



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

# LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Nacional de Estudios Superiores,  
Unidad Morelia

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS  
ILUSTRADOS, UNA PROPUESTA DE  
DIVULGACIÓN CIENTÍFICA SOBRE  
POLINIZADORES EN MÉXICO: EL  
CASO DE LAS ABEJAS

# TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN CIENCIAS AMBIENTALES

P R E S E N T A

EUNICE MADRIGAL MORENO

DIRECTORA DE TESINA: M. EN C. ANA CLAUDIA NEPOTE GONZÁLEZ

MORELIA, MICHOACÁN

NOVIEMBRE, 2018



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES**

Al Dr. Ken Oyama, pues de no haberme recibido como oyente no habría confirmado que estaba en el lugar correcto.

A cada uno de los maestros por sus enseñanzas, sus regaños y por estar siempre pendiente, sobre todo en nuestras dos o tres crisis existenciales de generación.

Al personal administrativo por guiarnos en todo y resolver nuestras dudas tantas veces fueran necesarias.

A Ana Claudia, mi asesora, gracias por tu acompañamiento, tu apoyo, tus recomendaciones y por tus palabras de aliento.

Gracias a todos los sinodales por su disposición y cada una de sus observaciones que permitieron mejorar este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia por brindarnos la mejor educación y hacernos crecer no solo académicamente sino como personas.

## AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Pá y Má, gracias por estar siempre, por todos sus consejos y reprimendas que ahora que soy un poquito más adulta comprendo mejor. Gracias porque con el ejemplo me han enseñado el valor del trabajo, que solo con esfuerzo se logra lo que se quiere y por confiar en mí. Tardé más de lo esperado, pero esto es para ustedes.

Ira, Gonz y Hannia, los amo carnales. Sin ustedes nada ♥.

A mis mejores amigas y confidentes Aymara, Vicky, Majo, Lu, Marilyn, Haydeé, Clari, Fer y Kari, por demostrarme que puedo contar con ustedes en todo momento, por todas las aventuras dentro y fuera de la escuela, los ratos de simpleza, las carcajadas y todo el cariño. Son lo más.

A Willy, Bren, Geli, Adrián, Pau, Poncho y demás amigos y compañeros de generación. Un gusto viajar y compartir todos estos años con ustedes; siempre los llevo en el cora.

Gracias por todas las cumbias.

*“Ignoramos las complejas dependencias mutuas entre los seres de la tierra (...) estamos tirando del tapiz biológico planetario y no sabemos si sólo arrancaremos un hilo o si se desbaratará todo el tejido”.*

CARL SAGAN (1934 -1996)  
Miles de Millones

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTOS PERSONALES</b>	<b>3</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>7</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
1.1 Objetivos	9
1.1.1 Objetivo general	9
1.1.2 Objetivos particulares	9
<b>II. ANTEDECENTES</b>	<b>10</b>
2.1 Servicios ecosistémicos y polinización	10
2.1.1 Polinización biótica	12
2.1.2 El papel de los polinizadores en los cultivos agrícolas	14
2.2 Abejas en México	15
2.3 Crisis de polinizadores	16
2.4 Divulgación científica	19
2.4.1 Cómo se divulga y medios para hacerlo	21
2.4.2 La narración en la divulgación	22
2.5 El Programa 6 Sentidos	24
<b>III. METODOLOGÍA</b>	<b>25</b>
3.1 Búsqueda y selección de artículos científicos	25
3.2 Redacción de narraciones	26
3.3 Encuesta a apicultores	27
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>28</b>
4.1 Selección de artículos científicos	28
4.2 Propuesta de divulgación científica	32
4.3 Encuesta a apicultores	34
<b>V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>40</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>44</b>
<b>VII. ANEXOS</b>	<b>48</b>

## RESUMEN

Ante la actual crisis de polinizadores —atribuida entre otros factores a las prácticas agrícolas y el cambio climático— el mantenimiento de la biodiversidad y el abasto de alimentos en todo el mundo se encuentra comprometido afectando a toda la sociedad; hecho que hace evidente la necesidad de comunicar información científica sobre el tema a los distintos ámbitos fuera del científico.

En este proyecto se apostó por el uso de narrativas para recrear conocimiento generado en investigaciones sobre abejas hechas en México y realizar un producto de divulgación científica dirigido a un público no experto joven y adulto. Para ello, se siguió la metodología desarrollada por el Programa 6 Sentidos de difusión científica del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) de Chile y el modelo *ABT*. Además, se aplicaron encuestas a apicultores.

El producto obtenido es el folleto *Esenciales diminutos, relatos para la conservación de las abejas* que consta de ocho narraciones y un apartado de acciones para la conservación de las abejas. Se espera el producto sea una fuente de información alternativa y atractiva a los medios habituales.

Se considera además pertinente el involucramiento y trabajo conjunto entre académicos, apicultores y gobierno que pueda resultar en el desarrollo de proyectos de conservación, así como impulsar las prácticas narrativas y la creación de distintos productos de divulgación científica para hacer visible la problemática a nivel regional, nacional y mundial.

Palabras clave: Polinización biótica, crisis de polinizadores, divulgación científica, uso de narrativas.

## ABSTRACT

Given the current pollinator crisis —attributed among other factors to agricultural practices and climate change— the maintenance of biodiversity and the supply of food throughout the world is compromised, affecting the whole society; fact that makes evident the need to communicate scientific information on the subject to the different fields outside the scientific.

In this project, we opted for the use of narratives to recreate knowledge generated in research on bees made in Mexico and to produce a scientific divulgation product aimed at a young and adult non-expert audience. For this, the methodology developed by the Program 6 Senses of scientific diffusion of the Institute of Ecology and Biodiversity (IEB) of Chile and the ABT model was followed. In addition, surveys were applied to beekeepers.

The product obtained is the booklet *Esenciales diminutos, relatos para la conservación de las abejas* that consists of eight stories and a section of actions for the conservation of bees. The product is expected to be an alternative and attractive source of information to the usual media.

The involvement and joint work between academics, beekeepers and government that may result in the development of conservation projects is also considered pertinent, as well as promoting narrative practices and the creation of different scientific divulgation products to make the problem visible at a regional, national and worldwide level.

Key words: Biotic pollination, pollinator crisis, scientific divulgation, use of narratives.

## I. INTRODUCCIÓN

La polinización es un proceso esencial para el mantenimiento tanto de los ecosistemas terrestres naturales como para los manejados por el humano. Los animales polinizadores son responsables de la reproducción sexual de más del 80% de las plantas vasculares terrestres, incluyendo la mayoría de las especies de cultivo (Buchmann y Nabham, 1996 en Ashworth, et al., 2009, p.1050).

Aunque los datos están disponibles solo para algunas regiones globales, la evidencia muestra que varias especies de polinizadores han reducido sus rangos geográficos, un puñado se ha extinguido y muchos han mostrado disminuciones en la abundancia local (Potts, et al., 2016). Las causas identificadas son envenenamientos causados por el uso de pesticidas en cultivos, la competencia y el desplazamiento por especies introducidas, así como por la pérdida de hábitat por deforestación y fragmentación (Coro- Arizmendi, 2009).

En un estudio realizado por Ashworth y colaboradores (2009) se menciona que la disminución de polinizadores traerá consecuencias negativas a corto plazo relacionadas con un menor suministro de alimentos y a largo plazo se verán afectados otros servicios de los ecosistemas como la purificación del aire y ciclo de nutrientes, resultado de los efectos en cascada de la diversidad de plantas.

Por lo anterior, además del desarrollo de conocimiento científico que permita la búsqueda de soluciones, resulta pertinente acompañar los procesos de investigación con estrategias de comunicación pública de la ciencia con el fin de informar e involucrar a otros actores sociales en la búsqueda de soluciones y alternativas que disminuyan esta amenaza.

El trabajo principal de esta tesina consistió en la búsqueda y recopilación de artículos científicos —siendo estos el medio comunicativo por excelencia en la comunidad científica (Lam, 2016) — que sirvieron de referencia para la redacción

de narraciones y elaboración de una propuesta de divulgación científica sobre abejas dirigida a un público adolescente y adulto no especializado.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general**

- Realizar una compilación de narraciones basadas en artículos científicos de investigaciones mexicanas sobre abejas, para divulgar el conocimiento y promover el interés de jóvenes y adultos no expertos en polinización.

### **1.1.2 Objetivos particulares**

- Realizar una selección de artículos científicos de investigaciones realizadas en México sobre abejas, publicados en revistas nacionales e internacionales entre 2006 y 2017.
- Redactar textos narrativos basados en los artículos científicos seleccionados.
- Editar una publicación de divulgación con las narraciones, acompañadas de ilustraciones dirigida a adolescentes y adultos.

Este proyecto se inspiró en la experiencia en divulgación desarrollada en el Programa 6 Sentidos del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) de la Universidad de Chile.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1 Servicios ecosistémicos y polinización

La naturaleza a través de sus diversos bienes y funciones contribuye directa e indirectamente al bienestar humano. Todos estos beneficios que la sociedad obtiene de los ecosistemas se denominan servicios ecosistémicos (FAO, 2017). Incluyen una amplia gama de condiciones y procesos a través de los cuales los ecosistemas naturales, y las especies que son parte de ellos, ayudan a sostener y cumplir la vida humana (Ecological Society of America, 1997).

En 2009 Balvanera y colaboradores describen los servicios que proporcionan los ecosistemas de la siguiente manera:

- De abastecimiento: Se trata de bienes tangibles, también conocidos como recursos naturales; algunos ejemplos son el agua, la madera y los alimentos.
- Culturales: Son los beneficios que dependen de las percepciones colectivas de los humanos acerca de los ecosistemas y de sus componentes, los cuales pueden ser materiales o no materiales, tangibles o intangibles. Los beneficios espirituales, recreativos o educacionales son ejemplos de ellos.
- De regulación: Son los procesos ecosistémicos complejos mediante los cuales se regulan las condiciones del ambiente en que los seres humanos realizan sus actividades productivas.
- De apoyo: Son los procesos básicos que aseguran el funcionamiento adecuado de los ecosistemas y el flujo de los demás servicios. Entre estos servicios se encuentran la productividad primaria y el ciclo de nutrientes.

La regulación del aire y del suelo, el control de las inundaciones y enfermedades, y la polinización son algunos de los servicios ecosistémicos de regulación. Estos a menudo son invisibles y, por consiguiente, en la mayoría de los casos se dan por

sentados. Cuando se ven dañados, las pérdidas resultantes pueden ser importantes y difíciles de recuperar (FAO, 2017).

La polinización que es el tema en que se centra este trabajo se refiere a la transferencia de polen entre las partes masculinas y femeninas de las flores que permite la fertilización y la reproducción. Puede lograrse con el viento y el agua, pero la mayoría de las plantas cultivadas y silvestres del mundo dependen de la polinización de los animales (Potts, et al., 2016), y es clave en el mantenimiento de los procesos que sostienen la diversidad y dinámica ecológica en el planeta (Coro-Arizmendi, 2009).

Cuando el polen de la antera cae directamente en el estigma de la misma flor se denomina autogamia, geitonogamia al ocurrir en otras flores de la misma planta y polinización cruzada al transportarse el polen entre flores de distintas plantas (Viejo y Ornos, 1997). Este último mecanismo es muy importante, pues promueve el intercambio de caracteres genéticos entre las plantas y les confiere una mayor capacidad de adaptación al ambiente (Nates-Parra, 2016).

La mayoría de las especies de plantas favorecen el cruzamiento, algunas presentan individuos que sólo producen flores masculinas y otros sólo flores femeninas, otras especies poseen flores hermafroditas y favorecen la polinización cruzada al madurar los órganos masculino y femenino a destiempo (Chalcoff, et al., 2014).

Además, a menudo se dan casos de autoincompatibilidad, es decir, la superficie del estigma no reconoce las señales químicas del polen del mismo individuo y se impide la formación del tubo polínico que lleva al gameto masculino hasta el óvulo para su fecundación (Gordón, Atlántico, y Ornos, 2002).

Que una planta requiera a un polinizador para su reproducción depende de si ésta tiene la capacidad o no de producir semillas con polen propio, aquellas capaces de

fertilizar total o parcialmente sus óvulos con su polen se denominan autocompatibles y las que no, autoincompatibles (Chalcoff, et al., 2014).

### **2.1.1 Polinización biótica**

Las relaciones polinizador-planta son un tipo de interacción ecológica que no sólo es vital para el funcionamiento a largo plazo de los ecosistemas terrestres sino también para la diversificación evolutiva de una gran variedad de organismos (Ollerton, 1999).

Plantas y polinizadores han coevolucionado constituyendo el más claro ejemplo de mutualismo en la naturaleza; mientras que las plantas logran fecundarse, los polinizadores obtienen recompensa en forma de alimento (néctar y polen), fragancias que utilizan en sus cortejos o simplemente protección para su descendencia (Gordón, Atlántico, y Ornosá, 2002).

Según evidencian depósitos geológicos dicho mutualismo data del periodo Cretácico es decir hace más de 100 millones de años, cuando los insectos comenzaron a adquirir alimento de las flores y las flores lograron su mayor éxito reproductivo a través del movimiento del polen mediante los insectos (Kearns e Inouye, 1997).

Algunas características que las flores han desarrollado para atraer a sus polinizadores son: colores atractivos, perfumes intensos e incluso aspecto parecido a las hembras que engaña y seduce a los machos como en el caso de las orquídeas; este conjunto de rasgos se denominan síndromes florales o de polinización e influyen en el éxito reproductivo de las plantas ya que afectan cuestiones tales como el número de visitas recibidas, calidad de la visita y patrón de forrajeo (Viejo y Ornosá, 1997; Golubov y Mandujano, 2009).

Los distintos atractivos florales de las plantas han evolucionado independientemente para atraer grupos específicos de polinizadores animales,

mientras algunas plantas tienen relaciones muy especializadas con unos pocos o incluso un solo polinizador, la mayoría de las especies de plantas también son visitadas por varios animales con diferentes eficiencias de polinización (Viejo y Ornos, 1997; Ashworth, et al., 2015).

Dentro de los polinizadores, los insectos son el grupo más numeroso (cerca de 200,000 especies), aunque algunos reptiles, aves, e incluso mamíferos pueden también desempeñar esta importante labor (Gordón, Atlántico, y Ornos, 2002).

Los principales insectos polinizadores están agrupados en cuatro órdenes: *Himenóptera* (abejas, avispas y hormigas), es considerado el orden de mayor importancia para las angiospermas, debido a que una gran proporción de las numerosas especies que contiene, polinizan regular y eficientemente; *Díptera* (moscas y mosquitos), son los segundos visitantes flores más frecuentes, realizan sus visitas para alimentarse de néctar y/o polen, así como en busca de individuos del sexo opuesto, para oviponer, o para elevar la temperatura corporal; *Lepidóptera* (polillas y mariposas), que se asocian a las angiospermas ya que los adultos dependen de sus flores como fuente principal de alimento, y *Coleóptera* (escarabajos), que son principalmente generalistas y se consideran los polinizadores más antiguos (Nates-Parra, 2005; Medan, 2008).

Las abejas son a menudo los visitantes florales más frecuentes, hecho que puede atribuirse a que las aproximadamente 20,000 especies son florícolas obligados, y tanto las larvas como adultos se alimentan de productos florales; si se considera la tasa de visita un predictor fiable de la polinización, esto las convierte en los polinizadores más importantes (Gordón, Atlántico, y Ornos, 2002).

La participación de los polinizadores es sumamente importante en la reproducción de las plantas silvestres, ya que más del 90% de las especies de plantas con flores tropicales y aproximadamente el 78% de las especies de zonas templadas dependen, al menos en parte, de la polinización animal (Ollerton et al., 2011).

### **2.1.2 El papel de los polinizadores en los cultivos agrícolas**

Se estima que tres cuartas partes de los cultivos de los que se alimenta el humano dependen de los polinizadores para producir sus frutos (Coro-Arizmendi, 2009). En nuestro país casi el 85% de las especies consumidas de frutas y/o semillas dependen en cierta medida de los polinizadores para producirse (Ashworth, et al., 2009).

Entre los cultivos importantes en México que dependen de los polinizadores están el frijol, el chile, el tomate y el jitomate, las calabacitas, las ciruelas, los mangos, las manzanas, el café, el cacao para producir chocolate y la vainilla (Coro-Arizmendi, 2009).

El alto porcentaje de cultivos dependientes de la polinización hace evidente que este proceso, además, represente una gran importancia económica. En 2010 se estimó que en nuestro país el valor del servicio de polinización de 103 especies de cultivos fue de 43 mil millones de pesos (Quesada, et al., 2012).

Si bien no todas las especies vegetales cultivadas por el ser humano dependen de los polinizadores para su producción, muchas de las plantas cultivadas muestran un aumento en la producción de semillas y frutos, así como en su calidad en presencia de los polinizadores adecuados (Gordón, Atlántico, y Ornos, 2002).

De acuerdo con la “Evaluación de los impactos del cambio climático en polinizadores y sus consecuencias potenciales en el sector agrícola en México” realizada en 2012 por académicos de la UNAM, la Universidad de Córdoba, Argentina y el Instituto de Ecología A.C., solamente el 35% de la producción mundial de alimentos son cultivos dependientes a los polinizadores, sin embargo, estos son parte esencial para el bienestar humano pues contribuyen al suministro de alimentos y nutrientes diversos necesarios para una alimentación completa.

## 2.2 Abejas en México

En México se conocen unas 2,000 especies que, por ser originarias de América, se denominan abejas nativas, de las cuales la mayor parte son solitarias, es decir, no viven en colonias con una reina y sus obreras, como la abeja melífera (*Apis mellifera*) sin embargo, algunas de ellas son altamente sociales; como las abejas sin aguijón (o Meliponinos), que viven en las zonas tropicales del país (Quezada-Euán y Ayala, 2010). Éstas se pueden distinguir del resto de los *Apidae* porque presentan gran reducción de la venación de las alas anteriores, la falta de aguijón, tener uñas simples y por presentar una línea de pelos gruesos a modo de peine en el margen apical de las tibias posteriores (Wille, 1961 en Ayala, 1999).

Se han descrito casi 500 especies de meliponinos, la mayoría de ellas en los trópicos del Nuevo Mundo, considerados como la principal área de diversificación de este grupo de organismos (Michener, 2007, en Reyes-González, et al., 2014). De acuerdo con Ayala (1999) en nuestro país se reconocen 11 géneros y 46 especies de Meliponini.

Antes de la llegada de los españoles y la introducción de la abeja melífera, las meliponas fueron las abejas cultivadas principalmente por los mayas para obtener su miel y su cera, al manejo de estos insectos se le denomina meliponicultura (Ayala, 1999). En la actualidad ha surgido un nuevo interés en las abejas sin aguijón, no sólo como objeto de estudio, sino también como polinizadores, y por las propiedades medicinales que se atribuye a sus mieles (Quezada-Euán y Ayala, 2010).

Las abejas sin aguijón son polinizadores particularmente importantes de muchas plantas tropicales silvestres y cultivadas (~90 especies de cultivos) (Heard, 1999 en Quesada, et al., 2012).

Por su parte, las abejas melíferas que fueron traídas del viejo mundo son importantes no solo por sus beneficios a los ecosistemas naturales sino por

beneficiar directamente a aproximadamente cuarenta mil apicultores y sus familias, e indirectamente a alrededor de cuatrocientas mil personas que realizan actividades que tienen relación con la cadena productiva de la apicultura, como son los fabricantes de equipo apícola, así como los que envasan y comercializan miel y otros productos de las abejas (Guzmán-Novoa, et al., 2011).

Además de su importancia y función en la producción de miel, la abeja melífera es la más utilizada para la polinización de cultivos, lo que aumenta la producción agrícola hasta un 96% en algunos cultivos (Quesada, et al.,2012).

Por su importante papel en el ecosistema, así como su valor cultural y económico la propuesta de divulgación de este trabajo se centra en las abejas Meliponas y Melíferas.

### **2.3 Crisis de polinizadores**

Desde el siglo pasado se tiene conocimiento sobre la disminución de poblaciones de polinizadores a nivel mundial, tan solo en Estados Unidos existen registros de desapariciones de colmenas en los períodos 1947-1972 y 1989-1996; durante años a este fenómeno se le conoció como “Disminución de primavera”, “Colapso de otoño” y “Mal de mayo”, y es hasta finales del 2006 que se utiliza por primera vez el término Síndrome de Colapso de las Abejas (en inglés *Colony Collapse Disorder*) para definir la desaparición masiva e inexplicable de colonias de abejas melíferas, a partir de la denuncia de apicultores norteamericanos al perder entre 50% y 90% de sus colmenas en cuestión de semanas (Valdés, 2013).

Sin embargo, actualmente la problemática del declive va más allá de las abejas melíferas manejadas, pues afecta además a colmenas silvestres de las distintas especies.

De acuerdo con el informe sobre “Polinizadores, polinización y producción de alimentos” publicado en 2016 por la Plataforma Intergubernamental Científico-

normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES) la diversidad y abundancia de polinizadores silvestres en Europa noroccidental y América del Norte han disminuido a escalas local y regional (disminuyendo las abejas un 37% en el caso de Europa). En cuanto a nuestro país y América Latina en general, así como África, Oceanía y Asia hay falta de datos sobre polinizadores que permitan afirmar que hay una disminución a nivel regional sin embargo si existen registros de disminuciones a nivel local.

Distintos autores (Potts et al., 2010; González-Varo, 2013 y Goulson et al., 2015) concuerdan en los siguientes factores como las principales causas que ponen en riesgo a los polinizadores:

- **Modificaciones en el uso del territorio.** La modificación del hábitat natural en tierras de cultivo es un importante motor de la disminución de las poblaciones de abejas al reducir los recursos florales y sus zonas de anidación.
- **Uso de productos químicos.** La diversidad y abundancia de abejas también se ve afectada por la actividad agrícola al aumentar el uso de agroquímicos, que pueden causar en el caso de los insecticidas mortalidad por intoxicación directa, mientras que los herbicidas y fertilizantes afectan a los polinizadores indirectamente al disminuir la disponibilidad de recursos florales.

Dentro del grupo de los insecticidas los neonicotinoides son considerados la clase más peligrosa para las abejas al ser neurotoxinas que se dirigen al sistema nervioso central del insecto, causando sobreestimulación, parálisis y muerte.

- **Introducción de especies exóticas.** La introducción de polinizadores gestionados para polinización de cultivos y producción de miel puede tener un impacto en las especies nativas al haber competencia directa por los

recursos y al aumentar el riesgo de propagación de enfermedades. Además, los polinizadores no nativos pueden alterar los patrones de polinización de plantas nativas.

- **Cambio Climático.** Se pronostica que los cambios en la temperatura causarán desajustes espaciales y temporales entre los polinizadores y plantas ocasionando la limitación del polen a las plantas y lagunas en el suministro de alimentos a los polinizadores. Se espera además un aumento de los fenómenos climáticos extremos como tormentas, inundaciones y sequías, que podrían impactar gravemente las comunidades locales de abejas.

Todos estos factores que por separado pueden ser nocivos, al actuar en conjunto pueden incrementar exponencialmente sus efectos alterando las interacciones planta-polinizador las cuales constituyen la arquitectura de la biodiversidad y confieren a los ecosistemas una estabilidad funcional (Bascompte y Jordano, 2008 en Gordón, Atlántico, y Ornosá, 2002).

Al decrecer los polinizadores, las plantas tendrán que desarrollar nuevas formas de reproducirse, aquellas especies que no puedan hacerlo aumentarán sus probabilidades de extinción local (Biesmeijer et al., 2006 y Anderson et al., 2011 en Ashworth et al., 2015). En el caso del ser humano, se enfrentará a fuertes restricciones en la dieta —los cultivos dependientes a los polinizadores son la principal fuente de micronutrientes como vitamina A y C, calcio y ácido fólico— debido a la baja producción de cultivos y posiblemente enfermedades masivas debidas a estas carencias (Coro -Arizmendi, 2009).

La crisis de polinizadores, en especial de las distintas especies de abejas silvestres y manejadas que podría resultar en problemas ecológicos y económicos de gran magnitud es un tema que concierne no solo a los apicultores y agricultores, sino también al ámbito científico, al político y el público en general. Por ello, es

fundamental que toda la información científica generada sobre el tema llegue a toda la sociedad.

## **2.4 Divulgación científica**

Los productos de la ciencia —conocimientos, tecnologías, metodologías e instrumentos— son exclusivos ya que se presentan en la mayoría de los casos en formatos y contextos muy especializados (Blanco-López, 2004). Incluso entre disciplinas en ocasiones es difícil que se logre un entendimiento debido al lenguaje cada vez más especializado.

Ante la crisis ambiental que vivimos actualmente, el campo de investigación que abarcan las ciencias ambientales requiere cada vez más de estrategias de comunicación pública que permita compartir el conocimiento y hallazgos de los especialistas a otros sectores de la sociedad con el fin de hacerlos más participes en la búsqueda de soluciones a diversas problemáticas complejas. Por ello la necesidad de canales y medios para la transformación de dichos productos especializados en productos asequibles para el gran público, para la gran mayoría de los ciudadanos (Blanco-López, 2004).

De acuerdo con Calsamiglia (1997 citado en Cortiñas 2006, p. 58) la divulgación científica es el proceso por el cual se hace llegar a un público no especializado y necesariamente amplio el saber producido por especialistas en una disciplina científica.

De forma más completa, Sánchez (2010) la define como una labor multidisciplinaria cuyo objetivo es comunicar, utilizando una diversidad de medios, el conocimiento científico a distintos públicos voluntarios, recreando ese conocimiento con fidelidad y contextualizándolo para hacerlo accesible.

La divulgación científica busca crear un puente entre el ámbito científico y el cotidiano, Olmedo (2011) ofrece los siguientes objetivos de la divulgación que permiten comprender a mayor cabalidad el sentido de realizarla:

- Ofrecer al público las pautas para que compare, valore y confronte los conocimientos, a fin de que los reconstruya con base en su propio contexto y obtenga conclusiones sobre la información científica que le es brindada.
- Apreciar el valor de la información como principio precautorio en aspectos tales como dar a conocer formas de prevenir daños susceptibles de ser causados por los fenómenos naturales o por la acción del humano sobre el medio ambiente y la salud.
- Contribuir a fomentar un pensamiento favorable hacia la ciencia, por parte del público no especializado para que la ciudadanía apoye y valide tanto la inversión de recursos, generalmente escasos, y que en el mejor de los casos logre influir en la definición de la política científica.
- Servir como una herramienta complementaria de la enseñanza escolarizada.
- En casos ideales, despertar una vocación científica entre niños y adolescentes, fomentar una cultura científica.

Es necesario tener claro que la divulgación científica no busca que el público se convierta en experto en la materia (López, 2003 citado en Olmedo 2011, p. 139), ni tampoco intenta convertirse en aula sustituta, sino pretende que se privilegie la posibilidad de que el ciudadano se ubique racionalmente frente a la importancia de la ciencia y la tecnología en su devenir cotidiano, y que le permita recorrer y aprovechar la porción de conocimientos que le sean necesarios, útiles, o al menos interesantes.

Independientemente del método o enfoque que se emplee, es importante informar a la gente sobre el trabajo de los científicos para que esta tenga una opinión fundamentada acerca de temas polémicos (Tagüeña, et al., 2006) y así lograr una sociedad verdaderamente democrática en la que el ciudadano pueda participar en las decisiones del gobierno no solo en los procesos electorales (Olmedo, 2011). Sánchez (2010), menciona, además, que el público es quien financia a la ciencia y la tecnología con sus impuestos, por ello los ciudadanos deben estar al tanto sobre estos temas y no permanecer al margen de los debates.

En resumen, la divulgación científica permite al ciudadano no sentirse ajeno a los temas científicos, —como ya se mencionó— no pretende formar expertos, pero sí dar la posibilidad de estar más informados, no depender solo de los expertos para tomar decisiones personales y participar en la búsqueda de soluciones y discusiones sobre problemáticas que atañen a toda la sociedad.

#### **2.4.1 Cómo se divulga y medios para hacerlo**

Existen diversas formas de divulgar de forma escrita como el reportaje, el ensayo y la narrativa “experimental” en la que el autor puede tratar de captar una escena o un momento de la vida, como en la narrativa literaria, sin explicaciones extendidas ni comprensión cabal; o bien puede construir una fantasía para ilustrar algún principio científico importante (Lightman, 2005).

Es esta última forma de divulgación la que Sánchez (1996) considera más exitosa, la que toma recursos literarios e involucra preocupaciones humanas, la que recrea el sentido de expresión personal e innovadora pues no mira a la ciencia como conocimiento aislado, sino que la sumerge en el mar de las preocupaciones intelectuales que los seres humanos comparten.

Independientemente del medio que el divulgador elija, debe entenderse que en la divulgación científica no hay métodos. La forma en que se realiza dependerá de la creatividad del divulgador y de la diversidad del público con quien se comparta el producto final.

Cada divulgador tendrá sus propias “recetas”, encontrará su estilo individual y definirá sus objetivos particulares (Sánchez, 1996).

La divulgación puede dirigirse a distintos públicos, se divulga para niños, adolescentes, para “todo público”, hay quienes aprecian divulgar para las “amas de casa” (Sánchez, 1996). En pocas palabras puede decirse que se divulga para todos, sin embargo, los medios y el lenguaje deberán cambiar para que esta sea exitosa pues no es lo mismo explicar a niños de primaria que a jóvenes universitarios.

#### **2.4.2 La narración en la divulgación**

Bruner (1986 citado en Avraamidou y Osborne 2009, p.1688) diferenció dos maneras distintas en que los humanos ordenan las experiencias.

La primera es la paradigmática, que se refiere a organizar el pensamiento lógico-científico, basado en razones y su lenguaje está regulado por requisitos de coherencia y no contradicción. Esta ha sido continuamente identificada como el único modo cognitivo para la generación y transmisión de conocimiento válido y confiable (Negrete y Lartigue, 2010).

La segunda forma, es la narrativa y trata de la creación de historias. Se utiliza para referirse a una forma de esculpir y estructurar información a través de expresiones de diferentes medios de comunicación en formas fácilmente comprendidas. La narrativa se convierte entonces en parte de cómo la gente entiende el mundo en el que vive y sirve como una forma de comunicar esa comprensión a los demás (Avraamidou y Osborne 2009). Ambos modos de pensar proporcionan diferentes formas de organizar la experiencia, construir la realidad y comunicar conocimiento (Negrete y Lartigue, 2010).

Aunque la narración a menudo tiene connotaciones negativas dentro de la ciencia, los formatos narrativos de la comunicación no deben ser ignorados cuando se divulga la ciencia a audiencias no expertas (Dahlstrom,2014).

Distintos estudios sugieren que el procesamiento narrativo es generalmente más eficiente (Dahlstrom, 2014) como el caso del estudio de Negrete y Lartigue (2010) en el que se evaluó mediante diferentes pruebas de memoria, la capacidad de distintos individuos para recontar, identificar, recordar y contextualizar información científica obtenida de narraciones y otros formatos de texto. Los resultados de esta investigación sugieren que la información obtenida mediante narrativas se conserva durante periodos más largos que la información factual (como la que contienen libros de texto escolares) y que las narrativas constituyen un medio importante para transmitir conocimientos científicos de manera precisa, memorable y agradable.

Toolan (2001) define la narrativa como una secuencia percibida de eventos no aleatoriamente conectados, que suelen implicar, seres humanos o cuasi-humanos, u otros seres sensibles, de cuya experiencia los humanos podemos aprender.

De acuerdo con Avraamidou y Osborne (2009) es necesario contar con los siguientes componentes:

Componente Narrativo	Descripción del componente
Propósito	Ayudarnos a entender el mundo humano y natural. En el caso del mundo natural, las narrativas ayudan al lector a inventar nuevas entidades, conceptos y algunas imágenes de la visión que los científicos tienen sobre el mundo material.
Eventos	Una secuencia de eventos conectados entre sí.
Estructura	Una estructura identificable (principio, centro, final) donde los eventos están relacionados temporalmente.
Tiempo	Las narrativas se refieren al pasado.
Agentes	Actores o entidades causan y experimentan eventos. Los actores pueden ser humanos o entidades materiales que actúan entre ellos.
Narrador	El relator que es un personaje real o, alternativamente, un sentido de narrador.
Lector	El lector debe interpretar o reconocer el texto como una narrativa.

Tabla 1. Componentes necesarios de una narrativa. Fuente: Avraamidou y Osborne, 2009

La narrativa debe ser lo más atractiva posible para el lector, para ello se puede servir de distintos elementos como el uso de la ironía, la rima, el humor y la metáfora, así como la imaginería, constituida por la imagen visual que construimos a partir de la descripción de un autor o de las emociones evocadas por la historia. Para mucha gente estas imágenes son la mejor ayuda para la memoria (Negrete, 2012).

Sutton (1992 citado en Negrete 2012, p. 47) afirma que la narrativa puede mantener el interés del lector promedio con más facilidad que otros tipos de texto, precisamente porque está involucrada su imaginación, permitiendo que este no pierda concentración y siga la coherencia del texto sin que sea tedioso.

## **2.5 El Programa 6 Sentidos**

El Programa 6 Sentidos es desarrollado por el Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) de Chile, un centro de investigación sin fines de lucro fundado en 2006 integrado por científicos de distintas universidades nacionales, cuyo objetivo es realizar investigación científica de frontera en ciencias de la biodiversidad y contribuir al desarrollo sustentable del país.

Uno de los intereses del IEB es comunicar el conocimiento científico producido en la institución a audiencias no científicas, para ello fue creado el Programa 6 Sentidos, compuesto por un grupo de especialistas en distintas áreas del conocimiento, que tiene como objetivo principal acercar la ciencia, desarrollada en los círculos académicos, a la sociedad chilena, generando una relación de cooperación y diálogo para el cuidado de los ecosistemas y el medio ambiente en general.

Este programa produce distintos recursos de divulgación, como folletos, láminas, libros impresos y desde el 2012 la publicación de los “Papers Ilustrados”, publicaciones de narraciones cortas basadas en investigaciones realizadas por el IEB.

El programa 6 Sentidos ha desarrollado su propia metodología para la elaboración de las narraciones, la cual se basa en la elección de artículos científicos y la reescritura de estos utilizando la herramienta reducir -variar- expandir (Pohl, com. per., 2016). Cabe mencionar que no se conoce experiencia más que la de 6 Sentidos que desarrolle este formato de producto de divulgación, así mismo no hay propuesta similar a la de esta tesina para divulgar conocimiento sobre abejas.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Búsqueda y selección de artículos científicos

La búsqueda de artículos científicos se realizó a través de las herramientas que ofrece el portal de la Dirección General de Bibliotecas UNAM. La combinación de palabras clave que se utilizaron fueron las siguientes: “abejas, México”; “abejas, pesticidas”; “abejas, agricultura”; “*honeybees*, México”; “*stingless bees*, México”, y “*bees, climate change*”.

Una vez obtenidos los artículos se prosiguió a su selección en base a los siguientes criterios:

- Año de publicación: entre 2006-2017. Periodo de tiempo que inicia en 2006, año en que se utilizó por primera vez el término Síndrome de Colapso de las Abejas y termina en 2017, año en que se dio inició a este proyecto.
- Sitio de estudio: México.
- Estudio realizado por investigadores de alguna institución mexicana, centro de investigaciones, universidad etc. (Pudiendo tener o no colaboración de investigadores extranjeros).
- Tema que la investigación debe tratar: importancia cultural de las abejas, importancia para la producción de cultivos y factores que las ponen en peligro.

Además de tomar en cuenta los criterios establecidos, elegir un artículo sobre otro fue una decisión en la que se consideraron aquellas investigaciones de las cuales se podrían redactar narraciones más atractivas para el público.

### 3.2 Redacción de narraciones

La redacción de las narraciones se basó en la metodología empleada por el grupo de difusión científica 6 sentidos del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB) de Chile que consiste en tres pasos (Pohl, com. per., 2016).

1. Reducir: Se inicia eliminando aquellos conceptos demasiados técnicos y que no serán incluidos en el texto final.
2. Variar: Simplificar el texto, es decir, explicar de forma diferente —más sencilla— la información que si será incluida.
3. Expandir: Incorporar nuevos conceptos que ayuden a explicar la información. En este paso se añaden referencias a la cultura popular y recursos literarios como metáforas y el humor para hacer más atractivo el texto.

Otra referencia importante fue Olson (2015) quien habla del modelo “*ABT*”, creado —de acuerdo con el autor— por el director de cine y guionista Frank Daniel. Se trata de una estructura básica que consta de tres actos en la que se utilizan las palabras *And*, *But* y *Therefore* (en español: Y, Pero y, Por lo tanto/Por eso) para armar una narración.

- Primer acto *And*/Y: La historia comienza con lo que es conocido por “exposición”. Se dan una serie de datos para introducir al lector.
- Segundo acto *But*/Pero: Algo ocurre y se establece una tensión o conflicto.
- Tercer acto *Therefore*/Por lo tanto/Por eso: Después de cierto tiempo se señala una consecuencia o efecto.

Utilizar las palabras *and*, *but* y *therefore* puede no ser literal ya que estas funcionan simplemente como elementos que ayudan a construir una narración con la estructura ideal (Olson, 2015).

### **3.3 Encuesta a apicultores**

Se realizaron 30 encuestas a apicultores presentes en el XXIV Congreso Internacional de Actualización Apícola realizado en Morelia, Michoacán del 17 al 19 de mayo del 2017.

La aplicación de las encuestas tuvo tres propósitos: 1) evaluar las narraciones en cuanto a legibilidad, atractivo y, sobre todo siendo los apicultores expertos en manejo y diversos temas relacionados a este polinizador, corroborar la veracidad de la información brindada; 2) conocer en general su relación con la ciencia (si existe o no colaboración con académicos en proyectos de conservación, divulgación o educación) y 3) saber desde su punto de vista cuáles son las principales amenazas que enfrentan las abejas.

El diseño de la encuesta consistió en siete preguntas de opción múltiple para los primeros dos propósitos y una pregunta abierta para el tercero, la cual dio pie además a una conversación más amplia permitiendo conocer la opinión de los apicultores sobre acciones orientadas a resolver la problemática en torno a las abejas (Anexo 1). Todas las respuestas fueron registradas de forma escrita.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Selección de artículos científicos

La búsqueda arrojó un total de 676 artículos científicos, número que fue reducido en el proceso de selección a 31 artículos y finalmente a 10 artículos para la construcción de las narraciones del producto de divulgación.

De la selección preliminar compuesta por 31 artículos cabe destacar los siguientes datos:

Solamente diez de los artículos fueron publicados en revistas mexicanas (resaltadas con negritas en la Tabla 1.) siendo la Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) la que contó con mayor número de artículos. Por otro lado, los artículos restantes son publicaciones de revistas pertenecientes a distintos organismos internacionales, estadounidenses y europeos.

Revista	Publicada por	No. de artículos
<b>Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias</b>	INIFAP	4
Apidologie	Institut National de la Recherche Agronomique y Deutschen Imkerbundes e.V.	4
<b>Acta Zoológica Mexicana</b>	Instituto de Ecología A.C.	2
Biological Conservation	Society for Conservation Biology	2
Ecology Letters	Wiley-Blackwell y French National Center for Scientific Research	2
<b>Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente</b>	Universidad Autónoma Chapingo	1
<b>Veterinaria México</b>	Facultad de MVZ, UNAM	1

Revista Mexicana de Biodiversidad	Instituto de Biología, UNAM	1
Abanico Veterinario	Dr. Sergio Martínez González, SNI 1	1
Journal of the Selva Andina Animal Science	Fundación Selva Andina Research Society.	1
Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine	BioMed Central	1
Journal of Chemical Ecology	International Society of Chemical Ecology y Asia-Pacific Association of Chemical Ecologists	1
Journal of the Kansas Entomological Society	Kansas Entomological Society	1
Journal of Apicultural Research	International Bee Research Association	1
Journal of Applied Ecology	British Ecological Society	1
Journal of Insect Science	Entomological Society of America	1
Journal of Economic Entomology	Entomological Society of America	1
Journal of Applied Entomology	Blackwell Publishing, Inc.	1
Journal of Pollination Ecology	Enviroquest Ltd.	1
Fruits, The International Journal of Tropical and Subtropical Horticulture	International Society for Horticultural Science	1
Southwestern Entomologist	Society of Southwestern Entomologists	1
Biotropica	Association of Tropical Biology and Conservation	1

Tabla 2. Revistas en que se publicaron los artículos

Respecto al género de los autores de los artículos se destaca la participación de científicos hombres. En total fueron 105 investigadores involucrados en los estudios, de estos, 80 son hombres (76%), mientras que mujeres fueron 25, representando el 24%.

Por último, los investigadores pertenecen a 43 instituciones nacionales y extranjeras, siendo 21 de ellas mexicanas (mostradas en verde en el Gráfico 1).

La UNAM y la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY) son las instituciones más destacadas al tener participación en 15 y 10 de los artículos científicos respectivamente.

Dentro de la UNAM el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), la Estación Biología de Chamela, la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES), el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA), la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, el Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM), y la Facultad de Química son las dependencias a las cuales sus investigadores involucrados forman parte.

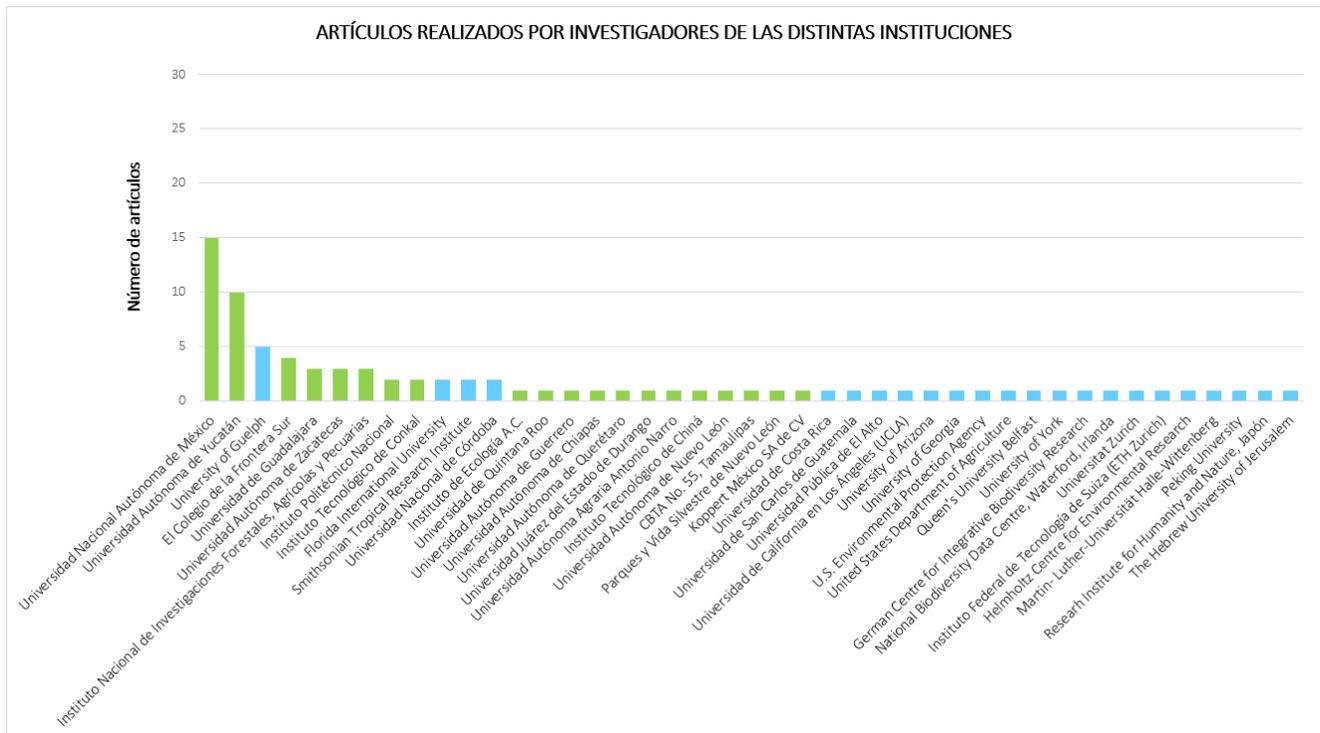


Gráfico 1. Número de artículos realizados por investigadores de las distintas instituciones

### **Selección final**

La selección definitiva constó de diez artículos, de estos únicamente dos fueron publicados en una revista nacional, la Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. Además, la UADY, la UNAM y El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) fueron las instituciones con mayor número de participación en las investigaciones dentro de los artículos seleccionados, con 5, 4 y 2 artículos respectivamente.

<b>Título del artículo</b>	<b>Institución de los autores</b>	<b>Revista</b>
Pollinator-dependent food production in México	Universidad Nacional de Córdoba, IIES UNAM	Biological Conservation
Bee Populations, Forest Disturbance, and Africanization in México	ECOSUR, Florida International University, U.S. Environmental Protection Agency	Biotropica
Diversity, local knowledge and use of stingless bees (Apidae: Meliponini) in the municipality of Nocupétaro, Michoacan, México	CIGA, IIES, ENES, CRIM y Facultad de Química, UNAM	Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine
Producción de miel e infestación con Varroa destructor de abejas africanizadas ( <i>Apis mellifera</i> ) con alto y bajo comportamiento higiénico.	Universidad Autónoma de Zacatecas, University of Guelph	Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias
Evaluación de la resistencia del ácaro Varroa destructor al fluvalinato en colonias de abejas ( <i>Apis mellifera</i> ) en Yucatán, México.	INIFAP, Departamento de Apicultura UADY	Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias
Comparative toxicity of pesticides to stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini)	Centro de Investigación Científica y Aplicada y Tecnología Avanzada-IPN, Departamento de Apicultura UADY, Laboratorio de Entomología Inst. Tec. De Conkal	Journal of Economic Entomology

Comparative temperature tolerance in stingless bee species from tropical highlands and lowlands of México and implications for their conservation (Hymenoptera: Apidae: Meliponini)	Departamento de Producción Agrícola y Animal UDG, Departamento de Apicultura UADY, Estación de Biología Chamela UNAM	Apidologie
Pollinators in biofuel agricultural systems: the diversity and performance of bees (Hymenoptera: Apoidea) on <i>Jatropha curcas</i> in México	Departamento de Apicultura UADY	Apidologie
Sweat bees on hot chillies: provision of pollination services by native bees in traditional slash-and-burn agriculture in the Yucatán Peninsula of tropical México	Institute for Biology Martin Luther University Halle-Wittenberg, Helmholtz Centre for Environmental Research, UADY, UNAM, ECOSUR, German Centre for Integrative Biodiversity Research, National Biodiversity Data Centre Ireland	Journal of Applied Ecology
Contribution of native bees and Africanized honey bees (Hymenoptera: Apoidea) to Solanaceae crop pollination in tropical México	Departamento de Apicultura UADY	Journal of Applied Entomology

Tabla 3. Selección final de artículos científicos

## 4.2 Propuesta de divulgación científica

El producto de divulgación obtenido en esta tesina es el libro titulado “*Esenciales diminutos, relatos para la conservación de las abejas*” (Anexo 2.) que consta de ocho narraciones basadas en los diez artículos científicos. Así mismo, cuenta con una sección final donde se proponen acciones para contribuir a la conservación de las abejas.

Título	Tema
Abejas	(Introducción)
El discreto encanto de los polinizadores	Importancia de los polinizadores para la producción de cultivos en el país.
Obreras: Paladines del panal	Comportamiento Higiénico, habilidad de las obreras <i>Apis mellifera</i> para detectar agentes extraños y crías enfermas o muertas y su relación con la resistencia al ácaro Varroa.
Mas que miel	El papel de las abejas africanas y nativas en la producción de <i>Jatrofa curcas</i> , cultivo utilizado para la elaboración de biodiesel.
Un trabajo muy picoso	Necesidad de realizar cambios en la forma que se hace la agricultura para conservar a las abejas africanas y sin aguijón y mantener la producción de Chile.
Tradiciones que curan	Importancia del conocimiento local para realizar planes de conservación de las abejas sin aguijón en conjunto con la academia.
Intrusos en casa	Tala, agricultura y especies introducidas: problemas que enfrentan las abejas nativas del estado de Yucatán.
El Viejo Aprendiz	Peligros de utilizar insecticidas químicos.
Si la Tierra arde un poco más	Tolerancia de especies sin aguijón a altas y bajas temperaturas. Amenaza del cambio climático.
Entrar en acción	(Acciones para la conservación de las abejas)

Tabla 4. Cuerpo de *Esenciales diminutos*, relatos para la conservación de las abejas

Cada una de las narraciones está acompañada por ilustraciones realizadas por alumnas de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Morelia y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

### 4.3 Encuesta a apicultores

Dentro de los 30 encuestados 29 fueron hombres y solamente una mujer. Algunos datos obtenidos que ayudan a caracterizar de forma general a la población encuestada son los siguientes:

Nivel de estudios	No. de apicultores
Primaria	1
Secundaria	8
Preparatoria	3
Técnico	1
Universidad	11
Maestría	1

Con respecto a la educación formal recibida, 25 de los encuestados proporcionaron este dato: 9 de ellos cuentan con un nivel de preparación primaria, 3 medio superior y 13 —un poco más del 50%— tienen estudios de nivel superior.

Tabla 5. Nivel de estudios

Estado	No. de apicultores
Michoacán	8
Zacatecas	5
Oaxaca	4
San Luis Potosí	3
Guanajuato	3
Veracruz	2
Puebla	1
Guerrero	1
Tlaxcala	1
Coahuila	1
Estado de México	1
Chiapas	1
Jalisco	1
Hidalgo	1

En cuanto al lugar de trabajo, Michoacán, Zacatecas, Oaxaca, San Luis Potosí, Guanajuato y Veracruz fueron los estados más mencionados. Únicamente tres apicultores indicaron que su actividad apícola se extiende a dos estados de la república.

Por otro lado, la experiencia de los apicultores abarca varios años, hay quienes tienen apenas dos años, mientras que otros tienen más de cuatro décadas dedicándose a esta actividad

Tabla 6. Estados donde laboran

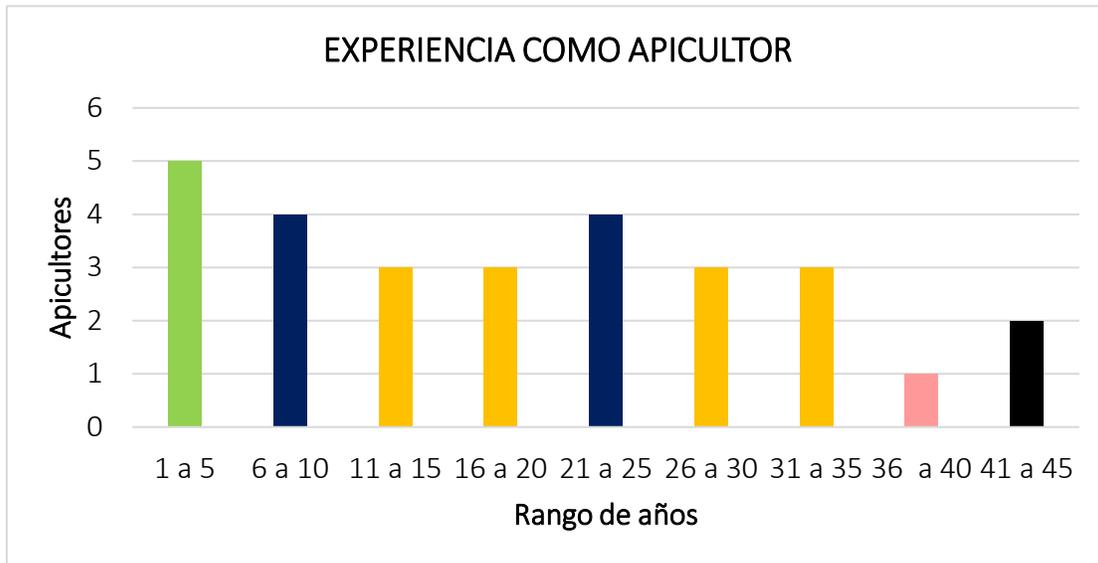


Gráfico 2. Experiencia como apicultor

El intervalo con el mayor número de encuestados fue el de menor experiencia, entre 1 a 5 años. De igual manera, se observa que la mayoría del grupo encuestado se concentra en la primera mitad del gráfico, por una diferencia de dos encuestados, hubo más apicultores con experiencia de entre 1 a 20 años que de 21 a 45 años.

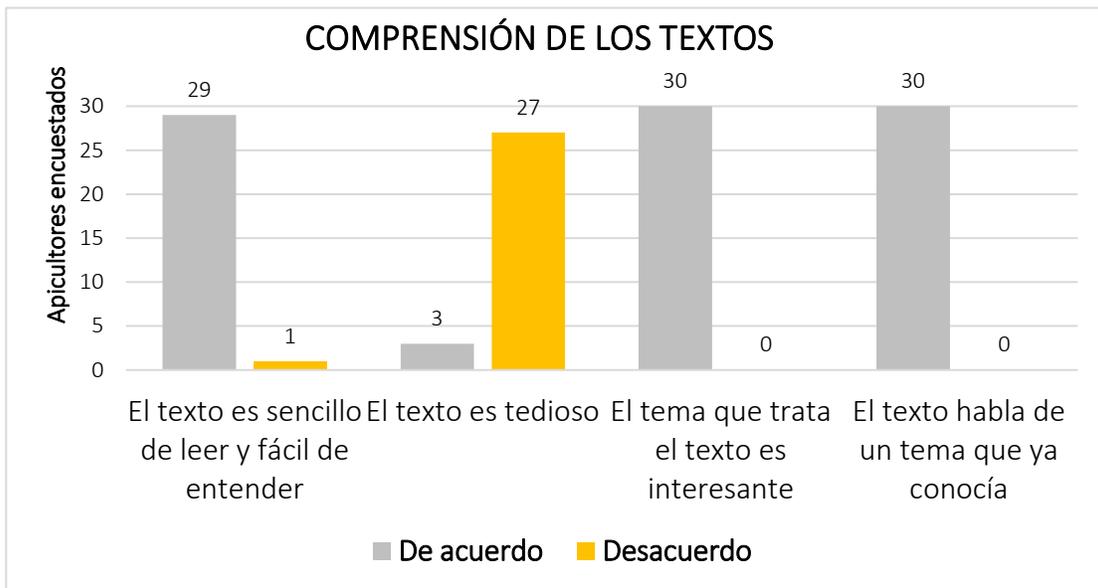
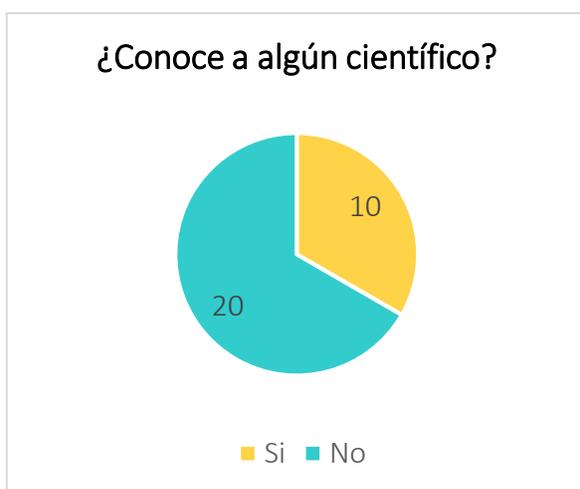


Gráfico 3. Comprensión de textos

Con relación al primer apartado de la encuesta que correspondía a la evaluación de los textos, sólo uno de los treinta encuestados consideró que el texto que leyó no fue sencillo de leer y de fácil comprensión, además tres encuestados consideraron el texto tedioso. Por otra parte, todos consideran que la narración era interesante y trataba sobre un tema que ellos ya conocían.

La segunda parte de la encuesta que pretendía tener una visión general sobre la relación de los apicultores con la ciencia arrojó los siguientes resultados.



Solamente diez de los encuestados dijeron conocer algún científico, aunque solo la mitad de ellos recordaron sus nombres. Solo dos de los encuestados que conocen a algún científico indicaron tener relación directa con este, uno de ellos colaborando en estudios de apibotánicos y el otro participando en talleres y capacitaciones de apicultura.

Gráfico 4. Apicultores que conocen algún científico

Menos de la mitad de los apicultores encuestados ha participado en proyectos con alguna institución académica. Los proyectos mencionados fueron estudios apibotánicos, conferencias, monitoreos de disminución de poblaciones de abejas, talleres para mantener apiarios limpios y programas de reforestación.

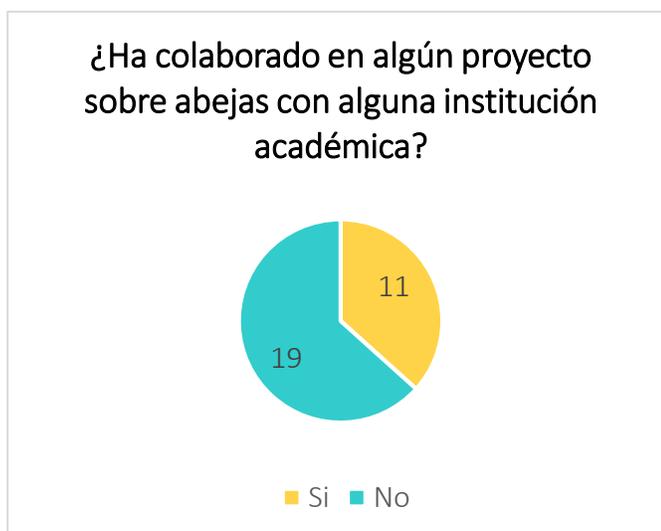


Gráfico 5. Apicultores que han participado en proyectos con una institución académica

En cuanto a las fuentes de información sobre apicultura, las más consultadas pertenecen al grupo “Otros” que agrupó prácticas presenciales e interpersonales como son congresos, foros en redes sociales, cursos, capacitaciones y asesorías; además de libros, manuales. Además, cuatro apicultores mencionaron que la misma práctica apícola ha sido la principal fuente de aprendizaje, es decir, que su experiencia se obtiene de “aprender haciendo”. Por otro lado, el internet y las revistas apícolas fueron las otras fuentes más consultadas. Únicamente se mencionó la American Bee Journal, revista apícola publicada en inglés desde 1861 y que cuenta con subscriptores en todo el mundo.

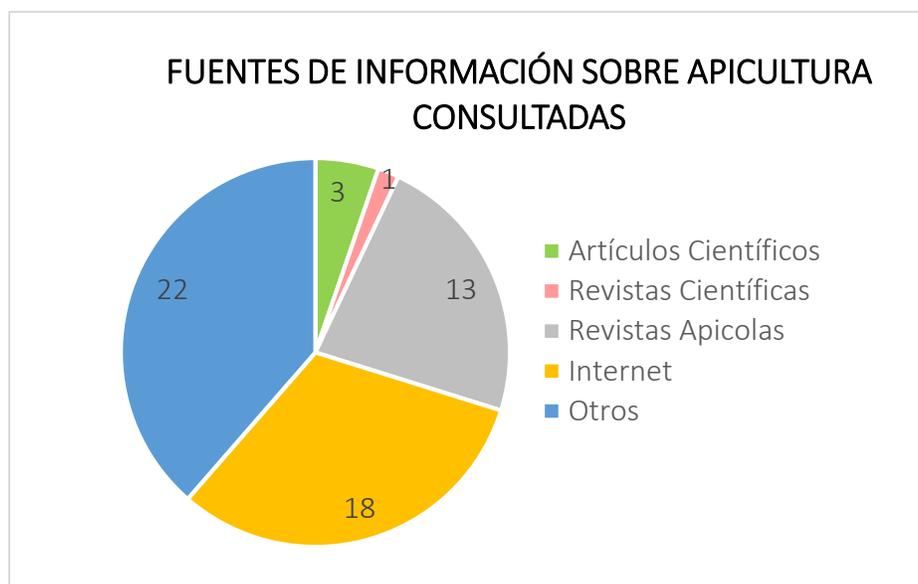


Gráfico 6. Fuentes de información que consultan sobre apicultura

Por último, la pregunta abierta “Como apicultor ¿qué problemas identifica con respecto a la situación actual de las abejas y cree que deberían hablarse?” dio las respuestas que se presentan a continuación.

En el siguiente gráfico se muestran todas las problemáticas mencionadas, donde las más populares fueron: cambio climático, uso de químicos y demonización de las

abejas, es decir la creencia o el mito en la sociedad de que las abejas son violentas, mencionadas 9, 7 y 6 veces respectivamente.

Se mencionaron además la falta de información y concientización de las personas, la sequedad, contaminación del ambiente, síndrome de desaparición y actividades humanas como la tala y fumigaciones en el campo.

Con excepción de algunas respuestas, en general las problemáticas identificadas se relacionan entre ellas pudiendo ser una causa y consecuencia de otra (p.ej. las fumigaciones, las quemas y la tala son factores que provocan el Cambio Climático el cual a su vez deriva en las altas temperaturas y/o las sequías, así como las floraciones a destiempo) esto nos permite tener una idea de lo complejo que es todo el problema.

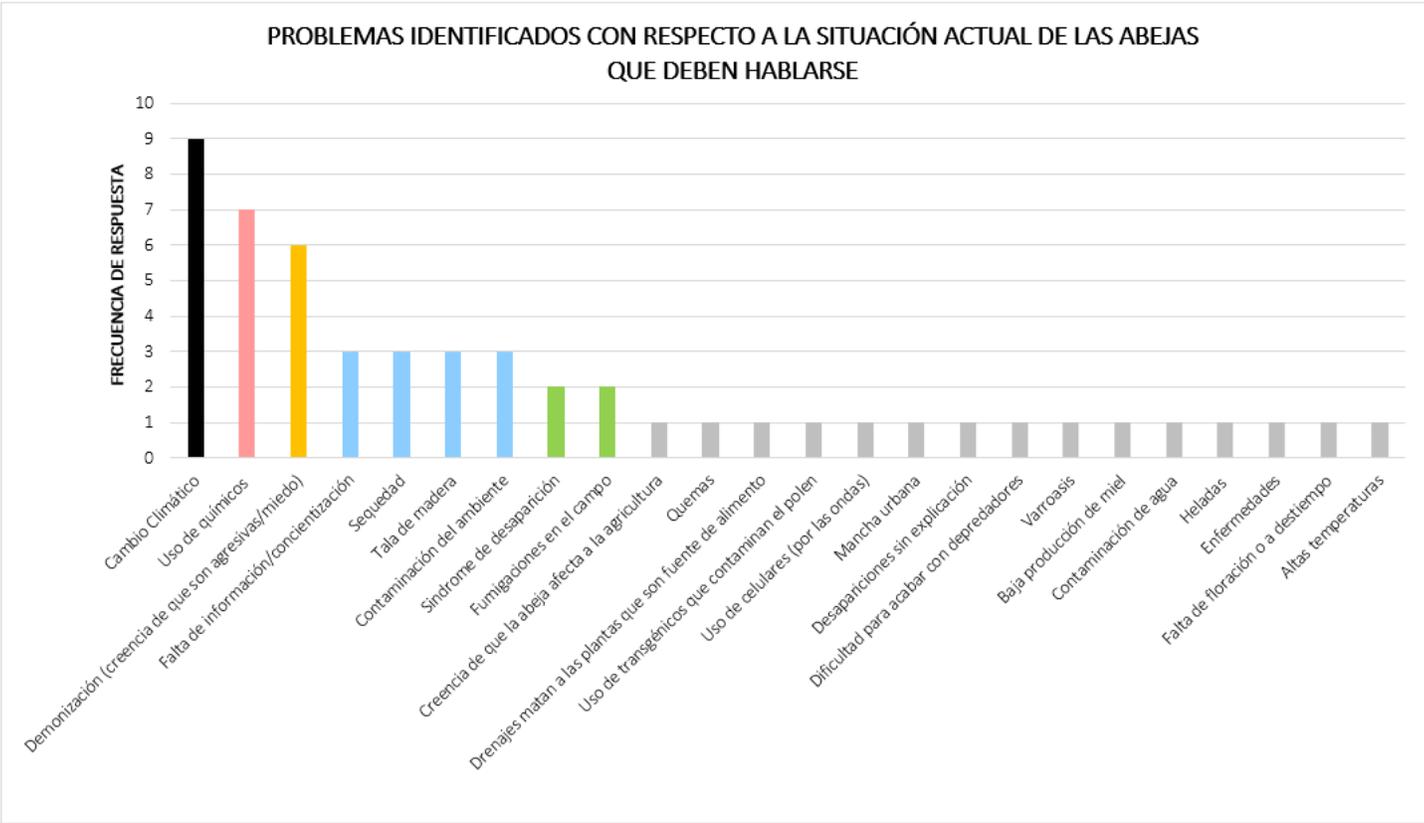


Gráfico 7. Problemas actuales en relación con la situación actual de las abejas

¿Qué hacer para resolver la problemática de las abejas? la siguiente tabla muestra acciones propuestas por los encuestados.

Acciones para resolver la problemática de las abejas	No. de menciones
Realizar proyectos de concientización y utilizar medios de comunicación	10
Controlar uso de químicos	1
Que los apicultores asistan a más eventos para innovarse e informarse	1
Dependencias de gobierno deben apoyar para concientizar	1
Concientizar a campesinos sobre los problemas que traen los químicos	1
Hacer asambleas y talleres	1
Que el gobierno e investigadores implementen proyectos productivos con impacto social	1
Cuidar el ambiente, hacerlo propicio para las abejas	1
Mejorar el manejo de la colmena: el control y prevención de enfermedades y la nutrición	1
Definir una política apícola	1

Tabla 7. Acciones para resolver los problemas actuales de las abejas

La concientización de la población sobre los beneficios de las abejas y su vital función y la utilización de medios de comunicación como soluciones, fue la respuesta más popular. Las demás respuestas fueron mencionadas solamente una vez.

## V. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Un conjunto de amenazas —principalmente por los efectos derivados de la actividad humana— pone en peligro la vida tanto de las abejas nativas de México como la de las abejas melíferas.

La disminución tan drástica en las poblaciones de las distintas especies y su posible extinción desencadenaría una serie de consecuencias sin precedentes: bajas en la producción de cultivos y con ella un desabasto de alimentos, así como la alteración en los procesos y funcionamiento de los ecosistemas.

El importante valor de las abejas, los factores que las amenazan y sus posibles consecuencias son temas que deben discutirse no solo entre apicultores y científicos sino entre la población en general, para ello es indispensable que información sobre la materia llegue al público no experto. Recordamos que los artículos científicos son el medio principal de comunicación de la ciencia entre científicos de forma que por su lenguaje y acceso limitado no son el medio más apropiado para este fin.

En este trabajo la propuesta es una publicación de divulgación científica; una compilación de narraciones cortas acompañadas de ilustraciones basadas en artículos científicos sobre investigaciones realizadas en México para divulgar conocimiento científico sobre las abejas. En el proceso de selección de los artículos, la decisión de dejarlos fuera o no, se basó en mayor medida en el tema que estos abordaran, pues siendo el producto final un material de divulgación científica, debe pensarse en las temáticas que puedan ser más importantes y atractivas para el público al que va dirigido.

De igual manera, las narraciones deben ser redactadas de forma tal que se cuide no caer en el uso de tecnicismos y en explicaciones muy largas que puedan hacer perder el interés del lector.

El producto de este trabajo es el folleto *Esenciales diminutos, relatos para la conservación de las abejas*, el cual contiene ocho narraciones.

Además del atractivo, uno de los aspectos más importantes a cuidar al hacer divulgación escrita es que al transformar a un lenguaje cotidiano o literario, la información que trata de explicarse no pierda la fidelidad de la ciencia. Por ello, las narraciones fueron probadas con los apicultores siendo estos expertos y en torno a los comentarios hechos algunas de ellas fueron modificadas, ya que había datos que no eran del todo precisos o en los cuales debía hacerse más énfasis.

Debe aclararse entonces, que la evaluación de las narrativas trató en sí de una etapa de edición de las mismas, más no una evaluación de la eficiencia o "éxito" del producto, la cual deberá hacerse en un futuro a fin de determinar si la estrategia comunicativa fue exitosa —si las narraciones son eficaces— o en su defecto identificar los puntos que deberían mejorarse y recurriendo a métodos desarrollados propios para ello como el método RIRC (en inglés *Retell, Identify, Remember y Contextualise*).

Por otro lado, como muestran los resultados de las encuestas en torno a la relación con la ciencia, menos de la mitad de los encuestados han sido participes en proyectos con académicos, lo cual muestra una falta de involucramiento entre ambos sectores que pueda derivar en proyectos de conservación. Sin embargo, se debe destacar la importancia de las conferencias, cursos y congresos organizados como el Congreso Internacional de Actualización Apícola que se ha realizado ya por 25 años, así como los foros en redes sociales en los cuales hay intercambio constante de información entre ellos. Todo con el fin de prepararse y actualizarse sobre los temas más relevantes en torno a la apicultura y la situación actual de las abejas.

En cuanto a la realización de las acciones propuestas en las encuestas, será indispensable la participación de distintos sectores de la sociedad: academia, gobierno, apicultores y público en general, pudiendo en ocasiones requerir que dos o más de dichos sectores trabajen en conjunto.

*Esenciales diminutos, relatos para la conservación de las abejas* pretende ser una fuente de información alternativa y más completa a las notas periodísticas de internet y televisión. Mediante las narraciones se espera que el conocimiento de las distintas investigaciones sea transmitido de forma atractiva y fácil de digerir, permitiendo entender la problemática de las abejas de forma clara para así generar nuevas opiniones sobre el tema.

Siendo una problemática que afecta a todos los sectores de la sociedad, que el producto de pie a realizar acciones por parte de los ciudadanos, así como el gobiernos y académicos. El último apartado del libro está orientado a este punto donde las distintas actividades le corresponden a cada sector social.

### **Fortalezas y debilidades**

*Esenciales Diminutos* es una muestra de los muchos productos de divulgación que pueden crearse a partir del conocimiento generado en la UNAM, así como en las distintas instituciones académicas del país; productos que además de cumplir con el objetivo primero de informar a la sociedad sobre distintos temas de la ciencia, permitan “sacar a la luz” investigaciones de las cuales la mayoría de la gente no está al tanto de su existencia, no solo sobre este sino muchos más temas de interés social.

Además, es resultado de un ejercicio de trabajo multidisciplinario donde la colaboración de las ilustradoras agrega el lado artístico propiciando que el producto genere mayor atracción.

Se considera que el trabajo se podría haber complementado aplicando encuestas como prueba piloto a grupos distintos de personas —por rangos de edad, nivel escolar o profesión— en torno a la claridad y agrado por las narraciones, como parte de la edición previa a la publicación del producto.

Para finalizar concluimos con los siguientes puntos:

- La polinización realizada por las abejas es un servicio ecosistémico que hace posible el mantenimiento de los ecosistemas naturales y gestionados por el humano. Así como sus beneficios, las consecuencias de la crisis de los polinizadores conciernen a toda la sociedad.
- La divulgación de la ciencia es una labor indispensable que debe formar parte de cualquier profesional de las ciencias ambientales, y de manera particular si las líneas de investigación se vinculan a temas tan trascendentales como la crisis de polinizadores que requiere ser atendida a nivel regional, nacional y mundial.
- Así como no existe un “instructivo” aceptado mundialmente para divulgar la ciencia, tampoco lo hay para la redacción de narraciones, sin embargo, las herramientas sugeridas por distintos autores como Olson y los escritores de 6 Sentidos, mencionados en la metodología sirven como un marco de referencia para iniciar esta labor.
- Si bien el uso de narraciones como método efectivo para divulgar ciencia ha sido estudiado, lo que se requiere es impulsar las prácticas narrativas, crear más historias que demuestren como estas contribuyen a una mayor comprensión de problemáticas ambientales permitiendo a las personas participar activamente en la resolución de dichas problemáticas.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

**Ashworth, L., Quesada, M., Casas, A., Aguilar, R., y Oyama, K.** (2009). Pollinator-dependent food production in Mexico. *Biological Conservation*, 142(5), 1050-1057.

**Ashworth, L., Aguilar, R., Martén-Rodríguez, S., Lopezaraiza-Mikel, M., Avila-Sakar, G., Rosas-Guerrero, V., y Quesada, M.** (2015). Pollination syndromes: a global pattern of convergent evolution driven by the most effective pollinator. *Evolutionary biology: biodiversification from genotype to phenotype*. Springer, Cham. 203-224.

**Avraamidou, L., y Osborne, J.** (2009). The role of narrative in communicating science. *International Journal of Science Education*, 31(12), 1683-1707.

**Ayala, R.** (1999). Revisión de las abejas sin aguijón de México (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Folia Entomol. Mex*, 106, 1-123.

**Balvanera, P., Cotler, H., et al.** (2009). Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos. Capital natural de México: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, (2), 185-244.

**Blanco-López, Á.** (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 1(2), 70-86.

**Chalcoff, V. Morales, C., Aizen, M., Sasal, Y., Rovere, A., Sabatino, M., Quintero, C y Tadey, M.** (2014). Interacciones planta-animal, la polinización. *Ecología e Historia Natural*. 113-132.

**Coro-Arizmendi, M.** (2009). La crisis de los polinizadores. CONABIO. *Biodiversitas*, 85, 1-5.

**Cortiñas, S.** (2006). Un recorrido por la historia del libro de divulgación científica. *Quark*, (37), 58-64.

**Dahlstrom, M. F.** (2014). Using narratives and storytelling to communicate science with nonexpert audiences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(Suplemento 4), 13614-13620.

**Ecological Society of América.** (1997). Ecosystem Services: Benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues in Ecology*. (2), 18 pp.

**Golubov, J y Mandujano, M.** (2009). ¿Porque los polinizadores visitan las flores? *Casa del tiempo*, 2(21), 39-41.

**González-Varo, J. P., Biesmeijer, J. C., Bommarco, R., Potts, S. G., Schweiger, O., Smith, H. G., Steffan-Dewenter, I., Szentgyörgyi, H., Woyciechowski, M y Vilà, M.** (2013). Combined effects of global change pressures on animal-mediated pollination. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(9), 524-530

**Gordón, M. Á. R., Atlántico, J. B., y Ornos, C.** (2002). Polinizadores y biodiversidad. Apolo, observatorio de agentes polinizadores. 160 pp.

**Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., y Rotheray, E. L.** (2015). Bee declines driven by combined stresses from parasites, pesticides and lack of flowers. *Science*, 347(6229), 1255-1257.

**Guzmán-Novoa, E., Correa, A., Espinosa, L. G., y Guzmán, G.** (2011). Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México. *Veterinaria México*, 42(2), 149-178.

**Kearns, C. A., e Inouye, D. W.** (1997). Pollinators, flowering plants, and conservation biology. *Bioscience*, 47(5), 297-307.

**IEB.** IEB Instituto de Ecología & Biodiversidad – Biodiversidad para el futuro de Chile. [ieb-chile.cl](http://ieb-chile.cl)

Fecha de consulta: 26 de marzo del 2018. URL: <http://ieb-chile.cl/>

**IPBES.** (2016). Resumen para los responsables de la formulación de políticas del informe de evaluación de la Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas sobre polinizadores, polinización y producción de alimentos. 32 pp.

**Lam D, R. M.** (2016). La redacción de un artículo científico. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 32(1), 57-69.

**Lightman, A.** (2005). Reportaje, ensayo, narrativa: maneras de escribir divulgación científica. *El Muégano Divulgador* (40), 1-2.

**Medan, D.** (2008). Insectos polinizadores: diversidad global e importancia local de la polinización entomófila. *Biodiversidad de artrópodos argentinos*. 2. 53-61.

**Nates-Parra, G.** (2005). Abejas silvestres y polinización. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)*75, 7-20.

**Nates-Parra G.** (2016). Iniciativa Colombiana de Polinizadores - Abejas - ICPA. Bogotá, D. C. Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia. 364 pp.

**Negrete, A., y Lartigue, C.** (2010). The science of telling stories: Evaluating science communication via narratives (RIRC method). *Journal of Media and communication studies*, 2(4), 98-110.

**Negrete, A.** (2012). La comunicación de la ciencia a través de medios culturales narrativos: métodos cuantitativos y cualitativos para su evaluación (Ensayos). *Revista Latinoamericana de Comunicación Chasqui* (199), 43-53.

**Ollerton, J.** (1999). La evolución de las relaciones polinizador-planta en los artrópodos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 26, 741-758.

**Ollerton, J., Winfree, R., y Tarrant, S.** (2011). How many flowering plants are pollinated by animals?. *Oikos*, 120(3), 321-326.

**Olmedo, J. C.** (2011). Educación y divulgación de la ciencia: Tendiendo puentes hacia la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 8(2), 137-148.

**Olson, R.** (2015). *Houston, we have a narrative: Why science needs story*. Chicago: The University of Chicago Press. 260 pp.

**Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., y Kunin, W. E.** (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in ecology & evolution*, 25(6), 345-353.

**Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., y Vanbergen, A. J.** (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540(7632), 220.

**Quesada, M., Rosas, V., Letelier, L., Rodríguez, H., Lopezaraiza, M., Ashworth, L., Aguilar, R., Martén, S., Balvino, F., Bastida, J., Sánchez, G., Orduña, C., Ghilardi, A y González, A.** (2012). Evaluación de los impactos del cambio climático en polinizadores y sus consecuencias potenciales en el sector agrícola en México. Informe final. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto Nacional de Ecología, México. 63 pp.

**Quezada-Euán, J. J. G, y Ayala, B. R.** (2010). Abejas nativas de México. La importancia de su conservación. *Revista Ciencia y Desarrollo*, 36(247). Fecha de consulta: 26 de agosto del 2017.

URL: <http://www.cyd.conacyt.gob.mx/247/Articulos/AbejasNativas/AbejasNativas1.html>

**Reyes-González, A., Camou-Guerrero, A., Reyes-Salas, O., Argueta, A., y Casas, A.** (2014). Diversity, local knowledge and use of stingless bees (Apidae: Meliponini) in the municipality of Nocupétaro, Michoacan, Mexico. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 10(1), 47.

**Sánchez, A. M.** (1996). La divulgación científica como literatura (tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Filosofía y letras.). 123 pp.

**Sánchez, A. M.** (2010). Introducción a la comunicación escrita de la ciencia. Universidad Veracruzana. 165 pp.

**Servicios de regulación** (2017). Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. Fecha de consulta: 26 de agosto del 2017. [URL: http://www.fao.org/ecosystemservicesbiodiversity/background/regulating-services/es/](http://www.fao.org/ecosystemservicesbiodiversity/background/regulating-services/es/)

**Tagüeña, J., Rojas, C., y Reynoso, E.** (2006). La divulgación de la ciencia en México en el contexto de la América Latina. Ponencia presentada el Primer Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+ I. 19.7pp.

**Toolan, M.** (2001). Narrative: A critical linguistic introduction (2). Abingdon Oxon: Routledge Taylor and Francis Group. 263 pp.

**Valdés, P.** (2013). Situación mundial del Síndrome de Colapso de las Abejas. *Reporte N° 2 Apicultura*. Agrimundo. Inteligencia Competitiva para el sector Agroalimentario. 1-4.

**Viejo, J.L. y Ornos, C.** (1997). Los insectos polinizadores: una aproximación antropocéntrica. *Bol. S.E.A. Los Artrópodos y el Hombre*. (20). 71-74.

**6 Sentidos.** Difusión Científica IEB. [6Sentidos.cl](http://www.6sentidos.cl)

Fecha de consulta: 28 de agosto del 2017 URL: <http://www.6sentidos.cl/>

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Encuesta a apicultores



### ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD MORELIA Licenciatura en Ciencias Ambientales

Evaluación de textos “Un Libro sobre abejas”

**Un libro sobre abejas** es un pequeño libro que recopila diez estudios científicos realizados con abejas en el país y que se han publicado en revistas especializadas internacionales. Los textos que integran el **libro sobre abejas** están escritos en forma de narraciones breves y tienen como finalidad difundir el conocimiento científico sobre este insecto en torno a su función como polinizador, las causas que ponen en riesgo a las abejas y las acciones que se pueden tomar para ayudar a su conservación.

Conocer su opinión como apicultor sobre estos textos es muy valioso, por lo cual agradecería responda las siguientes preguntas:

#### Comprensión de los textos

1. El texto es sencillo de leer y fácil de entender	De acuerdo / en desacuerdo
2. El texto es tedioso	De acuerdo / en desacuerdo
3. El tema que trata el texto es interesante	De acuerdo / en desacuerdo
4. El texto habla de un tema que ya conocía	De acuerdo / en desacuerdo

### Relación con la ciencia

1. ¿Conoce a algún científico? ¿De qué institución? ¿Nombre?  
Si / No \_\_\_\_\_
2. ¿Ha colaborado en algún proyecto sobre abejas con alguna institución académica? ¿Durante cuánto tiempo?  
Si / No \_\_\_\_\_
3. ¿Consulta alguna de las siguientes fuentes de información sobre apicultura?  
Marque cuál  
Artículos científicos / Revistas científicas / Revistas apícolas / Internet  
Otro \_\_\_\_\_

**\*Como apicultor ¿qué problemas identifica con respecto a la situación actual de las abejas y cree que deberían hablarse?**

Nombre / Anónimo:

Experiencia como apicultor:

Estado(s) en donde trabaja:

Edad:

Género:

Nivel de estudios:

## **Anexo 2. Cuerpo de *Esenciales Diminutos, Relatos para la conservación de las abejas.***

La versión digital del producto se encuentra disponible para su descarga en la página web que lleva el mismo nombre.

URL: <https://eumm22.wixsite.com/esencialesdiminutos>

### **ABEJAS (Introducción)**

“¡No la torees que te va a picar!” solían decir los adultos a los niños de mi generación cuando una abeja merodeaba cerca de ellos e intentaban ahuyentarla; ahora —no muchos años después— difícilmente se ven abejas volando por ahí. Tanto las abejas melíferas quienes casi siempre terminaban picándonos (por no dejarlas en paz), así como los miles de especies que existen, están desapareciendo.

Muchos pensarán que esto no es un gran problema cuando en realidad es peor de lo que creerías. Las abejas son los polinizadores supremos del planeta y gracias a ellas la mayoría de las plantas con flor existen.

Vivir en un mundo en el que no haya abejas sería toda una catástrofe, por ello científicos alrededor del mundo se esfuerzan cada vez más en encontrar soluciones.

En tu poder ahora tienes este pequeño libro que recopila diez investigaciones realizadas en nuestro país con abejas melíferas y abejas meliponas (abejas sin aguijón), ¿por qué estas dos? Las primeras por ser la más utilizadas por los apicultores y las segundas ya que son nativas de nuestro país.

Ya sé, seguro ya pensaste *¡qué hueva!* o *ni voy a entender*, pero no te preocupes porque las investigaciones están explicadas de una forma más sencilla y menos aburrida, sin tanto “choro” ni fórmulas difíciles de entender.

Conforme leas, comprenderás la importancia de las abejas y todos los factores que amenazan su sobrevivencia. Además, encontrarás al final una serie de acciones propuestas para ayudar a conservar estos hermosos insectos.

Así que ponte cómodo, elige tu lugar favorito de lectura y prepárate para conocer un poco más. Cuando lo hagas, no te quedes callado, comparte con los demás y rola el libro porque salvar a las abejas requiere de un gran ejército.

## **EL DISCRETO ENCANTO DE LOS POLINIZADORES**

Cuando era niño mi abuelo solía decirme que cuidara la tierra y cuanta criatura vivía en ella, “*valora desde los más grandes hasta los más diminutos, pues cada uno es indispensable para que todo funcione*”. Él mismo fue quien me inculcó el amor por el campo y ha sido éste el mejor escenario para reafirmar el poder de sus palabras.

Creciendo entre milpa y huertos comencé a notar en los últimos años una disminución en calidad y sobre todo cantidad en las cosechas de verduras, semillas y frutas, situación preocupante pues se ha estado perdiendo alimento, forraje, remedios caseros, y claro, ingresos económicos.

Entre las distintas causas pensé que quizá tenía que ver con la calidad del suelo y de los abonos, o tal vez con los malos climas o todo eso junto. Para tener algo más que suposiciones, pregunté a un amigo científico que investiga sobre la reproducción de las plantas si sabía algo al respecto y me compartió información muy valiosa.

Poco tiempo atrás él y unos colegas realizaron una investigación sobre producción de alimentos en el país y su dependencia a los polinizadores, que es como se les llama a los distintos insectos, aves y murciélagos que ayudan a ciertas plantas a reproducirse.

Tras muchos meses de intenso trabajo buscando y clasificando información, encontraron que en México casi el 90 por ciento de las 316 especies de plantas que se cultivan dependen en cierto grado del trabajo de los polinizadores para vivir.

Sin la colaboración de algún polinizador, se perdería casi por completo la producción de un poco más de la mitad de 108 especies de frutas y semillas que se cultivan.

Los vegetales y las nueces dependen completamente de los polinizadores; los cereales, por el contrario, no requieren de su ayuda pues ellos aprovechan el poder del viento para esparcir su polen y reproducirse, gracias a esto es que se pueden producir enormes cantidades de cultivos como el maíz o el trigo. Sin embargo, convienen los cultivos dependientes pues ocupan menos espacio para producir las mismas cantidades que los no dependientes y de ellos se obtiene más ganancia.

Es gracias a los polinizadores que alrededor del mundo y en nuestro México —un país que es tan diverso— tenemos acceso a tantos olores, colores y tamaños de plantas, y gracias a ellos cientos de familias como la mía tenemos sustento económico.

Ahora reflexiono sobre las pocas abejas que se han visto en el rancho y entiendo su relación con las pocas cosechas que hemos tenido. Que terrible sería que en todo el mundo ocurriera lo mismo, me duele imaginar una sociedad en la que no hay abasto de alimentos porque lo cosechado no alcanza.

¡Cuánta razón tenía mi abuelo!, él me lo dijo antes y ahora los expertos me lo confirmaron, el trabajo de estas pequeñas criaturas es muy importante y les debemos mucho. Qué triste que sepamos y hagamos poco por ellas.

Actualmente las poblaciones de polinizadores están disminuyendo de manera preocupante pero no es solo trabajo de los científicos o el gobierno solucionar la situación sino de cada uno de nosotros. Por mucho o poco, yo como agricultor y ciudadano me comprometo a hacer lo necesario.

### **OBRERAS: PALADINES DEL PANAL**

Con poblaciones de 15 mil hasta 50 mil abejas, la vida dentro de una colmena podría parecer un caos, sin embargo, estos insectos tienen una de las sociedades mejor organizadas del mundo (sí, mejor que la nuestra).

Los zánganos se encargan de fecundar a la abeja reina, ésta de procrear a las crías y las obreras de todo lo demás. Sus actividades van desde construir el panal hasta

hacerla de niñeras, además ellas son las encargadas de una de las misiones más importantes: la recolección del polen y el néctar.

En las colmenas cada abeja hace lo que le toca y es por eso que todo funciona tan bien.

Como científica y amante de estos insectos, me fascina aprender sobre sus dinámicas y es esta sensación la que me llevó a realizar mi última investigación.

Las abejas obreras, mis favoritas, además de sus miles de ocupaciones, tienen una increíble habilidad llamada comportamiento higiénico. Aunque por su nombre lo parezca, no tiene nada que ver con su limpieza personal. Se trata de su capacidad para identificar y sacar de las celdas del panal agentes extraños a la colmena, así como a crías infectadas con alguna enfermedad o muertas.

Este gran talento —que, aunque no todas lo poseen— ayuda a prevenir que horribles infestaciones como la varroasis producida por el ácaro *Varroa destructor*, se esparzan por toda la colmena.

¿Será entonces que las colonias que tienen alto comportamiento higiénico son más tolerantes al ácaro *Varroa*?, me pregunté.

Con ayuda de unos colegas de la universidad tratamos de averiguarlo y pusimos a prueba 57 colonias en primavera y otoño. En cada colonia elegimos un panal con crías, los congelamos inyectando nitrógeno líquido y las regresamos a las colonias. Al cabo de dos días retiramos el panal de nuevo y contamos cuantas crías muertas fueron retiradas y así logramos identificar a las colonias por alto y bajo comportamiento higiénico.

Averiguar si en las colonias más limpias las abejas estaban menos infestadas por *Varroa* fue una tarea poco placentera, recolectamos 300 abejas obreras, las colocamos en un recipiente y lo agitamos para que poco a poco los ácaros se les fueran desprendiendo. Al terminar pasamos a contar a los ácaros.

La parte más divertida del trabajo fue la cosecha de panales con miel que realizamos con el fin de saber también si había diferencia en la producción de este manjar.

Después de miles de conteos, ecuaciones, análisis y muchos tarros de miel, obtuvimos nuestros resultados: el grado en que las colonias con alto y bajo comportamiento higiénico estaban infectadas no fue muy diferente por lo cual no sería lo más correcto afirmar que en efecto dicha habilidad hace que sean más resistentes al ácaro, aunque ésta sí ayuda a combatirlo.

Lo que sí observamos claramente es que en primavera las colonias más limpias fabrican más miel, esto podría explicarse ya que, al haber más néctar disponible, las abejas deben retirar mayor número de crías enfermas para así tener más espacio y almacenar todo el néctar posible.

Debo admitirlo, al principio me decepcioné un poco pues creí que mis resultados no eran los más sorprendentes, sin embargo, me alegra pensar que la investigación servirá de inspiración para que otros científicos se adentren en el tema. Después de todo, nunca se deja de aprender.

Quizá en un futuro se pueda hacer que más abejas tengan esta habilidad y así puedan combatir de forma más eficaz los ácaros que causan muerte a tantas colonias, quien sabe, la ciencia puede lograr grandes cosas.

## **MAS QUE MIEL**

Siempre creí que hacer ciencia era cosa de estar encerrado en un laboratorio mezclando sustancias hasta tener resultados, algo aburrido y difícil. Este pensamiento mío cambió cuando un grupo de investigadores vinieron a las huertas de mi familia el año pasado.

Mis tíos y mi papá que siempre se dedicaron solamente a la siembra de cítricos decidieron empezar a cultivar de piñón hace unos cinco años después de escuchar

sobre su alto contenido de aceite y su fácil crecimiento en prácticamente cualquier terreno.

Este arbusto del cual se aprovecha su aceite para hacer biocombustible ha ganado buena fama y se les tiene fe como alternativa al uso de petróleo, por eso el interés de los científicos que vinieron.

Ellos realizaron distintos experimentos comenzando primero tomando diferentes flores femeninas con el fin de observar cómo era la producción de frutos y semillas de acuerdo con el tipo de polinización de la planta. Algunas de las flores las cubrieron con bolsas para tener polinización cerrada, otras las frotaron con machos de otras plantas lo cual es polinización cruzada, unas más las frotaron con machos de la misma planta para producir la autopolinización y las últimas se dejaron intactas dejando ocurrir la polinización abierta.

Después de unas cuantas semanas, los investigadores pesaron y contaron los frutos y semillas obtenidas de los experimentos.

En la siguiente fase del estudio yo ofrecí mi ayuda, aunque resultó algo cansado, fue muy interesante. En distintas horas de la mañana y la tarde observamos durante cinco minutos 15 árboles y contamos los insectos que aparecieron para después identificarlos por su especie.

Resultó que los visitantes más vistos fueron las abejas africanas *Apis mellifera* y unas abejas sin aguijón llamadas *Frieseomelittanigra*. Así que después de identificarlas, los investigadores realizaron unos experimentos parecidos a los primeros, pero ahora a distintas flores se les permitió la visita de solo una de las dos especies de abejas para comparar su capacidad para polinizar.

Por último, los científicos hicieron un análisis para ver si el bosque que rodea las plantaciones afecta la variedad y cantidad de abejas.

El estudio resultó en lo siguiente:

Como era de esperarse, las flores que estuvieron tapadas todo el tiempo no produjeron muchos frutos ni semillas y, por el contrario, las intactas fueron las más productivas.

Las flores polinizadas por los dos tipos de abejas produjeron frutos similares. El piñón puede auto polinizarse, sin embargo, sus flores femeninas abren antes que las masculinas y es por este destiempo que con la ayuda de las abejas se obtienen mejores frutos.

Un dato curioso es que, aunque las flores de ambos sexos tienen la misma cantidad de néctar y de azúcar, por alguna razón, las abejas prefieren a las masculinas. Supongo que encontrar una explicación necesitará de otro estudio.

Y con respecto al bosque y las abejas, los científicos concluyeron que si tienen una relación de forma que una reducción del bosque lo será también de abejas. Esta condición afecta en mayor medida a las abejas sin aguijón, pues a diferencia de las africanas en su mayoría son silvestres y no son cultivadas por apicultores, por lo tanto, dependen del bosque para proveerse de alimentos y sitios donde hacer sus nidos.

A mis 23 años, mucho he aprendido ayudando en el campo. Sé sembrar y cosechar, pero ahora, al involucrarme en este estudio, aprendí que la ciencia es más emocionante y menos complicada de lo que tenía en mente, además, me di cuenta de algo a lo que nunca había puesto atención que es la labor de las abejas que se esconde detrás de una mejor cosecha (tonto yo al llegar a pensar que ellas podrían llegar a dañar el huerto).

Los beneficios de las abejas van más allá de la miel y los alimentos; aunque el piñón no lo podemos comer podría ayudarnos a no depender de un combustible tan tóxico como el petróleo, pero hacerlo dependerá también de qué tan bien cuidemos a estos pequeños insectos.

## UN TRABAJO MUY PICOSO

Fresco, tostado, en salsa y cualquier presentación, los mexicanos amamos comer y sentir el ardor en nuestras bocas al morder un chile —aunque si— en ocasiones exageramos.

En promedio, cada mexicano come 16 kilos de chile al año y así como somos de buenos comiéndolo, lo somos produciéndolo.

El chile es un elemento esencial de la cultura mexicana por ello científicos mexicanos lo han elegido para realizar estudios de polinización, pues creen que mostrar la colaboración de las abejas como polinizadores en la producción de un cultivo tan importante motivará a las personas a conservarlas.

El estado de Yucatán es uno de los mejores productores de chile habanero y por su gran diversidad de abejas, ha sido el escenario perfecto para realizar distintas investigaciones.

Aunque el chile es una planta que puede polinizarse a sí misma, por tener flores hermafroditas, se ha probado que cuando es polinizada por abejas, el rendimiento y la calidad de los frutos mejora.

Distintas especies de abejas visitan las plantaciones de chile atraídas por el polen y el néctar que estas secretan, sin embargo, no todas son tan buenas polinizadoras. ¿Cómo esto se sabe?

Científicos de distintas universidades del país han experimentado con flores de chile dejándolas ser visitadas por una sola especie de abeja para después comparar los frutos que se obtienen en cada una. Así, es como lograron descubrir que si las plantas son polinizadas por unas abejas robustas llamadas *Augochloropsis* y por *Exomalopsis* otras más esbeltas y de color verde metálico —ambas abejas nativas— las cosechas son más ricas que cuando poliniza *Apis mellifera* (la abeja africana).

¡Ojo! Esto no quiere decir que entonces la africana no importa, en la polinización es mejor tener diversidad de especies que solo tener varios individuos de un solo tipo.

La conservación de las abejas nativas y “extranjeras” es indispensable para sostener la agricultura. Irónicamente la agricultura es una de las muchas actividades que amenazan la vida de las abejas.

Seguramente en alguna ocasión te ha tocado observar como los campesinos queman sus tierras con el objetivo de limpiar el campo y después poder sembrar.

Este método conocido como roza y quema, aunque es uno de los más utilizados en el país, no es el mejor, pues causa la pérdida de vegetación que es comida y sitios ideales para los nidos de las abejas. Con excepción de las abejas solitarias que anidan en el suelo y prefieren las tierras de cultivos, todas las especies sociales que viven en comunidades numerosas se pierden cuando los bosques y selvas son arrasadas por el fuego.

Cambiar la agricultura una menos ofensiva y propensa a dañar los hábitats naturales es indispensable para la conservación de los polinizadores, porque, así como un México sin picante sería inimaginable, también lo sería un mundo sin abejas.

## **TRADICIONES QUE CURAN**

Es una noche de otoño en Nocupétaro, Michoacán y la gente duerme tranquila en sus casas de adobe y teja, excepto un niño que llorando camina hasta los brazos de su madre; las infinitas horas de juego y el propio crecimiento del pequeño, le están causando un dolor muy fuerte de piernas impidiéndole conciliar el sueño.

Su protectora lo abraza con ternura y para aliviar su mal frota sobre sus piernitas un remedio infalible: miel de abeja. Minutos después el infante ha logrado dormir.

Así como la miel, en este pequeño pueblo de Tierra Caliente, la cera y la pasacuareta (polen) son los productos más preciados que se obtienen de las abejas meliponas conocidas en la población como colmenas, colmenas de palo, abejas de monte o colmenas que no pican.

Nocupétaro es distinto a otros pueblos, pues aquí no hay apicultores que mantengan a sus propias abejas en apiarios.

Aquí, las abejas sin aguijón se encuentran de forma silvestre y encontrarlas y aprovechar al máximo los productos que ellas ofrecen es una tarea en la que varias personas se involucran.

En primer lugar, se hace la recolección de la cual se encargan los expertos locales conocidos como colmeneros, que en su mayoría son hombres adultos. Los colmeneros son los mejores para encontrar las colmenas en el bosque y son los encargados de extraer sus productos. Además, son maestros en el reconocimiento de las diferentes especies, por sus características físicas y su comportamiento, en total identifican once distintas.

Cuando el trabajo de los colmeneros termina, las mujeres entran en acción.

Ellas son quienes mejor conocen las técnicas para procesar cada producto. Por ejemplo, al acercarse el Día de Muertos ellas elaboran las velas de cera que formarán parte de las ofrendas a las ánimas y son las mejores preparando la miel para alimento y remedio natural.

Esta forma de manejar a las abejas sin aguijón se realiza de forma ocasional, cuando la gente lo necesita o durante septiembre y octubre que son los meses en que hay más flores de las cuales las abejas se pueden alimentar y, por lo tanto, hay más miel, polen y cera.

Si bien esta actividad sigue siendo muy popular en Nocupétaro, antes lo era aún más, lamentablemente durante los años sesenta los colmeneros comenzaron a notar que había menos especies de abejas, hasta que en los noventa algunas de estas dejaron de ser vistas definitivamente. Los expertos del pueblo creen que el incremento de abejas africanas, las sequías y el uso de insecticidas son las principales causas.

En una situación como esta, ¿qué se puede hacer? Salvar las abejas que quedan y a su vez conservar las tradiciones del pueblo debe ser el resultado de un arduo trabajo en equipo.

Identificar y registrar a las abejas por su nombre científico, así como documentar las formas en que son manejadas para elaborar inventarios, es una de las tareas que han realizado algunos científicos con ayuda de los colmeneros, sin embargo, este solo es el comienzo de un largo camino.

Por la supervivencia de las abejas nativas y por más noches de sueño tranquilas sin dolor de piernas, la ciencia y el conocimiento local —toda la sabiduría que es transmitida de generación en generación— tendrán que unir fuerzas y aprender a enriquecerse mutuamente.

## **INTRUSOS EN CASA**

¡Las abejas sin aguijón están en peligro! Su hermoso hogar en las selvas de la Península de Yucatán está siendo devastado, los humanos están acabando con toda la vegetación obligándolas a desplazarse antes de que acaben con ellas.

Las abejas *Meliponabeecheii* o *XunanKab* que es como las llaman los mayas, han sido criadas en la región desde tiempos remotos por ser fuente de alimento y medicina.

La estrecha relación entre los mayas y las Meliponas se remonta a antes de la colonización por lo que su disminución es un tema que no solo preocupa a los apicultores. Los cambios en el ecosistema por la agricultura —que implica uso de pesticidas y agroquímicos— y la tala para extraer madera, son las principales causas de pérdida de abejas sin aguijón que viven de forma silvestre, pero lo que no se explican los apicultores es ¿por qué sus abejas domesticadas también están desapareciendo?

Buscando respuestas un grupo de científicos realizó una investigación en el estado de Quintana Roo en sitios que presentan distintos niveles de perturbación causado por el humano.

Imagina 3 escenarios diferentes:

El primero es Kampocolche, una pequeña localidad de clima húmedo que ha sufrido grandes incendios y en el que se realiza la agricultura de forma intensiva.

Por otro lado, Santa María, otro pueblito playero que está a menos de 30 metros sobre el nivel del mar que tiene bosques casi intactos, también pantanos, algunos pastizales y zonas con cultivos.

Por último, la Reserva de la Biósfera Sian Ka'an un área protegida que cuenta con hermosas playas, selva, palmares y hermosos cenotes y está dedicada a la conservación de la vida natural.

¿En cuál sitio crees que habrá más abejas?

En los tres lugares se eligieron nueve puntos con gran cantidad de flores juntas que posiblemente atraerían a más abejas y con ayuda de cámaras especiales se grabaron las visitas que distintas abejas hicieron a flores en busca de polen y néctar.

Comparar los tres sitios hizo llegar a resultados interesantes como que en la Reserva de Sian Ka'an no hay tanta diversidad de abejas como se pensaría, pero las pocas que hay abundan en cantidades similares.

Por otro lado, Kampocolche no tiene tanta variedad de abejas y las que dominan son las *Apis mellifera*. El sitio con mayor diversidad de abejas fue Santa María pues sus distintos paisajes representan oportunidades más amplias para los distintos tipos de abejas de construir sus hogares —algunas prefieren los troncos de los árboles y otras vivir en el suelo—.

Una curiosa observación fue que las abejas *Apis* están desarrollando nuevos comportamientos agresivos hacia las *Melipona*. Como jugadores de fútbol americano, estas abejas agreden a las meliponas entrando con breves, pero rápidos tacleos, logrando alejarlas de las flores y otros recursos como el agua y de esta forma es que las abejas africanas dominan el campo de juego.

Con este estudio, sabemos ahora que las abejas sin aguijón prefieren huir antes que enfrentarse a las rudas africanas y entonces la destrucción del hábitat ocasionada por el humano no es la única que causa su disminución. Lo lamentable

es entonces que si bien las Apis son mejores productoras de miel —razón por la cual fueron traídas desde otros continentes— al ser una especie “introducida” su dominio y expansión significa la desaparición de las especies nativas quienes además de ser una pieza esencial para el equilibrio de los ecosistemas, tienen un papel muy importante dentro de la cultura de muchas comunidades como lo tienen las meliponas en la maya.

## EL VIEJO APRENDÍZ

En un pequeño pueblo zacatecano vivían Don Felipe y Santiago, como varias personas del pueblo, ambos se dedicaban a la agricultura y la apicultura y, aunque eran conocidos de mucho tiempo, amigos no lo eran tanto.

Santiago aun siendo más joven y menos experimentado, ya era toda una promesa, sus cultivos daban buenos frutos y sus abejas producían grandes cantidades de miel, cuestión que ponía a Don Felipe muy celoso. Si Santiago tenía menos tiempo de apicultor, ¿cómo le hacía para obtener toda esa miel?, se preguntaba. Además, los dos tenían casi la misma cantidad de abejas y sus colmenas estaban en similares condiciones.

Don Felipe sabía que tenía que aprender del muchacho, pero no fue hasta que se encontró en problemas, que lo pudo admitir.

Fue en el verano del 2009 cuando las colmenas de Don Felipe sufrieron la mayor amenaza por *Varroa destructor*, la peor de las plagas que puede afectar a las abejas *Apis mellifera*. Hacía muchos años que usaba fluvalinato, una sustancia química que se dice es la más efectiva para eliminar una infección como ésta, por eso no comprendía por qué la enfermedad no cesaba.

Desesperado y temeroso de perder todas sus abejas no tuvo más solución que recurrir a Santiago, quien en cambio parecía controlar muy bien la situación.

Sin titubear, el joven compartió su secreto “No uso químicos”, dijo sin más. Prosiguió explicando que tiempo atrás él había optado por cambiar sus formas de control pues

sentía que los químicos ya no hacían el mismo efecto sobre los ácaros, después confirmó que estaba en lo cierto.

Leyó que en diversas partes del mundo estaban apareciendo parásitos al parecer resistentes y la razón que muchos científicos daban era la utilización de químicos por mucho tiempo o en dosis no recomendadas, siguió indagando en el tema y encontró que en una investigación mexicana realizada en Yucatán se indicó que en apiarios tratados con fluvalinato morían menos ácaros pues el producto se volvió menos efectivo.

—Detecté a tiempo que los químicos ya no estaban funcionando por eso cambié, ahora curo a mis abejas de forma orgánica y me ha dado mejores resultados: las plagas mueren más rápido y la miel sale más limpia que antes. Es lo mejor que pude haber hecho— continuó diciendo. —¿Ve mis hortalizas?, son orgánicas también. Los pesticidas estaban matando mis colmenas.

El viejo escuchó todo lo que “el chamaco” quiso contarle, sin embargo, no quedó convencido. —Qué va a andar sabiendo éste— pensaba.

Siendo tan testarudo, Don Felipe siguió haciendo lo suyo.

Semanas después, se llevó a cabo en una ciudad cercana una convención de apicultores y científicos a la cual decidió asistir y ¡qué bueno que lo hizo!, pues entre todas las conferencias que se presentaron, hubo una que le hizo ver lo equivocado que estaba sobre el muchacho.

Se trató de una investigación reciente en la que se hizo la prueba LD50 a seis insecticidas incluyendo tres neonicotinoides, uno de los pesticidas más usados en el mundo y que se ha vinculado con el declive de las abejas.

LD50 que significa **Dosis Letal**, es la cantidad de cierta sustancia que provoca la muerte del 50% de los insectos puestos a prueba, en este caso de las abejas.

Para evaluar la toxicidad de las distintas sustancias, los científicos trabajaron con obreras de tres especies de abejas sin aguijón que separaron en grupos de 10: abejas de 3 a 5 días de edad, forrajeras, zánganos y hembras.

De forma muy minuciosa, los investigadores inyectaron más de 200 abejas en el tórax con distintas dosis, después se pusieron en contenedores y al cabo de un día se contaron las muertes.

Con ecuaciones de estadística y muchos conteos se obtuvieron resultados.

¿Cuánto insecticida hace falta para matar una abeja? Te sorprenderá saber que todos los pesticidas evaluados lograron acabar con el 50% de las abejas con menos de 2 microgramos ¡microgramos! El imidacloprid, uno de los neonicotinoides fue el más tóxico, pues la dosis letal fue de 0.001 mg, una cantidad que solo en un laboratorio con el equipo adecuado podrías observar.

Aunque algunas abejas son más susceptibles que otras, dependiendo el tamaño, edad y sexo -por ejemplo, los machos resisten menos que las hembras- claramente los resultados nos dicen que los pesticidas pueden ser muy letales para todas.

Don Felipe aprendió tres lecciones ese verano:

Uno, es cierto que los productos químicos acaban con las colmenas y por ello no siempre son los mejores para eliminar plagas; dos, que es necesario que apicultores y sobre todo agricultores cambien los pesticidas convencionales por otros que sean menos dañinos tanto para las abejas como para los ecosistemas; y tres, que, aunque más sepa el diablo por viejo que por diablo, no lo sabe todo y siempre hay algo nuevo que aprender.

## SI LA TIERRA ARDE UN POCO MÁS

¿Qué hacen tantas abejas aleteando con fuerza en la entrada de su colmena? Lo mismo que tú cuando usas un abanico o ante la desesperación, un sombrero o una libreta: ventilar aire fresco para intentar no morir de calor.

Cuando la temperatura del ambiente alrededor de las colmenas sube o disminuye más de lo habitual, las abejas obreras realizan diferentes actividades físicas como aletear para ventilar o hacerse bolita para darse calor y de esta forma controlar la temperatura de sus cuerpos, así como la de toda la colmena. Los científicos llaman a estas actividades mecanismos activos de regulación.

Además, existen los mecanismos pasivos, la selección del sitio y la estructura del nido son algunos de ellos. El primero consiste en elegir lugares como huecos en los troncos de los árboles donde puedan estar mejor protegidas ante los cambios en el exterior y el segundo trata de cubrir toda la colmena (excepto la entrada) con diversas capas de propóleos, pedacitos de plantas, barro y otros materiales que recolectan, que funcionan como un suéter protector.

Estas formas de actuar han sido observadas más claramente en abejas *Apis*, mientras que, en abejas sin aguijón, se conoce muy poco. Es por ello que un grupo de científicos en el estado de Yucatán evaluaron el comportamiento y la tolerancia de tres especies sin aguijón a diferentes temperaturas.

Las protagonistas de este estudio fueron *Scaptotrigona hellwegeri* y *Melipona beechii* que viven en bosques tropicales a unos 1,100 metros sobre el nivel del mar y *Melipona colimana* que solo se encuentra en las zonas altas de los bosques de pino-encino al sur del estado.

En esta investigación, los investigadores pusieron a varios grupos de abejas adultas de las 3 especies en distintas condiciones, algunas estuvieron a temperaturas muy altas (40°C) y bajas (7°C) durante 5 y 24 horas, mientras que otras junto con algunas pupas (etapa de las crías que va entre ser larva y adulto) tuvieron que resistir 10 diferentes temperaturas durante 24 horas. Durante los experimentos, 5 cinco grupos de afortunadas las mantuvieron a temperatura ambiente.

El objetivo de tener a las abejas en estas condiciones fue observar qué hacían cuando se enfrentaban a las diferentes temperaturas —si tomaban agua y jarabe (agua azucarada) o si desarrollaban algún mecanismo— y ver su sobrevivencia.

Al finalizar, los científicos descubrieron que, ante temperaturas bajas, *colimana* la abeja de tierras altas, fue la que resistió más, la única que bebió jarabe, fueron las que más rápido se recuperaron después de estar casi congeladas y de las que hubo menos muertes; además fue la única especie que realizó la ventilación. Esto nos habla de que esta especie responde mejor a los cambios de temperatura y se adapta más fácilmente.

Por otro lado, los tres tipos de abejas consumieron agua para refrescarse en el calor, pero a temperatura ambiente ninguna lo hizo. Esto es solo por parte de los adultos, ¿qué pasó con las crías? Todas murieron cuando estuvieron a 2°C, ¡claro! es difícil que un cuerpo tan chiquito aguante tanto frío y el menor número de decesos fue a 25°C.

Y todo este estudio ¿qué fin tiene?

Lo que observaron los científicos en estas abejas concuerda con lo que otros investigadores alrededor del mundo han dicho y es que, aunque todos los seres vivos en el planeta están siendo afectados por los efectos del cambio climático, las especies tropicales corren mayor peligro, pues comparadas con aquellas que viven en climas templados o fríos, no están acostumbradas a cambios tan extremos de temperatura.

Todos debemos tener claro que sin las abejas nuestra vida en la tierra no podría ser y es por ello que conocer su respuesta ante estos cambios, es un paso más hacia su conservación.

## **ENTRAR EN ACCIÓN**

Muchas son las amenazas que ponen en peligro la supervivencia de las abejas y con ellas la posibilidad de una vida tan cómoda como la que llevamos hasta ahora los humanos.

Por mucho o por poco, todos tenemos la posibilidad de ayudar a mejorar la situación actual de los polinizadores. Gobierno, científicos, agricultores, apicultores, adultos y jóvenes; desde nuestros diferentes ámbitos, debemos colaborar.

Aquí una lista de todo lo que tú y todos podemos hacer

### **Gobierno**

- Recompensar a los agricultores por prácticas inofensivas para los polinizadores.
- Crear espacios verdes urbanos y recreativos para aumentar la abundancia de plantas florales.
- Restaurar hábitats naturales.
- Promover la agricultura orgánica.
- Promover y apoyar los sistemas agrícolas diversificados: jardines forestales y domésticos y agrosilvicultura.
- Crear y promover programas de educación y comunicación sobre abejas.

### **Agricultores**

- Reducir uso de plaguicidas y pesticidas químicos.
- Utilizar insumos orgánicos.
- Cambiar/eliminar el sistema tumba, roza y quema.

## **Apicultores**

- Mejorar cría de abejas melíferas y abejas nativas.
- Dar talleres y pláticas informativas.
- Monitorizar abejas de forma colectiva en la que pueda participar gente interesada.
- Intercambiar conocimiento con científicos, gobierno y público interesado.

## **Acciones en casa**

- Cultiva flores y hierbas en tu jardín para atraer a las abejas como girasoles, lavanda, rosas y margaritas. Si tienes un espacio amplio, anímate a crear tu propio huerto.
- No cortes el pasto al ras, el pasto crecido sirve como refugio para las especies que anidan en el suelo.
- Haz bebederos para las abejas en tu jardín.
- Construye refugios con bloques de madera.
- Usa insecticidas orgánicos.
- Deja que las colmenas se instalen en tu jardín (llama a un apicultor para retirarlas si hay problemas).
- Defiende a las abejas públicamente.
- Enseña a los pequeños a respetarlas.

## ARTÍCULOS ORIGINALES

### **El discreto encanto de los polinizadores**

*Referencia:*

Ashworth, L., Quesada, M., Casas, A., Aguilar, R., y Oyama, K. (2009). Pollinator-dependent food production in Mexico. *Biological Conservation*, 142(5), 1050-1057.

### **Obreras: Paladines del panal**

*Referencia:*

Medina-Flores, C. A., Guzmán-Novoa, E., Aréchiga Flores, C. F., Gutiérrez Bañuelos, H., y Aguilera Soto, J. I. (2014). Producción de miel e infestación con *Varroa destructor* de abejas africanizadas (*Apis mellifera*) con alto y bajo comportamiento higiénico. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 5(2), 157-170.

### **Más que miel**

*Referencia:*

Romero, M. J., y Quezada-Euán, J. J. G. (2013). Pollinators in biofuel agricultural systems: the diversity and performance of bees (Hymenoptera: Apoidea) on *Jatropha curcas* in Mexico. *Apidologie*, 44(4), 419-429.

### **Un trabajo muy picoso**

*Referencia:*

Landaverde-González, P., Quezada-Euán, J. J. G., Theodorou, P., Murray, T. E., Husemann, M., Ayala, R., ... y Paxton, R. J. (2017). Sweat bees on hot chillies: provision of pollination services by native bees in traditional slash-and-burn agriculture in the Yucatán Peninsula of tropical Mexico. *Journal of Applied Ecology*. 1-11.

Macias-Macias, O., Chuc, J., Ancona-Xiu, P., Cauich, O., y Quezada-Euán, J. J. G. (2009). Contribution of native bees and Africanized honey bees (Hymenoptera: Apoidea) to Solanaceae crop pollination in tropical México. *Journal of Applied Entomology*, 133(6), 456-465.

### **Tradiciones que curan**

*Referencia:*

Reyes-González, A., Camou-Guerrero, A., Reyes-Salas, O., Argueta, A., y Casas, A. (2014). Diversity, local knowledge and use of stingless bees (Apidae: Meliponini) in the municipality of Nocupétaro, Michoacan, Mexico. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 10(1), 1.

### **Intrusos en casa**

*Referencia:*

Cairns, C. E., Villanueva-Gutiérrez, R., Koptur, S., y Bray, D. B. (2005). Bee Populations, Forest Disturbance, and Africanization in Mexico<sup>1</sup>. *Biotropica*, 37(4), 686-692.

### **El viejo aprendiz**

*Referencia:*

Martínez Puc, J. F., y Medina Medina, L. A. (2011). Evaluación de la resistencia del ácaro *Varroa destructor* al fluvalinato en colonias de abejas (*Apis mellifera*) en Yucatán, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 2(1), 93-99.

Valdovinos-Núñez, G. R., Quezada-Euán, J. J. G., Ancona-Xiu, P., Moo-Valle, H., Carmona, A., y Sánchez, E. R. (2009). Comparative toxicity of pesticides to stingless bees (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Journal of economic entomology*, 102(5), 1737-1742.

### **Si la Tierra arde un poco más**

*Referencia:*

Macías-Macías, J. O., Quezada-Euán, J. J. G., Contreras-Escareño, F., Tapia-Gonzalez, J. M., Moo-Valle, H., y Ayala, R. (2011). Comparative temperature tolerance in stingless bee species from tropical highlands and lowlands of Mexico and implications for their conservation (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). *Apidologie*, 42(6), 679-689.

### **Entrar en acción**

*Referencia:*

IPBES. (2016). Resumen para los responsables de la formulación de políticas del informe de evaluación de la Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas sobre polinizadores, polinización y producción de alimentos. 1-32.

Qué puedes hacer para ayudar a las abejas. (2017). Discovery Latinoamérica.

URL: <http://www.latam.discovery.com/animal-planet/que-puedes-hacer-para-ayudar-a-las-abejas/>

5 sencillos pasos para salvar a las abejas. (2014). Ecoosfera.

URL:<http://ecoosfera.com/2014/08/5-sencillos-pasos-para-salvar-a-las-abejas/>