




## Condiciones poblacionales y alimenticias de colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*) en tres regiones del altiplano semiárido de México



Carlos Aurelio Medina-Flores<sup>a\*</sup>

Ernesto Guzmán-Novoa<sup>b</sup>

Jairo Iván Aguilera Soto<sup>a</sup>

Marco Antonio López Carlos<sup>a</sup>

Sergio Ernesto Medina-Cuéllar<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Universidad Autónoma de Zacatecas. Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Carretera Panamericana Zacatecas-Fresnillo km 31.5, El Cordovel, Enrique Estrada. CP. 98500, Zacatecas, México.

<sup>b</sup> University of Guelph. School of Environmental Sciences. Guelph, ON, N1G 2W1, Canada.

<sup>c</sup> Universidad de Guanajuato. Campus Irapuato-Salamanca, Departamento de Arte y Empresa, Salamanca, Guanajuato, México.

\*Autor de correspondencia: [carlosmedina@uaz.edu.mx](mailto:carlosmedina@uaz.edu.mx)

### Resumen:

Se estimó la población de abejas, áreas con cría, miel y polen en 150 colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*) establecidas en las regiones semiseca templada, subhúmeda templada y semiseca semicálida de Zacatecas, México, durante las épocas de primavera y otoño. Las colonias de la región semiseca semicálida tuvieron significativamente más abejas y cría en otoño que las colonias de las otras regiones ( $P < 0.001$ ). En primavera, la población de abejas en las colonias de las regiones semiseca templada y semiseca semicálida fue similar, y significativamente mayor que en la región subhúmeda templada ( $P < 0.01$ ). Se

registró menos miel y más polen almacenados en otoño en colonias de la región semiseca semicálida que en las otras regiones ( $P<0.001$ ). En primavera, el área de polen almacenado en colonias de la región semiseca templada fue significativamente mayor que en las otras regiones ( $P<0.0001$ ). La población de abejas y áreas de cría de las colonias en otoño, se correlacionaron positivamente con la población de abejas, áreas de cría y miel de la primavera ( $P<0.001$ ). En otoño, la región semiseca semicálida tuvo mejores condiciones para el desarrollo y reproducción de colonias que las otras regiones. Sin embargo, el tamaño poblacional de las colonias estudiadas (21,000 a 35,000 abejas/colmena) no es considerado óptimo ( $>50,000$ ), por lo que se sugiere que previo a floraciones se implementen estrategias tendientes a incrementar la población y reservas de alimento que contribuyan a la sobrevivencia de las colonias en el invierno y a mejorar su productividad.

**Palabras clave:** *Apis mellifera*, Población de abejas, Areas de cría, Miel, Polen, Regiones climáticas.

Recibido: 25/02/2017

Aceptado: 11/02/2018

El estado de Zacatecas ocupa el décimo lugar como productor de miel en la República Mexicana, y en la región norte del país se ubica en el primer sitio con una producción anual de 1,603 t<sup>(1)</sup>. La producción de miel y la sobrevivencia de las colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*) obedece al efecto e interacción de diversos factores, que pueden ser resumidos en el tamaño poblacional de las colonias, la laboriosidad de las abejas y el medio ambiente<sup>(2)</sup>. Sin embargo, para la entidad y en general para el altiplano semiárido de México, las condiciones ambientales demandan procesos de manejo eficientes que contribuyan al óptimo aprovechamiento de los recursos.

En este sentido, bajo condiciones naturales el crecimiento poblacional de las colonias de abejas se relaciona con la disponibilidad de polen y néctar en el campo. La entrada de néctar y polen a la colmena estimulan la postura de la reina y por lo tanto se incrementa la población de la colonia<sup>(3)</sup>. La producción de miel de las colonias está ligada al rápido aprovechamiento de la floración por parte de las abejas, por lo que la floración y la existencia de una abundante población de abejas en la colmena, deben coincidir para obtener mayores rendimientos productivos. Para que se produzca este paralelismo (población-flujo de néctar), la colonia debe producir con antelación a la floración una cantidad abundante de cría que permita hacer coincidir el máximo de población con el flujo de néctar<sup>(2)</sup>. Adicionalmente a la producción de miel, los parámetros poblacionales y alimenticios representan importantes indicadores de supervivencia de las colonias de abejas melíferas durante el invierno<sup>(4)</sup>, lo cual tiene

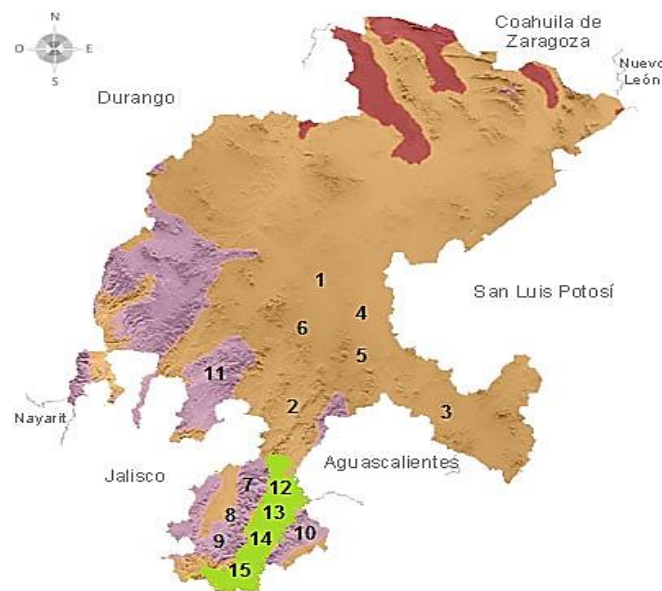
implicaciones económicas y ecológicas.

Por lo anterior, es de interés para investigadores y apicultores, conocer el tamaño poblacional y las reservas de alimento de colonias de abejas en diferentes épocas del año y regiones climáticas. Este conocimiento puede permitir a los productores implementar estrategias durante el manejo de pre-cosecha que contribuyan a incrementar sus rendimientos productivos, así como a reducir la tasa de pérdida de colonias durante épocas críticas para las mismas (ej. invierno) y su ejecución dependerá del desarrollo poblacional natural de cada región.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el tamaño poblacional y reservas alimenticias de colonias de abejas melíferas durante las dos épocas del año en que ocurren las principales floraciones, en las tres regiones climáticas de mayor importancia apícola para el estado de Zacatecas.

Para alcanzar dicho objetivo, se estimó el tamaño poblacional y las reservas de alimento en el 20 % de las colonias comerciales de abejas ubicadas en 25 apiarios de tres regiones climáticas del estado de Zacatecas. Las evaluaciones se realizaron durante dos ocasiones, a mediados del otoño del 2010 (n= 150) y a mediados de la primavera del 2011 (n= 150 colonias). El 90 % de las colonias que se muestrearon en otoño, se muestrearon también en primavera; el otro 10 % fueron diferentes, ya que 15 de ellas se perdieron durante el invierno. Las colonias estudiadas se seleccionaron al azar en cada apiario muestreado, siempre y cuando fueran clínicamente sanas visualmente. Las colonias pertenecían a diferentes productores, por lo que las condiciones de manejo, origen y edad de las reinas fueron heterogéneas, situación que compartieron las tres regiones estudiadas. Además se asumió que en conjunto y por el amplio número de repeticiones, se representan adecuadamente las condiciones de manejo promedio para el Estado. El valor del trabajo reside en hacer comparaciones relativas de las condiciones de las colonias entre regiones. Las colonias se encontraban distribuidas en 15 municipios pertenecientes a las tres regiones ecológicas de mayor importancia apícola para el estado de Zacatecas (Figura 1), México (22° 57' N, 102° 42' O). En cada región se analizaron 50 colonias en el otoño y 50 en la primavera y de 8 a 13 colonias en cada municipio. Las principales características climáticas y de vegetación de cada región se describen a continuación.

**Figura 1:** Mapa de Zacatecas, con la ubicación de las colonias analizadas en las diferentes regiones



Semiseca templada: Fresnillo (1), Villanueva (2), Villa García (3), Guadalupe (4), Ojo Caliente (5) y Zacatecas (6).  
 Subhúmeda templada: Tepechitlán (7), Tlantenango (8), Momax (9), Nochistlán (10) y Valparaíso (11).  
 Semiseca semicálida: Tabasco (12), Jalpa (13), Juchipila (14) y Moyahua (15).

Región semiseca templada (SST). Representa el 60 % de la superficie del territorio estatal y es la región más árida, alta, fría y seca de las tres estudiadas. Su precipitación, temperatura y humedad relativa medias anuales son 469 mm, 15 °C y 54 %, respectivamente. Esta región presenta menor diversidad de especies vegetales en comparación con las otras regiones del Estado y la vegetación dominante es el pastizal mediano abierto<sup>(5)</sup>. Dos importantes flujos de néctar ocurren cada año, uno durante la primavera (principalmente por mezquite (*Prosopis laevigata*)) y otro durante el otoño. Este último es el de mayor importancia apícola en el Estado y es producto de las floraciones de diversas malezas como la aceitilla (*Bidens odorata*), el lampote (*Tithonia tubaeformis*) y el lampotillo (*Simsia amplexicaulis*)<sup>(5-7)</sup>. Las colonias de esta región se encontraban ubicadas en nueve apiarios de los municipios de Fresnillo, Villanueva, Villa García, Guadalupe, Ojo Caliente y Zacatecas, a altitudes de entre 1,800 y 2,400 msnm.

Región subhúmeda templada (SUT). Los parámetros de precipitación, temperatura y humedad relativa medias anuales de esta región son 680 mm, 18 °C y 66.7 %, respectivamente. El clima de la región constituye una transición entre el de las regiones SST y SSSC. La vegetación es de tipo latifoliado esclerófilo caducifolio<sup>(5)</sup> y la flora de importancia apícola durante la primavera son el tepame (*Acacia pennatela*) y la manzanilla (*Arctostaphylos pungens*), y para finales de verano y otoño el garraño (*Mimosa aculeaticarpa*), la manzanilla (*Arctostaphylos pungens*) y el varaduz (*Eysenhardtia*

*polystachya*)<sup>(5-7)</sup>. Las colonias en esta región estaban localizadas en ocho apiarios en los municipios de Tepechtlán, Tlantenango, Momax, Nochistlán y Valparaíso, a altitudes de entre 1,200 y 2,000 msnm.

Región semiseca semicálida (SSSC). Las medias anuales de precipitación, temperatura y humedad relativa de esta región son 704 mm, 19.5 °C y 55 %, respectivamente<sup>(5)</sup>. Es la más baja, cálida y húmeda de las tres regiones estudiadas; además en ella existe una mayor diversidad de recursos florales que en las otras dos regiones. En la región se presentan dos principales flujos de néctar de hierbas, árboles y arbustos caducifolios. En la primavera el mezquite (*Prosopis laevigata*) es la principal flora apícola mientras que en el otoño varias especies producen néctar o polen como la vara prieta (*Verbesina platyptera*), la venadilla (*Bursera fagaroides*) y el ochote (*Ipomoea murucoides*)<sup>(5-7)</sup>. Las colonias estudiadas estaban ubicadas en ocho apiarios en los municipios de Tabasco, Jalpa, Juchipila y Moyahua, a altitudes entre 1,000 y 1,400 msnm.

La población de abejas de las colonias se estimó mediante el conteo de panales cubiertos por abejas, multiplicado por el número de abejas que ocupan un panal jumbo de cámara de cría por ambos lados (3,960 abejas), de acuerdo a lo establecido para abejas africanizadas por Delaplane *et al*<sup>(8)</sup>. Las áreas de cría y de reservas de alimento se estimaron a través del porcentaje promedio estimado por dos operadores de la superficie de cada lado del panal ocupada por cría operculada, miel y polen. Posteriormente esta superficie porcentual se convirtió en área (cm<sup>2</sup>), usando la superficie que tiene un panal tipo jumbo en ambos lados (2,260 cm<sup>2</sup>)<sup>(8,9)</sup>. Las mediciones se realizaron durante el periodo de la tarde (1600 a 1900 h) cuando la mayoría de las abejas se encontraban en el interior de las colmenas.

Los datos obtenidos para el número de abejas y las áreas de los panales ocupada por cría, miel y polen, se transformaron a la raíz cuadrada del arcoseno, con la finalidad de normalizar su distribución<sup>(10)</sup>. Las dos estaciones del año se compararon sometiendo los datos de las variables estudiadas a pruebas t de Student. Para determinar si existieron diferencias entre las tres regiones en relación a las variables estudiadas, los datos transformados se sometieron a un análisis de varianza (ANDEVA) y cuando se detectaron diferencias significativas, las medias se compararon a través de la prueba de Tukey. Se utilizó también el análisis de correlación de Pearson para determinar la relación entre las variables registradas<sup>(11)</sup>.

Sin considerar las regiones, los resultados muestran significativamente más población de abejas y mayores áreas de cría y miel durante la primavera que en el otoño, mientras que las áreas de polen fueron significativamente mayores durante el otoño (Cuadro 1).

**Cuadro 1:** Valores (media  $\pm$  EE) de número de abejas y área de panales con cría, miel y polen en colonias de abejas melíferas durante la primavera y el otoño

Variable	Otoño	Primavera	<i>t</i> y <i>P</i>
Abejas por colonia	23,550 $\pm$ 626	33,044 $\pm$ 539	56.9 <.0001
Áreas de cría, cm <sup>2</sup>	9,392 $\pm$ 362	10,168 $\pm$ 288	41.9 <.0001
Áreas de miel, cm <sup>2</sup>	6,443 $\pm$ 338	7,177 $\pm$ 289	30.4 <.0001
Áreas de polen, cm <sup>2</sup>	1,975 $\pm$ 161	1,328 $\pm$ 136	15.4 <.0001

Así mismo, al excluir del análisis las épocas del año, los resultados muestran que las colonias ubicadas en la región SSSC presentaron mayor población de abejas y áreas de cría que las de las otras regiones. Las áreas de reservas de miel de las colonias ubicadas en las regiones SST y SHT fueron mayores que en la región SSSC. Las áreas de polen fueron inferiores en la región SHT en comparación con las regiones SST y SSSC, entre las cuales no hubo diferencia significativa (Cuadro 2).

**Cuadro 2:** Valores (media  $\pm$  EE) de número de abejas y área de panales con cría, miel y polen en colonias de abejas melíferas de tres regiones del estado de Zacatecas

Variable	Semiseca templada	Subhúmeda templada	Semiseca semicálida	F y P
Abejas por colonia	27,960 $\pm$ 981 <sup>a,b</sup>	26,800 $\pm$ 876 <sup>b</sup>	29,954 $\pm$ 678 <sup>a</sup>	3.52 0.030
Áreas de cría, cm <sup>2</sup>	9,245 $\pm$ 448 <sup>b</sup>	9,186 $\pm$ 375 <sup>b</sup>	10,874 $\pm$ 363 <sup>a</sup>	5.8 0.0032
Áreas de miel, cm <sup>2</sup>	7,647 $\pm$ 304 <sup>a</sup>	7,407 $\pm$ 409 <sup>a</sup>	5,392 $\pm$ 399 <sup>b</sup>	10.9 <.0001
Áreas de polen, cm <sup>2</sup>	2,145 $\pm$ 206 <sup>a</sup>	1,130 $\pm$ 124 <sup>b</sup>	1,689 $\pm$ 202 <sup>a</sup>	7.7 0.0005

Diferentes literales en una misma fila indican diferencias significativas basadas en un análisis de varianza y la prueba de Tukey.

El Cuadro 3 muestra los valores promedio por colonia de abejas y áreas de cría considerando las tres regiones y las dos épocas de año en estudio; se observa que las colonias de la región SSSC presentaron mayor población de abejas durante el otoño que las colonias de las regiones SST y SHT, entre las cuales no hubo diferencias significativas para esa época del año. En la primavera, las colonias de las regiones SST y SSSC tuvieron una población similar y significativamente mayor a la población de las colonias ubicadas en la región SHT.

**Cuadro 3:** Valores (media  $\pm$  EE) de número de abejas y área de panales con cría en colonias de abejas melíferas de tres regiones durante la primavera y el otoño

Región	Abejas por colonia en otoño	Abejas por colonia en primavera	t y P	Áreas de cría (cm <sup>2</sup> ) en otoño	Áreas de cría (cm <sup>2</sup> ) en primavera	t y P
Semiseca templada	20,908 $\pm$ 1,091 <sup>b</sup>	35,155 $\pm$ 779 <sup>a</sup>	t=112.8 P<.0001	6,282 $\pm$ 461 <sup>c</sup>	12,268 $\pm$ 489 <sup>a</sup>	t=80.9 P<0.0001
Subhúmeda templada	22,888 $\pm$ 1,200 <sup>b</sup>	30,791 $\pm$ 1,032 <sup>b</sup>	t=51.2 P<.0001	9,695 $\pm$ 611 <sup>b</sup>	8,666 $\pm$ 439 <sup>b</sup>	t=3.8 P=0.052
Semiseca semicálida	26,788 $\pm$ 804 <sup>a</sup>	33,185 $\pm$ 913 <sup>a</sup>	t=28.2 P<.0001	12,141 $\pm$ 526 <sup>a</sup>	9,582 $\pm$ 445 <sup>b</sup>	t=14 P=0.0003
F y P	F=8.38 P=0.0004	F=5.79 P=0.003		F=30.72 P<0.0001	F=16.92 P<0.0001	

<sup>ab</sup> Diferentes literales en una misma columna indican diferencias significativas. Los valores t y probabilidad asociada resultan de la comparación de estaciones del año para cada región.

En el otoño, las áreas de cría fueron mayores en las colonias de la región SSSC que en las otras regiones, mientras que en la primavera, las áreas de cría fueron significativamente mayores en la región SST que en las otras dos regiones (Cuadro 3).

El Cuadro 4 muestra que en el otoño hubo significativamente menos miel almacenada en las colmenas de la región SSSC que en las otras regiones. Las áreas de miel almacenada en las colonias de las tres regiones durante la primavera no fueron significativamente diferentes. En el otoño, las áreas de polen fueron mayores en la región SSSC en comparación con las otras dos regiones, mientras que en la primavera, las colonias de la región SST tuvieron áreas significativamente mayores de polen que las colonias de las otras dos regiones.

**Cuadro 4:** Valores medios de área de panales con miel y abejas melíferas de tres regiones durante la primavera y el otoño

Región	Áreas de miel (cm <sup>2</sup> ) en otoño	Áreas de miel (cm <sup>2</sup> ) en primavera	t y P	Áreas de polen (cm <sup>2</sup> ) en otoño	Áreas de polen (cm <sup>2</sup> ) en primavera	t y P
Semiseca templada	8,701 $\pm$ 474 <sup>a</sup>	6,572 $\pm$ 320 <sup>a</sup>	t=13.7 P<0.0003	1,943 $\pm$ 304 <sup>b</sup>	2,352 $\pm$ 286 <sup>a</sup>	t=.98 P=0.32
Subhúmeda templada	7,774 $\pm$ 561 <sup>a</sup>	7,033 $\pm$ 609 <sup>a</sup>	t=1.6 P=0.20	1,175 $\pm$ 159 <sup>c</sup>	1,083 $\pm$ 196 <sup>b</sup>	t=.27 P=0.60
Semiseca semicálida	2,924 $\pm$ 351 <sup>b</sup>	7,910 $\pm$ 530 <sup>a</sup>	t=62.9 P<0.0001	2,791 $\pm$ 310 <sup>a</sup>	565 $\pm$ 139 <sup>b</sup>	t=43.1 P<0.0001
F y P	F=44.55 P<0.0001	F=1.88 P=0.15		F=9.32 P=.0002	F=18.64, P<0.0001	

<sup>ab</sup> Diferentes literales en una misma columna indican diferencias significativas. Los valores t y probabilidad asociada resultan de la comparación de estaciones del año.



Se encontró una correlación positiva y significativa entre el número de abejas y las áreas de cría de las colonias en las dos estaciones del año (otoño:  $r= 0.79$ ,  $P<0.001$ ; primavera.  $r= 0.54$ ,  $P<0.001$ ,  $n= 150$ ). La población de abejas en el otoño se correlacionó positiva y significativamente con la población de abejas, áreas de cría y miel registradas en la primavera ( $r= 0.32$ ,  $r= 0.36$ ,  $r= 0.28$ , respectivamente;  $n= 150$ ,  $P<0.0001$ ). Así mismo, el área de cría de las colonias en el otoño se relacionó significativamente con la población de abejas, áreas de cría y miel de la primavera ( $r= 0.30$ ,  $r= 0.33$ ,  $r= 0.26$ , respectivamente;  $n= 150$ ,  $P<0.001$ ). No se encontraron correlaciones significativas entre estaciones respecto a las áreas de polen con los valores poblacionales de las colonias.

Estos resultados indican que las condiciones poblacionales y de reservas de miel fueron mejores en la primavera en comparación con lo registrado en el otoño, y que la región SSSC, tuvo mayor población de abejas y áreas de cría a diferencia de la regiones SST y SHT, las cuales se caracterizan por contar con temperaturas, precipitación pluvial y diversidad de especies vegetales inferiores que la región SSSC<sup>(5)</sup>.

Considerando las regiones y las épocas del año en conjunto, los resultados mostraron que el tamaño poblacional de abejas y áreas de cría en el otoño, fueron mayores en las colonias ubicadas en la región SSSC en comparación con las otras regiones, y solo durante la primavera las áreas de cría fueron mayores en la región SST. Esto posiblemente se deba principalmente a diferencias entre regiones respecto a las condiciones ambientales como la diversidad de especies vegetales, precipitación pluvial, temperatura y humedad. Por ejemplo, el hecho de que hubiera reservas relativamente altas de polen (fuente de proteínas) en otoño y relativamente bajas en la primavera en las colonias de la región SSSC, pudiera explicar en buena medida, porqué las colonias de esa región tuvieron significativamente más cría y abejas en el otoño comparado con las colonias de las otras regiones. Posiblemente, en otoño la disponibilidad del polen de *Verbesina platyptera*, *Bursera fagaroides* y *Ipomoea murucoides* de la región semiseca semicálida sea mayor que las especies vegetales de las regiones semiseca templada (*Bidens odorata*, *Tithonia tubaeformis* y *Simsia amplexicaulis*) y subhúmeda templada (*Mimosa aculeaticarpa*, *Arctostaphylos pungens* y *Eysenhardtia polystachya*).

Cabe destacar, que el mayor tamaño poblacional de abejas y cría en el otoño para las colonias de la región SSSC, no se tradujo en una mayor cantidad de miel almacenada. Se observó que hubo más miel y menos polen en la primavera y más polen y menos miel en el otoño en dicha región que en las regiones SST y SHT, lo cual podría deberse a que la intensidad de flujo de néctar de la floración no fue suficiente para registrar una alta producción de reservas de alimento y al haber más población de abejas se incrementó el consumo de alimentos y consecuentemente se redujeron sus reservas. Posiblemente el mayor tamaño poblacional de abejas y cría no debió ser duradero, ya que con menos alimento disminuiría la población a consecuencia de la reducción de la postura de la reina<sup>(12)</sup>. Si bien pudiera no esperarse una alta producción de miel, la producción de abejas y cría en la región SSSC durante el otoño,



es suficiente para aprovecharse en la formación de núcleos de abejas que tienen un alto valor comercial.

Las poblaciones de cría y abejas dependen de las reservas de alimentos en la colonia y de su disponibilidad en el campo<sup>(13)</sup>. Si las reservas y disponibilidad de polen son bajas, habrá menos proteína para la alimentación de las larvas, por lo que la calidad (respecto a tamaño, nutrición y viabilidad) y cantidad de abejas en la siguiente generación (35 días) se puede reducir. Esto a su vez influye negativamente en el desarrollo de la colonia<sup>(14,15)</sup>. Lo anterior concuerda con que en el presente trabajo hubo una relación significativa entre la cantidad de abejas y el área de cría en el otoño y la primavera.

El contenido proteico del polen de floraciones en México no ha sido estudiado, sin embargo reportes en otros países revelan amplias variaciones entre especies vegetales (2 al 62 %)<sup>(16)</sup>. Por ello, cuando la colonia no dispone de suficiente polen o el contenido proteico del polen almacenado es menor al 20 %, ésta tiende a coleccionar mayor cantidad de polen para cubrir sus requerimientos nutricionales, ya que de no lograrlo, se reduce la postura de la reina<sup>(17)</sup>, lo que conlleva a que la colonia no se desarrolle óptimamente. Las diferentes regiones del presente estudio varían en diversidad, distribución y abundancia de especies vegetales, por lo que basándose en la cantidad de polen almacenado, se puede especular que pudiera haber diferente aporte de elementos nutritivos en el polen coleccionado por las abejas en las distintas regiones. Esto, al menos en parte, pudiera explicar las diferencias encontradas en reservas de polen y cría de las colonias entre regiones y estaciones, y la ausencia de correlación entre las áreas de reservas de polen y el tamaño poblacional (cría y abejas) de las colonias. Sin embargo, esta hipótesis requiere ser probada en futuros estudios.

Se ha reportado que la población de abejas y las reservas de alimento de las colonias durante el otoño, influye en el tamaño poblacional durante la primavera<sup>(4)</sup>, lo que a su vez puede repercutir sobre las poblaciones de abejas en el verano y por lo tanto en la productividad de la colonia. Lo anterior coincide con las correlaciones encontradas en el presente estudio, ya que estas sugieren que, al incrementarse la población de abejas, áreas de cría y reservas de miel a mediados del otoño, se incrementarán también dichas condiciones en la primavera. Además, Guzmán-Novoa *et al*<sup>(4)</sup>, encontraron que el bajo tamaño poblacional y las bajas reservas de alimento se asocian al 69 y 68 % de la mortalidad de colonias durante el invierno, respectivamente.

Ambas estaciones analizadas corresponden a épocas de floración y cosecha de miel en el altiplano semiárido de México, pero se observó que con excepción de la región SSSC, las mejores condiciones para el desarrollo de colonias se presentaron en la primavera, ya que en esa estación hubo mayor población de abejas y reservas de polen en las colonias.

Las condiciones ambientales y el manejo, son factores variables que influyen significativamente en la sobrevivencia y tamaño poblacional de las colonias de abejas, así

como en su producción de miel. En Zacatecas se han registrado producciones promedio por floración de 17.5 a 30 kg de miel por colmena<sup>(18,19)</sup>, pero estas producciones muy probablemente pudieran mejorarse. Por ello es indispensable que los apicultores monitoreen el estado sanitario, poblacional y alimenticio de sus colonias en diferentes épocas, para implementar estrategias de manejo previo a la cosecha como el cambio de reinas, control de enfermedades, suplementación alimenticia y movilización de colmenas, previo al flujo de néctar (al menos 45 días). Esto permitirá hacer coincidir el máximo de población de las colonias con el inicio de las floraciones.

Las medias poblacionales de aproximadamente 21,000 a 35,000 abejas por colmena encontradas en épocas de floración en el presente estudio, fueron superiores a las reportadas en colonias de *Apis mellifera syriaca* de Jordania, bajo condiciones semiáridas del mediterráneo<sup>(20)</sup>, y similares a las colonias bajo condiciones tropicales del estado de Chiapas, México<sup>(21)</sup>, pero inferiores a las de Canadá, donde se han registrado poblaciones de más de 50,000 abejas por colonia<sup>(2)</sup>. Se puede inferir que el manejo previo a la cosecha de las colonias estudiadas pudo no ser el adecuado. Esta hipótesis se basa en que a diferencia de las regiones de Chiapas y Canadá, las floraciones del altiplano semiárido de México generalmente se presentan de forma súbita y son de corta duración pero con abundante flujo de néctar, lo cual demanda que los apicultores sean más eficientes en el manejo de sus colonias para aprovechar mejor los recursos florales.

El bajo tamaño poblacional observado es entendible, dado que la mayoría de los apicultores en México prefieren no alimentar a las colonias previo a las floraciones y esperan que éstas las fortalezcan (observación personal). Con esa estrategia, las medias de producción tienden a ser bajas, ya que cuando las colonias alcanzan sus poblaciones máximas generalmente sucede al final de las floraciones. Por ello sería recomendable realizar estudios comparativos de productividad entre colonias con manejos alternos que incluyan el cambio de reinas y la alimentación artificial (energética y proteica) previo a las floraciones, así como también el control de enfermedades y parásitos, ya que se sabe que diferentes patologías pueden afectar significativamente la productividad y poblaciones de las colonias de abejas en el altiplano mexicano<sup>(19,22,23)</sup>. Estos estudios permitirían hacer recomendaciones específicas de manejo para elevar la producción de miel y la sobrevivencia de las colonias en el invierno.

Se concluye que en comparación con las otras regiones, las condiciones naturales de la región semiseca semicálida ofrecen mejores posibilidades de desarrollo para las colonias de abejas, particularmente durante el otoño, lo cual no necesariamente se traduce en mayor cantidad de miel almacenada, pero pudiera traducirse en mayor cantidad de cría y abejas con fines reproductivos para producir núcleos de abejas. También se concluye que en general, el tamaño de las poblaciones de abejas encontradas en las colonias estudiadas durante dos épocas de floración no son las óptimas para la producción de miel y se propone que pudieran incrementarse con medidas de manejo que sean validadas con estudios científicos.

## Agradecimientos

A Laura Espinosa, José Luis Uribe, Carlos Aréchiga y Ramón Gutiérrez por sus valiosas aportaciones sobre una versión anterior del manuscrito.

### Literatura citada:

1. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). Servicio de información estadística agroalimentaria y pesquera (SIAP). 2011. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>. Consultado Sep 18, 2017.
2. Szabo TI, Lefkovich LP. Effect of brood production and population size on honey production of honeybee colonies in Alberta, Canada. *Apidologie* 1989;20(2):157-163.
3. Fewell JH, Winston ML. Colony state and regulation of pollen foraging in the honey bee, *Apis mellifera* L. *Behav Ecol Soc* 1992;30(6):387-393.
4. Guzmán-Novoa E, Eccles L, Calvete Y, MCGowan J, Kelly PG, Correa-Benítez A. *Varroa destructor* is the main culprit for the death and reduced populations of overwintered honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Ontario, Canada. *Apidologie* 2010;41(4):443-450.
5. INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Municipios de Zacatecas. 2005.
6. Acosta-Castellanos S, Quiroz-García L, Arreguín-Sánchez MDLL, Fernández-Nava R. Análisis polínico de tres muestras de miel de Zacatecas, México. *Polibotánica* 2011;(32):179-191.
7. Franco OVH, Siqueiros DME, Hernández AEG. Flora apícola del estado de Aguascalientes. 1ra ed. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes; 2012.
8. Delaplane KS, van der Steen J, Guzman-Novoa E. Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. *J Apic Res* 2013;52(1): 1-12.
9. Guzmán-Novoa E, Correa BA, Espinosa MLG, Guzmán G. Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México. *Vet Méx* 2011;42(2):149-178.
10. Zarr JH. *Biostatistical analysis*. . Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall; 1999.

11. SAS. SAS User's Guide: Statistics (version 9 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc. 2002.
12. Woyke, J. Correlations and interactions between population, length of worker life and honey production by honeybees in a temperate region. *J Apic Res* 1984;23(3):148-156.
13. Winston ML. The biology of the honey bee. Cambridge Massachusetts EU: Harvard University Press; 1991.
14. Schmickl T, Crailsheim K. Inner nest homeostasis in a changing environment with special emphasis on honey bee brood nursing and pollen supply. *Apidologie* 2004; 35(3):249-263.
15. Brodschneider R, Crailsheim K. Nutrition and health in honey bees. *Apidologie* 2010;41(3):278-294.
16. Keller I, Fluri P, Imdorf A. Pollen nutrition and colony development in honey bees: part 1. *Bee World* 2005;(86):3-10.
17. Somerville, D. Fat bees skinny bees. A manual on honey bee nutrition for beekeepers. Australian Government Rural Industries Research and Development Corporation, Goulburn. 2005; 1-142. file:///C:/Users/HDC/Downloads/05-054.pdf. Accessed Jan 13, 2017.
18. Medina-Flores CA, Guzmán-Novoa E, Aréchiga-Flores CF, Aguilera-Soto JI, Gutiérrez-Piña FJ. Effect of *Varroa destructor* infestations on honey yields of *Apis mellifera* colonies in Mexico's semi-arid high plateau. *Rev Mex Cienc Pecu* 2011;2(3):313-317.
19. Medina-Flores CA, Guzmán-Novoa E, Aréchiga Flores CF, Gutiérrez Bañuelos H, Aguilera Soto JI. Producción de miel e infestación con *Varroa destructor* de abejas africanizadas (*Apis mellifera*) con alto y bajo comportamiento higiénico. *Rev Mex Cienc Pecu* 2014;5(2):157-170.
20. Zaitoun ST, Al-Ghzawi AM, Shannag HK. Population dynamics of the Syrian Honeybee, *Apis mellifera syriaca*, under semi-arid Mediterranean conditions. *Zoology in the Middle East* 2000;21(1):129-132.
21. Mondragón L, Spivak M, Vandame R. A multifactorial study of the resistance of honeybees *Apis mellifera* to the mite *Varroa destructor* over one year in Mexico. *Apidologie* 2005;36(3):345-358.
22. Arechavaleta-Velasco ME, Guzmán-Novoa E. Honey production with fluvalinate-treated and untreated honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies in Valle de Bravo, Mexico. *Vet Méx* 2000;(31):381-384.

23. Medina-Flores CA, Guzmán-Novoa E, Espinosa-Montaña LG, Uribe-Rubio JL, Gutiérrez-Luna R, Gutiérrez-Piña FJ. Frequency of varroosis and nosemosis in honey bee (*Apis mellifera*) colonies in the state of Zacatecas, Mexico. Rev Chapingo Ser Cie 2014;20(3):159-167.