización; aunque para que inicie se requiere superar algunas limitantes.

REFERENCIAS

Abrol, D. P. (2012). *Pollination Biology. Biodiversity Conservation and Agricultural Production*. Springer. New York, Springer.

er Dordrecht Heidelberg London New York.

- Aizen, M. A., L. A. Garibaldi, S. A. Cunningham and A. M. Klein (2008). "Long-term global trends in crop yield and production reveal no current pollination shortage but increasing pollinator dependency." *Current Biology* 18: 1572-1575.
- Aizen, M. A., L. A. Garibaldi, S. A. Cunningham and A. M. Klein (2009). "How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production." *Annals of Botany*: 1-10.
- Aizen, M. A. and L. D. Harder (2009). "The Global Stock of Domesticated Honey Bees Is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination." *Current Biology* 19(1):915-918.
- Allsopp, M. H., W. J. de Lange and R. Veldtman (2008). "Valuing Insect Pollination Services with Cost of Replacement." *PLoS ONE* 3(9): e3128.
- APOLO (2014). *Polinizadores y biodiversidad*. A. e. d. Entomología, J. B. Atlántico and C. I. d. l. Biodiversidad. Madrid, España Observatorio de agentes polinizadores - APOLO 160.
- Arias S., J. C., J. A. Ocampo P. and R. Urrea G. (2014). "La polinización natural en el maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como un servicio reproductivo y ecosistémico" *Agronomía Mesoamericana* 25(1):73-83.

- Arias, E. (2017) Análisis del mercado de servicios de polinización de cultivos de aguacate (*Persea sp.*) con abejas (*Apis mellifera*) en Fresno, Tolima (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia
- Blitzer, E. J., J. Gibbs, M. G. Park and B. N. Danforth (2016). "Pollination services for apple are dependent on diverse wild bee communities" *Agriculture, Ecosystems and Environment* 221: 1-7.
- Bond, J., K. Plattner and K. Hunt (2014). "U.S. Pollination-Services Market" *Economic Research Service, USDA FTS-357SA*
- Bonilla G., M. (2012). La polinización como servicio ecosistémico Iniciativa Colombiana de Polinizadores Capítulo Abejas Bogotá D.C., Universidad Nacional de Colombia Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Breeze, T.D., A. P. Bailey, K. G. Balcombe and S. G. Potts (2011). "Pollination services in the UK: How important are honeybees?" *Agriculture, Ecosystems & Environment* 142(3&4): 137-143.
- Brosi, B. J., G. C. Daily, T. M. Shih, F. Oviedo and G. Durán (2008). "The effects of forest fragmentation on bee communities in tropical countryside." *Journal of Applied Ecology* 45: 773-783.
- Carman, H. F. (2011). "The Estimated Impact of Bee Colony Collapse Disorder on Almond Pollination Fees" *Agricultural and Resource Economics Update* 14(5): 9-11.
- Castañeda C., S., R. Vasquez R. and H. Ballesteros CH. (2012). "Efecto de la polinización dirigida con abejas *Apis mellifera* sobre la cantidad y calidad del fruto en cultivo de naranja *Citrus sinensis*." *Vitae* 19(1): S66-S68.
- Corpoica (2006). 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 Bogotá D.C., Produmedios.
- Cox-Foster, D. and D. van Engelsdorp (2009). "Saving the honeybee." *Scientific American Magazine* 300(4): 40-47.
- Cunningham, S. A. and D. Le Feuvre (2013). "Significant yield benefits from honeybee pollination of faba bean (*Vicia faba*) assessed at field scale." *Field Crops Research* 149(1): 269-275.
- Champetier, A. (2010). *The Dynamics of Pollination Markets*. Agricultural & Applied Economics Association 2010. Denver, Colorado: 44.
- Eilers, E. J., C. Kremen, S. Smith G., A. K. Garber and A. M. Klein (2011). "Contribution of Pollinator-Mediated Crops to Nutrients in the Human Food Supply." *PLoS ONE* 6(6): e21363.
- FAO (2014). Principios y avances sobre polinización como servicio ambiental para la agricultura sostenible en países de Latinoamérica y el Caribe FAO. Santiago, Chile Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO.
- FAO (2016). "Polinizadores." Retrieved Junio, 2016, from <http://www.fao.org/biodiversity>.
- Freitas, B. M. and J. O. Pereira, Eds. (2004). *Solitary Bees: conservation, rearing and management for pollination*. Fortaleza - CE, Brazil, Imprensa Universitária.
- Freitas B, Imperatriz-F V, Medina L, Kleinert A, Galetto L, Nates-Parra G, Quezada-E, J (2009). Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie* 40: 332-346.
- Gallai, N., J.-M. Salles, J. Settele and B. E. Vaissière (2009). "Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline." *Ecological Economics* 68(1): 810-821.
- García G., M., L. A. Ríos O. and J. Álvarez del Castillo (2016). "La polinización en los sistemas de producción agrícola: revisión sistemática de la literatura." *Idesia* 34(3): 51-66.
- Garratt, M. P. D., T. D. Breeze, N. Jenner, C. Polce, J. C. Biesmeijer and S. G. Potts (2014). "Avoiding a bad apple: Insect pollination enhances fruit quality and economic value" *Agriculture, Ecosystems & Environment* 184(1): 34-40.
- Giannini, T. C., A. L. Acosta, C. A. Garófalo, A. M. Saraiva, I. Alves and V. L. Imperatriz (2012). "Pollination services at risk: Bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil." *Ecological Modelling* 244: 127-131.
- Hein, L. (2009). "The Economic Value of the Pollination Service, a Review Across Scales." *The Open Ecology Journal* 2: 74-82.
- Ingram M, Nabhan G, Buchmann S (1996) Impending pollination crisis threatens biodiversity and agriculture. *Tropinet* 7.
- lein, A. M. (2009). "Nearby rainforest promotes coffee pollination by increasing spatio-temporal stability in bee species richness." *Forest Ecology and Management* 258: 1838-1845.
- Klein, A. M., S. A. Cunningham, M. Bos and I. Steffan-Dewenter (2008). "Advances in pollination ecology from tropical plantation crops." *Ecology* 89(4): 935-943.
- Klein, A. M., B. E. Vaissiere, J. H. Cane, I. Steffan-Dewenter, S. A. Cunningham, K. C. and T. Tscharntke (2007). "Importance of pollinators in changing landscapes for world crops." *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274(1608): 303-313.
- Leonhardt, S. D., N. Gallai, L. A. Garibaldi, M. Kuhlmann and A. M. Klein (2013). "Economic gain, stability of pollination and bee diversity decrease from southern to northern Europe" *Basic and Applied Ecology* 14: 461-471.
- Martínez, T. (2006). Diagnóstico de la actividad apícola y de la crianza de abejas en Colombia Bogotá D.C., Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
- Mitchener C (2000) *The bees of the world*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore. 913 p.
- Mitchener, C. D. (2007). *The bees of the world*. S. Ed. Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- Morales Palacios, A. d. P. (2009). Estado actual de la polinización en un banco de germoplasma de aguacate (*Persea Americana* Mill) en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica sede La Libertad Facultad de Agronomía Bogotá D.C., Universidad Nacional de Colombia Pregado.
- Nates-Parra G., editor (2016). *Iniciativa colombiana de polinizadores: abejas ICPA -- Primera edición*. -- Bogotá: Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias. Departamento de Biología, 2016. 364 páginas
- Neumann, P. and N. L. Carreck (2010). "Honey bee colony losses." *Journal of Apicultural Research* 49(1): 1-6.
- ODEPA (2015). Informe Final Estudio Estratégico de la Cadena Apícola de Chile. Ministerio de Agricultura. Santiago de Chile Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura

- Ollerton, J., V. Price, W. S. Ambruster, J. Memmott, S. Watts, N. M. Waser, Ø. Totland, D. Goulson, R. Alarco, J. C. Stout and S. Tarrant (2012). "Overplaying the role of honey bees as pollinators: A comment on Aebi and Neumann." *Trends in Ecology & Evolution* 27(141).
- O'Toole C (1993) Diversity of native bees and agroecosystems. In: Hymenoptera and biodiversity. LaSalle J, Gauld I (Eds): 1-45.
- Phillips, C. (2014). "Following beekeeping: More-than-human practice in agrifood." *Journal of Rural Studies* 36: 149-159.
- Pires V, Silveira F, Sujii E, Torezani K, Rodrigues W, Albuquerque F, Rodrigues S, Salomão A. and Pires C. (2014) "Importance of bee pollination for cotton production in conventional and organic farms in Brazil" *Journal of Pollination Ecology* 13(16): 151-160
- Potts, S. G., J. C. Biesmeijer, C. Kremen, P. Neumann, O. Schweiger and W. E. Kunin (2010). "Global pollinator declines: trends, impacts and drivers." *Trends in Ecology & Evolution* 25(6): 345-353.
- Ramírez, F. and T. Lee Davenport (2013). "Apple pollination: A review." *Scientia Horticulturae* 161(1): 188-203.
- Ricou, C., C. Schneller, B. Amiaud, S. Plantureux and C. Bockstaller (2014). "A vegetation-based indicator to assess the pollination value of field margin flora" *Ecological Indicators* 45: 320-331.
- Rollin, O., V. Bretagnolle, A. Decourtye, J. Aptel, N. Michel, B. E. Vaissière and M. Henry (2013). "Differences of floral resource use between honey bees and wild bees in an intensive farming system." *Agriculture, Ecosystems and Environment* 179: 78-86.
- Roubik D (1995) Pollination of cultivated plants in the tropics. FAO. *Agricultural Bulletin* No. 118, Rome. 196 p.
- Rucker, R. R., W. N. Thurman and M. Burgett (2012). "Honey Bee Pollination Markets and the Internalization of Reciprocal Benefits." *American Journal of Agricultural Economics* 94(4): 956-977
- Sanchez A., O. (2016). *Servicios de polinización en el cultivo de Fresa en Guasca, Cundinamarca Bogotá D.C.*
- Santamaría E, Santamaría A, Rodríguez D, Jerez P, Aceros H (2004) "Sistemas de polinización entomófila con meliponinos para frutales y cultivos bajo invernadero". Libro de Memorias II Encuentro Colombiano de Abejas Silvestres. Bogotá: Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. 2004. p. 131-134
- Schulp, C. J. E., S. Lautenbach and P. H. Verburg (2014). "Quantifying and mapping ecosystem services: Demand and supply of pollination in the European Union." *Ecological Indicators* 36(1): 131-141.
- Senapathi, D., J. C. Biesmeijer, T. D. Breeze, D. Kleijn, S. G. Potts and L. G. Carvalheiro (2015). "Pollinator conservation - the difference between managing for pollination services and preserving pollinator diversity" *Current Opinion in Insect Science* 12: 93-101.
- Sharmah, D., A. Khound, S. Rahman and P. Rajkumari (2015). "Significance of Honey Bee as a Pollinator in Improving Horticultural Crop Productivity in N.E. Region, India: A Review." *Asian Journal of Natural & Applied Science* 4(1): 62-69.
- Slaa, E. J., L. A. Sanchez, K. S. Malagodi and F. E. Hofstede (2006). "Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives." *Apidologie* 37(2): 293-315.
- Toni, H. and B. A. Djossa (2015). "Economic value of pollination services on crops in Benin, West Africa" *International Journal of Biological Chemical Sciences* 9(1): 225-233.
- Van Engelsdorp, D. and M. D. Meixner (2010a). "A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them." *Journal of Invertebrate Pathology* 103, Supplement(0): S80-S95.
- Van Engelsdorp, D. and M. D. Meixner (2010b). "A historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them." *Journal of Invertebrate Pathology* 103: S80-S95.
- Vasquez, R. E., H. H. Ballesteros, J. E. Tello, S. J. Castañeda, N. E. Calvo, N. C. Ortega and L. E. Riveros, Eds. (2011). *Polinización dirigida con abejas Apis mellifera: Tecnología para el mejoramiento de la producción de cultivos con potencial exportador. Bogotá D.C., Corpoica*
- Vergara C. & Fonseca P. (2012) "Pollination of greenhouse tomatoes by the mexican bumblebee *bombus ephippiatus* (hymenoptera: apidae)" *Journal of Pollination Ecology* 74(4): 27-30
- Winfree, R. (2008). "Pollinator-Dependent Crops: An Increasingly Risky Business." *Current Biology* 18(20): R968.
- Winfree, R., B. J. Gross and C. Kremen (2011). "Valuing pollination services to agriculture." *Ecological Economics* 71(0): 80-88.