



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA

DOCTORADO EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD Y CONSERVACIÓN

**SITUACIÓN ACTUAL DE LA APICULTURA EN EL ESTADO DE
HIDALGO: ALTERNATIVAS DE MANEJO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS EN BIODIVERSIDAD
Y CONSERVACIÓN**

PRESENTA:

M. en C. ALFONSO HERNÁNDEZ CARLOS

DIRECTOR: DR. IGNACIO ESTEBAN CASTELLANOS STUREMARK

MINERAL DE LA REFORMA, HIDALGO, 2020



Mineral de la Reforma, Hgo., a 28 de julio de 2020

Número de control: ICBI-D/510/2020
Asunto: Autorización de impresión de tesis.

M. EN C. JULIO CÉSAR LEINES MEDÉCI
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UAEH

Por este conducto le comunico que el comité revisor asignado al C. Alfonso Hernández Carlos, alumno del Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación con número de cuenta 349499, autoriza la impresión del proyecto de tesis titulado "Situación actual de la apicultura en el estado de Hidalgo: Alternativas de manejo" en virtud de que se han efectuado las revisiones y correcciones pertinentes.

A continuación se registran las firmas de conformidad de los integrantes del comité revisor.

PRESIDENTE Dr. Numa Pompilio Pavón Hernández

SECRETARIO Dra. Iriana Leticia Zuria Jordan

VOCAL Dr. Ignacio Esteban Castellanos Sturemark

SUPLENTE Dra. María Teresa Pulido

Sin otro particular reitero a Usted la seguridad de mi atenta consideración.

Atentamente
 "Amor, Orden y Progreso"



Dr. Otilio Arturo Acevedo Sánchez
 Director del ICBI

Escaneado con CamScanner

OAAS/CIAF



Ciudad del Conocimiento
 Carretera Pachuca-Tulancingo km 4.5 Colonia Carboneras,
 Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. C.P. 42184
 Teléfono: +52 (771) 71 720 00 ext. 2231 Fax 2109
 direccion_icbi@uaeh.edu.mx

www.uaeh.edu.mx

DEDICATORIA

A mis padres.

A mis hermanos.

A mis compañeros y amigos.

Y muy especial a mi esposa Maricela y a mis hijos Alejandra, Claudia
y Carlos porque son la fuerza que impulsa mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada durante la realización de este trabajo.

Al Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo por darme la oportunidad de realizar mis estudios de posgrado y al Programa Anual de Investigación (2016) por el apoyo otorgado.

A mis compañeras de generación, gracias chicas por su amistad.

A todos mis compañeros y amigos del laboratorio de Interacciones Biológicas.

Un especial agradecimiento a los doctores integrantes del comité tutorial, Numa Pompilio Pavón Hernández, Iriana Leticia Zuria Jordan y María Teresa Pulido Silva por sus consejos, amistad, sugerencias y sobretodo paciencia.

A mi director de tesis doctor Ignacio Esteban Castellanos Sturemark por su invaluable apoyo y amistad brindada en todo momento.

Un sincero agradecimiento al Instituto Hidalguense de Competitividad Empresarial en especial al Lic. Julio Bravo Bautista y a la Lic. Katherine Yrina Benavides Fonseca por todo el apoyo recibido para realizar el diagnóstico.

Y por supuesto a cada uno de los apicultores que nos permitieron llegar a cada uno de sus apiarios y a sus hogares, porque sin ellos nada de esto sería posible, gracias por realizar esta noble e importante actividad.

RESUMEN

Se estudió la situación actual de la apicultura en el estado de Hidalgo, el efecto del tamaño interno de la colmena en la producción de cría, reservas de miel y polen y la temperatura de la cámara de cría en colonias de *Apis mellifera* en la temporada invernal para proponer estrategias que mejoren el manejo de las colonias de abejas que permita impulsar su crecimiento. Esto se realizó a través de la caracterización de los sistemas productivos apícolas de los apicultores participantes en la iniciativa Oro líquido fomentada por el Instituto Hidalguense de Competitividad Empresarial y los apicultores de la Asociación de Campesinos Apicultores de la Sierra y Huasteca de Hidalgo, y mediante el trabajo experimental con colonias de abejas de un apiario comercial. Para la caracterización de los sistemas apícolas se utilizaron herramientas de las disciplinas sociales como es la aplicación de cuestionarios y visitas de campo que en combinación con trabajo experimental y análisis estadísticos permitieron tener un panorama de la situación que guarda la actividad apícola del grupo de apicultores integrantes de la iniciativa Oro líquido y de la Asociación de Campesinos Apicultores de la Sierra y Huasteca de Hidalgo en el estado de Hidalgo. Los resultados obtenidos muestran que la apicultura en el estado presenta condiciones similares a otros estados de México e incluso no está ajena a la problemática mundial del Síndrome del Colapso de colonias de abejas. Se muestran evidencias sobre la ventaja de utilizar cámaras de cría de menor tamaño que las que se utilizan normalmente en el altiplano mexicano ya que se obtiene una mayor cantidad de cría, miel y polen en la temporada invernal. Finalmente se recomiendan algunas acciones para disminuir la pérdida de colonias e incrementar la productividad de las colonias de abejas tales como reducir o incrementar el espacio interno de la cámara de cría de acuerdo al desarrollo de la colonia. Además se incluye un aditamento que incrementa o disminuye el espacio interno de la colmena para un mejor desarrollo de las colonias de abejas y un estudio complementario sobre el efecto del tamaño interno de la colmena en la longevidad de las abejas obreras en la época invernal de *Apis mellifera* en el estado de Hidalgo.

Índice

Índice de figuras.....	v
Índice de cuadros.	vii
Introducción.	1
Objetivo.....	3
Descripción del área de estudio.	5
Antecedentes.	9
1. Importancia de <i>Apis mellifera</i>	9
2. Historia de <i>Apis mellifera</i>	10
2.1 <i>Apis mellifera</i> en el mundo	10
2.2 <i>Apis mellifera</i> en México	14
2.3 <i>Apis mellifera</i> en Hidalgo	14
2.4 Legislación apícola en el estado de Hidalgo.....	15
3. Comportamiento de la colmena.	15
3.1 Nutrición y fortaleza de las colonias	16
3.2 Efecto de la temperatura en el comportamiento de las abejas	17
3.3 Ritmo circadiano.....	19
3.4 Historia de vida de las abejas obreras.....	21
4. Apicultura ante el cambio ambiental	21
4,1 Desajuste en la interacción planta polinizador	22
4.2 Síndrome del Colapso de colonias de abejas.....	23

4.3	Varroasis.....	25
5.	Alternativas de manejo	26
5.1	Ubicación de las colonias de abejas.	26
5.2	Dispositivos para incrementar la temperatura en el nido cría de la abeja doméstica	27
Capítulo 1.....		29
Efecto del tamaño interno de la colmena en la producción de cría, reservas de miel y polen y la temperatura de la cámara de cría en colonias de <i>Apis mellifera</i> en la temporada invernal en el altiplano central de México		
	RESUMEN	31
	ABSTRACT.....	32
	INTRODUCCIÓN	33
	MATERIALES Y MÉTODOS	35
	RESULTADOS.....	37
	DISCUSIÓN	38
	CONCLUSIONES E IMPLICACIONES.....	40
	AGRADECIMIENTOS	43
	LITERATURA CITADA	44
Capítulo 2.....		55
Caracterización de los sistemas productivos apícolas de la iniciativa Hidalgo Oro líquido en el estado de Hidalgo		
	RESUMEN.	57

INTRODUCCIÓN.....	59
MATERIALES Y MÉTODOS.....	63
RESULTADOS.....	65
DISCUSIÓN.....	71
CONCLUSIONES.....	74
DISCUSIÓN GENERAL.....	75
CONCLUSIONES GENERALES.....	79
LITERATURA CITADA.....	81
ANEXOS.....	95
ANEXO A. Diseño y construcción de un aditamento que incrementa o disminuye el espacio interno de la colmena para un mejor desarrollo de las colonias de abejas.....	95
ANEXO B. Efecto del tamaño interno de la colmena en la longevidad de las abejas obreras de <i>Apis mellifera</i> en época invernal en el estado de Hidalgo.....	99
ANEXO C. Cuestionarios aplicados a productores.....	103
ANEXO D. Glosario de términos.....	121

Índice de figuras

Figura 1. Distribución de climas en el estado de Hidalgo	6
Figura 2. Temperatura promedio mensual (grados Celsius) de las estaciones meteorológicas administradas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN).....	7
Figura 3. Colmenas con diferentes volúmenes internos utilizadas en el experimento:, A) colmena experimental, B) colmena tipo Langstroth y C) colmena tipo Jumbo	48
Figura 4. A) Bastidor con y B) sin la cuadrícula transparente utilizada para la cuantificación de la superficie con cría, miel y polen.	49
Figura 5. Superficie con cría (promedio \pm error estándar) en tres tamaños de colmenas al final del periodo de estudio. Valores con letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).	50
Figura 6. Superficie con miel (promedio \pm error estándar) en tres tamaños de colmenas al final del periodo de estudio. Valores con letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).	51
Figura 7. Superficie con polen (promedio \pm error estándar) en tres tamaños de colmenas al final del periodo de estudio. Valores con letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).	52
Figura 8. Temperatura ambiental y en el interior (centro y cabezal del tercer bastidor) en tres tamaños de colmenas. Los valores representan promedios \pm error estándar.	53
Figura 9. Temperatura a la altura del cabezal (promedio \pm error estándar) en tres tamaños de colmenas durante el periodo de estudio. Valores con letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0.05$).	54
Figura 10. Lado izquierdo. Pared interna que se inserta en la cámara de cría construido con madera de 2 cm de espesor. Lado derecho. Esquema con las dimensiones en centímetros.	96
Figura 11. Vista posterior de una cámara de cría tipo Jumbo.....	96

Figura 12. Vista posterior de una cámara de cría tipo Jumbo con las paredes internas que aumentan o disminuyen el espacio de acuerdo a la fortaleza de la colonia de abejas. Del lado derecho se muestra un esquema con las dimensiones en centímetros de las tapas auxiliares.97

Figura 13. Vista posterior de una cámara de cría tipo Jumbo con las paredes internas y con la entre tapa de acrílico transparente. La entre tapa de acrílico evita destapar la colmena para observar el crecimiento de la colonia. La entre tapa tradicional es solo de madera97

Figura 14. Supervivencia de abejas obreras en invierno. La vida promedio fue de 23.28 días para la colmena Imperial y de 20.09 días para la colmena Jumbo. Las líneas representan el promedio \pm error estándar.102

Figura 15. Supervivencia de abejas obreras en invierno y en primavera. La vida promedio fue de 23.28 días para la colmena Imperial y de 20.09 días para la colmena Jumbo y de la Jumbo en primavera es de 17.57 días. Las líneas representan el promedio \pm error estándar.....102

Índice de cuadros

Cuadro 1. Inventario de colmenas de los principales productores del mundo.....	12
Cuadro 2. Inventario de colonias de abejas de los principales productores y productividad de los mismos.	13
Cuadro 3. Características sociodemográficas de los apicultores de la iniciativa Hidalgo Oro líquido.	65
Cuadro 4. Porcentaje de Varroasis de las colonias de abejas por productor visitado.	68
Cuadro 5. Nivel de infestación de Varroasis de las colonias de abejas de <i>Apis mellifera</i>	69

Introducción

La apicultura es una actividad discreta que generalmente no llama la atención, sin embargo, a aquellas personas que la implementan, les puede ayudar a fortalecer su sistema de vida y desarrollo y asegurar la continuidad del hábitat y de la diversidad biológica. Fortalecer el sistema de vida significa ayudar a la gente a volverse menos vulnerable ante la pobreza y la apicultura puede tener un importante papel en la creación de medios de vida sostenibles (1).

La importancia del presente trabajo radica en ser una propuesta para mejorar el sistema productivo apícola en el estado de Hidalgo, uno de los estados del país en donde históricamente se concentran condiciones de pobreza, marginación y emigración (2). Mejorar el sistema productivo apícola puede proporcionar una producción confiable, estable y resiliente, brindar flexibilidad (adaptabilidad) para amoldarse a nuevas condiciones del entorno socio-económico y biofísico, distribuir justa y equitativamente los costos y beneficios del sistema, poseer un nivel aceptable de auto dependencia (autogestión) para responder y controlar los cambios inducidos desde el exterior (3). Para ello es necesario comprender las complejas relaciones entre variables naturales y socioeconómicas en un escenario con múltiples actores, donde es imprescindible la participación de productores, servidores públicos, organismos no gubernamentales (ONGs) e investigadores, con el propósito de mejorar la calidad de vida de las comunidades locales, la conservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible (4).

Para entender la situación actual de la apicultura en el estado de Hidalgo es necesario conocer algunos aspectos sobre la biología de *Apis mellifera* y la apicultura debido a que este conocimiento permite entender y resolver algunos de los problemas que puede enfrentar cualquier apicultor. Por lo tanto, en el Capítulo 1 se estudió el efecto del tamaño interno de la colmena en la producción de cría, reservas de miel, reservas de polen y la temperatura de la cámara de cría en colonias de *A. mellifera* en la temporada invernal en el altiplano central de México. En el Capítulo 2 se llevó a cabo la caracterización del sistema productivo apícola de los apicultores participantes en la iniciativa Oro líquido fomentada por el Instituto Hidalguense de Competitividad Empresarial y los apicultores de la Asociación de Campesinos Apicultores de la Sierra y Huasteca de Hidalgo en el estado de Hidalgo para identificar algunos de los factores que permitan mejorar la actividad de este sistema productivo.

Objetivo

Comprender la situación actual de la apicultura en el estado de Hidalgo y proponer estrategias que mejoren el manejo de las colonias de abejas para impulsar su crecimiento.

Descripción del área de estudio

El estado de Hidalgo se encuentra ubicado en el Altiplano Central del territorio nacional, sobre una superficie de 20,987 kilómetros cuadrados entre la Longitud Oeste $97^{\circ} 58'$ y $99^{\circ} 54'$ y Latitud Norte entre $19^{\circ} 35'$ y $21^{\circ} 24'$ (5)(6). El estado de Hidalgo representa el 1.1% de la superficie del país (7). El estado de Hidalgo colinda al norte con los estados de Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz de Ignacio de la Llave; al este con Veracruz de Ignacio de la Llave y Puebla; al sur con Puebla, Tlaxcala y el Estado de México; al oeste con el estado de México y Querétaro (7). El clima predominante en el estado es templado subhúmedo con lluvias en verano y semiseco templado (Figura 1). Sin embargo existe una diversidad de climas que van desde el cálido húmedo con lluvias todo el año, pasando por climas semicálidos, templados, semifríos, hasta los climas secos semicálidos (7). La caracterización de los sistemas apícolas pertenecientes a la iniciativa Oro líquido y de la Asociación de Campesinos Apicultores de la Sierra y Huasteca de Hidalgo estuvieron ubicados en cinco de los 6 Distritos de Desarrollo Rural, distribuidos en 17 municipios, los cuales son Acatlán, Almoloya, Apan, Atlapexco, Huautla, Huejutla de Reyes, Ixmiquilpan, Omitlan, San Agustín Tlaxiaca, San Bartolo Tutotepec, San Felipe Orizatlán, Tenango de Doria, Tepeapulco, Tepeji del Río de Ocampo, Tlanalapa, Tulancingo de Bravo y Zimapán. El trabajo experimental se realizó en la localidad de Huitzila, municipio de Tizayuca, Hidalgo, y el sitio se describe con detalle en el Capítulo 1.

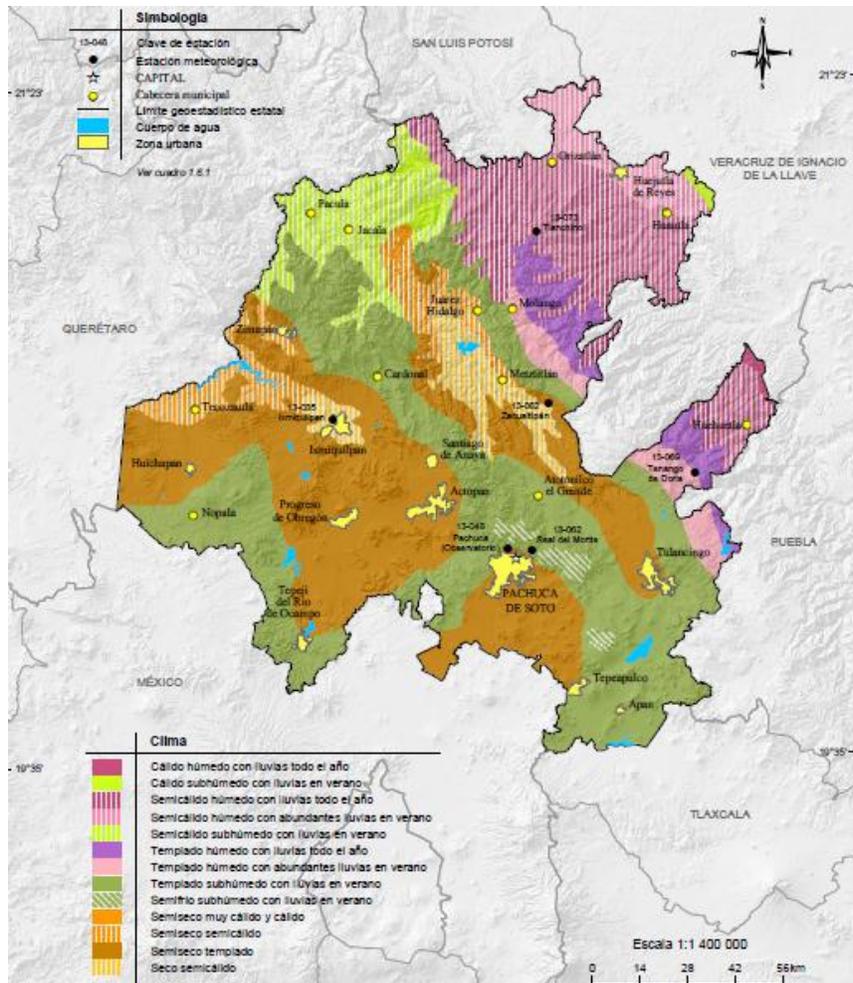


Figura 1. Distribución de climas en el estado de Hidalgo (INEGI, 2017).

El estado de Hidalgo está caracterizado por una diversidad de tipos de vegetación como son bosque de pino-encino, selva donde predominan especies como Guácima (*Guazuma ulmifolia*), Palo de rosa (*Tabebuia* spp.), Chaca (*Bursera* sp.), Pinolillo (*Croton cortesianus*) y Chalahuite (*Inga* sp.). También se encuentra presente matorral propio del semidesierto el cual presenta plantas que incluyen mezquites, agaves y cactáceas (8).

Del periodo de 2000 al 2016 la temperatura media anual fue de 12.7 a 25.2 °C, dependiendo de la región del estado. La temperatura tiene una amplia variación entre regiones y entre los meses del año (Figura 2).

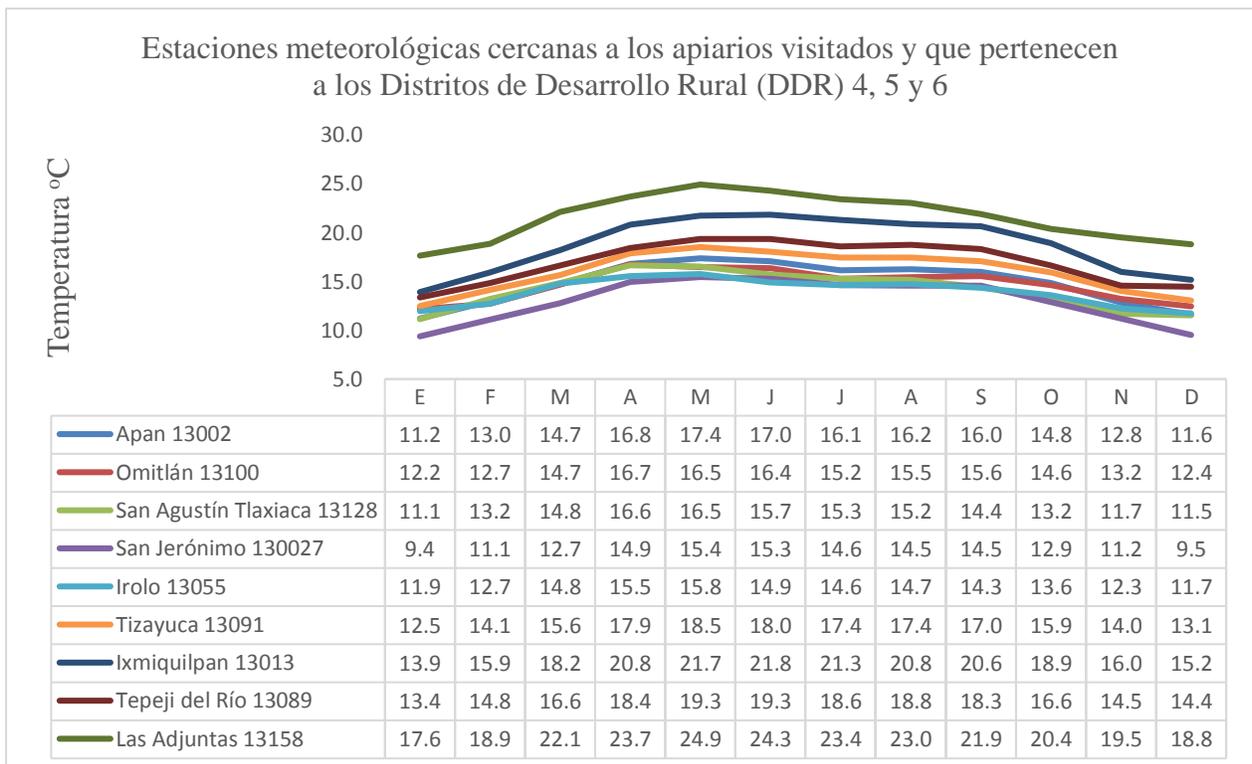
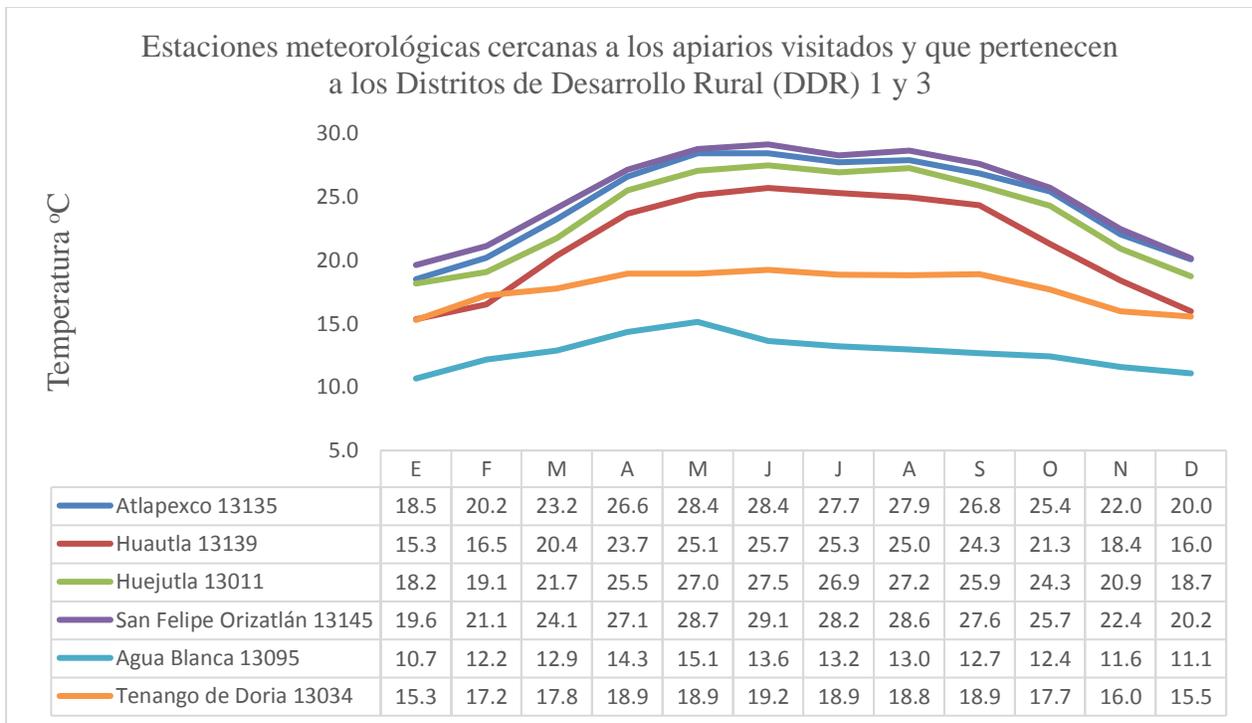


Figura 2. Temperatura promedio mensual (grados Celsius) de las estaciones meteorológicas administradas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Fuente: CICESE.

La precipitación promedio anual del periodo de 2000 al 2016 de las estaciones meteorológicas administradas por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) de Apan, Atlapexco, Huautla, Hejutla, Ixmiquilpan, Omitlán, San Agustín Tlaxiaca, San Felipe Orizatlán, Tenango de Doria, San Jerónimo, Tepeji del Río, Tizayuca y las Adjuntas fue de 725, 1472, 1452, 1347, 407, 1042, 489, 1672, 1768, 594, 675, 620 y 489 mm, respectivamente (9).

En relación a la población, en el estado de Hidalgo para el 15 de marzo de 2015 tenía una población de 2,858,339 habitantes, de éstos 1,369,025 son hombres y 1,489,334 mujeres. De este universo el 14.22 % habla alguna lengua indígena, principalmente náhuatl (66.2%) y otomí (31.5%). De la Población Económicamente Activa (1, 139, 115) de 15 años o más el 11.01% trabaja en actividades agropecuarias (7).

Antecedentes

1. Importancia de *Apis mellifera*

Probablemente la actividad más importante de las abejas, en términos de beneficios para los humanos, es la polinización de las plantas con flores, algo que rara vez es observado por los especialistas y casi nunca es apreciado (9). La polinización es un valioso servicio ecosistémico que brinda una variedad de beneficios que incluyen alimentos y fibra, medicinas derivadas de plantas, plantas ornamentales y otras estéticas, diversidad genética y resiliencia general del ecosistema (10).

Para la producción de semillas, la polinización es un paso esencial en el proceso reproductivo de casi 300,000 especies de plantas con flores del mundo (11). De las plantas cultivadas aproximadamente el 75% son polinizadas por insectos, de los cuales *A. mellifera* representa el grupo más importante (12). Las poblaciones de abejas tienen un gran impacto económico en la agricultura de Norte América, Europa, Medio Oriente y Japón (13). Alrededor del 90 % de la polinización comercial de plantas polinizadas por animales depende de esta especie, lo que representa aproximadamente el 35% de la producción global de alimentos (14).

Cinco cultivos dependientes de las abejas melíferas tendrían una reducción del rendimiento del 90% sin ellas (15). Además, los rendimientos en términos de tamaño, calidad o cantidad del fruto se reducirían en gran medida (90-40%) en 16 productos básicos, modestamente reducidos (10-40%) en otros 19 productos básicos, y ligeramente reducidos (<10%) en otros 13 productos (15).

Los enfoques utilizados para establecer el valor económico de las abejas suscitan un gran debate porque no existe una forma universalmente aceptada para medir la contribución de la polinización (16). Por lo que el valor económico del aumento del rendimiento es difícil de evaluar, pero se ha estimado en 5,013 millones de dólares en la comunidad europea (17). En los Estados Unidos se estima que el valor de la polinización por *A. mellifera* es alrededor de 20,000 millones de dólares. En Canadá, se calcula entre 324 a 879 millones de dólares (18). A nivel

mundial, el valor de la polinización de insectos se ha estimado en 212 mil millones de dólares, lo que representa alrededor del 9.5% del valor total de la producción agrícola (19).

2. Historia de *Apis mellifera*

Antes de que el hombre estuviera presente y usara la miel almacenada, las especies del género *Apis* vivían en el mundo en regiones templadas y tropicales del viejo mundo (20). Los fósiles del género *Apis* datan de hace 35 millones de años en el sudeste de Asia (21). *Apis mellifera* es considerada originaria de Asia (22) y su población se dispersó hace alrededor de un millón de años (23) y colonizó la mayor parte de las zonas templadas y frías de Europa, Asia y África (24). Una vez separadas por distancias y obstáculos naturales las poblaciones se ramificaron en subespecies hace unos 300,000 años (22, 23).

La domesticación de *A. mellifera* se inició desde la prehistoria cuando los cazadores se comían la cría y la miel y utilizaban la cera. Esto se encuentra grabado en rocas del Mesolítico en África, India y España, aproximadamente hace 7,000 años a. C. (25). La evidencia más temprana de la apicultura proviene del antiguo reino de Egipto (tercer milenio a.C.). Un bajorrelieve de piedra del templo solar de Niuserre en Abu Gurob representa la recolección, el filtrado y el empaqueo de la miel, demostrando que desde un período muy temprano la apicultura estaba bien establecida en Egipto (26).

Desde el siglo XVII, *A. mellifera* se ha expandido a casi todos los rincones del mundo en donde viven seres humanos (19). La mayor parte de la expansión del rango de distribución de la abeja europea ha sido el resultado de un transporte humano deliberado (9). Lo mismo sucedió en el continente americano por colonizadores europeos en el siglo XVII (27).

2.1 *Apis mellifera* en el mundo

Actualmente se pueden encontrar abejas en casi todos los ecosistemas del mundo, a excepción de las zonas polares. En particular *A. mellifera* ha tenido una gran dispersión geográfica (28). En 2014 se tenía un inventario mundial de 83.4 millones de colmenas de *A. mellifera* con una distribución en porcentaje del 43.9 en Asia, 20.9 en Europa, 20.4 en África, 13.8 en América y 1 en Oceanía (29). El inventario de colmenas en el periodo de 1990 al 2010 se ha comportado de diferente manera en los principales productores del mundo. Países como China, India y Ucrania

han mantenido un ligero incremento en el inventario de colmenas con respecto a 1990. Turquía ha experimentado un crecimiento más pronunciado, alcanzando 70%. El país que ha tenido el crecimiento más acelerado en el número de colmenas es Irán. En contraparte México, EUA y la Federación de Rusia han presentado disminución en el periodo de referencia (Cuadro 1).

Cuadro 1. Inventario de colmenas de los principales países productores del mundo.

Inventario de Colmenas (millones)								
No.	País	1990	1995	2000	2005	2010	2015	Incremento
1	China	14.97	12.86	14.99	16.68	17.79	17.92	19.71
2	Turquía	3.28	3.91	4.27	4.59	5.60	6.64	102.44
3	Irán	1.35	3.00	2.27	2.82	Sin dato	3.20	137.04
4	Estados Unidos de América	3.21	2.65	2.62	2.41	2.69	2.64	-17.76
5	Federación de Rusia	4.30	4.30	3.44	3.30	3.05	3.28	-23.72
6	India	9.60	9.70	9.80	9.80	11.50	11.60	20.83
7	Ucrania	Sin dato	3.96	2.86	2.98	3.15	2.94	-25.76
8	México	2.11	2.05	1.87	1.73	1.84	1.93	-8.53
9	Argentina	1.40	1.80	2.80	2.90	2.97	2.97	112.14
10	Etiopía	3.85	3.85	3.22	4.02	5.13	5.25	36.36

Fuente: FAOSTAT, 2016 (30)

La miel es el principal producto por peso y valor que se obtiene de las colmenas de *A. mellifera* (31). La producción de miel a nivel mundial para el 2014 era de 1.51 millones de toneladas. Por región en porcentaje era de 53.7 para Asia, el 21.4 para Europa, el 17.4 para América, el 5.4 para África y el 2.1 para Oceanía (29). Los principales productores mundiales para 2013 eran China con 450 mil toneladas, Turquía con 94.6 mil toneladas, Argentina con 80 mil toneladas, Ucrania con 73.7 mil toneladas y Rusia con 68.4 mil toneladas. México ocupa el octavo lugar con una producción para ese año con 60.6 mil toneladas (30, 29). Estos seis países aportan el 54.8% de la producción mundial.

La productividad por colmena depende de varios factores como son las condiciones de temperatura y humedad de cada región o país, la disponibilidad de recursos florales para las abejas melíferas y el manejo de las colonias, entre otros. México ocupa el octavo lugar como productor en el mundo pero es el que tiene los niveles más altos de productividad por colmena, lo que le confiere una ventaja competitiva con respecto al resto de los principales productores (Cuadro 2). Los países que tienen una producción de miel superior a la de México se deben a un mayor número de colmenas en producción. A pesar que Turquía es el segundo productor a nivel mundial, aún presenta una baja productividad debido principalmente a falta de conocimientos técnicos, la presencia de plagas y enfermedades y a problemas de organización, pero la ventaja

que tiene sobre otros países es que no depende del mercado externo porque el 99% de la producción es para consumo interno (32).

Cuadro 2. Inventario de colonias de abejas de los principales países productores y productividad de los mismos.

No.	País	Inventario de		Producción
		Colmenas (millones)	anual (toneladas)	Productividad (Kg/colmena)
1	China	17.92	491,008	27.4
2	Turquía	6.64	105,592	15.9
3	Irán	3.20	80,640	25.2
4	Estados Unidos de América	2.64	73,392	27.8
5	Federación de Rusia	3.28	69,621	21.2
6	India	11.60	61,480	5.3
7	Ucrania	2.94	59,307	20.2
8	México	1.93	55,284	28.6
9	Argentina	2.97	51,381	17.3
10	Etiopía	5.25	47,775	9.1

Fuente: adaptado de Current status and development in beekeeping sector in Turkey and in the world. Demircon, Sorica y Sert, 2016, pag. 212.

El comercio mundial de la miel cada año representa un flujo de 700 millones de dólares, donde Alemania y EUA son los principales compradores. La miel mexicana es promocionada por su calidad y es altamente demandada por el mercado de exportación (33) pero la participación en la oferta externa también es derivada de la baja demanda en el mercado nacional por el bajo nivel de ingreso per cápita y a la limitada preferencia por este endulzante natural (34).

2.2 *Apis mellifera* en México

México es uno de los principales productores y exportadores de miel producida por *A. mellifera* (35). La venta de este producto representa para México la tercera fuente de divisas del subsector ganadero (36). La composición y las propiedades de la miel dependen del origen botánico del néctar y de las secreciones utilizadas por las abejas (37). La producción apícola en México reviste singular importancia, debido a que se cuenta con distintos climas y flora, en diversas regiones del país, favorables para esta actividad (38). Además representa una fuente importante de empleos e ingresos en el medio rural (31).

La producción nacional en los últimos años se ha mantenido a pesar de los fenómenos naturales que se han presentado principalmente en la península de Yucatán como fue el huracán Wilma en 2005 (39). En el año de 2017 México tenía un inventario de 1.85 millones de colmenas con una producción al cierre de 2018 de 64,254 toneladas de miel (40) manejados por aproximadamente 44,000 productores (37). Los principales estados productores de miel son Yucatán (11,588 toneladas), Campeche (8,226 toneladas), Chiapas (5,473 toneladas), Veracruz (4,842 toneladas), Jalisco (5,667 toneladas) y Oaxaca (4,387 toneladas). Estos estados aportan el 62.5% de la producción nacional. El estado de Hidalgo en este mismo año tuvo una producción de 1,380 toneladas, ocupando el lugar trece a nivel nacional.

2.3 *Apis mellifera* en Hidalgo

De acuerdo al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en el estado de Hidalgo se tenía un inventario estatal de 25,281 colmenas para el 2017 con una producción de 1,380 toneladas de miel, con un valor en el mercado de 61.1 millones de pesos (40) y una producción de 50 toneladas de cera con un valor de 3.32 millones de pesos.

Hidalgo es considerado un estado propicio para la apicultura por sus características geográficas y de flora melífera (41) pero a pesar de ello se tienen para el estado una disponibilidad de 0.0426 colmenas por hectárea, es decir una colmena por cada 23.4 hectáreas (39), siendo el Distrito de Huejutla el que ocupa el primer lugar en número de colmenas, con el 57.2% del total y con el 49.89% de productores a nivel estatal (41). En la región de Huejutla se encuentra la mayor abundancia de floración principalmente de cítricos, chaca, multiflora y café. Se obtienen

normalmente dos cosechas por año una en abril y otra en octubre y noviembre. Esta última es la mejor cosecha que se obtiene en el año (42).

2.4 Legislación apícola en el estado de Hidalgo

El 27 de julio de 2015 se publicó en el diario oficial del estado de Hidalgo la Ley Apícola para el estado de Hidalgo, la cual inicia su vigencia 15 días después de su publicación en el Periódico Oficial del estado de Hidalgo, dicha ley tiene como base fundamentalmente la Norma Oficial Mexicana NOM-002-ZOO-1994, así como la Constitución Política del estado de Hidalgo. En la Ley Apícola del estado de Hidalgo se señala que la apicultura se practica principalmente en los Distritos de Desarrollo Rural de Huejutla y Pachuca, siendo el primero donde se concentra el 57.2% de las colmenas y el 49.89% de los apicultores de la entidad, además de mencionar que de acuerdo a sus estudios las características geográficas y de flora del estado de Hidalgo son propicias para la apicultura (41).

La ley está dividida en once capítulos que reglamentan la protección y desarrollo tecnológico de las explotaciones apícolas, así como la organización, mejoramiento, aprovechamiento y protección sanitaria de las abejas, de modo que engloba los lineamientos para llevar a cabo el desarrollo de la actividad de manera ordenada; sin embargo es prácticamente una transcripción de otras leyes. Al igual que otras leyes apícolas del país, la ley apícola del estado de Hidalgo indica los límites para la instalación de apiarios entre el poblado más cercano o entre apiarios sin considerar las características particulares de la entidad, ni el cambio en las condiciones climáticas que se han presentado en los últimos 20 años. A partir de mayo de 2015 la identificación de la colmena se realiza por medio de discos plásticos de color amarillo que se colocan en la parte frontal delantera y trasera de la colmena. Lo anterior de acuerdo a lo emitido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SAG/GAN-2015 (Sistema Nacional de identificación Individual de Ganado).

3. Comportamiento de la colonia de abejas

Las abejas melíferas son insectos eusociales y la cooperación entre los miembros de la colonia es esencial para el cuidado de la cría, el forrajeo o la defensa de la colonia, los beneficios de este comportamiento de cooperación son los principales mecanismos para el éxito de la colonia (43). El comportamiento que realizan las abejas obreras durante su vida está estrechamente vinculado

con su edad y con el desarrollo de distintas glándulas exócrinas (44). La división de labores está fuertemente basada en la edad, pero pueden cambiar parcialmente por altos niveles de necesidad de una tarea para la colonia (45).

Las glándulas hipo faríngeas HPG (responsables de la producción de la jalea real) se desarrollan en las obreras recién nacidas y alcanzan su pico a la edad de 6 a 13 días (46). A esta edad las actividades estarán enfocadas a la crianza y cuidado de las obreras en sus estados inmaduros y en la atención de la abeja reina. Por otro lado, las abejas receptoras toman el néctar de las pecoreadoras y lo transportan al área de almacén de la colonia, estas obreras necesitan tener una constitución fisiológica específica que usualmente ocurre en la edad media de las abejas adultas (11 a 20 días), sin embargo en esta edad no sólo reciben néctar, también realizan una diversidad de tareas como ser guardianas o constructoras de panal (47).

El comportamiento de la colonia de abejas responde a diferentes factores cuando se incrementa la cantidad de cría (huevos y larvas). Por ejemplo, incrementa el forrajeo para coleccionar polen, pero si el apicultor adiciona polen a la colonia, disminuye la actividad de forrajeo de polen, de forma similar, si se remueve el polen se incrementa la actividad de forrajeo de polen (48). En abejas melíferas la respuesta a las diferentes tareas de las obreras es flexible a través de su vida, las abejas jóvenes tienden a responder primero a realizar tareas dentro del nido, mientras que las obreras más viejas tienden a responder primero a realizar tareas de pecoreo y defensivas (45). Las obreras de colonias grandes visitan más flores por viaje pero tienen tiempos de manipulación más cortos. Este comportamiento es similar cuando la población de una colonia es reducida experimentalmente o por pérdida natural las abejas (48).

3.1 Nutrición y fortaleza de las colonias

Las colonias de abejas tienden a coleccionar grandes cantidades de néctar de su medio ambiente para periodos de escasez (47) prefiriendo el néctar que contiene aminoácidos (49). Sin embargo, la principal fuente de proteínas la obtienen del polen, del cual pueden obtener todas las proteínas, lípidos, minerales y vitaminas que ellas necesitan para la crianza y el desarrollo de las adultas (50), mientras que el néctar recolectado satisface las necesidades de carbohidratos (51).

El contenido de proteína cruda del polen varía significativamente entre especies de plantas entre un 2.5% hasta un 61% (51, 49), por lo que la composición local de especies vegetales determina

el contenido nutricional del polen (20). Algunos factores abióticos como la temperatura, el pH, la fertilidad del suelo y la precipitación también pueden afectar el valor nutritivo del polen (51). *A. mellifera* requiere de aminoácidos esenciales como la arginina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina (52). En general, una alta concentración de proteínas en el polen puede incrementar la longevidad, el tamaño del cuerpo, el desarrollo de los ovarios y el crecimiento larval de las abejas (49). Por el contrario, una insuficiencia de polen durante el desarrollo larvario conduce a una obrera adulta con una menor esperanza de vida y pobre desarrollo de las glándulas necesarias para su actividad de crianza del nido, así como la presencia o severidad de infecciones parasíticas (48).

3.2 Efecto de la temperatura en el comportamiento de las abejas

La clave para la regulación de la temperatura de las abejas sociales es la formación de los racimos los cuales pueden contar con un gran número de individuos ya que una colonia tiene entre 15,000 a 60,000 abejas. Durante la formación del racimo, las abejas se estrechan o se juntan para evitar la pérdida de calor y la temperatura del racimo permanece constante (53). El principal proceso activo para regular la temperatura es a través de la generación de calor por medio de la contracción de los músculos alares en adultos endotermos (abejas que generan calor interno). Un incremento de estrés por frío, incrementa la intensidad de producción de calor mediante el movimiento de los músculos alares y el número de individuos endotérmicos especialmente en el nido de cría (54). Esta regulación de temperatura es alcanzada por un lado mediante calor activo de las obreras o mediante el apiñamiento para evitar pérdidas de calor (55). La producción de calor la realizan a una tasa promedio de 110 W/kg por hora y para ello requieren 28 gramos de miel (1 gr de miel produce 3.95 W/hr). Los músculos alares se encuentran entre los tejidos metabólicamente más activos debido a la ineficiencia bioquímica y una gran proporción de esta energía se pierde en calor (56). En algunas abejas, el cuerpo cubierto de vellosidades les permite adaptarse mejor a regiones más frías (57) pero además la producción de calor en condiciones frías lo hace sin movimientos musculares, lo hacen por disipación de ATP a través del ciclo fútil (56). Cuando se presenta una temporada de alimentación más corta en hábitats fríos se limita el crecimiento y por lo tanto el tamaño corporal (57), la reina cría solo un grupo de obreras y le da prioridad a la producción de reinas (58). En abejas solitarias de climas templados han encontrado estrategias para aislarse mejor de las variaciones de la

temperatura como es la selección y ubicación del nido, ya que las especies que anidan en el suelo podrán aislarse mejor de los cambios de temperatura (57).

En *A. mellifera* los huevos y larvas pueden tolerar bajas temperaturas, pero la pupa es muy sensible al enfriamiento, si ellas permanecen demasiado tiempo por debajo de 32 °C hay una alta incidencia de malformación de alas, del abdomen, y el adulto puede sufrir insuficiencia neural (54), se afecta la habilidad para aprender, se afecta la supervivencia de las abejas obreras en actividades fuera del nido y afecta el paso del polietismo temporal provocando desequilibrio en la proporción de abejas en las actividades dentro y fuera del nido (55).

En ambientes cálidos las abejas enfrían el nido de cría a unos 35 °C ventilando y evaporando agua y la colonia se dispersa o expande. Algunas abejas se colocan en la entrada del nido y con sus alas provocan un intercambio de aire que llega a ser de 60 litros por minuto (56). La temperatura del nido de cría en verano en promedio es de 35.5 °C (rango de 33.8 a 37 °C) siempre y cuando exista cría y al interior de toda la colmena se observa un incremento lineal de la temperatura en la piquera, centro y cabezal con respecto a la temperatura ambiente (53).

El comportamiento de termorregular está relacionado con estímulos químicos que determinan el momento de incrementar la temperatura una vez operculada la cría. Las propiedades físicas de la cría influyen en la temperatura que mantendrán las abejas obreras, pues la forma plana de la cría operculada de abejas obreras requiere una mayor temperatura para su desarrollo comparado con la forma abultada de la cría de zángano que requiere una temperatura ligeramente menor. La precisión de la termorregulación es alta con cría y mucho más variable y generalmente se presentan menores temperaturas en colonias sin cría, así mismo la frecuencia de abejas endotérmicas es mayor en el nido de cría que en las áreas donde no hay cría (54). Colonias de abejas con una mayor variabilidad genética son más efectivas para mantener estable la temperatura (59) debido a los diferentes tiempos de respuesta de las obreras para prevenir fluctuaciones excesivas (45).

El tamaño y la coloración del cuerpo tienen una profunda influencia en la capacidad de los insectos para vivir bajo condiciones térmicas extremas. Por ejemplo existen abejas del género *Trigona* que son más pequeñas y de color claro en climas tropicales en comparación de abejorros de climas templados donde la coloración es más oscura y de un mayor tamaño (60). Algunas

especies se están haciendo progresivamente más pequeñas porque controlan mejor la termorregulación bajo condiciones más cálidas. En regiones templadas no se ha reportado una disminución del tamaño y peso por un incremento de temperatura en los últimos 40 años, pero sí se tiene registrado una disminución de la longitud de la probóscide de dos especies de abejorros (61).

Cuando las abejas vuelan en busca de alimento, el desafío es alto porque no solo la temperatura sino también la radiación solar puede variar en un amplio rango en el transcurso de unos minutos, por lo que la utilización de recursos externos para producir calor es primordial para el éxito del forrajeo. La ganancia de calor por radiación solar es usada para elevar la temperatura del tórax y propiciar una mejora en la agilidad y velocidad de exploración. El tórax es el centro de la producción de calor y de ahí se irradia hacia la cabeza y el abdomen. Regularmente la temperatura de la abeja es más alta que la temperatura del aire. Cuando la temperatura ambiental es relativamente fría, las abejas prefieren las flores y las fuentes de agua de los sitios más cálidos y soleados sobre los fríos y sombreados (62, 63).

La temperatura corporal del insecto no sólo está determinada por la temperatura ambiente, sino también por factores como la producción de calor metabólico, la insolación y la pérdida de calor por convección, radiación y evaporación (60). Por esto es importante en el caso de la abeja melífera considerar estos elementos para optimizar el costo energético y lograr el desarrollo más adecuado de las colonias de abejas. El costo energético para mantener una temperatura adecuada en el nido de cría traducido en miel es de aproximadamente 0.84 kilogramos por semana con presencia de cría y de 0.42 kilogramos sin cría. Además las abejas requieren de 0.28 kilogramos de miel a la semana para realizar sus actividades cotidianas (62).

3.3 Ritmo circadiano

El comportamiento circadiano de las abejas obreras es complejo debido a que está modulado por la interacción social con la cría (64, 65). Las abejas jóvenes (nodrizas) atienden a la cría las 24 horas del día sin influencia del ritmo circadiano (65) y las abejas más viejas (forrajeadoras) salen del nido a forrajear (66) y están fuertemente influenciadas por el ritmo circadiano necesario para las visitas a las flores y para orientarse (64).

El reloj circadiano influye en muchos procesos fisiológicos y de comportamiento como son los ciclos de sueño, la alimentación, el apareamiento e incluye ritmos anuales como la diapausa (racimo invernal) o la reproducción estacional. El primer comportamiento asociado con el ritmo circadiano es el vuelo de las abejas forrajeadoras que aprenden a asociar la recompensa de alimento a una hora específica del día y aprenden a compensar el movimiento del sol con el tiempo. Las abejas forrajeadoras tienen un consolidado periodo de sueño durante la noche. Durante el sueño son ectotérmicas y por esa razón prefieren descansar en la periferia del área de cría, a una temperatura de alrededor de 28°C (65). En general las abejas forrajeadoras tienen largos periodos de inactividad durante la noche y mucho menor durante el día (66).

Las nodrizas dedicadas a la cría realizan sus actividades sin depender del ritmo circadiano porque están influenciadas por el contacto de feromonas de la cría abierta. Pero expresan un comportamiento parecido a las forrajeadoras con niveles de mRNA y Cry más altos poco tiempo después de transferirlas a jaulas sin cría (64). Las reinas vírgenes confían en el reloj circadiano para sincronizar sus vuelos nupciales, pero una vez fecundadas, durante la postura de huevos ya no muestran una periodicidad diurna (65).

Uno de los procesos fisiológicos más importantes en donde influye el ritmo circadiano es el sueño, el cual es vital para la consolidación de la memoria y el aprendizaje de las abejas forrajeadoras como lo es la orientación al sol y la ubicación de fuentes de alimento (65).

3.4 Historia de vida de las abejas obreras.

Apis mellifera puede adaptarse a una fuerte variación climática y disponibilidad de alimento y sobrevivir a condiciones extremas (67). La longevidad individual de las obreras varía con la estación del año. Las obreras de primavera tienen una longevidad media de 30 a 40 días, mientras que las abejas de verano que trabajan en el mayor flujo de néctar tienen una esperanza de vida de 25 a 30 días. Las abejas de invierno tienen una marcada esperanza de vida mayor que llega a más de 100 días (68). Los cambios estacionales en la edad de las abejas obreras de una colonia son una adaptación para las abejas de climas templados (68), aunque el entorno social puede tener influencia en la esperanza de vida de las abejas obreras. Por ejemplo, la ausencia de una abeja reina puede incrementar la esperanza de vida (69), o cuando no hay cría o hay muy poca, las abejas de invierno almacenan una gran cantidad de reservas energéticas que les permiten vivir hasta 10 meses (70).

4. Apicultura ante el cambio ambiental

Los cambios en el clima pueden impactar negativamente a la apicultura en dos sentidos: directo, considerando la respuesta intra e inter específica de la flora melífera y las abejas, e indirecto, enfocado a las afectaciones socioeconómicas de los apicultores por los riesgos de producción y la incertidumbre que conlleva (68). La producción de miel está condicionada a diversas variables que van desde la elección de la zona para instalar un apiario, la disponibilidad de fuentes de agua cercanas, así como de fuentes de néctar y polen, el manejo durante el año para mantener fuertes y sanas a las colonias y las condiciones de temperatura y precipitación que se presenten en cada temporada.

La apicultura depende fuertemente de la producción de néctar y polen. Las variaciones abióticas como la temperatura y humedad influyen directamente en las variaciones de estos recursos para *A. mellifera*, entre regiones geográficas, entre poblaciones, entre flores de una misma planta, entre épocas del año e incluso entre meses y horas del día (68). Por ejemplo, cuando se presentan lluvias por periodos prolongados el néctar de las flores es lavado por la lluvia y el néctar restante se diluye considerablemente (69), lo que incrementa el gasto energético para reducir el exceso de humedad del alimento que será almacenado (68). La precipitación también limita las actividades de búsqueda de alimento (pecoreo), reduciendo el tiempo de vuelo, lo que repercute en utilizar

las reservas de alimento almacenadas en la colonia; por el contrario cuando se presenta poca precipitación, se reduce la producción de polen y néctar, lo que deriva en escasez de alimento (69).

En general la combinación de estresores bióticos y abióticos, podrían ser la causa mundial de la disminución de abejas con potencial sinergismo entre pesticidas y patógenos en larvas y abejas adultas (18). Factores externos de la colonia como pesticidas o insecticidas como una causa de muerte de abejas pecoreadoras conduce a abejas más jóvenes a realizar prematuramente tareas de forrajeo y este cambio conduce a romper la dinámica de toda la colonia (19). El incremento en la radiación ultravioleta producto del cambio climático se ha relacionado con la producción de melanina lo que conduce a abejas asociados con senescencia (70).

4.1 Desajuste en la interacción planta polinizador

Los cambios ambientales han adquirido una dimensión global, sin embargo, los problemas socioambientales se caracterizan por su especificidad regional y local, ecológica y cultural, económica y política (71). Las actividades humanas han causado y van a seguir causando una pérdida en la biodiversidad debido, entre otras cosas, a cambios en el uso y la cubierta de los suelos, la contaminación y degradación de los suelos y de las aguas (incluyendo la desertificación), y la contaminación del aire (72).

La invasión de especies en regiones donde habitualmente no se desarrollaban está fuertemente relacionada con la disponibilidad y balance de nutrientes en el suelo (73). La movilidad de los nutrientes del suelo, derivado de los factores climáticos, de los procesos de erosión, lixiviación y lluvias torrenciales incrementa el riesgo de pérdida de nutrientes y la disposición de los mismos. Ante estos cambios, las plantas han respondido a las variaciones desde el punto de vista de la adaptación y migración (68). Aunado a esto, está el incremento de CO₂ en la atmósfera, el cual ha modificado la relación con otros nutrientes como el nitrógeno (N) y el fósforo (P). Esto impacta un cambio en la estructura y función de los ecosistemas derivado de la habilidad competitiva de diferentes especies para adaptarse a la modificación en la disponibilidad de nutrientes (73).

Para *A. mellifera* bajo condiciones naturales un incremento de la concentración de CO₂ en cinco veces de su valor medio provocó una marcada disminución en la longitud de la probóscide,

aumentó el contenido de grasa en un 1.8% y disminuyó el contenido de nitrógeno. Al interior de la colmena la contribución principal de CO₂ es hecha por las crías. Cuando la concentración de CO₂ se incrementa de 0.1 a 3% el tamaño y peso de las obreras y de la reina no cambian. Sin embargo, un aumento en el contenido de CO₂ al 6% causó una reducción en el ancho del cuarto tergito de las obreras en un 1.3%. Además de que la duración de la etapa de pupa de la reina se incrementó en 5.5 ± 1.5 horas (74).

El cambio climático afecta la fenología, la abundancia local y la distribución a gran escala de plantas y polinizadores (75) y puede desestabilizar su interacción la cual es importante tanto para la economía como para el balance ecológico (69). El desajuste en la interacción planta-polinizador puede ocurrir por dos vías, de manera temporal (fenología) y espacial (distribución) lo que puede cambiar la disponibilidad de recursos al reducir el tiempo y espacio (75) de la floración. Entre el 17 al 50% de todas las especies de polinizadores sufren una ruptura de fuente de alimento por los desajustes del clima, donde los polinizadores especialistas son los más afectados, pero también los polinizadores generalistas pueden sufrir una considerable disminución de su dieta producto del calentamiento global que afecta el periodo de floración, ya sea que florezcan más temprano o más tarde de su temporada habitual (75) y este desajuste puede reducir la disponibilidad de carbohidratos (néctar) y proteínas (polen) para los polinizadores como las abejas.

4.2 Síndrome del colapso de colonias de abejas

El término “Síndrome del Colapso de Colonias de abejas” (Colony Collapse Disorder o CCD en terminología inglesa) fue usado por primera vez en América del Norte, a finales de 2006, para referirse a la pérdida brusca de las poblaciones de obreras de *A. mellifera* sin causas justificadas (76). El extendido Síndrome del Colapso de Colonias de abejas (CCD) melíferas (19) expresada en tasa de mortalidad ha sido reportada en muchos países de Europa, Asia y Norte América. En Estados Unidos de 2007 a 2011 se reportó al menos una pérdida anual del 29% sin embargo no hay una disminución en el número de colonias totales manejadas (77), debido a que los apicultores las reponen, ya sea comprando nuevos núcleos de abejas o dividiendo las ya existentes. Entre el invierno de 2010 y 2011 en Suiza se reportó una pérdida de 14.4% pero además reportaron un 5% adicional de colonias tan débiles que no produjeron en verano (78). Un estudio realizado en Israel entre 2008 y 2010 indicó que la pérdida promedio de colonias fue

inferior al 20%, pero los niveles más altos de pérdidas (superiores al 40%) ocurrieron entre los pequeños apicultores, con un tamaño de operación inferior a 100 colmenas (78, 79).

El condado de Timis, Rumania presentó pérdidas considerables de colonias de abejas en 2016 debido a que en esta región inició el año con una primavera con heladas que acabó con la floración de *Acacia*, después continuó con un verano lluvioso y después con sequía para los cultivos. Durante esta temporada se presentó una alta mortalidad donde el 78.26% de las colonias muertas estaban asociadas a la bacteria *Paenibacillus larvae*, presente en el intestino de las abejas y causante de la enfermedad llamada Loque Americana (80). En Alemania estudiaron por cuatro años las causas de la alta mortalidad presentada en invierno y encontraron que varios factores están relacionados con este fenómeno, como son: alta infestación de Varroasis, la presencia del Virus de Alas Deformes (DWV), el Virus de Parálisis de las Abejas (ABPV), la edad de la reina y colonias débiles en otoño (81).

En el Altiplano y norte de México se estimó por primera vez las pérdidas de colonias de *A. mellifera*. Durante el invierno de 2015-2016, con una muestra de 42,907 colmenas se estimó una pérdida de 33.4%. Las causas principales fueron el mal tiempo, enfermedades, insecticidas y enjambrazón (82).

Las pérdidas de las colonias de *A. mellifera* varían ampliamente por región o país pero los factores que se perciben están asociados con las pérdidas en invierno son: colonias débiles en otoño, fracaso de la reina, falta de alimento, pesticidas, el hongo nosema (*Nosema apis* y *Nosema ceranae*), el ácaro de la varroa (*Varroa destructor*), el escarabajo de la miel (*Aetenia tumida*) y las malas condiciones del invierno (77).

4.3 Varroasis

La apicultura en México enfrenta una problemática compleja para obtener buenos rendimientos de miel. Uno de los elementos que repercute directamente en la actividad productiva es el grado de control de las plagas y enfermedades que afectan a las abejas. *Varroa destructor* es considerado el parásito más dañino para la abeja melífera (83, 84). *Varroa destructor* es un ectoparásito obligado que se encuentra en el nido de las abejas y se hospeda en abejas adultas o en los estados inmaduros (85).

Los ácaros de *V. destructor* en abejas adultas causa daños físicos y propaga enfermedades dentro de una colonia (86). Los daños causados por el ácaro en estados inmaduros de las abejas incluyen una disminución en el peso, pérdida en el contenido de agua, disminución de proteína de la hemolinfa, poco desarrollo de glándulas hipofaríngeas y una esperanza de vida más corta (83).

Varroa destructor también puede transmitir microorganismos al alimentarse de su hospedero. Los microorganismos que transmite son principalmente el Virus de la Parálisis Aguda (ABPV), el Virus del Ala Deformada (DWV), el Virus de la Parálisis Aguda Israelí (IAPV), el Virus de la Abeja Cachemira (KBV) y el Virus de la Parálisis Lenta de la Abeja (SBPV) (87). Además se ha encontrado correlación entre *V. destructor* y los hongos *Nosema ceranae* y *N. apis*, los cuales también afectan negativamente a las abejas (88).

El ciclo de vida del ácaro involucra dos fases. La fase forética que es cuando está en la abeja adulta y la fase reproductiva, que es cuando está asociado con las larvas (85). En las abejas adultas, los ácaros pueden encontrarse en el abdomen, por debajo de los esternitos abdominales, donde se alimentan de la hemolinfa de la abeja (89). Las abejas adultas parasitadas son más débiles y tienen una esperanza de vida más corta (90). En la fase reproductiva el ácaro ingresa en una celda con cría unas horas antes de ser sellada (89). El ácaro entra entre 15 y 20 horas antes de que sea sellada la cría de obrera y de 40 a 50 horas antes de ser sellada (operculada) la cría de zángano (85). El ácaro muestra una fuerte preferencia por la cría de zángano debido a un periodo de 14 días y medio que dura la cría sellada (91), la cual se ajusta mejor a su ciclo reproductivo y a la preferencia de *V. destructor* hacia una temperatura de 32°C, misma temperatura a la que se encuentra la cría de zángano (85). La estricta sincronía entre el ciclo de vida del ácaro y su

hospedero y su habilidad como vector de enfermedades son características importantes para su papel central en la patología de las abejas. La Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural ha determinado que infestaciones superiores al 5% causan daño biológico y económico. Por lo que es importante monitorear el nivel de infestación de *V. destructor* y tomar las medidas preventivas y correctivas.

5. Alternativas de manejo

Para que una actividad humana sea sustentable, debe satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad, de otra gente en otros lugares del planeta o de generaciones futuras, para satisfacer sus propias necesidades. La satisfacción de las necesidades de manera sostenible, comprende las necesidades sociales, económicas y ambientales (71). Un sistema de manejo será sostenible cuando permite conseguir un alto nivel de productividad, proporcionar una producción confiable, estable y resiliente, brindar flexibilidad (adaptabilidad) para amoldarse a nuevas condiciones del entorno socio-económico y biofísico, distribuir justa y equitativamente los costos y beneficios del sistema, poseer un nivel aceptable de auto dependencia (autogestión) para responder y controlar los cambios inducidos desde el exterior (3).

5.1 Ubicación de las colonias de abejas

La apicultura juega un papel importante en el medio rural porque provee de ingresos adicionales. La productividad de la apicultura depende del manejo de las abejas y de la riqueza de plantas polinectíferas en las áreas que forrajean y estas áreas pueden ser localizadas para establecer zonas con alto potencial apícola (92). Entonces, la localización de los apiarios influye notoriamente en el estado nutricional y en la salud de las abejas porque el alimento colectado y almacenado durante la época de floración será la fuente primaria de su nutrición durante el tiempo que no hay alimento disponible (93). La composición del paisaje está relacionada con el tipo y calidad del polen. Por ejemplo en el oeste de Francia se encontró que existe una correlación negativa de la calidad del polen con paisajes donde predomina las tierras de cultivo y una correlación positiva en paisajes con áreas de bosque caducifolio, con zonas urbanas o incluso con paisajes de pastizales (94).

En el noroeste de Inglaterra en 2014 Donkersley y colaboradores encontraron que la variación en la composición nutrimental del “pan de abejas” (mezcla de polen y miel que elaboran las abejas

para incrementar las proteínas solubles y los aminoácidos libres) está correlacionada de forma positiva y significativa con las especies de plantas presentes en el paisaje que visitan las abejas (14). Una nutrición balanceada para la abeja doméstica está mejor sustentada si existe una alta diversidad de plantas, las cuales proveen una mezcla de polen que será una fuente óptima de proteínas y minerales (62). Por el contrario, abejas obreras que son criadas con fuente de polen limitado pesan menos, viven menos y hay un menor número de abejas pecoreadoras por lo que el forrajeo y el nivel de reclutamiento se ve comprometido si las obreras son criadas en un ambiente con polen limitado o de baja calidad (95).

La construcción de mapas donde se plasmen las condiciones climáticas, enfermedades, flora circundante y áreas residenciales permitirá relacionar esta información con la productividad de las colonias de abejas. Un sistema de información geográfica (SIG) puede ser una importante herramienta para planear la actividad apícola con aras de mejorar la eficiencia y productividad (96). Sobre todo si en la construcción de mapas se plasman las condiciones climáticas, la flora circundante, la disponibilidad de agua, las distancias legales hacia caminos y áreas residenciales (96). La elaboración de un SIG apícola a partir de una base de datos específica es sólo una muestra de lo que se puede impulsar para el desarrollo. De este modo, cada uno de los apicultores podrá conocer cuántos son y dónde están los productores, qué condiciones ambientales se tiene en cada lugar, cuál sería el lugar más accesible para todos, etc.

5.2 Dispositivos para incrementar la temperatura en el nido cría de la abeja doméstica

La miel es utilizada por *A mellifera* principalmente como fuente de energía y existe evidencia de que durante la actividad termoregulatoria, las abejas consumen miel para realizar dicha actividad (97), por lo tanto mientras más se ayude a las abejas a mantener una temperatura estable, menor será el consumo de miel para regular la temperatura al interior de la colmena (98).

Las variaciones de la temperatura exterior tienen repercusión en las reservas de alimento de la colonia (91) y en un intento por mejorar las condiciones climáticas internas de las colonias de abejas para incrementar la producción de miel se han desarrollado varios inventos a través del tiempo. Por ejemplo, en 1939 se patentó en Estados Unidos de América un dispositivo que se coloca en la entrada (piquera) de una colmena que regula de manera automática el ingreso y la salida del aire por medio de un termostato, dependiendo de la temperatura atmosférica, para

proteger del frío a la colonia de abejas (99). Este dispositivo se creó para reemplazar la práctica de colocar guarda piqueras en la entrada de la colmena. Otro ejemplo es la patente US002506118, publicada en 1950, que consiste en una caja que se coloca sobre el piso de la colmena un calentador que irradia una mayor temperatura propiciando temperaturas más confortables para el nido de cría. El calor se produce conectando un serpentín donde circula agua caliente o por medio de un calentador eléctrico (100). En 1976 se publica la patente US3994034, presentada en 1975 que consiste en un piso que contiene una malla y al interior del mismo una resistencia que genera calor y ésta es conectada a una fuente de energía (101), en ambas patentes descritas, no considera que las colonias de abejas con fines comerciales se localizan en lugares despoblados sin acceso a fuentes de energía que son necesarias para accionar los dispositivos descritos y tampoco se considera el incremento del costo al proceso de producción por el uso de energía eléctrica. En 1985 se publica la patente US4494528 que consiste en un calentador solar que se ensambla en la parte superior de la cámara de cría y se acciona de dos maneras, cuando se encuentra cerrada, tiene una superficie que refleja los rayos del sol y actúa como un enfriador por medio de ranuras donde fluye el aire caliente que proviene del interior de la colmena y cuando está abierto tiene una colector que absorbe la energía solar por medio de una superficie que se calienta y a través de un ventilador accionado por celdas solares permite el flujo de aire caliente al interior de la colmena y extrae el aire frío de la misma (102). En 1996 se patenta un enfriador de colmenas por medio de energía solar, el cual consiste en un ventilador controlado por un termostato que extrae el calor cuando la temperatura es superior a 24 ± 5 °C, el principal beneficio es evitar el exceso de temperatura, humedad relativa y concentración de dióxido de carbono al interior de la colmena, incrementando el tiempo de vida de las abejas e incrementando la producción de miel (103). En 2010 se patenta un dispositivo asociado con higienizar, calentar y deshumidificar la colmena por medio de un calefactor de cerámica colocado en un extremo de la colmena en un bastidor vacío o bien en un alimentador de cámara o de alza que al elevar la temperatura en los filamentos hasta 300 °C produce un movimiento del aire continuo de las partes inferiores por convección y al pasar cerca del dispositivo elimina los microorganismos que no resisten altas temperaturas mejorando con ello las alternativas de producción orgánica de la miel pues evita el uso de químicos para desinfectar el material apícola (104).

1 Capítulo 1

2

3

4 **Efecto del tamaño interno de la colmena en la producción de cría, reservas de miel y polen**
5 **y la temperatura de la cámara de cría en colonias de *Apis mellifera* en la temporada**
6 **invernal en el altiplano central de México**

7

8 **Effect of internal hive size on brood production, honey and pollen reserves, and brood**
9 **chamber temperature in *Apis mellifera* colonies during the winter season in the Mexican**
10 **central highland plateau**

11

12 Alfonso Hernández Carlos, Ignacio Castellanos*

13 Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Km4.5
14 carr. Pachuca-Tulancingo s/n, Hidalgo, CP 42184, México.

15 *Autor de correspondencia: ignacioe.castellanos@gmail.com

16

17 ----- Forwarded message -----

18 De: **Ciencias Pecuarias** <cienciaspecuarias@inifap.gob.mx>

19 Date: lun., 10 de junio de 2019 10:10 a. m.

20 Subject: [RMCP] Decisión del Editor

21 To: Ignacio Esteban Castellanos Sturemark <ignacioe.castellanos@gmail.com>

22 Cc: <rodriguez_oscar@prodigy.net.mx>

23

24

25 Ignacio Esteban Castellanos Sturemark:

1

2 Con referencia al trabajo: "Efecto del tamaño interno de la colmena en la
3 producción de cría, reservas de miel y polen y la temperatura de la
4 cámara de cría en colonias de *Apis mellifera* en la temporada invernal en
5 el altiplano central de México", que tuvo a bien someter a revisión en la
6 Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias; nos permitimos hacer de su
7 conocimiento el siguiente:

8

9 Dictamen: Aceptado para su publicación como Artículo.

1 RESUMEN

2 El objetivo del estudio fue analizar el efecto del tamaño interno de la colmena sobre la
3 fortaleza (superficie con cría) y reservas de alimento (superficie con miel y polen) de abejas
4 melíferas en la temporada invernal en una región semiárida del altiplano central mexicano. Se
5 utilizaron cuatro bastidores de colmenas tipo Jumbo (45 x 28 cm) dentro de cámaras de cría con
6 tres tamaños internos (52.2, 42.3 y 23.9 L), que contenían el mismo número de abejas melíferas.
7 De manera simultánea se registraron las temperaturas dentro de las colmenas para determinar si
8 la temperatura de la cámara de cría variaba con el volumen. La colmena de mayor tamaño, que
9 corresponde a la tipo Jumbo y la más utilizada en el altiplano central mexicano, presentó los
10 valores más bajos de fortaleza y reservas de alimento, así como la menor temperatura interna.
11 Estos resultados muestran que la utilización de colmenas tipo Jumbo puede repercutir en una
12 disminución de la productividad de miel y polen para los apicultores del altiplano central de
13 México, por lo que es necesario implementar alguna práctica o mecanismo que permita mantener
14 las colonias de abejas fuertes para la cosecha de primavera.

15 **Palabras clave:** *Apis mellifera*, Colmena, Cámara de cría, Invierno, Temperatura, Miel.

16

1 **Effect of internal hive size on brood production, honey and pollen reserves, and brood**
2 **chamber temperature in *Apis mellifera* colonies during the winter season in the Mexican**
3 **central highland plateau**

4 ABSTRACT

5 The aim of this study was to analyze the effect of internal hive size on colony strength
6 (brood area) and food reserves (honey and pollen area) of honey bees during the winter season in
7 a semiarid region of the Mexican central highland plateau. Four frames of Jumbo-type beehives
8 (45 x 28 cm) were placed inside different sized bee chambers (52.2, 42.3 y 23.9 L) with the same
9 number of honey bees. Simultaneously, the beehives' internal temperatures were recorded in
10 order to determine if the bee chamber's temperature varied with volume. The largest hive, which
11 corresponds to the Jumbo-type hive and the most used beehive in the Mexican central highlands,
12 presented the lowest values of colony strength, food reserves, as well as the lowest internal
13 temperature. These results show that the use of Jumbo-type beehives can have an impact on the
14 productivity of honey and pollen for the beekeepers in the Mexican central highlands, so it is
15 necessary to implement some practice or mechanism to keep colonies strong for the spring
16 harvest.

17 **Key words:** *Apis mellifera*, Hive, Brood area, Winter, Temperature, Honey.

1 INTRODUCCIÓN

2 El clima juega un papel fundamental en la actividad y el comportamiento de los insectos
3 sociales (1). Por ejemplo, la actividad de vuelo de *Apis mellifera* tiene una respuesta lineal
4 positiva con la temperatura ambiental desde los 14 hasta los 22 °C (2,3) y por encima de 22 °C,
5 el pecoreo va disminuyendo hasta detenerse a los 35 °C (3). La postura de huevos de la abeja
6 reina de esta especie inicia a los 24 °C y alrededor de los 33 °C llega a su máxima capacidad,
7 disminuyendo posteriormente (4). Así mismo, la elección de las flores por la abeja melífera
8 depende de muchos factores, pero en primer lugar de la disponibilidad floral, es decir, depende
9 de las especies vegetales cuya floración coincide con el periodo de pecoreo y esta floración
10 depende de las condiciones climáticas (5,6).

11 Las abejas almacenan grandes cantidades de miel y polen para proporcionar energía y
12 proteínas a las crías, así como para la termorregulación, lo que permite mantener el nido de cría
13 entre los 32 y 36 °C para el desarrollo adecuado de las larvas (7,8), a pesar de tener temperaturas
14 exteriores que varían entre -20 y 48 °C (7,8). Para mantener estable la temperatura dentro de la
15 colmena, las abejas emplean mecanismos activos y pasivos. Dentro de los mecanismos activos se
16 encuentra la actividad física para generar calor (e.g., por medio de la contracción de los músculos
17 alares) o disminuir la temperatura (e.g., empleando las alas para la ventilación) (1, 7, 8). Los
18 mecanismos pasivos incluyen la selección del nido de cría y el desplazamiento de la cría a
19 regiones con una temperatura más favorable (1,8).

20 En general, las abejas silvestres de *A. mellifera* eligen un nido de cría basándose en
21 diferentes características como el tamaño, altura y orientación de la entrada, así como su
22 volumen interno (9, 10, 11). Por ejemplo, las obreras de *A. mellifera* seleccionan nidos de cría
23 con volúmenes entre 15 y 100L, aunque el tamaño más recurrente es de 35 L (11). Las
24 características que las abejas seleccionan son importantes ya que el nido de cría provee de
25 protección contra temperaturas adversas y de estabilidad térmica para las abejas (1, 7, 8, 12, 13).
26 En la apicultura, el lugar y el tamaño del nido de cría es determinado por el hombre y a este
27 espacio se le conoce como colmena (14). En México, en términos generales, se manejan dos
28 tipos de colmenas tecnificadas: Jumbo y Langstroth (15). El espacio interno de la cámara de cría
29 de estas colmenas es de 52.1 y 41.7 L respectivamente (16).

1 Las colmenas tecnificadas poseen estructuras móviles que permiten aumentar el espacio
2 para la puesta de la reina, lo que posibilita incrementar el tamaño de la colonia o disminuirlo
3 cuando los factores ambientales externos son adversos (17). Por lo tanto, el manejo adecuado del
4 espacio puede influir en la supervivencia de las colonias en épocas críticas (13,18).

5 En años recientes se han presentado múltiples cambios en los eventos meteorológicos,
6 propiciando temporales erráticos y heladas tempranas, lo cual no favorece las condiciones
7 óptimas para el desarrollo de la flora apícola (19, 20, 21). Esto hace necesario evaluar cómo el
8 espacio interno de las colmenas utilizadas en México está repercutiendo en el mantenimiento de
9 las poblaciones en la época invernal (cuando las temperaturas bajan y las abejas deben calentar el
10 nido de cría por medios activos) y determinar el efecto que tiene el tamaño de la colmena sobre
11 las abejas y algunos de sus productos como la miel y polen, bajo condiciones específicas de cada
12 región apícola. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto que tiene el
13 tamaño interno de la colmena en la producción de progenie y el almacenamiento de miel y polen,
14 así como en la temperatura interna del nido de cría, en colonias de *A. mellifera* en la temporada
15 invernal.

1 MATERIALES Y MÉTODOS

2 **Área de estudio**

3 La investigación se llevó a cabo en la localidad de Huitzila, municipio de Tizayuca, el
4 cual se localiza en el estado de Hidalgo (19°47'.50'' - 19°53'50'' Norte; 99°02' - 98°54' Oeste)
5 a una altitud de 2260 msnm (22) dentro del altiplano central mexicano. El clima de esta región es
6 templado subhúmedo con lluvias en verano, una temperatura media anual de 15.1°C y una
7 precipitación promedio anual de 627 mm (23). El mes más frío es enero, con una temperatura
8 mínima y media de 1.4 y 11.5 °C, respectivamente, mientras que el mes más cálido es mayo, con
9 una temperatura mínima y media de 8.7 y 17.8 °C, respectivamente (23).

10 **Preparación de abejas**

11 En diciembre de 2016, al terminar el flujo de néctar y polen, se seleccionaron 10 colonias
12 que presentaban desarrollo homogéneo y de éstas se extrajeron aproximadamente 120, 000
13 abejas adultas (24) para el experimento, de las cuales se asignaron 10, 000 obreras de forma
14 homogénea a cada una de las 12 colonias que se utilizaron en el experimento. Para contar a las
15 abejas, se utilizó una cámara de crecimiento a -2 °C durante 10 minutos (Shel Lab, modelo LI15)
16 para inmovilizarlas.

17 Cada uno de los 12 grupos de 10000 abejas fue colocado dentro de 12 colmenas de
18 diferentes volúmenes internos con capacidad para albergar diferente número de bastidores de
19 cámara tipo Jumbo (45 x 28 cm) (Figura 3). Se emplearon 4 colmenas con capacidad para
20 albergar 4 bastidores, 4 para albergar 8 bastidores y 4 para 10 bastidores, cuyas medidas externas
21 fueron de 51 x 30 x 21 cm para 4 bastidores, 51 x 30 x 34 cm para 8 bastidores y 51 x 30 x 41
22 cm para 10 bastidores, lo que permitió tener volúmenes internos de 23.9 L (colmena
23 experimental), 42.3 L (colmena tipo Langstroth) y 52.2 L (colmena tipo Jumbo), respectivamente
24 (Figura 3). Las colmenas fueron construidas de madera de pino de 2 cm de espesor y fueron
25 tratadas con parafina. A cada colonia con 10000 abejas se le colocaron 4 bastidores con cera
26 estampada y una abeja reina recién fecundada de un mismo pie de cría y del mismo lote de una
27 mezcla heterogénea de las razas Italiana y Carniola, lo cual permitió que las colonias
28 comenzaran con las mismas condiciones iniciales (las reinas eran hermanas). A cada colmena se
29 le suministraron 600 ml de jarabe preparado con agua y azúcar en una proporción de 1:1 y 150 g

1 de suplemento proteico (Apirir plus de la empresa Tirtécnica) cada 8 días. El suministro de
2 jarabe y suplemento proteico se mantuvo durante todo el experimento.

3

4 **Experimento**

5 Se utilizaron cuatro repeticiones para cada tamaño de colmena, dando un total de 12
6 unidades experimentales que fueron colocadas en un diseño completamente al azar, a una
7 distancia de dos metros entre hileras y un metro entre colmenas de la misma hilera (17). Se
8 registró la temperatura interna de las colmenas utilizando 24 dataloggers (Thermochron iButton
9 modelo DS1921G). En cada colmena se colocaron dos dataloggers en el tercer bastidor, uno en
10 el centro y el segundo a la altura del cabezal para determinar si la temperatura interna variaba
11 con el volumen de la cámara de cría. Adicionalmente, se registró la temperatura ambiental a la
12 sombra utilizando 12 dataloggers. Las temperaturas fueron registradas cada 60 minutos durante
13 el experimento.

14 El experimento comenzó la primera semana de diciembre y terminó el 28 de abril, al inicio
15 de la floración. Se contabilizó la superficie con cría, miel y polen utilizando una mica de plástico
16 transparente cuadriculado en cm (24) (Figura 4). No se contabilizó el número de individuos
17 adultos para no romper la cohesión social (24). Los registros de cría, miel y polen se llevaron a
18 cabo en ambos lados de cada bastidor únicamente en tres fechas (2 de febrero, 7 de marzo y 28
19 de abril) para preservar la cohesión social (24).

20 **Análisis estadístico**

21 Se utilizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) para determinar si existen diferencias
22 significativas entre los tratamientos (tipos de colmena) en el área de cría, miel y polen para cada
23 fecha de muestreo. Las temperaturas promedio en el centro y a la altura del cabezal a lo largo del
24 experimento se compararon también con un ANOVA. Se verificaron los supuestos del ANOVA
25 utilizando la prueba de Kolmogorov-Smirnov para la normalidad y la prueba de Levene para la
26 homogeneidad de varianzas y en caso de no cumplirse, se utilizó un ANOVA no paramétrico
27 (Kruskal-Wallis). Se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey en los casos en los que

1 se obtuvieron diferencias significativas ($P<0.05$). Los análisis estadísticos se realizaron con el
2 paquete estadístico SigmaStat 3.5 (27). Se reportan promedios \pm error estándar.

3

4 RESULTADOS

5 La superficie con cría de *A. mellifera* en la primera fecha de muestreo (2 de febrero) fue
6 de $1,125.73 \pm 136.65 \text{cm}^2$ para las colmenas de 23.9 L, $1,016.75 \pm 364.64 \text{cm}^2$ para las de 42.3 L y
7 $1,398.63 \pm 334.67 \text{cm}^2$ para las de 52.2 L y estos valores no difirieron significativamente entre sí
8 ($F=0.44$, $g.l.=2,11$, $P>0.05$). La superficie con cría de *A. mellifera* en la segunda fecha de
9 muestreo (7 de marzo) fue de $1,610.25 \pm 83.37 \text{cm}^2$ para las colmenas de 23.9 L, $1,654.75 \pm$
10 473.37cm^2 para las de 42.3 L y $1,692.75 \pm 68.03 \text{cm}^2$ para las de 52.2 L y estos valores no
11 difirieron significativamente entre sí ($H=0.50$, $g.l.=2$, $P>0.05$). La superficie con cría sí difirió
12 significativamente entre tipos de colmena al final del experimento (28 de abril) ($F=23.88$,
13 $g.l.=2,11$, $P<0.001$) (Figura 5). La superficie con cría en colmenas con un volumen interno de
14 23.9 L fue en promedio de $3077.25 \pm 81.81 \text{cm}^2$ y en las colmenas de 42.3 L fue de 2906.2 ± 94.6
15 cm^2 y ambos valores fueron significativamente mayores que el valor en las colonias que se
16 desarrollaron en colmenas de 52.2 L, cuya superficie con cría fue de $2331.2 \pm 59.5 \text{cm}^2$
17 ($P<0.01$). La superficie con cría en las colmenas de 23.9 L no difirió significativamente de
18 aquella en las colmenas de 42.3 L ($P>0.05$).

19 La superficie con miel en la primera fecha de muestreo fue de $980.38 \pm 263.64 \text{cm}^2$ para
20 las colmenas de 23.9 L, de $952.75 \pm 201.76 \text{cm}^2$ para las de 42.3 L y $992.50 \pm 93.93 \text{cm}^2$ para las
21 de 52.2 L y estos valores no difirieron significativamente entre sí ($F=0.01$, $g.l.=2,11$, $P>0.05$). La
22 superficie con miel en la segunda fecha de muestreo fue de $905.75 \pm 198.38 \text{cm}^2$ para las
23 colmenas de 23.9 L, $465.25 \pm 167.03 \text{cm}^2$ para las de 42.3 L y $621.50 \pm 184.88 \text{cm}^2$ para las de
24 52.2 L y estos valores no difirieron significativamente entre sí ($F=1.48$, $g.l.=2,11$, $P>0.05$). La
25 superficie con miel al final del periodo de estudio sí difirió significativamente entre tipos de
26 colmena ($H=8.80$, $g.l.=2,11$, $P<0.01$) (Figura 6). El promedio de la superficie con miel en las
27 colmenas de 23.9 L ($1424 \pm 56.9 \text{cm}^2$) fue significativamente mayor que en las colmenas de 52.2
28 L ($849.5 \pm 94.4 \text{cm}^2$, $P<0.05$), pero no difirió significativamente del valor en las colonias de 42.3

1 L (1056 ± 19.7 , $P>0.05$) (Figura 6). La superficie con miel en las colmenas de 42.3 y 52.2 L no
2 difirió significativamente ($P>0.05$) (Figura 6).

3 La superficie con polen en la primera fecha de muestreo fue de $136.38 \pm 26.67\text{cm}^2$ para
4 las colmenas de 23.9 L, de $242.75 \pm 147.59\text{cm}^2$ para las de 42.3 L y $112.50 \pm 13.14\text{cm}^2$ para las
5 de 52.2 L y estos valores no difirieron significativamente entre sí ($H=0.34$, $g.l.=2$, $P>0.05$). La
6 superficie con polen en la segunda fecha de muestreo fue $252.75 \pm 77.03\text{cm}^2$ para las colmenas
7 de 23.9 L, de $146.5 \pm 35.11\text{cm}^2$ para las de 42.3 L y $192.5 \pm 43.19\text{cm}^2$ para las de 52.2 L y estos
8 valores no difirieron significativamente entre sí ($F=0.94$, $g.l.=2,11$, $P>0.05$). La superficie con
9 polen al final del periodo de estudio sí difirió significativamente entre tipos de colmena ($F=9.12$,
10 $g.l.=2,11$, $P<0.01$) (Figura 7). La superficie con polen al final del periodo de estudio fue
11 significativamente mayor en la colmena de 23.9 L ($227.0 \pm 37.0\text{ cm}^2$) que en las colmenas de
12 42.3L ($87.7 \pm 29.9\text{ cm}^2$) y 52.2 L ($56.2 \pm 21.3\text{ cm}^2$) ($P<0.05$). La superficie con polen en las
13 colmenas de 42.3 y 52.2 L no difirió significativamente ($P>0.05$) (Figura 7).

14 La temperatura promedio en el centro de las colmenas fue relativamente estable a lo largo
15 del día durante el experimento, a pesar de que la temperatura ambiental varió en promedio entre
16 7 y 33 °C (Figura 8). La temperatura en el centro de las colmenas de 23.9 L fue de $33.6 \pm 1.0^\circ\text{C}$,
17 en las de 42.3 L fue de $33.4 \pm 0.8^\circ\text{C}$ y en las de 52.2 L fue de $33.7 \pm 0.9^\circ\text{C}$ y estos valores no
18 difirieron significativamente entre sí ($F=0.04$, $g.l.=2,11$, $P>0.05$). La temperatura promedio a la
19 altura del cabezal varió a lo largo del día en los tres tipos de colmenas (Figura 6) y fue
20 significativamente mayor en las colmenas de 23.9 L ($23.4 \pm 0.5^\circ\text{C}$) y de 42.3 L ($23.8 \pm 0.6^\circ\text{C}$)
21 que en las colmenas de 52.2 L ($21.4 \pm 0.4^\circ\text{C}$) ($F=6.92$, $g.l.=2,11$, $P<0.05$) (Figura 7). La
22 temperatura a la altura del cabezal en las colmenas de 23.9 y 42.3 L no difirió significativamente
23 ($P>0.05$).

24

25 DISCUSIÓN

26 Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que el desarrollo de la colonia
27 expresado en superficie con cría al final del experimento fue menor cuando éstas se encontraban
28 en las cámaras de cría tipo Jumbo, las de mayor tamaño (Figura 5). De manera similar, la
29 superficie con miel y polen fue menor en las colmenas con volúmenes internos de mayor tamaño

1 (52.2 y 42.3 L) que en las colmenas experimentales de 23.9 L (Figuras 6,7). Estos resultados
2 concuerdan con los reportados por Abd-Elmawgood y colaboradores (15) quienes compararon
3 tres tamaños internos de colmenas (38, 31 y 24L) y la mejor respuesta (mayor cantidad de cría,
4 polen y miel) la obtuvieron con las colmenas de menor tamaño. Al igual que en nuestro trabajo,
5 Abd-Elmawgood y colaboradores (15) también encontraron que las diferencias en cantidad de
6 cría, polen y miel entre colmenas de diferentes tamaños internos se manifestaron al final del
7 invierno e inicio de la primavera. De manera similar, Ballesteros y colaboradores (28) reportaron
8 que la producción de jalea real fue mayor en colmenas de recría de 6 bastidores que en colmenas
9 de 8 y 10 bastidores.

10 También se encontró que la temperatura en el centro del nido de cría de *A. mellifera* no
11 difirió significativamente con respecto al tamaño de la colmena, lo cual indica que
12 independientemente del tamaño de la colmena, las abejas pueden termorregular y mantener la
13 cría a temperaturas alrededor de 33°C para que su progenie se desarrolle adecuadamente (7,8).
14 Sin embargo, la temperatura en el cabezal fue significativamente menor en las colmenas tipo
15 Jumbo (52.2 L) que en las de 42.3 y 23.9 L (Figuras 8,9). Estos resultados muestran que en las
16 cámaras de cría de menor tamaño las abejas pueden conservar de forma más eficiente el calor
17 generado durante el calentamiento del nido de cría, lo cual había sido sugerido por Abd-
18 Elmawgood y colaboradores (15) y por Ballesteros y colaboradores (28).

19 El menor porcentaje de superficie con cría, miel y polen encontrado en las colmenas de
20 mayor tamaño puede estar relacionado con diferentes factores. Es probable que las abejas hayan
21 consumido más miel en las colmenas con menor temperatura interna para obtener la energía
22 metabólica necesaria para termorregular(29,30). Aunque no se cuantificó directamente la
23 producción de calor por las abejas, sí se observó que en las colmenas tipo Jumbo las obreras
24 permanecían agregadas alrededor del nido de cría durante más tiempo que en las colmenas de
25 menor tamaño, lo cual sugiere que las obreras en las colmenas de mayor tamaño invirtieron más
26 tiempo en la termoregulación que en la producción de cría (31) o en el pecoreo
27 (2,3,18). Adicionalmente, una mayor temperatura dentro de las colmenas de menor tamaño
28 (Figuras 6,7) pudo facilitar la construcción del nido ya que la elasticidad de la cera aumenta y el
29 gasto energético para moldearla disminuye con el incremento de la temperatura(32,33).
30 Finalmente, es necesario considerar que el desarrollo de la colonia también depende de los

1 adultos presentes durante la época invernal (17), sin embargo, en este trabajo no se cuantificaron
2 para evitar que su manipulación afectara la cohesión social de las colonias (24), pero es necesario
3 que estos datos sean considerados en estudios posteriores.

4 Se ha planteado que es necesario utilizar colmenas que permitan incrementar la
5 temperatura interna de la colmena de la abeja europea durante la temporada invernal (34, 35,36).
6 En este trabajo se compararon dos tipos de colmenas utilizadas comúnmente en México (Jumbo
7 y Langstroth) y una colmena experimental de menor tamaño. Los resultados muestran que la
8 colmena experimental provee de mejores condiciones térmicas y de un aumento en la fortaleza
9 (mayor cantidad de cría) y productividad de la abeja melífera. Sin embargo, los requerimientos
10 térmicos y de espacio interno de la colmena de *A. mellifera* pueden variar entre razas y entre
11 climas (37, 38, 39,40), por lo que es necesario realizar estudios bajo las condiciones específicas
12 de cada región apícola.

13

14 CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

15 La mejor respuesta de fortaleza (mayor cantidad de cría) y mayores reservas de miel de la
16 abeja melífera se registró cuando se utilizó la colmena con el menor tamaño interno (23.9 L). La
17 colmena tipo Jumbo, utilizada en el altiplano central de México, presentó los valores más bajos
18 de miel, polen y cría al final de la temporada invernal. Esto puede repercutir en una disminución
19 de la productividad de miel y polen para los apicultores que utilizan este tipo de colmena, por lo
20 que es conveniente implementar alguna práctica o mecanismo que permita mantener las colonias
21 de abejas fuertes para la cosecha de primavera. Por ejemplo, se puede alimentar a las abejas con
22 agua y sustitutos de néctar y polen y disminuir el tamaño interno de la colmena utilizando
23 reductores de espacio.

24 La época de invierno tradicionalmente es considerada una temporada donde la abeja reina
25 deja de poner huevos y los requerimientos térmicos y alimenticios de la colonia disminuyen.
26 Esto ha sido reportado en colonias de zonas templadas y frías (7,8). Sin embargo, durante el
27 trabajo realizado en el municipio de Tizayuca de registraron temperaturas ambientales superiores
28 a 24 °C por más de seis horas al día durante el invierno, lo que permitió que la abeja reina
29 pudiera mantener la postura de huevos durante esta época. Este comportamiento tan diferente

- 1 hace necesario un mejor seguimiento del apicultor para mantener las colonias de abejas con
- 2 suficientes reservas de alimento durante el invierno para evitar que se debiliten.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada a AHC durante la realización de este trabajo. También se agradece al Centro de Investigaciones Biológicas y al Programa Anual de Investigación (2016) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, así como a REFAMA (REFAMA CONACYT clave 251272 "Red Temática Biología, Manejo y Conservación de Fauna Nativa en Ambientes Antropizados") por el apoyo otorgado durante la realización de este trabajo. Finalmente, agradecemos a Iriana Zuria y a dos revisores anónimos por su valiosa ayuda para mejorar el manuscrito.

LITERATURA CITADA

1. Jones CV, Oldroyd BP. Nest thermoregulation in social insects. *Adv Insect Physiol* 2007;33:153-171.
2. Burrell RM, Dietz A. The response of honey bees to variations in solar radiation and temperature. *Apidologie* 1981;12(4):319-328.
3. Reyes CJL, Cano RP. Manual de polinización apícola. Programa nacional para el control de la abeja africana-Instituto interamericano para la cooperación agrícola. Manual no. 7. Distrito Federal, México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA); 2003.
4. Dunham WE. Temperature gradient in the egg-laying activities of the queen bee. *Ohio J Sci* 1930;30(6):403-410.
5. Yuca RR. Variación intranual en el espectro polínico de la miel producida en Huarán (Cusco, Perú). *Ecol Apl* 2016;15(1):27-36.
6. Cho LH, Gynheung A. The control of flowering time by environmental factors. *Plant J* 2017; 90:708-719.
7. Heinrich B. The hot-blooded insects: strategies and mechanisms of thermoregulation. Alemania, Berlin: Springer-Verlag; 1993.
8. Winston ML. The biology of the honey bee. Cambridge, Massachusetts, EUA: Harvard University Press; 1987.
9. Seeley TD, Morse RA. The nest of the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Insectes Soc* 1976;23 (4):495-512.
10. Seeley TD, Morse RA. Nest site selection by the honey bee, *Apis mellifera*. *Insectes Soc* 1978;25(4):323-337.
11. Seeley TD. Measurement of nest-cavity volume by the honey bee (*Apis mellifera*). *Behav Ecol Sociobiol* 1977;2(2):201-227.
12. Szabo TI. The Thermology of wintering honeybee colonies in 4-colony packs as affected by various hive entrances. *J Apic Res* 1985;24(1):27-37.
13. Toomemaa K, Mand M, Williams IH. Wintering of honey bee colonies in cylindrical nest cavities versus oblong box-hives in a North European climate. *J Apic Res* 2016;54(4):105-111.
14. Ros PJM. Iniciación a la apicultura. Murcia, España: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia; 2009.

15. Romero NJM. Diseño de colmena (tesis maestría). Ciudad de México, México; Universidad Nacional Autónoma de México;2017.
16. SAGARPA. Manual de buenas prácticas pecuarias en la producción de miel. Distrito Federal, México: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA);2010.
17. Jean Prost P, Le Conte Y. Apicultura: conocimiento de la abeja, manejo de la colmena 4ª ed. Barcelona, España: Mundi-Prensa;2006.
18. Abd-Elmawgood BH, Al-Rajhi MA, El-Ashhab AO. Effect of the internal size and thermal insulation of the hive on bee colonies strength and productivity. *Egyptian J Agric Res* 2015;93:185-195.
19. Hoover SER, Hoover TM. Impact of environmental change on honeybees and beekeeping. In: Gupta R, Reybroeck W, van Veen J, Gupta A editors. *Beekeeping for poverty alleviation and livelihood security*. Nueva York, EUA: Springer; 2014:463-480.
20. Reddy PVR, Verghese A, Rajan VV, Potential impact of climate change on honeybees (*Apis* spp.) and their pollination services. *Pest Manag Hortic Ecosyst* 2012;18:121-127.
21. Contreras EF, Pérez AB, Echazarreta CM, Cavazos AJ, Macías MJO, Tapia GJM. Características y situación actual de la apicultura en las regiones Sur y Sureste de Jalisco, México. *Rev Mex Cienc Pecu* 2013;4(3):387-398.
22. SPDRMH. Secretaría de planeación y desarrollo regional y metropolitano del estado de Hidalgo, México. <http://intranet.e-hidalgo.gob.mx/NormatecaE/Archivos/archivo6405.pdf>. Consultado 30 Ago,2017.
23. DCM. Datos Climáticos Mundiales. <https://es.climate-data.org/>. Consultado 4 Jun,2017.
24. Delaplane KS, Steen JVD, Guzman-Novoa E. Standart methods for estimating strength parameters on *Apis mellifera* colonies. *J Apic Res* 2013;52(1):1-12.
25. Cervantes GER. Incidencia de la alimentación suplementaria en la producción y productividad de la apicultura (*Apis mellifera*) (tesis licenciatura). Colimbuela, Ecuador; Universidad Técnica del Norte;2010.

26. Martínez GEG, Pérez LH. La producción de miel en el trópico húmedo de México: avances y retos en la gestión de la innovación 1ª ed. Texcoco, México: Universidad Autónoma Chapingo; 2013.
27. Systat Software. SigmaStat 3.5. Chicago, EUA: Systat Software; 2006.
28. Ballesteros HH, Vásquez RE. Determinación de jalea real en colmenas de cría de diferentes dimensiones. *Revista Corpoica* 2007;8(1):75-78.
29. Southwick E. Metabolic energy of intact honey bee colonies. *Com. Biochem Physiol* 1982;71(2):277-281.
30. Seeley TD, Visscher PK. Survival of honeybees in cold climates: the critical timing of colony growth and reproduction. *Ecol Entomol* 1985;10(1):81-88.
31. Vogt FD. Thermoregulation in bumblebee colonies. I. Thermoregulatory versus brood-maintenance behaviors during acute changes in ambient temperature. *Physiol Zool* 1986;59(1):55-59.
32. Hepburn HR. Honeybees and wax, an experimental natural history. Heidelberg, Alemania: Springer; 1986.
33. Karihaloo BL, Zhang K, Wang J. Honeybee combs: how the circular cells transform into rounded hexagons. *J R Soc Interface* 2013; 10(86): 20130299.
34. Abou-Shaara HF, Oways AA, Ibrahim YY, Basuny NK. A review of impacts of temperature and relative humidity on various activities of honey bees. *Insectes Soc* 2017;64(4):455-462.
35. Wineman E, Lensky Y, Mahrer Y. Solar heating of honey bee colonies (*Apis mellifera* L.) during the subtropical winter and its impact on hive temperature, worker population and honey production. *Am Bee J* 2003;43(7):565-570.
36. Erdogan Y, Dodoluglu A, Emsen B. Some physiological characteristics of honeybee (*Apis mellifera* L.) housed in heated, fan wooden and insulated beehives. *J Anima Vet Adv* 2009; 8(8):1516-1519.
37. Gould JL. Why do honey bees have dialects? *Behav Ecol Sociobiol* 1982;10(1):53-56.
38. Schmidt JO, Hurley R. Selection of nest cavities by Africanized and European honey bees. *Apidologie* 1995; 26 (6):467-475.

39. Schneider S, Blyther R. The habitat and nesting biology of the African honey bee *Apis mellifera scutellata* in the Okavango River Delta, Botswana, Africa. *Insectes Soc* 1988;35(2):167-181.
40. Hoover SER, Hoover TM. Beehives in the world. In: Gupta R, Reybroeck W, van Veen J, Gupta A editors. *Beekeeping for poverty alleviation and livelihood security*. Nueva York, EUA: Springer; 2014:125-170.

FIGURAS

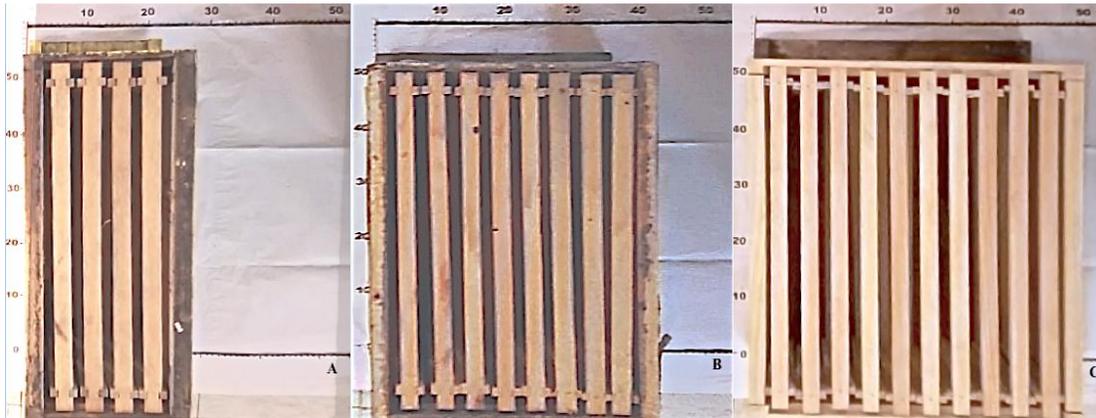


Figura 3. Colmenas con diferentes volúmenes internos utilizadas en el experimento: A) colmena experimental, B) colmena tipo Langstroth y C) colmena tipo Jumbo

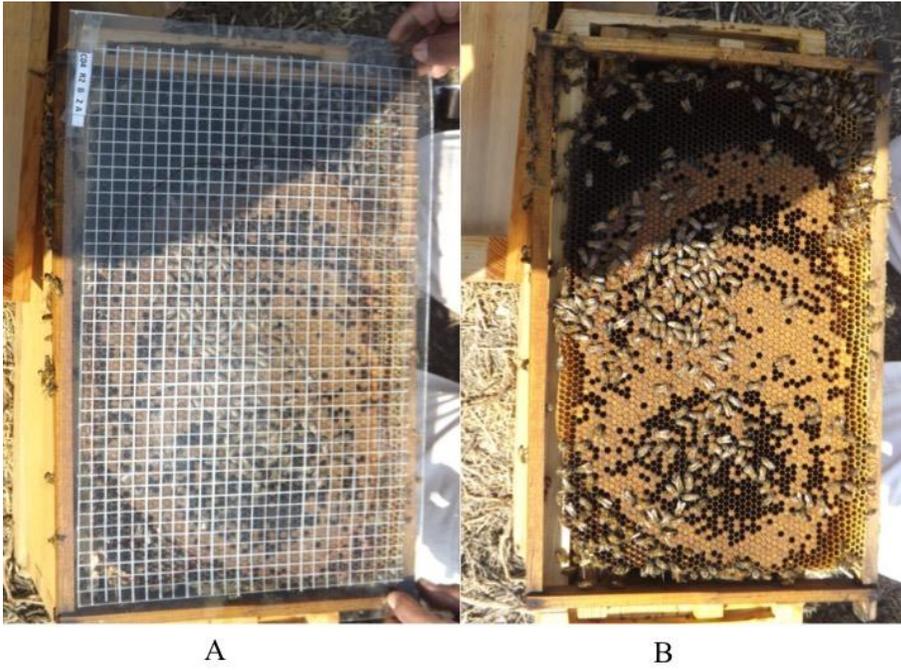


Figura 4. A) Bastidor con y B) sin la cuadrícula transparente utilizada para la cuantificación de la superficie con cría, miel y polen

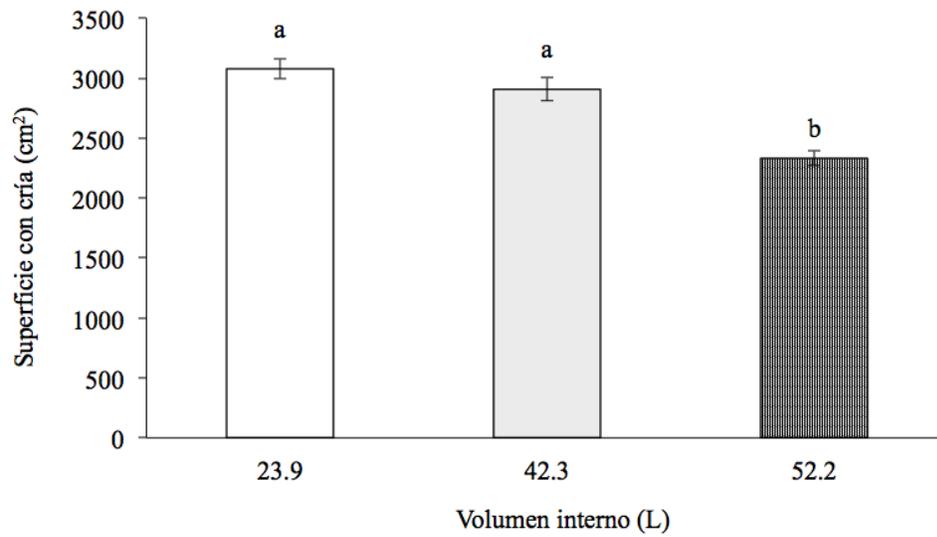


Figura 5. Superficie con cría (promedio \pm error estándar) en tres tamaños de colmenas al final del periodo de estudio. Valores con letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

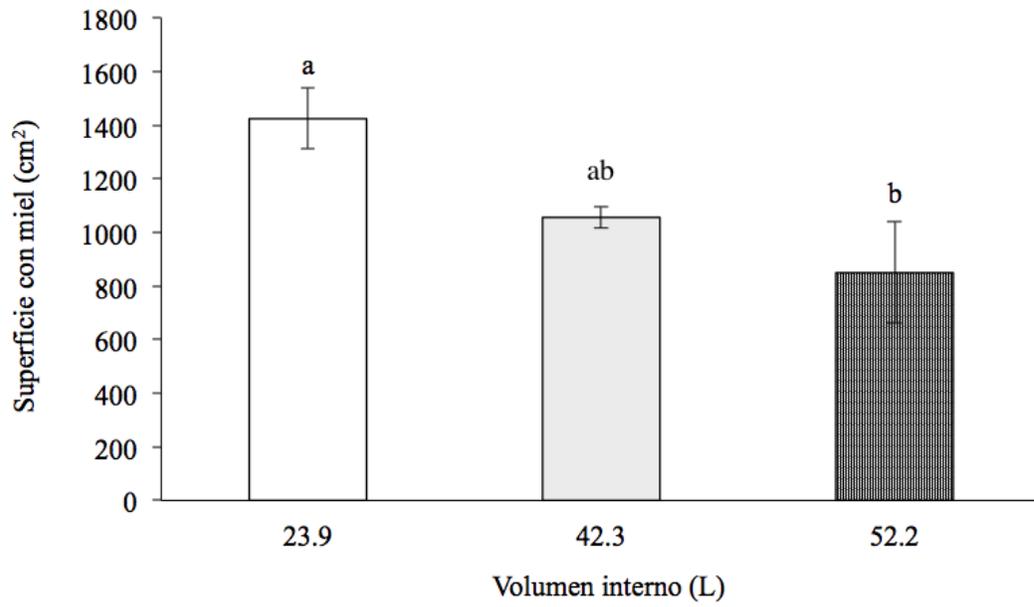


Figura 6. Superficie con miel (promedio \pm error estándar) en tres tamaños de colmenas al final del periodo de estudio. Valores con letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

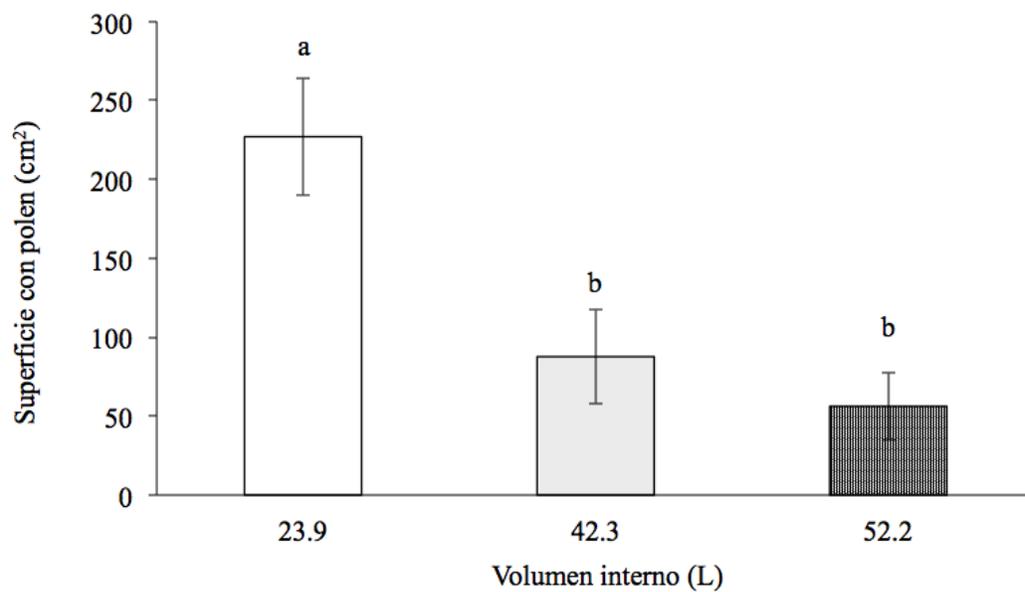


Figura 7. Superficie con polen (promedio \pm error estándar) en tres tamaños de colmenas al final del periodo de estudio. Valores con letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

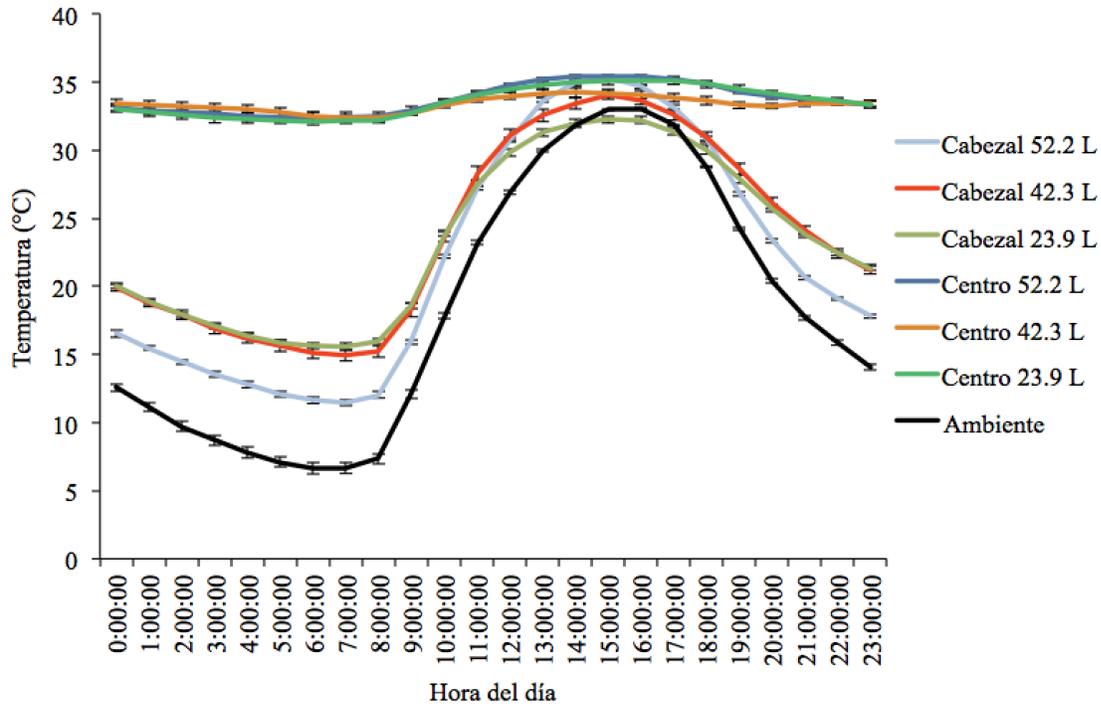


Figura 8. Temperatura ambiental y en el interior (centro y cabezal del tercer bastidor) en tres tamaños de colmenas. Los valores representan promedios \pm error estándar

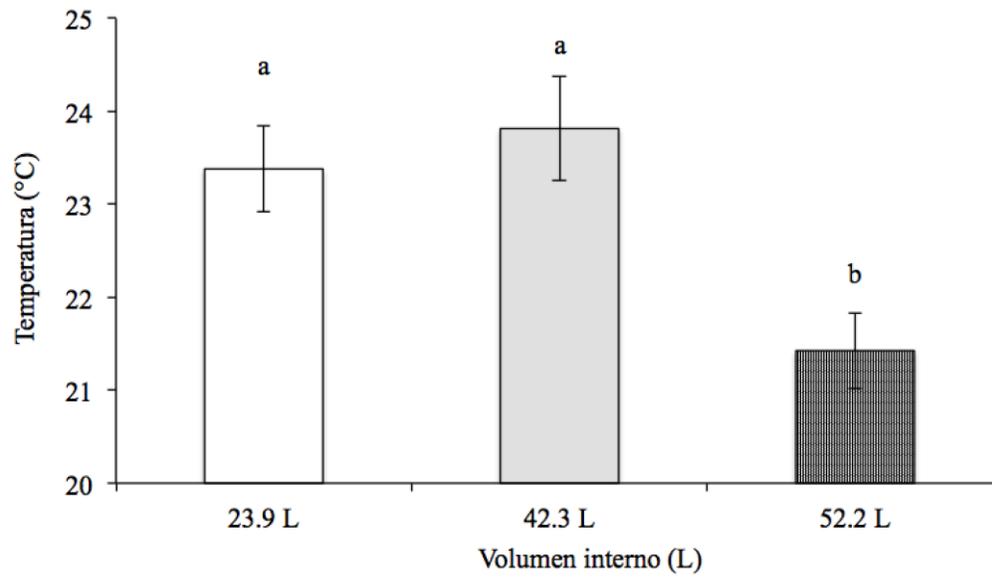


Figura 9. Temperatura a la altura del cabezal (promedio \pm error estándar) en tres tamaños de colmenas durante el periodo de estudio. Valores con letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

Capítulo 2

Caracterización de los sistemas productivos apícolas de la iniciativa Hidalgo Oro líquido y de los apicultores de la Asociación de Campesinos Apicultores de la Sierra y Huasteca de Hidalgo en el estado de Hidalgo

RESUMEN

La apicultura es un sistema de producción que conlleva con el ideal de una conservación productiva y encaja en términos sociales y del medio ambiente. Para proponer a la apicultura como una estrategia de desarrollo es fundamental retomar las experiencias de productores que se han visto obligados a buscar nuevas alternativas productivas para incrementar sus ingresos. El objetivo de esta investigación fue caracterizar el sistema productivo apícola de los productores participantes del proyecto Hidalgo Oro líquido, auspiciado por el Instituto Hidalguense de Competitividad Empresarial y el de los apicultores de la Asociación de Campesinos Apicultores de la Sierra y Huasteca de Hidalgo. Se realizaron entrevistas a 24 apicultores, los cuales representan a 38 apicultores con un universo de 2078 colonias de abejas distribuidas en 49 apiarios ubicados en 5 de los 6 Distritos de Desarrollo Rural del estado de Hidalgo. Las 2,078 colmenas representan el 8.2% del inventario de colmenas que se tienen para el estado. Los resultados de las entrevistas muestran que el 59% de sus ingresos provienen de la apicultura y sus productos principalmente los venden a nivel local con vecinos y familiares. Solamente el 5.2% de los apicultores obtiene su ingreso familiar de la apicultura, el resto de los apicultores depende de otras actividades para subsistir. Los apicultores tienen un nivel básico en el manejo de las colonias de abejas y todos están certificados o en proceso de ser certificados en buenas prácticas productivas. El 37.5% de los productores cuentan con equipo de extracción de miel y sólo el 18.7% tenía equipo de envasado. El 53.3% de los productores tienen familiares más jóvenes que les ayudan en la actividad apícola y el 100% de los productores se muestran optimistas para el futuro. El nivel de manejo de la producción, de equipamiento y de mercado puede mejorar bajo la estrategia implementada por el Instituto Hidalguense de Competitividad Empresarial por lo que es importante darle seguimiento a los avances que logren.

Palabras clave: Apicultura, apicultores, colmenas, estrategia de desarrollo

INTRODUCCIÓN

En el año de 2017 México tenía un inventario de 1.85 millones de colmenas con una producción al cierre de 2018 de 64,254 toneladas de miel (40) manejados por aproximadamente 44,000 productores (37). Los principales estados productores de miel son Yucatán (11,588 toneladas), Campeche (8,226 toneladas), Chiapas (5,473 toneladas), Veracruz (4,842 toneladas), Jalisco (5,667 toneladas) y Oaxaca (4,387 toneladas). Estos estados aportan el 62.5% de la producción nacional (40)..

El estado de Hidalgo es considerado un estado propicio para la apicultura por sus características geográficas y de flora melífera (41). De acuerdo al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en el estado de Hidalgo se tenía un inventario estatal de 25,281 colmenas para el 2017 con una producción de 1,380 toneladas de miel, ocupando el lugar trece a nivel nacional (40). El valor comercial de la producción de miel en el mercado en el 2017 fue de 61.1 millones de pesos y una producción de 50 toneladas de cera con un valor de 3.32 millones de pesos (40).

En el estado de Hidalgo la apicultura es una de las principales actividades agropecuarias debido a la producción de miel de alta calidad. De acuerdo con cifras de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), delegación Hidalgo, el estado ocupa el segundo lugar a nivel nacional, en buenas prácticas de producción de miel con 217 de 875 apicultores, solo por debajo de Campeche que tenía 295 apicultores certificados. La certificación de buenas prácticas de producción se traduce en producir miel de calidad (105). La miel del estado también es apreciada por su valor nutritivo, su aroma y su sabor.

Con base en su nivel socioeconómico, los apicultores en México se clasifican en dos grupos, uno que representa el 95% de los productores el cual está conformado por productores de bajos recursos económicos quienes poseen el 80% de los apiarios del país. El segundo grupo que representa el 5% de los productores, está conformado por apicultores medianos y empresarios plenamente integrados, quienes cuentan con tecnología moderna y comercializan los productos de la colmena, siendo su principal actividad económica (106).

Para los productores de bajos recursos económicos, el apiario es un sistema de producción complejo debido a que una gran parte de los recursos obtenidos de esta actividad productiva se utilizan para el financiamiento de otras actividades, principalmente la agricultura, lo cual

dificulta la inversión en tecnología y equipamiento y mantiene los niveles de producción bajos. Por otro lado, la inversión de capital en los apiarios es reducida y la producción depende de la flora nativa, el clima y la mano de obra familiar (107). La mayoría de los productores realizan la "explotación tradicional" enfocada a la producción de miel, cera y núcleos; contraponiéndose con la denominada "explotación integral" que busca obtener ingresos adicionales a partir de otros productos como polen, jalea real, propóleos, apitoxina, mieles monoflorales, orgánica, además de servicios de polinización (108).

A partir de 2001 la SAGARPA con fundamento en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable promueve a través de la Comisión Intersecretarial la organización e integración de los Sistema Producto de cada producto básico o estratégico con el fin de contar con una cadena productiva más eficiente en el país. Se busca que exista liderazgo emprendedor de los integrantes de cada sistema para mejorar las condiciones socioeconómicas y del medio ambiente. El Sistema Producto debe buscar alianzas estratégicas y acciones concretas (106). El Sistema Producto Apícola del estado de Hidalgo integrado principalmente por apicultores, tiene la encomienda de promover el mejoramiento de la producción, productividad y rentabilidad en el ámbito regional. En este contexto se realizó la vinculación de un grupo de apicultores con el gobierno estatal a través del Instituto Hidalguense de Competitividad Empresarial para realizar actividades que permitan diversificar los productos derivados de la actividad, además de impulsar la competitividad de los apicultores.

El Instituto Hidalguense de Competitividad Empresarial (IHCE) tiene por objeto impulsar la competitividad empresarial del estado de Hidalgo. El IHCE tiene dentro de sus atribuciones propiciar la integración de la cadena productiva y las sinergias entre empresas de diferentes tamaños. La realización de acciones que favorezcan la competitividad así como el fomento al desarrollo integral de las microempresas también son atribuciones del IHCE. El proyecto Oro líquido es un proyecto innovador donde el Sistema Producto Apícola del estado de Hidalgo establece alianza con el gobierno del estado a través del IHCE para fortalecer la competitividad de apicultores ya establecidos bajo un enfoque empresarial mediante una serie de acciones como son capacitaciones, equipamiento, diseño de imagen, registro de marca y acceso y manejo de mercados virtuales.

El IHCE estableció comunicación con el sistema producto apícola del estado de Hidalgo para invitar a los apicultores de todo el estado al proyecto. Los apicultores que se integraron al proyecto Oro líquido fueron seleccionados a través de una convocatoria abierta emitida por el IHCE y difundida en sus oficinas regionales del mismo instituto. Después de un proceso de selección donde se buscó la mayor representatividad del gremio apícola, se seleccionaron 23 apicultores. La asociación de Campesinos Apicultores de la Sierra y Huasteca de Hidalgo que se ubica en el municipio de Atlapexco, dentro de la región de la Huasteca, tuvieron un acercamiento posterior al Instituto y como grupo solicitaron de manera específica el apoyo de maquinaria para incrementar su capacidad de producción de colmenas. Esta asociación tiene un mercado establecido para sus principales productos que son la producción de miel, la venta de abejas reinas y la venta de material apícola. Para fortalecer la competitividad de este grupo se apoyó con maquinaria para el taller de carpintería para incrementar la productividad en la elaboración de colmenas.

Los apicultores integrantes de la iniciativa Oro líquido y los apicultores de la asociación de la Sierra y Huasteca de Hidalgo se visitaron en cada uno de los apiarios y se realizó una entrevista con el fin de contar con un diagnóstico y con base en ésta definir las acciones para tener el mayor impacto del apoyo recibido. En la visita de campo se cuantificó el porcentaje de Varroasis debido a que el ácaro *Varroa destructor*, causante de la Varroasis, es considerado el parásito más dañino para la abeja melífera (83, 84) e influye directamente en la productividad de las colonias.

Para que las actividades de campo del apicultor se lleven a cabo de forma segura es imprescindible contar con un adecuado equipo de protección, razón por lo cual en la entrevista realizada a cada apicultor se incluyó la observación del uso de equipo de protección como son velo, overol, botas y guantes.

El objetivo del presente estudio fue caracterizar el sistema productivo apícola del grupo de apicultores incorporados a la iniciativa Hidalgo Oro líquido y los apicultores de la Asociación de Campesinos Apicultores de la Sierra y Huasteca de Hidalgo para evaluar su situación actual y con base en ésta, poder dirigir apoyos del gobierno estatal para transitar de una apicultura tradicional hacia una explotación integral que fortalezca las prácticas de manejo, de diversificación de productos de acceso a un mercado directo hacia el consumidor y proponer

alternativas para mejorar la actividad apícola. En particular, se caracterizaron los sistemas productivos de 38 apicultores (23 de Oro líquido y 15 de la asociación de la Huasteca), con un universo de 2,078 colmenas distribuidas en 49 apiarios (37 de Oro líquido y 12 de la asociación), lo cual representa el 8.2% del inventario de colmenas que se tienen para el estado (40). Como parte del diagnóstico sobre el manejo de los apiarios, se recolectaron muestras de abejas para diagnosticar el porcentaje de abejas parasitadas por el ácaro *V. destructor*, causante de la Varroasis, enfermedad que reduce la productividad de las colmenas. Los apiarios estuvieron ubicados en cinco de los seis Distritos de Desarrollo Rural del estado de Hidalgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En septiembre de 2018 se realizó un recorrido de los apiarios con cada apicultor. Se visitó un total de 49 apiarios ubicados en cinco de los seis Distritos de Desarrollo Rural del estado de Hidalgo, distribuidos en 17 municipios. Se aplicaron dos cuestionarios por cada apicultor a excepción de la asociación de apicultores que se presentaron en grupo y se entrevistó al representante del grupo. Se aplicó un total de 48 cuestionarios. Los apicultores fueron seleccionados por el Sistema Producto Apícola del estado de Hidalgo y por el Instituto Hidalguense de Competitividad Empresarial. Los apicultores eran una muestra heterogénea de los diferentes municipios del estado, con especial énfasis en la región Huasteca porque ahí se concentra principalmente la producción del estado de Hidalgo.

Caracterización de las unidades apícolas

Se aplicaron dos cuestionarios de diagnóstico sugeridos por la IHCE para conocer aspectos relacionados con el apicultor, el manejo de la colmena, su relación con el medio ambiente y su nivel de equipamiento, factores que han sido cuantificadas en otros estudios (21, 28, 31). Las variables que se abordaron fueron edad, escolaridad, experiencia como apicultor, proporción de ingresos derivados de la apicultura, fuentes de financiamiento para inversión, forma de organización, actividades de manejo, control de plagas o enfermedades, conocimiento de especies políctíferas, tipo de productos que obtiene de las colonias, forma de comercialización, tipo de equipamiento que tienen y percepción del futuro como apicultores y de la actividad apícola (Anexo C). Es importante aclarar que para este estudio no se utilizó toda la información recabada por los cuestionarios. Los cuestionarios fueron parte del proyecto auspiciado por el Instituto Hidalguense de Competitividad Empresarial. Los datos seleccionados para caracterizar la actividad del grupo de apicultores son los registrados en estudios similares y facilitar con ello la comparación.

Cuantificación de Varroasis

Se cuantificó el porcentaje de infestación por el ácaro *V. destructor*, el cual es causante de la Varroasis en las colonias de abejas. El ácaro causa mortalidad en las abejas y su presencia refleja el cuidado que los apicultores le dan a sus colmenas. Se recolectaron muestras en campo del 15% de las colmenas de cada uno de los 49 apiarios (37 de Oro líquido y 12 de la Huasteca). De cada

colmena se tomó una muestra de al menos 200 abejas adultas y éstas fueron conservadas en alcohol al 70% en botellas de plástico de 500 ml. Posteriormente se procesaron las muestras siguiendo el protocolo de De Jong (51) y con ayuda de pinzas de relojero se contó el número de ácaros y abejas y se dividió el número de ácaros entre el número de abejas para obtener el porcentaje de Varroasis (51).

Análisis de datos

Se empleó un método descriptivo para caracterizar cada una de las variables registradas. Posteriormente se aplicaron análisis de frecuencias y tablas de contingencia para encontrar si existe asociación entre las variables en los apicultores. Para la Varroasis, se determinó si el porcentaje de infestación de abejas por los ácaros supera el 5% debido a que infestaciones mayores al 5% reducen la producción de miel (109).

RESULTADOS

Perfil de los apicultores

La edad promedio de los apicultores de toda la muestra fue de 44.8 años, con una experiencia promedio de 11 años. El 31.6% de los apicultores tienen entre 1 y 25 colmenas (Cuadro 3). Para este grupo de apicultores los ingresos por esta actividad representan el 12.5% del total de la familia. El 13.2% de los apicultores tienen entre 26 y 50 colmenas y representa el 26.4% de su ingreso familiar. El 50% de los productores tienen entre 51 y 100 colmenas y su ingreso familiar por la apicultura representa el 92.6%. El 5.2 % de los apicultores tienen más de 100 colmenas y su ingreso familiar depende en un 100% de la apicultura. El promedio de ingreso derivado de la apicultura para el grupo de Oro líquido fue del 32.3% mientras que el promedio de ingreso para el grupo de la asociación de la Huasteca fue del 92.6%.

Cuadro 3. Relación de número de colonias de abejas que posee un apicultor con el porcentaje de ingreso que aporta la apicultura a la economía familiar.

Numero de colonias	% de apicultores	% del ingreso familiar que aporta la apicultura
1 a 25	31.6	12.5
26 a 50	13.2	26.4
51 a 100	50	92.6
101 a 500	2.6	100
501 o mas	2.6	100
Total	100	

Para los apicultores que tienen 50 colmenas o menos el ingreso principal proviene de sus sueldos como empleados, de su oficio, de la actividad agrícola o artesanal. El ingreso que obtienen de la apicultura lo utilizan para el gasto familiar y para reinvertir, pero cuando no les alcanza para reinvertir utilizan otros recursos provenientes de su actividad económica principal o de préstamos de familiares o incluso en ocasiones no reinvierten.

El 13.2 % de los apicultores encuestados tanto de la iniciativa de Oro líquido como de la asociación de apicultores de la Huasteca tienen escolaridad hasta 6to de primaria, el 47.4 % tienen nivel de secundaria, el 10.5 % tienen nivel de preparatoria y el 28.5 % tiene nivel de licenciatura o mayor. Todos los apicultores han asistido a cursos de capacitación apícola y tiene también el interés de seguirse capacitando en diversos temas como es el control de plagas y enfermedades, la elaboración de productos a base miel y manejo integrado de las colonias de abejas.

Características del manejo y conocimiento del medio ambiente

Los apicultores entrevistados tienen un nivel básico en el manejo de las colonias de abejas y todos están certificados o en proceso de certificación de “buenas prácticas productivas”. Todos conocen las ventajas de realizar cambio de abejas reinas pero se identifica una marcada diferencia del cambio anual de abeja reina con respecto al número de colmenas que poseen. De los 38 apicultores incluidos en la encuesta, los que poseen menos de 25 colonias solo el 25% de los apicultores realizan cambio. Los apicultores que poseen de 26 a 50 colonias, el 40% realizan cambio anual de abeja reina en cada colonia. Los productores que poseen de 51 a 100 colonias realizan el cambio anual de abejas reinas en un 84%. Y aquellos que tienen más de 100 colonias el 100% de los apicultores realizan el cambio de abejas reinas.

Los apicultores entrevistados para esta caracterización reportan que durante el invierno de 2017-2018 se presentó una pérdida del 28% de colonias de abejas, lo cual lo atribuyen principalmente al fracaso en el abejas reinas, el tener colonias débiles en la época de escasez de recursos florales, a la presencia de Varroasis, al mal uso del Timol para el control de varroasis, a la falta de alimento (recursos florales) y al ataque de hormigas.

En general, los apicultores entrevistados identifican como amenazas para la supervivencia de las abejas el uso de químicos en cultivos agrícolas aledaños a los apiarios, la falta de floración, la contaminación del agua y a las heladas y sequías. El 76.3% de los apicultores realizaron división de colonias para recuperar las pérdidas o incluso para incrementar el inventario. Dentro de las sugerencias que señalaron para disminuir los riesgos que tiene la apicultura está el sembrar árboles o plantas que produzcan néctar y polen, el uso de insecticidas biológicos, evitar la tala y fomentar la apicultura mediante campañas de difusión en favor de las abejas.

La miel es el principal producto que obtienen de las abejas. La productividad promedio por colmena para 2017 de las 2078 colonias de abejas fue de 11.9 kg con una amplia variación que va desde cero de producción en la región de Zimapán hasta 30 kg en la región de la huasteca. El 81.6% de los apicultores conocen de manera genérica el origen floral de su miel pero solo el 10.5% de ellos ya realizaron análisis nutrimental de su miel. El 6.7% produjeron polen y la recolección de propoleo la realizaron todos por raspado de las colmenas. El destino que tienen los productos apícolas son del 47.4 % a nivel local. El 44.8 % vendieron su miel con un acopiador y el 7.8 % restante acudieron a ferias o exposiciones locales y regionales para colocar sus productos.

Los integrantes de la asociación de apicultores de la Huasteca y de la sierra de Hidalgo producen además de lo ya mencionado arriba, abejas reinas y material apícola de campo. El 60.5% de los apicultores de la muestra se encuentran organizados entre ellos para compartir equipo de extracción de miel y el 36.8% de los productores tienen familiares más jóvenes que les ayudan en la actividad apícola.

Infestación de Varroasis.

El porcentaje de infestación de Varroasis fue en promedio de 3.5 % (Cuadro 4). El rango de resultados va desde cero hasta 12.7% de infestación, es decir que por cada abeja adulta se encontraron 12.7 ácaros de *V. destructor*.

Cuadro 4. Porcentaje de Varroasis de las colonias de abejas por productor visitado.

No.	Nombre	Municipio	Colonias	Número de	% de
			de abejas	apiarios	Varroasis
1	VZ	Ixmiquilpan	5	1	4.3
2	ML	Tulancingo	103	3	0
3	MJM	Tlanalapa	30	1	5.7
4	OR	Zimapan	7	1	4.9
5	FA	Zimapán	12	1	3.4
6	ABI	San bartolo	43	1	0.5
7	NR	Tepeji del rio	16	1	4.9
8	ME	Tlanalapa	30	1	3.2
9	VM	Apan	7	1	0
10	JJH	Almoloya	2	1	2.3
11	JGD	Almoloya	11	1	1
12	MAB	Apan	26	1	1
13	OS	Huejutla	49	1	2.6
14	AM	Tenango de Doria	37	1	0
15	ALH	San Felipe Orizatlan	664	9	0.2
16	VDZ	Tepeolulco	15	1	6.7
17	AH	San Agustín Tlaxiaco	85	3	12.7
18	JC	Acatlan	18	1	8.9
19	CS	San bartolo	42	1	5.3
20	MEM	Zimapán	7	1	4.8
21	VS	Zimapán	18	1	0
22	MGR	Omitlan	11	1	5
23	IC	Huautla	120	3	2.6
24	Asociación de campesinos apicultores de la sierra y huasteca de Hidalgo	Atlapexco	720	12	3
Total			2078	49	3.5

El nivel de infestación observado en cada apicultor depende del manejo que cada uno tiene para controlar la varroasis. Los apicultores que en el momento del diagnóstico no presentaron porcentaje alguno de Varroasis eran porque acababan de aplicar tratamiento químico con tiras impregnadas de medicamento. Aquellos que tenían un nivel bajo o moderado de infestación de Varroasis realizaron acciones como el uso de timol en cámara de cría, el uso de eucalipto u orégano en el ahumador, la eliminación de cría de zánganos y algunos no habían realizado acción alguna. El umbral económico para aplicar tratamiento es a partir del 5% de infestación (109) (Cuadro 5). En la región de la Huasteca también se presentaron problemas con hormigas, las cuales fueron controladas quemando los nidos de éstas. No se presentó ninguna otra plaga o enfermedad en los apiarios, por lo que no aplicaron algún otro tratamiento.

Cuadro 5. Nivel de infestación de Varroasis de las colonias de abejas de *Apis mellifera*.

% de Varroasis	Nivel de infestación	% de colonias	Número de apiarios	Acciones para combatir Varroasis
0	Nulo	7.9	6	Tratamiento químico con tiras Uso de timol, eucalipto, eliminar panales de
0.1 a 3.4	Leve	37.9	15	zángano, no realizan ninguna acción Uso de orégano, timol o no realizan ninguna
3.5 a 4.9	Moderado	38.7	17	acción
Más de 5	Alto	15.5	11	No realizan tratamiento

Equipamiento y perspectivas de crecimiento

Todos los apicultores contaban con equipo básico para la revisión de las colmenas, como es ahumador, cuña y velo pero solo el 20 % no contaban con overol y solamente el 13.3% tenían trampas de polen y el 26.7% tenían charolas salvamiel. El 40% contaba con equipo de extracción de miel y el 20% contaban con banco desoperculador. Solamente el 13.3% contaba con termoenvasador y el 6.7% contaba con un lugar exclusivo para la extracción y envasado de miel. Por último, solamente el 6.7% contaba con homegenizador y mesa de trabajo de acero inoxidable.

Todos los apicultores de la muestra tienen una expectativa positiva hacia su futuro en la apicultura y dentro de sus planes esta incrementar el número de colmenas, ampliar su mercado y diversificar sus productos. En relación a la visión que tienen a mediano plazo, el 50% consideran un futuro incierto para la apicultura nacional por problemas como los pesticidas, el cambio

climático, la escasez de néctar y polen y porque no hay jóvenes interesados en la actividad. Creen que se van a seguir muriendo colonias de abejas.

DISCUSIÓN

De acuerdo al Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para el 2017 en el estado de Hidalgo se tenía un inventario de 25,281 colonias de *A. mellifera*. En este trabajo se visitó a 38 apicultores de Oro líquido y la asociación de la Huasteca, con un inventario en 2018 de 2,078 colonias, lo que representa el 8.2% del inventario estatal. La edad promedio de los apicultores fue de 44.8 años, cifra similar a la reportada en la región sur y sureste del estado de Jalisco (21) y en la región sur del estado de Yucatán. Una fortaleza que tiene este grupo de apicultores es que el 60.5% de ellos se encuentran y trabajan organizados. El 36.8% tienen familiares más jóvenes que les ayudan a las actividades apícolas. Esta condición les permite darle continuidad en el tiempo a la actividad apícola.

En el Cuadro 3 se puede observar una respuesta lineal positiva entre el número de colmenas y el ingreso que proporciona la apicultura a la economía familiar y de acuerdo a los datos proporcionados por los apicultores y también a la experiencia propia se puede argumentar que para que la apicultura sea la principal fuente de ingresos se requiere un inventario de más de 50 colmenas. Así también se puede decir que los apicultores que tienen menos de 50 colmenas se encuentran en una etapa de inversión y argumentan que cuando pueden invertir lo hacen de su actividad económica principal como puede ser su sueldo, su oficio, su actividad en el campo o su actividad comercial. El nivel de escolaridad es muy heterogéneo, sin embargo la disposición para capacitarse y profesionalizar la actividad es homogénea y tienen muy buena disposición para aprender nuevos conocimientos.

Los apicultores tienen un nivel básico en el manejo de las colonias de abejas y todos están certificados o en proceso de certificación de buenas prácticas productivas. Todos conocen las ventajas de realizar cambio de abejas reinas por ello el 60.5% de los apicultores realizan el cambio. Este porcentaje de cambio de abejas reinas es bajo considerando las ventajas que éste puede tener, como son el incremento de la productividad y el mejor manejo por la sanidad de la colonia y la docilidad de las abejas. El 39.5% de los apicultores que no realizan cambio anual de abejas reinas se debe en ocasiones al desconocimiento de un proceso correcto de cambio de reinas, lo que propicia que se fracase en el cambio de abejas reinas o también se puede deber en ocasiones a no conocer un criador de abejas reinas con buena progenie que pueda proveer los pedidos o incluso se puede deber a la falta de recurso para comprar las reinas.

En el Cuadro 4 se puede observar que el 81.6% de los apicultores tienen un porcentaje de infestación de Varroasis menor al 5%. Cuando se alcanza 5% de infestación la SAGARPA recomienda aplicar tratamiento para disminuir el riesgo de que se tenga daño económico ya que infestaciones mayores al 5% pueden reducir la producción de miel hasta en un 60% (109). Existen tratamientos químicos muy eficaces como son las tiras de Apistan o Bayvarol, pero es importante realizar un control integrado de esta plaga para evitar que los ácaros desarrollen resistencia al compuesto (110). Se deben combinar los tratamientos químicos con tratamientos biológicos como es el retiro de la cría de zángano de las colonias o tratamientos alternativos como son el Timol o el ácido oxálico y además realizar de manera correcta los tratamientos para que sean eficaces pues un mismo tratamiento puede dar resultados diferentes. Por ejemplo, para la aplicación de ácido oxálico se deben aplicar tres dosis, una dosis cada 8 días debido a que una sola dosis acaba con el 30% de los ácaros, dos con el 60% y tres dosis acaban con el 99% de la Varroasis (110). La hormiga tepehua es otra plaga que provoca pérdidas considerables en los apiarios sobretodo en la región de la Huasteca y los apicultores refieren que la forma de controlarlas es localizando el nido y quemándolas y al parecer les está dando un buen resultado.

Las pérdidas de las colonias de *A. mellifera* durante el invierno 2017-2018 fueron de 28.6 %. Esta pérdida brusca de poblaciones de abejas es similar a lo reportado en diversas regiones como en Estados Unidos de 2007 a 2011 se reportó una pérdida del 29% (77). En el invierno de 2010 y 2011 en Suiza se reportó una pérdida de 14.4% pero además reportaron un 5% adicional de colonias tan débiles que no produjeron en verano (78). En el Altiplano y Norte de México las pérdidas de colonias de *A. mellifera*, durante el invierno de 2015-2016 se estimaron en 33.4% (82).

Las pérdidas de las colonias de *A. mellifera* es percibida por los apicultores entrevistados como un resultado de colonias débiles en otoño, fracaso en el cambio de abejas reinas, falta de alimento, la presencia de varroasis (*V. destructor*) y el mal uso de acaricidas como el Timol. Además los apicultores identifican como amenazas el uso de agroquímicos, falta de floración, heladas, sequías y la contaminación del agua. La identificación por parte de los apicultores de pérdidas invernales derivados de una serie de factores manifiesta un buen conocimiento de la actividad y permite avanzar hacia la disminución de esta problemática con acciones encaminadas a fortalecer la nutrición de las colonias, la implementación de mejores prácticas de cambio de

abejas reinas y el uso adecuado de medicamentos para combatir plagas y enfermedades de las abejas. Para disminuir las pérdidas por este fenómeno es importante contar con colonias fuertes y sanas para evitar que se enfermen y además es necesario que cuenten con suficiente alimento para que en la próxima temporada de cosecha se tengan colonias listas para almacenar miel y polen.

De acuerdo con los cuestionarios aplicados los apicultores tienen un buen conocimiento del medio ambiente. Esto le da una ventaja al momento de seleccionar la ubicación de un nuevo apiario. Además identifican las principales amenazas a las que se pueden enfrentar las abejas.

De los apicultores integrados a la iniciativa Hidalgo Oro líquido y de los apicultores de la Asociación de Campesinos Apicultores de la Sierra y Huasteca de Hidalgo solamente el 13.3% recolecta propoleo y la recolección del propoleo se realiza principalmente mediante raspado. Esta es un área de oportunidad para que los apicultores puedan incrementar sus ingresos al incentivarlos a que coloquen trampas de polen y obtengan otro producto, además de la miel, así mismo se puede introducir mallas plásticas para la producción de propoleo. La cera podría ser otro producto que se obtenga de las colonias, y la diversificación de productos de las colmenas permitirá incrementar los ingresos de cada uno de los apicultores.

En relación al equipamiento que acompaña la explotación apícola, está el equipo de protección que a pesar de ser básico para realizar la actividad, el 20% de los apicultores no cuentan por ejemplo con overol. De forma similar, si se analiza el material de campo con el que cuentan los apicultores se cuantifica que solo el 13.3% de ellos tienen trampas de polen, ninguno de ellos tiene mallas para la producción de propoleo, el 26.7% tienen charolas salvamiel, cuando todos deberían tener para una buena práctica de cosecha. En cuanto al equipo de extracción, solamente el 40% tiene extractor y el 20% tienen banco desoperculador, es decir la mayoría aún cosecha de manera rústica la miel y solo el 13.3% tiene un área exclusiva para extraer la miel, lo cual puede incrementar la inocuidad de los productos. De equipo de envasado solo el 13.3% tienen termoenvasador, el cual es necesario porque la miel que se cosecha en varias regiones del estado se cristaliza a pocos días de cosechada y esto dificulta el envasado.

CONCLUSIONES

Los apicultores estudiados tienen una edad promedio de 44.8 años. El apicultor más joven tenía en el momento de la encuesta 26 años y 73 años el de más edad. El 36.8% tienen familiares más jóvenes que les ayudan a las actividades apícolas. Los apicultores entrevistados muestran una respuesta lineal positiva entre el número de colmenas y el ingreso que proporciona la apicultura a la economía familiar. A partir de 51 colmenas, la apicultura pasa a ser la fuente principal de ingresos de la familia.

La producción de los apicultores estudiados está dirigida principalmente a obtener miel de abeja, pero ante la incertidumbre de las condiciones meteorológicas de cada región, es fundamental diversificar los productos derivados de las abejas, así como la transformación de estos para detonar una explotación integral que impulse la apicultura como un medio de vida sostenible.

Derivado de la caracterización de la apicultura del grupo de apicultores estudiados en el presente trabajo se propuso al IHCE los siguientes cursos: apicultura básica, anatomía y biología de las abejas melíferas, manejo integral de la colmena, sanidad apícola y elaboración de productos derivados de las abejas. Con la implementación de estos cursos se puede potencializar y mejorar tanto el sistema productivo como la obtención de productos de una mejor calidad y la apertura hacia nuevos mercados. Además, se sugiere acompañamiento técnico para que incrementen su producción y seguimiento a actividades puntuales como es el cambio de abejas reinas, división y multiplicación de colonias, reparación o cambio de colmenas, tratamiento para Varroasis, alimentación de sostén y estímulo, entre otras. También se recomendó darle seguimiento al inventario del material de campo, de equipo, para mantener y en lo posible incrementar la capacidad productiva. Por último se recomendó darle seguimiento a los apicultores una vez implementadas las estrategias de fortalecimiento que están siendo auspiciadas por el IHCE y medir el avance en el manejo de las colmenas, en la producción obtenida, en la calidad de los productos derivado del equipamiento y el avance en la penetración de mercados que aún no son abordados por los apicultores miembros del proyecto.

DISCUSIÓN GENERAL

La apicultura en el estado de Hidalgo es una actividad económica que puede promover el desarrollo sostenible de familias del medio rural; sin embargo, para lograrlo es importante identificar la situación actual que guardan aspectos sociales, económicos, de manejo y del medio ambiente. A pesar que la actividad más importante de las abejas es la polinización de las planta con flor (9), la discusión abordará aspectos encaminados a mejorar las condiciones socioeconómicas, manejo y medioambientales de las colonias de abejas domésticas, así como los aspectos que contribuyen a la economía familiar.

Aspectos sociales

La edad promedio de los apicultores fue de 44.8 años, cifra similar a la reportada en la región sur y sureste del estado de Jalisco (21) y en la región sur del estado de Yucatán (28). El 36.8% tienen familiares más jóvenes que les ayudan a las actividades apícolas. Esta condición de edad permite visualizar que la actividad apícola en los próximos 10 años tiene mano de obra suficiente para continuar en la misma proporción. El nivel de escolaridad es muy heterogéneo, sin embargo la disposición para capacitarse y profesionalizar la actividad es homogénea ya que todos tienen muy buena disposición para aprender nuevos conocimientos.

Todos los apicultores tienen una expectativa positiva hacia su futuro en la apicultura y dentro de sus planes está incrementar el número de colmenas, ampliar su mercado y diversificar sus productos. En relación a la visión que tienen a mediano plazo, el 50% consideran un futuro incierto para la apicultura nacional por problemas como los pesticidas, el cambio climático, la escasez de néctar y polen y porque no hay jóvenes interesados en la actividad.

Aspectos económicos

La miel es el principal producto por peso y valor que se obtiene de las colmenas (31), situación que coincide con el grupo de apicultores estudiados, solamente el 6.6% recolecta polen, a pesar que tienen demanda del producto con sus clientes y el 12.3% elabora extracto de propoleo para venderlo combinado con la miel de abeja o solo en goteros. La producción de polen, propoleo y cera debe incentivarse entre los apicultores para que incrementen sus ingresos. La producción de

polen, propoleo y cera no afecta la producción de miel, es decir son productos que incrementan la utilidad por colonia de abeja. La diversificación de productos de las colmenas permitirá incrementar los ingresos de cada uno de los apicultores.

Manejo

Durante el año 2017 la productividad de los apicultores encuestados varió desde cero en la región de Zimapán hasta 30 kilogramos por colmena en la región de la Huasteca. Existen varias causas que posiblemente determinaron la baja o nula producción de miel en las diferentes regiones como son las sequías, la falta de floración en las temporadas de cosecha, la presencia de heladas tempranas y el manejo de colonias débiles por falta de alimento. Tanto los apicultores de la iniciativa Oro líquido como los de la asociación de la Huasteca tienen un nivel básico en el manejo de las colonias de abejas y todos están certificados o en proceso de buenas prácticas productivas. Para fortalecer el proceso productivo que permita contar con colonias fuertes y sanas es necesario el seguimiento y asesoría de técnicos apícolas.

Varroa destructor es la principal plaga dentro de los apiarios y el control mediante la aplicación de diferentes métodos permite mantener niveles bajos de infestación de modo que no provoquen un daño económico. De acuerdo a los resultados reportados en la encuesta solo el 15.5% de las colonias de abejas tienen niveles de infestación superior al 5% lo que puede provocar una disminución en la cosecha. En general se tiene un control adecuado de esta plaga y es conveniente la supervisión para continuar con el buen manejo que se tiene en relación a dicho parásito.

Las pérdidas de las colonias de *Apis mellifera* durante el invierno 2017-2018 para los apicultores encuestados fue de 28.6%. Estas pérdidas bruscas de poblaciones son similares a lo reportado en diversas regiones de México y de otros países (78, 82). Las pérdidas de las colonias de *A. mellifera* se percibe por los apicultores que están asociados con colonias débiles en otoño, fracaso en el cambio de abejas reinas, falta de alimento, la presencia de varroasis (*V. destructor*) y el mal uso de acaricidas como el Timol. El identificar y conocer cuáles son los aspectos que están provocando las pérdidas de colonias de abejas permite avanzar hacia la disminución de esta problemática con acciones encaminadas a fortalecer la nutrición de las colonias, la

implementación de mejores prácticas de cambio de abejas reinas y el uso adecuado de medicamentos para combatir plagas y enfermedades de las abejas.

Para disminuir las pérdidas por este fenómeno es importante contar con colonias fuertes y sanas para evitar que se enfermen y además es necesario que cuenten con suficiente alimento para que en la próxima temporada de cosecha se tengan colonias listas para almacenar miel y polen

Medio ambiente

En años recientes se han presentado múltiples cambios en los eventos meteorológicos, propiciando temporales erráticos y heladas tempranas, lo cual no favorece las condiciones óptimas para el desarrollo de la flora apícola (19, 20, 21). Este desajuste puede cambiar la disponibilidad de recursos al reducir el tiempo y espacio (75) de la floración y a su vez reducir la disponibilidad de carbohidratos (néctar) y proteínas (polen) para los polinizadores como las abejas. Se sabe que la longevidad individual de las obreras varía con la estación del año. Las obreras de primavera tienen una longevidad media de 30 a 40 días (ANEXO B). Las abejas de verano que trabajan en el mayor flujo de néctar experimentan una reducción de su esperanza de vida entre 25 a 30 días, mientras que las abejas de invierno tienen una marcada esperanza de vida mayor que llega a más de 100 días (68). La época de invierno tradicionalmente es considerada una temporada donde la abeja reina deja de poner huevos y los requerimientos térmicos y alimenticios de la colonia disminuyen. Sin embargo, en el invierno de 2017 en el municipio de Tizayuca se registraron temperaturas superiores a 24 °C por más de seis horas al día, lo que permitió mantener la postura de huevo de la abeja reina y por ende el desarrollo de las colonias de abejas melíferas. Lo anterior condujo a evaluar la longevidad de las abejas obreras en el municipio de Tizayuca y en el invierno de 2017 se encontró que la vida promedio de las abejas obreras para una colmena con cámara de cría con un volumen de 52.2 litros fue de 23.28 días y de 20.09 días para la colmena con cámara de cría con un volumen de 23.9 litros.

La esperanza de vida de las abejas obreras en el periodo invernal del municipio de Tizayuca es similar al reportado por otros autores pero en verano. Las temperaturas superiores a los 24 °C por más de seis horas al día durante el invierno de 2017 permite que las actividades de las abejas obreras incluyan tareas como la alimentación de las abejas nodrizas a la cría o el forrajeo de las abejas obreras adultas. Estas labores no deberían realizarse si se presentara una época invernal

típica donde la actividad de la colonia se reduce, la reina deja de depositar huevecillo y se forma el racimo invernal. Pero ante la presencia de temperaturas altas las abejas realizan actividades de forrajeo para preservar la colonia a pesar que los recursos florales son escasos. Para proponer alguna alternativa de manejo se evaluó como influye el tamaño de la cámara de cría en la reserva de alimento (polen y miel) y en la superficie de cría en la época invernal. Se encontró que una cámara de cría con un volumen interno de 23.9 lt. presenta ventajas al conservar una mayor superficie de miel, polen y cría con relación a las cámaras de cría más grandes y utilizadas tradicionalmente por el apicultor. Lo anterior no significa que se recomienda realizar el cambio de las cámaras de cría, pero sí utilizar alguna barrera física al interior que funcione como una pared interna que permita sobrevivir mejor en el periodo invernal.

CONCLUSIONES GENERALES

La situación actual de la apicultura en el estado de Hidalgo está caracterizada por una diversidad de factores sociales, económicos, de manejo y del medio ambiente que conlleva a la necesidad de realizar acciones para lograr que proporcione ingresos para mejorar la economía familiar.

El ingreso promedio proveniente de la actividad apícola del grupo Oro líquido y de los apicultores de la Asociación de Campesinos Apicultores de la Sierra y Huasteca de Hidalgo es del 59 %, pero cuando un apicultor tiene entre más de 51 colonias de abejas en producción, el ingreso derivado de la apicultura representa el 92.6% del ingreso familiar.

El manejo adecuado del espacio interno de la cámara de cría, la oportuna nutrición mediante la alimentación asistida por el apicultor y el oportuno tratamiento de enfermedades y plagas son algunas de las actividades dentro del manejo apícola que el productor debe hacer para mantener colonias de abejas fuertes y sanas y se logren cosecha redituables.

La mejor respuesta de fortaleza (mayor cantidad de cría) y mayores reservas de miel de la abeja melífera se registró cuando se utilizó la colmena con el menor tamaño interno (23.9 L). La colmena tipo Jumbo, utilizada en el altiplano central de México, presentó los valores más bajos de miel, polen y cría al final de la temporada invernal. Esto puede repercutir en una disminución de la productividad de miel y polen para los apicultores que utilizan este tipo de colmena.

En el municipio de Tizayuca, estado de Hidalgo se registró que la supervivencia promedio de abejas obreras en invierno para colmenas con cámara de cría de 52.2 litros fue de 23.28 días y de 20.09 días para la colmena con cámara de cría de 23.9 litros. Es necesario seguir realizando pruebas de longevidad a lo largo del año y en diferentes regiones de México para contar con datos más precisos de la esperanza de vida y ajustar el manejo de las colonias dependiendo de la zona y época del año.

Ante el nuevo escenario de diversos factores que propician la muerte masiva de abejas es importante promover el manejo de abejas para lograr beneficios económicos, sociales y del medio ambiente.

Literatura citada

1. Bradbear N. La apicultura y los medios de vida sostenibles. Roma, Italia: FAO, 2005.
2. Vargas G. Pobreza, migración y desempleo: Mujeres en la región Otomí Tepehua de Hidalgo. Nueva Antropología Revista de Ciencias Sociales 2011;24(75):93-109.
3. Díaz R. Desarrollo de una metodología para evaluar la sustentabilidad de sistemas familiares apícolas en Lavalleja, Uruguay. Tabasco, México: 2010. 17 Congreso Internacional de Actualización Apícola;54(4):58-63.
4. López X, Castillo A, Ezcurra X. Contrasting perspectives on mangroves in arid Northwestern Mexico: Implications for integrated coastal management. Ocean and Coastal Management 2011. 54;VOL:318-329.
5. Ortiz L, Vázquez S. Compendio demográfico de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo 2007: UAEH, ICSU, 2007.
6. INEGI. inegi.org.mx. [En línea] 27 de Junio de 2016.
http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos//prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/inter_censal/estados2015/702825079789.pdf.
7. INEGI. Anuario estadístico del estado de Hidalgo 2017 consultado en:
http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825095093.pdf
8. López A. Ampliación del sistema de riego en el Valle del Mezquital con aguas subterráneas (Tesis). D.F., México : Instituto Politécnico Nacional, Septiembre de 2004.
9. Michener C. The Bees of the World. Baltimore, USA : The Johns Hopkins University Press, 2007.
10. Wing D, Ian S. Economic consequences of pollinator declines: a synthesis. Agricultural and Resource Economics Review 2010;39:368-383.

11. Prasad P, Mackereth R, Hamley R, Qin W. Honey Bees (*Apis mellifera* L.) and Pollination Issues: Current Status, Impacts, and Potential Drivers of Decline. *Journal of Agricultural Science* 2015;7(6):93-109.
12. Doublet V, Labarussiaa M, De Miranda J, Robin F, Moritz A, Paxton R. Bees under stress: sublethal doses of a neonicotinoid pesticide and pathogens interact to elevate honey bee mortality across the life cycle. *Environmental Microbiology* 2015;17(4):969-983.
13. Betti M, Wahl L, Zamir M. Effects of Infection on Honey Bee Population Dynamics: A Model. *PLOS ONE* 2014;9(10):1-12.
14. Donkersley P, Rhodes G, Pickup R, Jones K, Wilson K. Honeybee nutrition is linked to landscape composition. *Ecology and Evolution* 2014;4(21):4195-4206.
15. Klein A, Vaissiere B, Cane J, Steffan-Dewenter I, Cunningham S, Kremen C, Tscharntke T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B* 2007;274:303-313.
16. Kasina J, Mburu J, Kreamer M, Holm.Muller K. Economic Benefit of Crop Pollination by Bees: A Case of Kakamega Small-Holder Farming in Western Kenya. *Journal of Economic Entomology* 2009;102(2):467-473.
17. Corbet S, Williams I, Osborne J. Bees and the pollination of crops and wild flowers in the european community. *Bee World* 1992;72(2):47-59.
18. Montoya P, León D, Chamorro F, Parra P. *Apis mellifera* como polinizador de cultivos en Colombia. *Iniciativa Colombiana de Polinizadores Capítulo Abejas*. Colombia: ICPA, 2016.
19. VanEngelsdorp D, Meixner, M. Historical review of managed honey bee populations in Europe and the United States and the factors that may affect them. *Journal of Invertebrate Pathology* 2010;103:580-595.
20. Crane T. Amerindian honey hunting and hive beekeeping. *Acta Americana* 1998;6(1):5-18.
21. Chadwick F, Alton S, Tennant E, Fitzmaurice B, Earl J. *El libro de las abejas*. Barcelona, España: Blume, 2016.

22. Garnery L, Cornuet J, Solignac M. Evolutionary history of the honey bee *Apis mellifera* inferred from mitochondrial DNA analysis. *Molecular Ecology* 1992;1:145-154.
23. Wallberg A, Han F, Wellhagen G, Dahle B, Kawata M, Haddad N, Simões Z, Allsopp M, Kandemir I, De la Rúa P, Pirk C, Webster M. A worldwide survey of genome sequence variation provides insight into the evolutionary history of the honeybee *Apis mellifera*. *Nature Genetics* 2014;46(10):1081-1088.
24. Cooelo U, Serralta P. Una experiencia con los espacios de abeja en la colmena Langstroth. Aguascalientes, México 2003. XVII Seminario Americano de Apicultura:198-201.
25. Brizuela M. Flujo Génico, Comportamiento Defensivo y Efecto de la Temperatura en Colonias de *Apis mellifera* Infestadas con *Varroa destructor*. (*Tesis doctorado*). México, NL : Universidad Autónoma de Nuevo León, 2003.
26. Head R. A Brief Survey of Ancient Near Eastern Beekeeping *Mormon Studies Review* 2008; 20(1):57-66. Disponible en: <http://scholarsarchive.byu.edu/msr/vol20/iss1/6>.
27. Guzmán E, Correa B, Espinosa M, Guzmán G. Colonización, impacto y control de las abejas melíferas. *Veterinaria México* 2011;42(2):149-178.
28. Ayala A. La apicultura de la Península de Yucatán: un acercamiento desde la ecología humana. s.l., Yucatán, México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, 2001.
29. FAO. Food and Agricultural Organization of the United States database. *faostat*. [En línea] 2014. [Citado el: 14 de Noviembre de 2017.] <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QA/visualize>.
30. FAOSTAT (2016). Revisado septiembre 6, 2018. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
31. Magaña M, Tavera C, Salazar B, Sanginés G. Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2016;7(5):1103-1115.
32. Demircan V, Sarica D, Sert D. Current status and development in beekeeping sector in turkey and in the world. *Lucrări Științifice Agronomi* 2016;59(1):211-218.

33. Camacho C, Medina Y. México, exportador de miel a Alemania. (Tesis. Instituto Politécnico Nacional, D.F.2010. Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/6441/A7.1803.pdf?sequence=1>
34. Magaña M, Sanginéz J, Lara P, Salazar L, Leyva C. Competitividad y participación de la miel mexicana en el mercado mundial. *Revista Mexicana Ciencias Pecuarias* 2017;8(1): 43-52. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4304>
35. Quiroz GD, Arrequin SM. Determinación palinológica de los recursos florales utilizados por *Apis mellifera l.* (hymenoptera: apidae) en el estado de Morelos, México. *Polibotánica* 2008;26: 159-173.
36. Ulloa J, Mondragón C, Rodríguez R, Reséndiz V, Rosas U. La miel y su importancia. *Revista Fuente* 2010;2(4):11-18.
37. Córdova CC, Ramírez AE, Martínez EE, Zaldívar J. Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera l.*) de cuatro regiones del estado de Tabasco, México, mediante técnicas melisopalínológicas. *Universidad y Ciencia Trópico húmedo* 2013;29(1):163-178.
38. Martínez G, Pérez L. La producción de miel en el Trópico Húmedo de México: avances y retos en la gestión de la innovación. Texcoco, México : Universidad Autónoma Chapingo, 2013.
39. Hernández CA. La apicultura en México, limitantes y perspectivas: una visión agroforestal. Tesis de Maestría. 2010. Universidad Autónoma Chapingo
40. SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. [En línea] 2016. [Citado el: 7 de octubre de 2010.] http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario_siapx_gobmx/indexnal.jsp.
41. legislativos, Instituto de estudios. Ley apícola para el estado de Hidalgo. *Periodico oficial del estado de Hidalgo*. Pachuca de Soto, Hidalgo : <http://www.congreso-hidalgo.gob.mx/Contenido/Leyes/11Ley%20Apicola%20para%20el%20Estado%20de%20Hidalgo.pdf>, 27 de Julio de 2015.
42. SAGARPA. Agenda de innovación tecnológica del estado de Hidalgo. [En línea] 2011. http://www.cofupro.org.mx/cofupro/agendas/agenda_hidalgo.pdf.

43. Gherman B, Denner A, Bobis O. Pathogen associated self medication behavior in the honeybee. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 2014;68(11):1777-1784.
44. Invernizzi C, Corbella E. Edad de las obreras que realizan comportamiento higienico y otros comportamientos en las abejas (*Apis mellifera*). *Revista de Etología* 1999;2:79-87.
45. Jones J, Myerscough M, Graham S, Oldroyd B. Honey bee nest thermoregulation: Diversity promotes stability. *Science* 2004;305:402-404.
46. Smodis S, Gregorc A. Characteristics of hypopharyngeal glands in honeybees (*Apis mellifera*) from a nurse colony. *Slovenian Veterinary Research* 2015;52(2):67-74.
47. Schmickl T, Thenius R, Crailsheim K. Swarm intelligent foraging in honeybees: benefits and costs of task partitioning and environmental fluctuations. *Neural Computing and Applications* 2012: 251-268.
48. Schmid HP, Winston M, Ydenberg R. Invitación paper (C.P. Alexander Fund): Foraging of individual workers in relation to colony state in the social Hymenoptera. *The Canadian Entomologist* 1993;125:129-160.
49. Vanderplanck M, Leroy B, Wathelet B, Wattiez R, Michez D. Standardized protocol to evaluate pollen polypeptides as bee food source. *Apidologie* 2014;45:192-204.
50. Human H, Nicolson S. Nutritional content of fresh, bee-collected and stored pollen of *Aloe greatheadii* var. *davyana* (Asphodelaceae). *Phytochemistry* 2006;67:1486-1492.
51. De Jong D, Morais V. Suplementos proteicos para preparar las colmenas para polinización y para la cosecha. Villahermosa, Tabasco, México 2010. 17° Congreso Internacional de Actualización Apícola:69-71.
52. DeGroot A. Protein and amino acid requirements of the honey bee (*Apis mellifera*). *Physiologia Comparata et d'Ecologia* 1953;3:197-285.
53. Fahrenholz L, Lamprecht I, Schrick B. Thermal investigations of a honey bee colony: thermoregulation of the hive during summer and winter and heat production of members of different bee castes. *Journal of Comparative Physiology B* 1989;159:551-560.

54. Stabentheiner A, Kovac H, Brodschneider R. Honeybee colony thermoregulation. Regulatory mechanisms and contribution of individual in dependence on age, location and thermal stress. *PLoS ONE* 2010;5(1):1-12.
55. Becher M, Moritz R. A new device for continuous temperature measurement in brood cells of honeybees (*Apis mellifera*). *Apidologie* 2009;40:577-584.
56. Southwick E, Heldmaier G. Temperature control in honey bee colonies. *Bioscience* 1987;37(6):395-399.
- BioScience* 1987; 37(6): 395-399. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/1310562>
57. Gérard M, Vanderplanck M, Franzen M, Kuhlmann M, Potts S, Rasmont P, Schweiger O, Michez D. Patterns of size variation in bees at a continental scale: does Bergmann's rule apply? *Oikos* 2018 DOI: 10.1111/oik.05260
58. Ramírez V, Sanabria S, Serrano M, Cueva R. The converse to Bergmann's rule in bumblebees, a phylogenetic approach. *Ecology and Evolution* 2016;6(17):6160-6169.
59. Simone FM, Foo B, Starks P. Impact of food availability, pathogen exposure and genetic diversity on thermoregulation in Honey Bees (*Apis mellifera*). *Journal Insect Behavior* 2014;27:527-539.
60. Pereboom J, Biesmeijer J. Thermal constraints for stingless bee foragers: the importance of body size and coloration. *Oecologia* 2003;37:42–50 DOI 10.1007/s00442-003-1324-2
61. Obeso J, Herrera J. Polinizadores y cambio climático. *Ecosistemas* 2018;27(2):52-59. DOI: 10.7818/ECOS.1371
62. Brodschneider R, y Crailsheim K. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie* 2010;41: 278-294.
63. Barquero EA, Aguilar MI, Méndez CA, Hernández SG, Sánchez TH, Montero FW, Herrera GE, Sánchez CL, Barrantes VA, Gutiérrez LM, Mesén MI, Bullé BF. Asociación entre abejas sin aguijón (Apidae, Meliponini) y la flora del bosque seco en la región norte de Guanacaste, Costa Rica. San José, Costa Rica. *Revista de ciencias ambientales*;53(1):70-91

64. Shemesh Y, Eban-Rothschild A, Cohen M, Bloch G. Molecular Dynamics and Social Regulation of Context Dependent Plasticity in the Circadian Clock work of the Honey Bee. Jerusalem, Israel. The Journal of Neuroscience 2010;30(37):12517-12525
65. Eban-Rothschild A, Bloch G. Circadian Rhythms and Sleep in Honey Bees. chapter 1.3 in " Honeybee Neurobiology and Behavior Jerusalem, Israel 2012.
66. Crailsheim K, Hrassnigg N, Stabentheiner A. Diurnal behavioural differences in forager and nurse honey bees (*Apis mellifera carnica* Pollm) Austria. Apidologie 1996;27(4):235-244
67. Steinmann N, Corona M, Neumann P, Dainat B. Overwintering is associated with reduced expression of Immune genes and higher susceptibility to virus infection in honey bees. PLoS ONE 2015;10 (6):1-18
68. Castellanos PB, Gallardo LF, Sol SA, Landeros SC, Díaz PG, Sierra FP, Santibañez GJ. Impacto potencial del cambio climático en la apicultura. Revista Iberoamericana de Bioeconomía y cambio climático 2016;21(1):1-19.
69. Le Conte Y, Navajas M. Climate change: Impact on honey bee populations and diseases. Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics) 2008;27(2):499-510.
70. Caldararo, N. Social behaviour and the superorganism: Implications for disease and stability in complex animal societies and colony collapse disorder in honeybees. Interdisciplinary Description of Complex Systems 2015;13(1):82-98.
71. Altieri M, Nicholls C. Agroecología. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. México D.F. : PNUMA, 2006.
72. Gitay H, Suárez A, Watson R, Dokken D. Cambio climático y biodiversidad. PNUMA. ISBN: 92-9169-104-7 Consultado el 16 de mayo de 2017 en <https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changes-biodiversity-sp.pdf>, 2002.
73. Sardans J, Peñuelas J. The role of plants in the effects of global change on nutrient availability and stoichiometry in the plant-soil system. Plant Physiology 2012;160(4):1741-1761.

74. Es'kov E. Ethological Physiological Effects of Hypoxia on the Honeybee *Apis mellifera* L. *Biology Bulletin* 2015;42(2):154-162
75. Hegland S, Nielsen A, Lázaro A, Bjerknes A, Totland O. How does climate warming affect plant-pollinator interactions? *Ecology Letters* 2009;12:184-195.
76. Tolsá S, Ballesta R. El Síndrome de Despoblamiento de las Colonias, las apimiasis y la teoría de las abejas poseídas. Lleida (España) : *Arquivos Entomolóxicos* 2017;17:71-80
77. Spleen A, Lengerich E, Rennich K, Caron D, Rose R, Pettis J. A national survey of managed honey bee 2011-12 winter colony losses in the United States: results from the Bee Informed Partnership. *Journal of Apicultural Research* 2013;52:2:44-53.
78. Charrière G, Robert Sieber R, Jean D. Winter colony losses in switzerland: just above normal for 2010/11? *Mellifera* 2011;11(21):43-44.
79. Soroker V. Evaluation of colony losses in israel 2008-2011. *Mellifera* 2011;11(21):36-37.
80. Moşl D, Nichita I, Tîrziu E, Moş T. High Honey Bee Losses in the winter of 2016-2017 in Timiș County, Romania. *Animal Science and Biotechnologies* 2017;50(1):197-201.
81. Genersch E, von der Ohe W, Kaatz H, Schroeder A, Otten C, Büchler R, Berg S, Ritter W, Mühlen W, Gisder S, Meixne M, Liebig G, Rosenkranz P. The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. *Apidologie* 2010;41(3):332-352.
82. Medina C, Esquivel N, López M, Medina S, Aguilera J. Estimación de la pérdida de colonias de abejas melíferas en el altiplano y el norte de México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 2017;5(14):365-371. DOI: 10.19136/era.a5n14.1459.
83. Strauss U, Dietemann V, Human H, Crewe R, Pirk C. Resistance rather than tolerance explains survival of savannah honeybees (*Apis mellifera scutellata*) to infestation by the parasitic mite *Varroa destructor*. *Parasitología* 2016; 143 (3): 374-87. DOI: 10.1017 / S0031182015001754.

84. Abbo P, Kawasaki J, Hamilton M, Cook S, DeGrandi-Hoffman G, Feng W, Liu L, Ping Y. Effects of Imidacloprid and *Varroa destructor* on survival and health of European honey bees, *Apis mellifera*. *Insect Science* 2017;24:467–477. DOI 10.1111/1744-7917.12335
85. Nazzi F, Le Conte Y. Ecology of *Varroa destructor*, the Major Ectoparasite of the Western Honey Bee, *Apis mellifera*. *Annual Review of Entomology* 2016;61:417-32.
86. Thoms C, Nelson K, Kubas A, Steinhauer N, Wilson M, VanEngelsdorp D. Beekeeper stewardship, colony loss, and *Varroa destructor* management. *Journal of the Human Environment* 2018; *Ambio* <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1130-z>
87. Levin S, Sela N, Erez T, Nestel D, Pettis J, Neumann P, Chejanovsky N. New Viruses from the Ectoparasite Mite *Varroa destructor* Infesting *Apis mellifera* and *Apis cerana*. *Viruses* 2019; 11(94):1-15. DOI:10.3390/v11020094
88. Glavinić U, Stevanović J, Gajić B, Simeunović P, Durić S, Vejnović B, Stanimirović Z. *Nosema ceranae* DNA in honey bee haemolymph and honey bee mite *Varroa destructor*. *Acta Veterinaria-Beograd* 2014;64 (3):349-357.
89. Ramírez M, Calderón R. Control del ácaro *Varroa destructor* en cría sellada de obrera al utilizar ácido fórmico y timol, en colmenas de abejas africanizadas, bajo condiciones tropicales. Nota Técnica. *Revista de Ciencias Veterinarias* 2016; 34(2):95-102.
90. Maldonado GA, Tenorio BL, Vázquez RY, Villalobos RM, Velázquez OV, Ortega SC, Valladares CB. Varroasis: enfoque ambiental y económico 2017. Una revisión. *Revista Electrónica de Veterinaria*; 18(9): 1-12. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090917.html>
91. Jean Prost P, Le Conte Y. Apicultura. Conocimiento de la abeja, manejo de la colmena. Barcelona, : Mundi-Prensa, 2006: 321-326.
92. Murayama Y, Thapa R. *Spatial Analysis and Modeling in Geographical Transformation Process*. New York : Springer, 2011.

93. Gallant A, Euliss Jr N, Browning Z. Mapping Large-Area Landscape Suitability for Honey Bees to Assess the Influence of Land-Use Change on Sustainability of National Pollination Services. *PLoS ONE* 2014;9(6):1-15.
94. Sponsler D, Johnson R. Honeybee success predicted by landscape composition in Ohio, USA. 2015, *PeerJ* 3:e838; DOI10.7717/peerj.838.
95. Scofield H, Mattila H. Pollen-Stressed Honey Bee Larvae Are Poor Foragers and Waggle Dancers as Adults. *PLoS ONE* 2015;10(4):1-19.
96. Anjos O, Silva G, Fernandez P. Beekeeping activities planning with GIS methodologies. *XLIII Congreso Internacional de Apicultura*. Kiev, Ucrania : s.n., 2013.
97. Erdogan Y, Ahmet D, Boma E. Some physiological characteristics of honeybee (*Apis mellifera* L.) housed in heated, fan wooden and insulated beehives. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 2009;8(8):1516-1519.
98. Flores S, Jiménez R, Padilla A. El colmenar. [En línea] 2005. [Citado el: 6 de Julio de 2016.] http://www.uco.es/dptos/zoologia/Apicultura/trabajos_libros/2005_Termorregulacion_El_Colmenar.pdf.
99. Sauter, J. United States Patent and Trademark Office. [En línea] 18 de 02 de 1941. <http://pdfpiw.uspto.gov/.piw?PageNum=0&docid=02232343&IDKey=9B384C010B69%0D%0A&HomeUrl=http%3A%2F%2Fpatft.uspto.gov%2Fnetacgi%2Fnph-Parser%3FSect2%3DPTO1%2526Sect2%3DHITOFF%2526p%3D1%2526u%3D%2Fnethtml%2FPTO%2Fsearch-bool.html%2526r%3D1%2526f%3DG%2526l%3>.
100. Taylor M. United States Patent and Trademark Office. [En línea] 02 de 05 de 1950. <http://pdfpiw.uspto.gov/.piw?PageNum=0&docid=02506118&IDKey=F144556BDFEC%0D%0A&HomeUrl=http%3A%2F%2Fpatft.uspto.gov%2Fnetacgi%2Fnph-Parser%3FSect2%3DPTO1%2526Sect2%3DHITOFF%2526p%3D1%2526u%3D%2Fnethtml%2FPTO%2Fsearch-bool.html%2526r%3D1%2526f%3DG%2526l%3>.
101. Van Damme J, Rendino C. United States Patent and Trademark Office. [En línea] 30 de Noviembre de 1976.

<http://pdfpiw.uspto.gov/.piw?PageNum=0&docid=03994034&IDKey=B0DEA3581FED%0D%0A&HomeUrl=http%3A%2F%2Fpatft.uspto.gov%2Fnetacgi%2Fnph-Parser%3FSect2%3DPTO1%2526Sect2%3DHITOFF%2526p%3D1%2526u%3D%2Fnethtml%2FPTO%2Fsearch-bool.html%2526r%3D1%2526f%3DG%2526l%3.>

102. Horton D. United States patent. [En línea] 22 de Enero de 1985.

<http://pdfpiw.uspto.gov/.piw?Docid=04494528&homeurl=http%3A%2F%2Fpatft.uspto.gov%2Fnetacgi%2Fnph-Parser%3FSect2%3DPTO1%2526Sect2%3DHITOFF%2526p%3D1%2526u%3D%2Fnethtml%2FPTO%2Fsearch-bool.html%2526r%3D1%2526f%3DG%2526l%3D50%2526d%3DPALL%2526S1%3D4494528.P.>

103. Stearns G. United States Patent. [En línea] 19 de Noviembre de 1996.

<http://pdfpiw.uspto.gov/.piw?PageNum=0&docid=05575703&IDKey=023A9EEF1A51%0D%0A&HomeUrl=http%3A%2F%2Fpatft.uspto.gov%2Fnetacgi%2Fnph-Parser%3FSect2%3DPTO1%2526Sect2%3DHITOFF%2526p%3D1%2526u%3D%2Fnethtml%2FPTO%2Fsearch-bool.html%2526r%3D1%2526f%3DG%2526l%3.>

104. Junqueira S, Regattieri S, Gollin B. United States Patent and Trademark Office. [En línea] 23 de Febrero de 2010.

<http://pdfpiw.uspto.gov/.piw?PageNum=0&docid=07666057&IDKey=DD8BC336339A%0D%0A&HomeUrl=http%3A%2F%2Fpatft.uspto.gov%2Fnetacgi%2Fnph-Parser%3FSect2%3DPTO1%2526Sect2%3DHITOFF%2526p%3D1%2526u%3D%2Fnethtml%2FPTO%2Fsearch-bool.html%2526r%3D1%2526f%3DG%2526l%3.>

105. Hernández F. (6 de marzo, 2018) Hidalgo segundo lugar nacional de miel de calidad.

Inforural. Recuperado de <https://www.inforural.com.mx/hidalgo-segundo-lugar-en-produccion-nacional-de-miel-de-calidad/>.

106. Martínez J, Cetzal W, González N, Casanova F, Saikat B. Caracterización de la actividad apícola en los principales municipios productores de miel en Campeche, México. *Journal of the Selva Andina Animal Science* 2018;5(1):44-53.

107. Echazarreta C. Caracterización de la apicultura en la Península de Yucatán. En: Memorias del foro de proyectos integrales: Sistema Producto Miel, Mérida, Sisiera/UADY 1999: 29-43.
108. Contreras F, Pérez B, Echazarreta C, Cavazos J, Macías J, Tapia J. Características y situación actual de la apicultura en las regiones Sur y Sureste de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 2013;4(3):387-98.
109. Ramírez H, Ruiz F. Incidencia de Varroasis en muestras de abejas (*Apis mellifera*) en el laboratorio de diagnóstico apícola. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 2012;18(2):175-182.
110. SAGARPA. [En línea] 21 de Enero de 2016. [Citado el: 5 de Septiembre de 2016.] <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/distritofederal/boletines/2016/enero/Documents/JAC0040-21.PDF>.
111. Dixon L, Kuster R, Rueppell O. Reproduction, social behavior, and aging trajectories in honeybee workers. *AGE*, 2014;36:89-101.
112. Cepero R. Monitorización de los principales patógenos de las abejas para la detección de alertas y riesgos sanitarios . Madrid, España : UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID (tesis doctorado), 2016.
113. Münch D. The curious case of aging plasticity in honey bees. *FEBS letters*, 2010;VOL:2496-2503.
114. Frake A, Stelzar J, Bourgeois A, Wagnitz J. The Effects of Pollen-Enriched Pollen Substitute on Winter Cluster Size and the Prevalence of *Nosema ceranae* in Russian Honey Bee Colonies. *Science of Bee Culture* 2012;4 (1):1-6.
115. Gómez D, Monterroso R, Tinoco R. Distribución del cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) en el estado de Hidalgo, bajo condiciones actuales y escenarios de cambio climático . *Madera y Bosques* 2007;13(2):29-49.
116. Parvu M, Andronie I, Amfim A, Simion V. Studies Concerning the Wintering of Bees . *Animal Science and Biotechnologies* 2015;48(2):120-122.

117. Rinderer T, Guzman L, Bourgeois L, Frake A. The Effects of Hive Size, Feeding and *Nosema ceranae* on the Size of Winter Clusters of Russian Honey Bee Colonies. *Science of Bee Culture* 2010;2(1):1-6.

118. Cakmak I, Abramson C, Cakmak S, Wells H. Observations on the lifespan of varroa infested honey bee workers. *Mellifera*, 2009;9:9-12

ANEXOS

ANEXO A.

Diseño y construcción de un aditamento que incrementa o disminuye el espacio interno de la colmena para un mejor desarrollo de las colonias de abejas.

En 2016 la producción de miel en varios estados del país cayó considerablemente, reducción que comienza a reflejarse en las exportaciones. En Chiapas la caída fue representativa pues los apicultores de esa entidad solían obtener entre 35 y 45 kilos de miel por colmena, pero el ciclo pasado -otoño/invierno- algunos consiguieron sólo dos kilos por colmena. En enero de 2016 las exportaciones de miel cayeron 43 por ciento, comparado con el mismo mes de 2015, al cerrar con 3 millones 880 mil dólares, revelan los datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (40). Los cambios en el clima podrían impactar de forma negativa en la apicultura porque ésta depende fuertemente de la producción de néctar y polen y las variaciones abióticas como la temperatura y humedad influyen directamente en las variaciones de recursos para las abejas domésticas (68). Por ejemplo, cuando se presentan lluvias por periodos prolongados el néctar de las flores es lavado por la lluvia y el néctar restante está muy diluido (69), lo que incrementa el gasto energético para reducir el exceso de humedad del alimento que será almacenado (68). La precipitación también limita las actividades de búsqueda de alimento (pecoreo), reduciendo el tiempo de vuelo de las abejas, lo que repercute en utilizar las reservas de alimento almacenadas en la colonia; por el contrario, cuando se presenta poca precipitación, se reduce la producción de polen y néctar, lo que deriva en escasez de alimento (69). Los resultados presentados en el capítulo 1 muestran que la mejor respuesta en la fortaleza y productividad de la abeja melífera en época invernal, se registró cuando se utilizó el tamaño interno de la colmena más pequeño (23.9 l). Sin embargo la colmena más utilizada en el Altiplano Central de México es la tipo Jumbo. Debido a que los apicultores difícilmente renuevan su material y es aún más difícil que cambien a otro tipo de colmena, se propone un aditamento que permita manipular la dimensión de las cámaras de cría de acuerdo a las condiciones de la temporada, sin tener que cambiar el material que se maneja en producción. Con este aditamento el apicultor tendrá la opción de producir miel, en contraste a no producir sin la manipulación del espacio interno de la colmena.

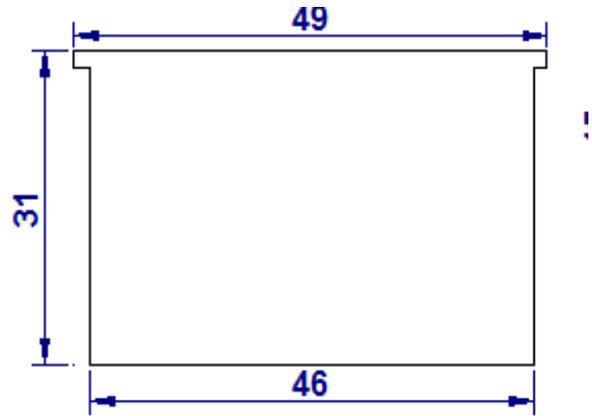


Figura 10. Lado izquierdo. Pared interna que se inserta en la cámara de cría construida con madera de 2 cm de espesor. Lado derecho. Esquema con las dimensiones en centímetros.



Figura 11 Vista posterior de una cámara de cría tipo Jumbo.

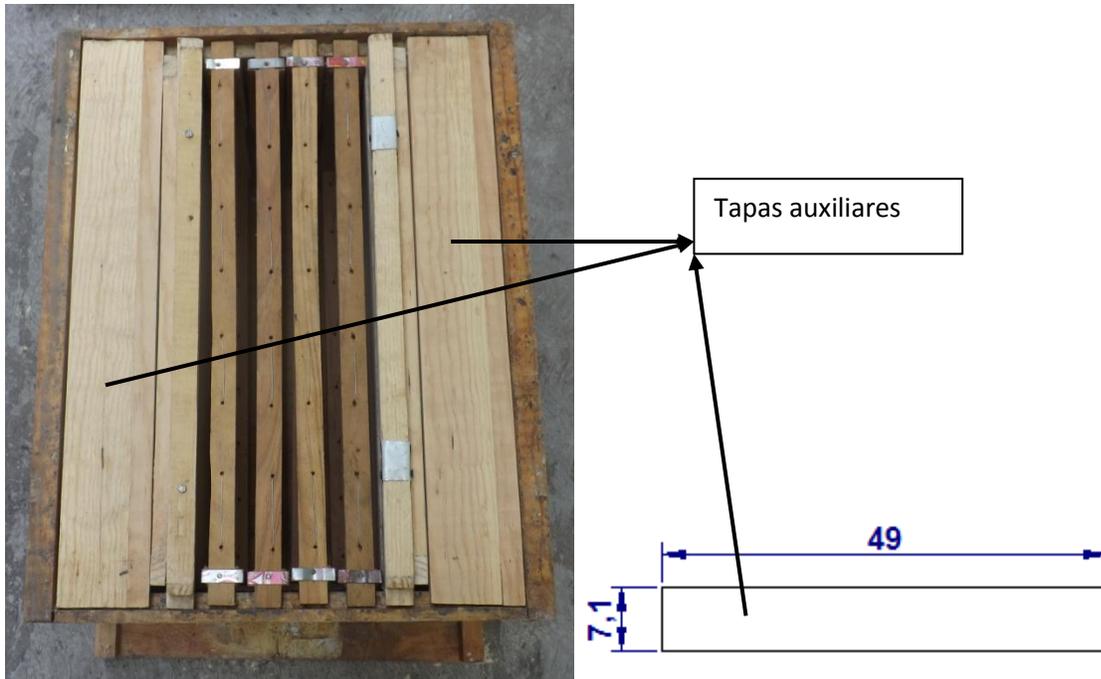


Figura 12. Vista posterior de una cámara de cría tipo Jumbo con las paredes internas que aumentan o disminuyen el espacio de acuerdo a la fortaleza de la colonia de abejas. Del lado derecho se muestra un esquema con las dimensiones en centímetros de las tapas auxiliares.



Figura 13. Vista posterior de una cámara de cría tipo Jumbo con las paredes internas y con la entre tapa de acrílico transparente. La entre tapa de acrílico evita destapar la colmena para observar el crecimiento de la colonia. La entre tapa tradicional es solo de madera.

ANEXO B

Efecto del tamaño interno de la colmena en la longevidad de las abejas obreras de *Apis mellifera* en época invernal en el estado de Hidalgo.

La esperanza de vida de la abeja obrera de *Apis mellifera* está influenciada por su entorno social (como es la estructura de edades y el tamaño de la colonia), su fisiología y comportamiento y el medio ambiente (104). Además, *A. mellifera* debe adaptarse a las variaciones estacionales y a la disponibilidad de recursos alimenticios para sobrevivir en condiciones extremas (111). En consecuencia, en climas templados se pueden encontrar dos tipos diferentes de abejas, aquellas que viven durante el verano, las cuales viven aproximadamente un mes y las producidas durante el invierno, que pueden vivir hasta seis meses (68).

Las abejas invernales de larga vida comienzan a producirse en agosto y septiembre en climas templados hasta que cesa la cría, generalmente a fines de octubre (68). A finales de otoño y durante el invierno la actividad de la colonia se reduce en gran medida por la falta de floración y la disminución de la temperatura exterior. Bajo estas condiciones el crecimiento de la cría se detiene (112) y no se requiere mucha actividad de crianza o de provisión de alimentos en la colonia (113) por lo que las actividades se concentran en el mantenimiento de la temperatura interior de la colmena (112). Durante este período, en los climas templados la abeja reina deja de poner huevos (114).

Se sabe poco acerca del desarrollo invernal de *A. mellifera* en climas cálidos, a pesar de que uno de los objetivos de cualquier apicultor es el de minimizar la muerte de abejas durante el invierno para lograr tener una colonia fuerte al inicio del flujo de polen en la primavera (115, 116). Al parecer, se desconoce la longevidad de las abejas obreras en México en la temporada invernal, por lo que se estudió la longevidad de las abejas obreras en cámaras de cría de diferente tamaño, en el periodo invernal. Se pretende que estos resultados ayuden a los apicultores mexicanos a incrementar la supervivencia de *A. mellifera* durante el invierno (116).

Para climas templados se ha reportado que colonias de abejas albergadas en colmenas de menor tamaño tienen mejores condiciones de fortaleza a finales del invierno que colmenas de mayor tamaño (117). Sin embargo, no se tienen registros de cómo estos elementos influyen en la longevidad de las abejas obreras ni cómo los factores ambientales como la temperatura o la

nutrición son determinantes para el crecimiento o supervivencia de las abejas (118). Adicional al estudio realizado sobre el comparativo del tamaño interno de la cámara de cría y la respuesta en área de miel, polen y cría, se determinó si existen diferencias en la longevidad de las abejas obreras en colmenas con diferente tamaño interno, en el periodo invernal.

Del mes de diciembre de 2017 a marzo de 2018 se instalaron 10 colonias de abejas en un apiario en la localidad de Huitzila, municipio de Tizayuca, Hidalgo (el sitio se describe con detalle en el Capítulo 1). Las colonias se instalaron con bastidores de cámara tipo Jumbo. Se utilizaron cámaras de cría que albergaron 4 y 10 bastidores; lo que permitió tener un volumen en la cámara de cría de 23.9 y 52.2 litros respectivamente. Cada colonia inició con una población aproximada de 10,000 abejas y una reina recién fecundada de una mezcla heterogénea de las razas italiana y carniola. Se marcó la reina para asegurar que ésta fuera la misma durante todo el periodo experimental.

Para determinar la longevidad de las obreras, éstas se marcaron para monitorear su sobrevivencia. Para marcar las obreras, se trasladó un bastidor con cría operculada al laboratorio de Interacciones Biológicas, y éste se colocó en una incubadora a 34.5°C y con 70% de humedad relativa. Cada tercer día se marcó en el tórax las abejas recién emergidas utilizando corrector líquido de color blanco. Posteriormente las abejas marcadas se introducirán dentro de las diez colmenas y se monitoreó semanalmente la sobrevivencia de las obreras. Durante el periodo de estudio se suministró alimentación de mantenimiento una vez por semana (19; 20). La alimentación de estímulo consistió en alimentar con jarabe preparado con agua y azúcar a una proporción 1:2. Se utilizó un diseño completamente al azar, a una distancia de dos metros entre hileras y un metro entre colmenas de la misma hilera (11). Se presentan los datos de forma visual, En la Figura 14 se muestra la gráfica con la supervivencia de abejas obreras en invierno en dos tipos de colmenas durante 58 días y la vida promedio fue de 23.28 días para la colmena Imperial y de 20.09 días para la colmena Jumbo. Cuando se repite el ejercicio sólo para la colmena jumbo en primavera, la vida promedio de las abejas obreras fue de 17.57 días (Figura 15).

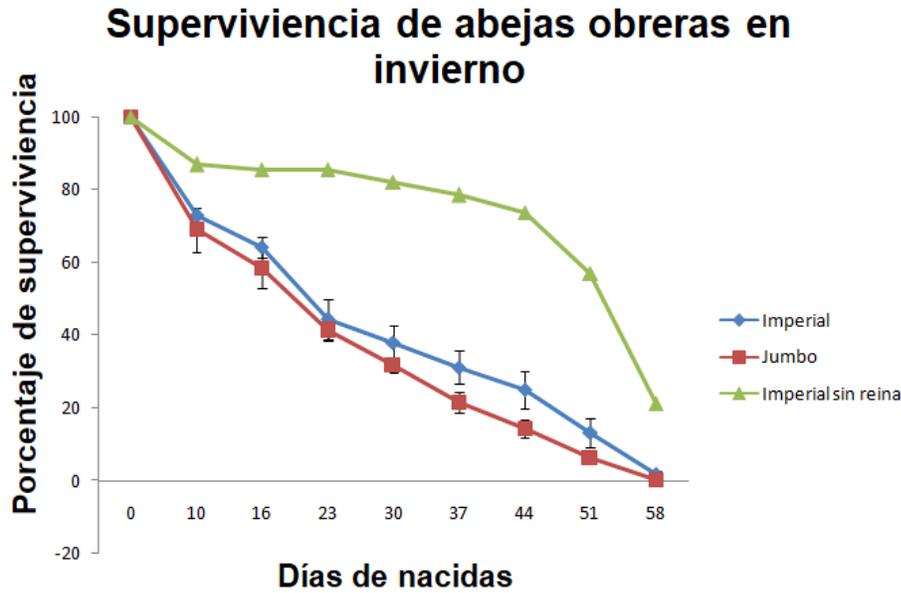


Figura 14. Supervivencia de abejas obreras en invierno. La vida promedio fue de 23.28 días para la colmena Imperial y de 20.09 días para la colmena Jumbo. Las líneas representan el promedio \pm error estándar.

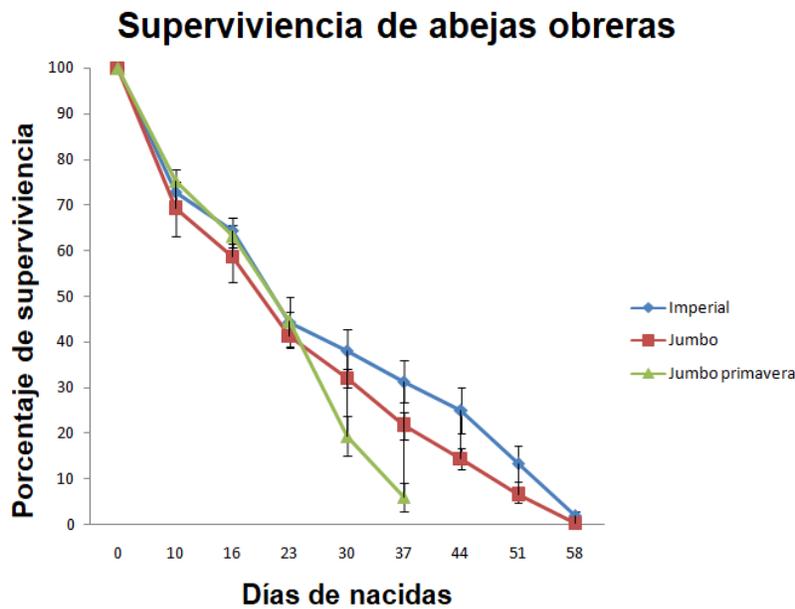


Figura 15. Supervivencia de abejas obreras en invierno y en primavera. La vida promedio fue de 23.28 días para la colmena Imperial y de 20.09 días para la colmena Jumbo y de la Jumbo en primavera es de 17.57 días. Las líneas representan el promedio \pm error estándar.

ANEXO C

Cuestionario de diagnóstico para Apicultores A

Instituto Hidalguense de Competitividad Empresarial

Folio:

Ubicación Geográfica	
Estado:	
Municipio:	
Localidad:	
Colonia:	

Ubicación Geográfica Apiario	
Estado:	
Municipio:	
Nombre apiario:	
Coordenadas:	

Condiciones:
Los datos proporcionados por el apicultor serán utilizados para realizar el diagnóstico y la caracterización de la

Ubicación Geográfica Apiario	
Estado:	

--

Municipio:	
Nombre apiario:	
Coordenadas:	

Ubicación Geográfica Apiario	
Estado:	
Municipio:	
Nombre apiario:	
Coordenadas:	

Fecha:

Nombre de apicultor:

Firma:

Nombre de entrevistador:

Firma:

Apartado A: Perfil del Apicultor

1.- ¿Cuántos años cumplidos tiene?

2.- ¿Cuál es su último grado de estudios?

3.- ¿Asiste actualmente o asistió a algún curso de capacitación apícola?

- 4.- ¿Le interesa asistir a algún curso de capacitación?
- 5.- ¿Sobre qué le gustaría capacitarse?
- 6.- ¿Cuál es su actividad principal que le proporciona ingresos?
- 7.- ¿En términos de ingresos que proporción provienen de la apicultura?
- 8.- ¿Cuáles son los productos de las abejas que vende?
- 9.- ¿Para qué utiliza la ganancia de la apicultura?
- 10.- ¿Cuándo tiene que invertir en la apicultura, de dónde obtiene el dinero y cuánto es?
- 11.- ¿Existe algún grupo organizado en la región?
- 12.- ¿Pertenece usted a alguno de ellos? y ¿Por qué?
- 13.- ¿Cree que tiene o tendría ventajas de pertenecer a alguna de ellas?
- 14.- ¿Algún familiar de usted se interesa o le ayuda en la actividad? ¿De qué edad?
- 15.- Dentro de 10 años como visualiza su actividad apícola

16.- ¿Qué expectativas tiene de la apicultura?

17.- Recibe asistencia técnica para la apicultura. Si recibe de quien recibe

2

Apartado B: Manejo de la colmena

1.- ¿Cuántos años tiene de apicultor?

2.- ¿Cuántas colmenas tiene actualmente? En ¿Cuántos apiarios?

3.- ¿Cuántas colmenas ha llegado a manejar en un año?

4.- ¿Cuáles son las actividades principales que realiza?

5.- ¿Realiza cambio de reinas? ¿Por qué? ¿Con qué frecuencia?

6.- ¿Dónde compra las reinas? ¿Cuánto cuestan?

7.- ¿Cuántas veces cosecha por temporada y por año?

7.1.-¿Conoce el origen floral o el tipo de miel que cosecha?

Azahar	Mezquite	Multiflora	Mantequilla			
--------	----------	------------	-------------	--	--	--

7.2.- ¿Su miel ha sido analizada en un laboratorio?

8.- ¿Cuánto cosecho en el último año?

En Kilogramos

MIEL	POLEN	PROPOLEO	NÚCLEOS	JALEA	REINA	OTROS

9.- ¿A cómo le pagan su cosecha?

MIEL	POLEN	PROPOLEO	NÚCLEOS	JALEA	REINA	OTROS

10.- ¿Dónde vende su cosecha?

11.- Cuales considera que son sus principales necesidades para mejorar su actividad apícola

12.- Tiene conocimiento sobre el manejo de Abejas meliponas

13.- le gustaría compartir sus experiencia sobre el manejo de abejas o de otro tema

relacionado con la industria apícola

3

Apartado C: Relación con el medio ambiente

1.- ¿Cuáles son las plantas de donde obtiene su cosecha las abejas?

Especies	Néctar	Polen	Apiario	Época	Abundancia

3.- ¿Cuáles son las amenazas para las abejas?

4

4.- ¿Considera que el medio ambiente ha cambiado desde que comenzó hasta el día de hoy?

5.- ¿Estos cambios afectan la apicultura?

6.- ¿Qué sugerencias da para disminuir o incluso mejorar las condiciones de las abejas?

7.- ¿Los siguientes elementos del paisaje considera que contribuyen (C) o perjudican (P) a las abejas?

Agricultura	
Ganadería	
Bosques	
Cuerpos de agua	
Zonas industriales	
Zonas urbanas	
Pesticidas	

8.- ¿Estaría dispuesto a participar en campañas de reforestación y que se hicieran con especies nativas productoras de néctar o polen?

9.- ¿Cuánto tiempo estaría dispuesto a donar?

**MUCHAS
GRACIAS POR
SU
PARTICIPACIÓN**

Cuestionario de Diagnóstico B

Nombre de apicultor:

Firma:

Nombre de entrevistador:

Firma:

RFC:

1.- Tipo de envase que ocupa para sus productos:

___ cristal ___ plástico ___ sachet ___ cubeta ___ tambo ___ otro

¿Cuál? _____

2.- ¿Cuenta con alguna marca para sus productos? SI NO

3.- ¿Cuál es el nombre de su producto (marca)? _____

4.- ¿Dónde vende sus productos?

___ tienda ___ mercado ___ empresa ___ vecinos/amigos/familiares ___ otros

¿Cuáles? _____

5.- ¿Cómo vende sus productos (volumen o peso) y en qué presentación los vende?

PRODUCTO

PRODUCTO

PRODUCTO

PRODUCTO

6.- ¿Cuál es el gasto que usted hace para la manutención de sus colmenas con qué frecuencia?

7.- ¿Qué raza es su abeja reina? _____ Carniola _____ Italiana _____ Starline _____ Azteca
_____ africanizada _____ melipona _____ híbrida _____ otra
¿Cuál? _____

8.- ¿Sus abejas reinas están certificadas? Si _____ no _____

9.- ¿Con qué equipo de campo cuenta?

10.- ¿Con qué equipo de extracción cuenta y de qué capacidad? ¿Tiene cuarto de extracción?

Extractor _____ Uniforme _____

Desoperculador _____ botas _____

Tina de sedimentación _____ Caldera _____

Cuchillo desoperculador _____ espátula _____

Charola salvamiel _____

11.- ¿Con qué equipo y material de envasado cuenta? (Especifique cuantos)

Guantes _____ termo envasador _____ otros _____

¿Cuáles? _____

Cubre bocas _____ tina de sedimentación _____

Cubre cabello _____ bata _____

12.- ¿Qué certificación posee su apiario?

13.- ¿Con qué frecuencia realiza la inspección de sus colonias y qué evidencias tiene?

_____ cada 8 días _____ bitácoras _____ otro

¿cuál? _____

_____ cada 15 días _____ reportes escritos de revisión _____ otro
_____ cada mes

14.- ¿Qué tipo de alimentación utiliza? Proteica Carbohidratos

_____ De estímulo _____ de sostén

15.- ¿Con qué frecuencia alimenta a sus abejas?

16.- ¿Qué cantidad de alimento compra, cuánto tiempo dura y cuánto le cuesta?

17.- ¿Qué tipo de cajas utiliza?

_____ Langstroth _____ otra ¿cuál? _____

_____ jumbo

18.- ¿Con qué frecuencia adquiere nuevas cajas?

19.- ¿Contrata trabajadores para la apicultura? ¿Cuántos y por cuántos días?

20.- ¿Dónde compra la cera de abeja?

21.- ¿Ha perdido colmenas? SI NO 2017 2016 2015 2014 2013

22.- ¿Recuperó colmenas recientemente?

23.- ¿Qué es la apitoxina? _____ alimento de abeja _____ alimento de abeja reina
_____ veneno de abeja

24.- ¿Sabe usted o ha realizado el proceso para la extracción de la apitoxina? si-----
no-----

¿Cómo?_____

25.- ¿Cuáles son los usos de la apitoxina?

26.- ¿Qué es la jalea real?

27.- ¿Conoce el proceso para obtener jalea real?

28.- ¿Qué orientación tienen sus cajas y cuál es la razón?

_____ norte _____ este _____ a la salida del sol

_____ Sur _____ oeste _____ a la puesta del sol

¿Por qué?_____

29.- ¿Cómo sabe usted que la miel está lista para ser cosechada?

30.- Aplica tratamiento contra la Varroa? ¿Qué aplica, dosis, frecuencia?

30.1.- ha observado si alguna practica de manejo afecta la Varroa

30.2.- Ha observado si algún factor del medio ambiente influye en la infestación de Varroa

31.- ¿Qué tipo de medicamento ha aplicado a sus abejas y para qué enfermedad?

32.- ¿Con qué frecuencia ha aplicado el medicamento a sus abejas?

33.- ¿Cómo afecta el medicamento aplicado a la miel?

34.- ¿Con qué frecuencia realiza cambio de panales de la cámara de cría?

35.- ¿Cómo realiza la limpieza de la colmena y en qué periodo?

36.- ¿A qué distancia se encuentra el agua de las colmenas y qué tipo de corriente es?

37.- ¿Ha plantado algún tipo de planta cerca de su apiario y cuál?

38.- ¿Existen sembradíos cerca de su apiario, a qué distancia. De qué tipo?

39.- ¿Existen áreas naturales cerca del Apiario a qué distancia. De qué tipo??

41.- ¿Realiza división de colmenas y en qué periodo?

42.- ¿A qué distancia de la zona urbana se encuentra su apiario?

43.- ¿Cuenta en su apiario con señalamientos de aviso y advirtiéndolo que es zona de abejas?

44.- ¿Cuenta con sello quemador?

ANEXO D.

Glosario de términos

Alimentación de estímulo

Actividad que se realiza con el propósito de estimular la postura de la reina y la colonia cuenta con la mayor cantidad de abejas pecoreadoras para la recolección del néctar y se suministra de preferencia 45 días antes de la floración de néctar y se suspende iniciada ésta.

Apiario

Conjunto de colonias de abejas manejadas por un productor.

Apicultura

Actividad que consiste en el cuidado de colonias de *Apis mellifera* para obtener productos que ellas producen o recolectan, como son la miel, el polen, el propóleo, la cera y la jalea real.

Coevolución

Proceso por el cual dos o más organismos ejercen presión de selección mutua y sincrónica (en tiempo geológico) que resulta en adaptaciones específicas recíprocas.

Eusocial

Insectos que cooperan en el cuidado de la cría y generalmente tienen castas estériles. Existe solapamiento de generaciones con longevidad elevada de la casta reproductora. Generalmente las hembras obreras estériles son hijas, no hermanas de la reina.

Localidad

Todo lugar ocupado con una o más viviendas, las cuales pueden estar o no habitadas.

Manejo integral

El proceso de planificación completo e integrador que tiende a armonizar los valores culturales, económicos y ambientales,

Medios de vida

Un medio de vida comprende las capacidades, bienes y actividades requeridas para un sentido de vida. Un medio de vida es sostenible cuando puede cubrir y recuperarse frente al estrés o los impactos, mantener o mejorar sus capacidades y bienes a corto y largo plazo, sin deteriorar los recursos naturales de base.

Miel

Es un fluido dulce y viscoso producido por las abejas a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos chupadores de plantas. Las abejas lo recogen, transforman y combinan con la enzima invertasa que contiene la saliva de las abejas y lo almacenan en los panales donde madura.

Nido de cría

Área dentro de una colonia de abejas donde la abeja reina oviposita y se crían las nuevas generaciones de abejas.

Núcleos

Colonias de abejas formadas a partir de una colonia principal que es dividida o fraccionada para incrementar el número de colonias de un apicultor.

Pobreza

Una persona se encuentra en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social (en los seis indicadores: rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación) y su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias.

Pobreza alimentaria

Incapacidad para obtener una canasta básica alimentaria, aun si se hiciera uso de todo el ingreso disponible en el hogar para comprar sólo los bienes de dicha canasta.

Pobreza de capacidad

Insuficiencia del ingreso disponible para adquirir el valor de la canasta alimentaria y efectuar los gastos necesarios en salud y educación, aun dedicando el ingreso total de los hogares nada más que para estos fines.

Pobreza extrema

Un persona se encuentra en situación de pobreza extrema cuando tiene tres o más carencias, de seis posibles, dentro del índice de privación social y que además se encuentra por debajo de la línea de bienestar mínimo. Quien se encuentra en esta situación dispone de un ingreso tan bajo, que aun si lo dedicara por completo a la adquisición de alimentos, no podría adquirir los nutrientes para tener una vida sana.

Pobreza patrimonial

Insuficiencia del ingreso disponible para adquirir la canasta alimentaria, así como realizar los gastos necesarios en salud, vestido, vivienda, transporte y educación, aunque la totalidad del ingreso del hogar fuera utilizado exclusivamente para la adquisición de estos bienes y servicios.

Resiliencia

La capacidad que se tiene de recuperarse frente a la adversidad para seguir produciendo.

Sustentabilidad

Actividad humana que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad, de otra gente en otros lugares del planeta o de generaciones futuras, para satisfacer sus propias necesidades. La satisfacción de las necesidades de manera sustentable, comprende las necesidades sociales, económicas y ambientales.

Zonas rurales

Asentamientos humanos con menos de 2 500 habitantes a excepción de cabeceras municipales.

Zonas urbanas

Asentamiento humanos con igual o más de 2 500 habitantes, donde el uso de suelo es principalmente habitacional.