


## Producción de miel de colonias *Apis mellifera* seleccionadas y su relación con parámetros geográfico-ambientales de Jalisco

### Honey production from selected *Apis mellifera* colonies and its relation to geographic-environmental parameters of Jalisco

José María Tapia-González<sup>1</sup> ,  
 Tomás Martínez- Serratos<sup>1</sup> ,  
 José Octavio Macías-Macías<sup>1</sup> ,  
 Francisca Contreras-Escareño<sup>2</sup> ,  
 Ma. Patricia Rivera-Espinoza<sup>1</sup> ,  
 Enrique Rodríguez-López<sup>1</sup> ,  
 José Carlos Tapia-Rivera<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones en Abejas (CIABE). Departamento de Ciencias de la Naturaleza. CUSUR. Universidad de Guadalajara. Av. Enrique Arreola Silva No. 883, Colón, Cd Guzmán Centro, CP. 49000. Cd Guzmán, Jalisco, México.

<sup>2</sup>Departamento de Producción Agrícola. CUCSUR. Universidad de Guadalajara. Av Independencia Nacional 151, Centro, CP. 48900. Autlán de Navarro, Jalisco, México.

\* Autor de correspondencia: jose.tapia@cusur.udg.mx

#### Nota científica

Recibida: 05 de mayo 2021

Aceptada: 29 de julio 2021

**Como citar:** Tapia-González JM, Martínez- Serratos T, Macías-Macías JO, Contreras-Escareño F, Rivera-Espinoza MP, Rodríguez-López E, Tapia-Rivera JC (2021) Producción de miel de colonias *Apis mellifera* seleccionadas y su relación con parámetros geográfico-ambientales de Jalisco. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 8(2): e3033. DOI: 10.19136/era.a8n2.3033

**RESUMEN.** El objetivo de estudio fue relacionar la producción de miel de las colonias de *Apis mellifera* seleccionadas con parámetros geográfico-ambientales del sur de Jalisco. Se midió la producción de miel de 9 169 colonias, se seleccionaron 352, las que produjeron más de 25 kg. La producción de miel de estas colonias fue de  $40.8 \pm 6.7$  kg. En la región de montañas la temperatura se correlacionó de forma moderada negativa con la producción de miel ( $r = -0.448$ ,  $P < 0.001$ ) y positiva moderada con la precipitación pluvial ( $r = 0.448$ ,  $P < 0.001$ ). En la región valles la altitud presentó correlación negativa baja con la producción de miel ( $r = -0.121$ ,  $P < 0.03$ ), positiva baja con la temperatura ( $r = 0.359$ ,  $P < 0.001$ ) y correlación moderada con la precipitación pluvial ( $r = 0.630$ ,  $P < 0.001$ ). Se concluye que la producción de miel, las precipitaciones y la temperatura ambiental están relacionadas estadísticamente en el sur de Jalisco.

**Palabras clave:** Selección de *Apis mellifera*, miel, parámetros geográficos ambientales.

**ABSTRACT.** The objective of the study was to relate the honey production of the selected *Apis mellifera* colonies with geographic-environmental parameters of southern Jalisco. The honey production of 9,169 colonies was measured, 352 were selected, those that produced more than 25 kg. The honey production of these colonies was  $40.8 \pm 6.7$  kg. In the mountain region, temperature was moderately negatively correlated with honey production ( $r = -0.448$ ,  $P < 0.001$ ) and moderately positive with rainfall ( $r = 0.448$ ,  $P < 0.001$ ). In the valleys region, altitude presented low negative correlation with honey production ( $r = -0.121$ ) ( $P < 0.03$ ), low positive correlation with temperature ( $r = 0.359$ ,  $P < 0.001$ ) and moderate correlation with rainfall ( $r = 0.630$ ,  $P < 0.001$ ). It is concluded that honey production, rainfall and environmental temperature are statistically related in southern Jalisco.

**Key words:** Selection of *Apis mellifera*, honey, environmental geographic parameters.

## INTRODUCCIÓN

La apicultura en México se practica desde tiempos prehispánicos, actualmente esta actividad se desarrolla en casi todas las regiones del país donde el producto principal que se obtiene es la miel, la que genera una fuente de ingresos económicos y diversos empleos, principalmente en las zonas rurales (Contreras-Escareño *et al.* 2013). México produce aproximadamente 62 320 toneladas de miel (SADER 2019) lo que lo posiciona en el sexto lugar a nivel mundial (Magaña-Magaña *et al.* 2017). Por su parte el estado de Jalisco, descendió del primer lugar como productor de miel (2017) a el tercer lugar en el año 2018, con 6 mil toneladas (SADER 2019). En la zona sur de Jalisco, se producen 2 484.42 toneladas y se localizan más de la mitad de los productores apícolas de la entidad, con un registro aproximado de 157 827 colonias que producen casi el 50% de la miel que se obtiene en Jalisco (Contreras-Escareño *et al.* 2013) a pesar de esto, la producción promedio de miel en Jalisco es de solo 25.3 kg por colonia, que es menor al promedio nacional de 29.1 kg (Magaña-Magaña *et al.* 2016). Cada año la producción de miel se ve disminuida en algunas regiones y aumentada en otras, esto puede deberse a la fenología reproductiva de la vegetación bajo la influencia de los cambios climáticos (Medina-Cuellar *et al.* 2014, Báez *et al.* 2019). Para Dietz (1986) la producción de miel, depende de la variación en los factores ambientales y el origen genético de las abejas, que son importantes en la predicción de la respuesta de las características cuando se realiza una selección. Dentro de los factores genéticos se encuentra la dominancia genética que las abejas africanizadas han tenido sobre las poblaciones europeas y la adaptación de estos nuevos genotipos híbridos a los climas del continente americano (Esquivel-Rojas *et al.* 2015), sin embargo, esto ha ocasionado una disminución en la producción de miel (Guzmán-Novoa 2004, Guzmán-Novoa *et al.* 2011). Para Medina-Cuellar *et al.* (2014) el clima es el factor principal de la variabilidad del rendimiento de miel de una colonia. Asimismo, Guzmán-Novoa (2004) concuerda que uno de los principales factores que

influyen en la producción de miel, es la inestabilidad climática en las épocas de floración, pudiéndose encontrar retrasos en los inicios de las cosechas, baja o nula producción de néctar, o simplemente que los árboles no florezcan. Por otra parte, Karadas y Birinci (2018) y Langowska *et al.* (2017), mencionan que un factor importante en este proceso es la temperatura ambiental, factor decisivo para que las abejas salgan a recolectar néctar de las flores, que posteriormente se va a convertir en miel. Para Godfrey (2018) los factores antropogénicos y la baja precipitación pluvial contribuyen negativamente a la producción de miel. Adicionalmente, Livanis y Moss (2010) mencionan que la disminución en la producción de miel en Estados Unidos de América se relacionó con dos eventos, la introducción de abejas de razas africanas y el parásito *Varroa destructor*; estos resultados por sí solos no son suficientes para establecer un efecto en la producción de miel, por lo que estos mismos autores mencionan que los cambios en la producción de miel pueden estar influidos por otros factores como los climáticos, el uso de pesticidas, cambios en las condiciones de la demanda de miel, valor o precio de la miel y la demanda de polinización. Por lo tanto, el objetivo de estudio fue relacionar la producción de miel de las colonias de *Apis mellifera* seleccionadas con parámetros geográfico-ambientales del sur de Jalisco.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el sur del estado de Jalisco, México. Se obtuvieron los datos de producción de miel de colonias localizadas en nueve municipios, los cuales se dividieron en dos regiones de acuerdo a su clima: Tapalpa y Unión de Guadalupe en región de montañas y Zapotlán el Grande, Sayula, Zacoalco de Torres, Cocula, San Martín Hidalgo, Tecalitlán y Tamazula en la región valles. Estas regiones están ubicadas entre las coordenadas geográficas 19° 24', 21° 14' de latitud norte; 101° 59', 104° 5' longitud oeste. En la región valles el clima es semicálido subhúmedo con lluvias en verano y en la región montañas templado subhúmedo con lluvias en verano (SEPAF 2019). En la región

montañas la altura promedio sobre el nivel del mar es de 2 000 msnm con altura mínima de 720 m y máxima de 4 260 m, la precipitación promedio es de 897 mm anuales con temperatura promedio de 20.8 °C (Comisión Estatal del Agua Jalisco 2019a). En la región de valles el promedio de altura media sobre el nivel del mar es de 1 349 msnm, con una máxima de 1 180 y mínima de 800 m, la precipitación promedio es de 952 mm anuales, mientras que la temperatura promedio es de 21.5 °C (Comisión Estatal del Agua Jalisco 2019b). Las regiones cuentan con una riqueza forestal donde se encuentran matorrales, bosque, selva y suelo para agricultura. Entre las principales especies se encuentran el nogal (*Juglans regia* L.), roble (*Quercus laurina* Bonpl.), pino (*Pinus sylvestris* L.), mezquite (*Prosopis glandulosa* Torr.), guamúchil (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.), palo dulce (*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.), jarrilla (*Larrea ameghinoi* Speg.), entre otros (SEPAF 2019) algunas de estas plantas y árboles son mencionadas en el trabajo de Araujo-Mondragón *et al.* (2019) por ser frecuentadas por las abejas durante la floración de las mismas, dichas especies también son mencionadas por los apicultores de las regiones estudiadas y refieren que dichas plantas y árboles son visitados por las abejas para producir la miel.

En total, se evaluaron 9 169 colonias en el ciclo de producción 2016-2017, en los meses de octubre a enero. De todas las colonias, se seleccionaron 352 colonias, las que su producción fue mayor a 25 kg de miel, lo que representó un 3.8% del total. El tamaño de la muestra se calculó para una población aproximada de 10 000 colmenas en los municipios evaluados que fueron considerados como estratos, con el mismo fin se utilizó la fórmula del coeficiente de correlación entre dos variables, con un planteamiento bilateral, a un nivel de confianza del 95% y un poder estadístico del 80%; el resultado fue 85 muestras por municipio, más un 15% por pérdidas, como resultado  $n = 100$  colonias por municipio, en ellas se realizó un muestreo aleatorio estratificado desproporcionado (Brase y Brase 2019).

Las alzas y bastidores de las colonias evaluadas fueron marcadas con un número o una

clave determinada para identificar la colonia y el nombre del apiario y municipio de procedencia, así se llevó un registro para llevar el control de la cantidad de miel obtenida por cada una. Al momento de la cosecha se cuantificó el número de bastidores que se retiraron de cada alza, se observó que estos bastidores estuvieran operculados en al menos en un 80%. Estos bastidores fueron transportados a la sala de extracción en las alzas que coincidieran con el número de la colonia. Cada alza se evaluó de manera individual y se obtuvo el peso bruto de los bastidores más la miel. El desoperculado se realizó con un cepillo desoperculador y la extracción en un extractor radial y por 20 minutos cada carga. Los bastidores extractados se volvieron a pesar junto con el alza en la que venían originalmente. La cantidad de miel obtenida por cada colonia se obtuvo mediante la diferencia de peso de los bastidores con miel menos el peso de los bastidores extractados.

Los datos de temperatura ambiental (°C) y de precipitación pluvial (mm) se obtuvieron del Sistema Meteorológico Nacional (SMN 2019), se registró el promedio por municipio y después el promedio por región. La altitud (msnm) de cada apiario se tomó con un equipo GPS (Sportrack color Magellan<sup>®</sup>) en cada municipio en evaluación, después se obtuvieron los promedios por municipio y por región climática.

Para determinar la relación de la producción de miel con los factores geográficos ambientales se utilizó la prueba de correlación de Pearson o Spearman y para determinar la normalidad se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Asimismo, se crearon histogramas donde se analizó la producción de miel por regiones y municipios, se utilizó para este fin la prueba t de Student o de Mann-Whytney. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS versión 24<sup>®</sup> (Quezada-Lucio 2017), se consideró diferencias significativas cuando el valor de p fuera < 0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

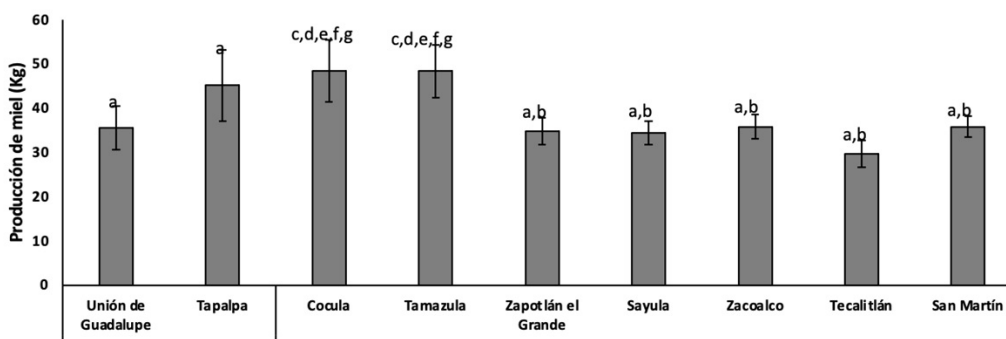
La producción promedio de miel de este trabajo fue de  $40.8 \pm 6.7$  kg, estos valores de producción de miel pueden deberse a que fueron

obtenidos de colonias seleccionadas de más de 25 kg y a la posible existencia de reinas híbridas con bajos índices de africanización ya que es común en esta zona el recambio anual que hacen los apicultores de reinas europeas, las cuales pueden copular con zánganos africanizados o con zánganos con más genes europeos (Mortensen 2016), este dato de producción difiere de lo encontrado por Magaña-Magaña *et al.* (2016) mencionan que el promedio de producción de miel del estado de Jalisco fue de 25.3 kg por colonia, aclarando que se obtuvo de colonias en general no seleccionadas. El análisis de medias de producción de miel en las colonias seleccionadas por municipio se muestra en la (Figura 1). En la región montaña no se mostraron diferencias en la producción de miel por colonia entre municipios, pero si se encontraron diferencias significativas en producción en los municipios de la región valles, siendo Tamazula y Cocula los mayores productores de la región, este último mostró la mayor producción de miel con  $48.46 \pm 11.99$  kg y el municipio evaluado con menor producción fue Tecalitlán con  $29.63 \pm 4.08$  kg. Al respecto Guzmán-Novoa y Uribe (2004) mencionan que algunos de los híbridos F1 provenientes de reinas madre de origen europeo producen en promedio 45 kg de miel por colonia, lo que podría sustentar esta alta producción de miel registrada en las colonias bajo estudio, además de que se utilizaron colonias seleccionadas.

Por otra parte, el análisis de correlación de la producción de miel entre las colonias de las dos regiones climáticas, señala promedios similares ( $p = 0.630$ ) y diferencias significativas en producción de miel dependiendo de la altitud ( $p < 0.01$ ), la temperatura ( $p < 0.01$ ) y precipitación pluvial en la región climática ( $p < 0.01$ , Tabla 1). No encontrar en este trabajo diferencias significativas en la producción de miel por regiones climáticas, tal vez esto pudiera deberse que existen diversos factores que participen en la producción de miel como lo menciona Martell-Tamanis *et al.* (2019) quien sugiere que la temperatura y humedad son piezas que influyen en la producción de miel, más no son las únicas ya que menciona más de 20 variables que pueden influir en la producción de esta y de forma probable en

este trabajo existieron condiciones ambientales parecidas entre colonias de estas dos regiones para producir cantidades similares de miel, entre ellas que el promedio de la temperatura en región valles es de  $22.15$  °C y en región montaña  $18.29$  °C, poca diferencia de temperatura entre ambas regiones, de forma similar ocurrió con la precipitación pluvial con 760 mm en montañas y 823 mm en la región de valles.

De manera general, el análisis de correlación entre la producción de miel con las variables geográficas ambientales en las regiones montañas y valles mostró correlaciones significativas, tanto en la temperatura como la precipitación pluvial ( $p < 0.01$ ). De manera particular, en la región de montañas se encontró una correlación negativa moderada entre la producción de miel y temperatura ( $p < 0.01$ ), mientras que la precipitación pluvial mostró una correlación positiva moderada ( $p < 0.01$ ), indicando que a medida que aumentaba sobre el promedio la precipitación pluvial de la región climática, aumentaba la producción de miel. Al analizar la región valles se observó una correlación positiva baja entre la temperatura ambiental y producción de miel  $p < 0.01$ , al examinar la precipitación pluvial de esta zona con la producción de miel se presentó una correlación positiva moderada ( $p < 0.01$ ), mientras que la altitud se correlacionó de manera negativa baja con la producción de miel  $p = 0.033$  (Tabla 2). En la región de valles del presente trabajo la correlación entre producción de miel y temperatura fue positiva baja, este dato sugiere que se aumenta la producción de miel a medida que la temperatura supera en promedio los  $21.5$  °C. De manera similar Haftom *et al.* (2019) encontró una relación positiva entre la temperatura ambiental y la producción de miel, esto puede deberse a que mientras aumenta la temperatura ambiental aumenta el número de abejas que recolectan néctar, siendo este un comportamiento usual reportado de las abejas pecoreadoras en su actividad de recolección de recursos. En relación a esto, Puskadija *et al.* (2007) reportaron que cuando la temperatura ambiental oscila entre  $20$  y  $25$  °C es cuando la visita a las flores es más frecuente y una mayor cantidad de néctar puede ser colec-



**Figura 1.** Producción promedio de miel de las colonias seleccionadas por municipio y región para la determinación de la producción de miel con parámetros geográfico-ambientales. Letras diferentes sobre las barras de error indican diferencias significativas  $P < 0.05$ .

**Tabla 1.** Promedios y desviación estándar de la producción de miel en las colonias seleccionadas por región climática y factores geográficos ambientales.

Región	Promedio de producción de miel (Kg)	P valor	Altitud promedio (msnm)	P valor	Temperatura promedio °C	P valor	Precipitación pluvial mm	P valor
Valles	40.53 ± 11 Kg <sup>a</sup>	0.630	1437.1 ± 151.6 <sup>a</sup>	0.001	22.15 ± 2.2 <sup>a</sup>	0.001	823 ± 197.4 <sup>a</sup>	0.001
Montaña	41.23 ± 10.54 Kg <sup>a</sup>		2016.9 ± 150.6 <sup>b</sup>		18.29 ± 2.77 <sup>b</sup>		760 ± 129.5 <sup>b</sup>	

**Tabla 2.** Correlación general entre la producción de miel con los factores geográficos ambientales y particular por cada región climática del sur de Jalisco.

Coefficiente de correlación	Altitud (msnm)	Temperatura °C	Precipitación pluvial mm
Correlación de la producción de miel con factores ambientales tanto en regiones montañosas como valles.			
Coefficiente de correlación	-0.057	0.176	0.594
P =	0.275	0.001	0.001
Correlación de la producción de miel con factores ambientales en la región montaña.			
Coefficiente de correlación	0.229	-0.448	0.448
P =	0.065	0.0001	0.0001
Correlación de la producción de miel con factores ambientales en la región valles.			
Coefficiente de correlación	-0.121	0.359	0.630
P =	0.033	0.0001	0.0001

tado. Otros trabajos también concuerdan que hay una correlación positiva entre la temperatura ambiental y el aumento en la producción de miel (Gordo 2006, Bartomeus *et al.* 2011), sin embargo temperaturas mayores a los 35 °C también pueden afectar la producción de miel como lo menciona Martell-Tamanis *et al.* (2019), posiblemente esta correlación fue baja por que la temperatura en esta región no supera en promedio a los 35 °C y posiblemente el clima influye débilmente en la producción de miel de esta región. La correlación positiva moderada entre la precipitación pluvial y la producción de miel pudiera explicarse al modelo propuesto por Medina-Cuéllar *et al.* (2014) en el cual mencionan que a medida que aumenta la precipitación pluvial en 1% sobre el prome-

dio de (526 mm) se favorece la producción de miel en un 0.23%; de manera similar Oyerinde *et al.* (2014), comenta que el exceso o la falta de lluvias afecta la floración y producción de néctar repercutiendo negativamente en la producción de miel. Así mismo Martell-Tamanis *et al.* (2019) concuerda que la precipitación pluvial afecta la producción de miel ya que un exceso en la precipitación pluvial puede limitar el pecoreo de las abejas o lavar el néctar de las flores limitando la producción de miel.

Con los resultados obtenidos se concluye que las variables ambientales de temperatura y precipitación tuvieron correlaciones significativas de bajas a moderadas y que estas variables son responsables en parte probablemente con otros fac-

tores, como el manejo del apicultor del apiario, enfermedades y exposición de las abejas a plaguicidas entre otros, de la gran variabilidad de la producción de miel en dicha región, y que las condiciones ambientales pueden influir en la fenología de las plantas con flores que usan las abejas como recursos alimenticios; de estos factores el más relacionado con la producción de miel fue la precipitación pluvial. Estos resultados indican que las regiones de montañas y valles existen colonias de abejas con indicadores de producción de miel valiosos para poder iniciar un programa de selección y reproducción de colonias con estas características, las cuales pueden ser heredadas a las siguientes generaciones mediante el proceso de selección y reproducción de la cría artificial de reinas, que es el procedimiento mediante el cual se puede mantener las características deseables

de las colonias (Dietz 1986, Rodríguez 2007). En relación a lo anterior varios autores mencionan que la producción de miel puede ser variable como consecuencia tanto del efecto de los genes como de los factores ambientales (Dietz 1986, Guzmán-Novoa *et al.* 2011, Guzmán-Novoa 2012), por lo que puede ser que los resultados obtenidos en este trabajo sean consecuencia de esta combinación de factores.

### AGRADECIMIENTOS

A la Asociación de Apicultores y Polinizadores de Jalisco por su apoyo al facilitar el uso de las colonias y apiarios estudiados en este trabajo. A todos los colaboradores en la recolección de muestras.

### LITERATURA CITADA

- Araujo-Mondragón F, Redonda-Martínez R (2019) Flora melífera de la región centro-este del municipio de Pátzcuaro, Michoacán, México. *Acta botánica mexicana* 126: e1444. DOI: 10.21829/abm126.2019.1444
- Báez A, Salvo E, García-Soto C, Real R, Márquez A, Flores-Moya A (2019) Effects of the North Atlantic Oscillation (NAO) and meteorological variables on the annual Alcarria honey production in Spain. *Journal of Apicultural Research* 58: 788-791.
- Bartomeus I, Ascher JS, Wagner D, Danforth BN, Colla S, Kornbluth S, Winfree R (2011) Climate-associated phenological advances in bee pollinators and bee-pollinated plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108: 20645-20649.
- Brase CH, Brase CP (2019) *Estadística básica*. 1er edición. Cengage Learning Editores. Ciudad de México, México. 380p.
- Comisión Estatal del Agua Jalisco (2019a) Región 06 Sur. Jalisco, México. <http://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/municipios/regiones/reg06.php>. Fecha de consulta: 3 de octubre del 2020.
- Comisión Estatal del Agua Jalisco (2019b) Región 11 Valles. Jalisco, México. <http://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/municipios/regiones/reg11.php>. Fecha de consulta: 5 de octubre del 2020.
- Contreras-Escareño F, Pérez-Armendáriz B, Echazarreta C, Cavazos-Arroyo J, Macías-Macías JO, Tapia-González JM (2013) Características y situación actual de la apicultura en las regiones Sur y Sureste de Jalisco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 4: 387-398.
- Dietz A, Rinderer T (1986) *Bee Genetics and Breeding*. 1st. edition. Academic Press. USA. 442p.
- Esquivel-Rojas S, Macías-Macías JO, Tapia-González JM, Contreras-Escareño F, León-Mantecón M, Silva-Contreras A (2015) Selección de abejas (*Apis mellifera* L) con baja defensividad y su relación con el ambiente en Jalisco, México. *Abanico Veterinario* 5: 44-50.
- Godfrey N (2018) Anthropogenic and climatic factors affecting honey production: The case of selected villages in Manyoni District, Tanzania. *Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development* 10: 45-57.

- Gordo O, Sanz JJ (2006) Temporal trends in phenology of the honey bee *Apis mellifera* (L.) and the small white *Pieris rapae* (L.) in the Iberian Peninsula (1952-2004). *Ecological Entomology* 31: 261-268.
- Guzmán-Novoa E (2004) Impacto de la africanización de las abejas en México. *Imagen Veterinaria* 4: 22-25.
- Guzmán-Novoa E, Uribe R (2004) Honey production by european, africanized and hybrid honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Mexico. *American Bee Journal* 144: 318-320.
- Guzmán-Novoa E, Espinosa-Montaño L, Correa-Benítez A, Guzmán-Novoa G (2011) Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México. *Veterinaria México* 42: 49-178.
- Guzmán-Novoa E (2012) Genética y crianza selectiva para el mejoramiento de la abeja melífera, Primera edición. Ontario, Canadá. 80p.
- Haftom G, Tadesse A, Belay T (2019) Flight intensity of honeybees (*Apis mellifera*) and its relationship with temperature, sunshine hours, cloudiness and relative humidity. *Livestock Research for Rural Development* 26: 1-6.
- Karadas K, Birinci A (2018) Identification of risk factors affecting production of beekeeping farms and development of risk management strategies: A new approach. *Revista Brasileira de Zootecnia* 47: e20170252. DOI: 10.1590/rbz4720170252.
- Langowska A, Zawilak M, Sparks TH, Glazaczow A, Tomkins PW, Tryjanowski P (2017) Long-term effect of temperature on honey yield and honeybee phenology. *International Journal of Biometeorology* 61: 1125-1132.
- Livanis G, Moss CB (2010) The effect of Africanized honey bees on honey production in the United States: An informational approach. *Ecological Economics* 69: 895-904.
- Magaña-Magaña M, Tavera-Cortés M, Salazar-Barrientos L, Sanginés-García J (2016) Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. *Revista mexicana de Ciencias Agrícolas* 7: 1103-1115.
- Magaña-Magaña M, Sanginés García J, Lara-Lara P, Salazar-Barrientos L, Leyva-Morales C (2017) Competitividad y participación de la miel mexicana en el mercado mundial. *Revista mexicana de ciencias pecuarias* 8: 43-52.
- Martell-Tamanis A, Lobato-Rosales F, Landa-Zárate M, Luna-Chontal G, García-Santamaría L, Fernández-Lambert G (2019) Variables de influencia para la producción de miel utilizando abejas *Apis mellifera* en la región de Misantla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10: 1353-1365.
- Medina-Cuéllar S, Portillo-Vázquez M, Álvarez-Coque J, Terrazas-González G, Alba-Nevárez L (2014) Influencia del ambiente sobre la productividad de la segunda cosecha de miel de abeja en Aguascalientes de 1998 a 2010. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 20: 159-165.
- Mortensen A, Ellis J (2016) Managed european-derived honey hee, *Apis mellifera*, colonies reduce african-matriline honey bee, *A. mellifera scutellata*, drones at regional mating congregations. *PLoS ONE* 11: e0161331. DOI: 10.1371/journal.pone.0161331.
- Oyerinde A, Chuwang P, Oyerinde G, Adeyemi S (2014) Assessment of the impact of climate change on honey and propolis production in Nigeria. *Academia Journal of Environmental Sciences* 2: 37-42.
- Puskadija Z, Stefanic E, Mijic A, Zdunic Z, Paradzikovic Z, Florijancic T, Opacak A (2007) Influence of weather conditions on honey bee visits (*Apis mellifera*) during sunflower (*Helianthus annuus* L.) blooming period. *Agriculture Scientific and Professional Review* 13: 230-233.
- Quezada-Lucio N (2017) Estadística con SPSS 24. Macro. Lima, Perú. 446p.

- Rodríguez F (2007) Cría rentable de abejas reinas y producción de jalea real: manual teórico-práctico para su producción y comercialización. Primera edición. Madrid, España. 128p.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) (2019) Producción de miel de abeja a nivel nacional. Jalisco, México. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>. Fecha de consulta: 3 de octubre del 2020.
- Secretaría de Planeación, Administración y Finanzas (SEPAF) (2019) Planes Regionales de Desarrollo. Jalisco, México. <https://sepaf.jalisco.gob.mx/gestion-estrategica/planeacion/planes-regionales-desarrollo>. Fecha de consulta: 3 de octubre del 2020.
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (2019) Precipitación. Jalisco, México. <https://smn.cna.gob.mx/es/climatologia/pronostico-climatico/precipitacion-form>. Fecha de consulta: 3 de octubre del 2020.