

Influencia de los factores ambientales y de manejo en la segunda temporada de producción de miel de abeja en Aguascalientes, México

SERGIO ERNESTO MEDINA-CUÉLLAR (*)

JOSÉ MARÍA GARCÍA ÁLVAREZ-COQUE (**)

MARCOS PORTILLO-VÁZQUEZ (*)

GERARDO HUMBERTO TERRAZAS-GONZÁLEZ (*)

1. INTRODUCCIÓN

Debido al clima semiárido predominante en el Estado de Aguascalientes, México, es necesaria la incorporación de alternativas productivas con bajos requerimientos de agua, ante esta necesidad la apicultura, es un medio de vida sostenible en armonía con el medio ambiente (IICA, 2009).

Es importante para el eslabón de producción de la cadena de valor apícola, conocer la dotación de materias primas, cuyo pago es inexistente al provenir directamente de la naturaleza, y las condiciones ambientales determinan su disponibilidad en la segunda temporada de cosecha del año, en los meses de octubre-noviembre, la cual genera una mayor derrama económica que la primera en los meses de abril-mayo (ASERCA, 2011).

(*) *Universidad Autónoma Chapingo (México).*

(**) *Universitat Politècnica de València.*

- Revista Española de Estudios Agrosociales y Pesqueros, n.º 238, 2014 (65-80).

Recibido mayo 2013. Revisión final aceptada abril 2014.

El análisis de la producción de miel de Aguascalientes, se justifica debido a que la dotación de recursos apibotánicos, que abastece cada una de sus cosechas de miel, posee características relativamente homogéneas, más del 60% de la miel cosechada proviene de una misma fuente de néctar silvestre en cada temporada, de mezquite (*Prosopis laevigata*) en la 1ª temporada, y aceitilla (*Bidens spp*) en la segunda, a diferencia de las cosechas de miel correspondientes al sureste de México, donde la gran diversidad de flores, impide analizar su influencia sobre la producción de miel, bajo las condiciones agroclimáticas correspondientes.

Las abejas son valiosas para recuperar y estabilizar los ecosistemas destruidos, o en peligro de desaparición (Winfrey, 2010), y provee beneficios económicos, aprovechando los recursos de los ecosistemas sin el deterioro de éstos (IICA, 2009).

En Aguascalientes, la producción de miel de abeja está dejando de ser una actividad complementaria a los ingresos de los campesinos, comenzando a destacar como un negocio prioritario para una gran cantidad de familias (Guzmán, 2005), por lo que los pronósticos de producción, son importantes para la toma de decisiones de los agentes económicos en el mercado (SIAP, 2003), en particular los apicultores, quienes se enfrentan a la incertidumbre en la dotación de los recursos apibotánicos, que dependen de condiciones ambientales que no pueden controlar.

El objetivo general de este trabajo, es determinar desde un enfoque bioeconómico (Cruz y Llinas, 2010; Turvey, 1999, 2001) la relación que existe entre la producción de miel por colmena de la segunda temporada de cosecha de Aguascalientes, correspondiente al segundo semestre del año, con las variables agroclimáticas (temperatura media y precipitación pluvial), la superficie de cultivo dentro de la zona de pecoreo, y los jornales aplicados a las colmenas, manteniendo constante el factor capital, referente al valor de la infraestructura de los apiarios.

La producción de miel en función de los factores clima, uso del suelo, trabajo y capital, se ha analizado por separado en varios estudios (Abdul-Malik y Mohammed, 2012; Ramanarivo, Andriamanalina, Raharijaona, Ralihalizara, y Ramanarivo, 2011; Vural y Karaman, 2010), y en ellos, destaca la dificultad de considerar tales variables juntas, para explicar la

productividad de las colmenas en una zona específica, debido a la dificultad para obtener datos de producción y manejo, bajo las condiciones climáticas correspondientes al desarrollo fenológico de una fuente de néctar predominante, que permita observar el impacto del ambiente, sobre el rendimiento de las colmenas, dada una dotación de recursos apibotánicos definida, por lo que se plantea la hipótesis, de que incluir dichos factores en el mismo modelo, para diseñar una función de producción, permitirá conocer el grado de influencia de cada uno, dentro del eslabón de producción de la cadena de valor apícola.

2. METODOLOGÍA

2.1. Modelo bioeconómico

El Estado de Aguascalientes es una entidad federativa de la República Mexicana, con superficie de 5,589 kilómetros cuadrados, que representa el 0.3 % de la superficie del país. Colinda al norte, este y oeste con el estado de Zacatecas; al sur y este con el de Jalisco, se ubica entre los paralelos 22° 27' - 21° 38' de latitud norte y entre los meridianos 101° 53' - 102° 52' de longitud oeste.

El modelo bioeconómico tiene como objetivo, predecir la producción media por colmena en función de una serie de variables, algunas controlables por los productores. En la selección de variables, se han tenido en cuenta los efectos incontrolables de las variables climáticas temperatura media y precipitación, las cuales han demostrado tener una mayor capacidad explicativa del desarrollo de las abejas, de la fuente de néctar predominante y por lo tanto, de la producción de miel (Bartomeus et al., 2011; Dell, Sparks, y Dennis, 2005; Funes, Díaz, y Venier, 2009; Gordo y Sanz, 2006; Gordo, Sanz, y Lobo, 2010; Roy y Sparks, 2000; Sparks y Yates, 1997; Vibrans, 1995), además poseen una alta correlación, con variables referentes a radiación solar, humedad y la velocidad del viento (Omoloye y Akinsola, 2006; Vicens y Bosch, 2000). Se incluyeron datos de producción del periodo anterior a cada año, para considerar la variabilidad del rendimiento de miel por colmena, entre periodos de cosecha.

Entre las variables controlables pueden destacarse:

- La superficie cosechada de temporal (también conocida como superficie cosechada de secano) donde proliferan especies vegetales, que favorecen la producción de miel. Por sus características semiáridas, el Estado de Aguascalientes produce miel de altiplano (miel concentrada baja en agua), el mezquite (*Prosopis laevigata*) es la principal fuente de néctar para el primer ciclo de cosecha de abril a mayo, la producción del segundo ciclo en los meses octubre y noviembre, proviene de flora de la familia Asteraceae (Acosta-Castellanos, Quiroz-García, Arreguín-Sánchez, y Fernández-Nava, 2011), destacando la aceitilla (*Bidens spp*), considerada como maleza que brota entre cultivos, destacando en los de maíz (*Zea mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). En el modelo se incluyeron datos de superficie cosechada de secano, del periodo anterior a cada año, con objeto considerar la variabilidad de la dotación de fuentes de néctar entre temporadas de cosecha.
- La intensidad de trabajo del apicultor en la colmena, medido en el % aplicado de los 0.4 jornales comprendidos entre 1.0, la cantidad de trabajo máxima requerida por colmena, y 0.6, la mínima requerida. Se consideró el porcentaje de trabajo adicional aplicado por colmena, con respecto al número mínimo de 0.6 jornales por año, que esta requiere, para atender todas sus necesidades de sanidad, alimentación, inocuidad y cosecha, a diferencia de Abdul-Malik y Mohammed (2012), que consideran el total de días-hombre empleados durante la temporada. Debido a que después de aplicar 1 jornal, no hay más labores por realizar, se consideró que aplicar más de esta cantidad de trabajo por colmena al año, genera un gasto de recursos que no reeditúan en ninguna situación de la producción de Aguascalientes; por lo tanto, se entiende que el trabajo adicional por encima del mínimo necesario, es determinante en la productividad, estableciendo un 100% = 0.4 jornales, lo que corresponde al nivel máximo de trabajo adicional, que es posible aplicar al mínimo para alcanzar 1.0 jornales por colmena al año.

Se puede entender la producción por colmena como dependiente de las siguientes variables, según la función:

$$Y = \Phi(L, H, T, Q) \quad (1)$$

Donde:

L: La cantidad de trabajo aplicado a cada colmena durante el año, estimado en la primera etapa.

H y T: Las variables climáticas referentes a precipitación (**H**) y temperatura media (**T**). **H** representa la cantidad promedio de lluvia acumulada, en el segundo semestre del año en milímetros, y **T** son las unidades promedio de temperatura media, en el segundo semestre del año en grados centígrados.

Q: La proporción de superficie cosechada de cultivos de temporal, en hectáreas.

Una especificación logarítmica de la función de producción por colmena coherente con un esquema Cobb-Douglas podría plantearse de la siguiente manera:

$$\ln Y = cte + \alpha \ln L + \beta \ln H + \gamma \ln T + \delta \ln Q \quad (2)$$

Donde: **a**, **b**, **g** y **d** son las elasticidades de la producción por colmena **Y** con respecto a las intensidades de “factores de producción” **L**, **H**, **T** y **Q**.

La dotación de recursos apibotánicos, depende de la ubicación del apiario, y de la superficie cosechada de temporal, a la que tuvo acceso dentro de un radio de pecoreo de 6 km, con ese dato, se infirió la dotación de flora que proveyó de néctar a la cosecha del periodo octubre-noviembre. Dada una localización, pueden tomarse como exógenas las variables **H**, **T**, y **Q**, convenientemente estimadas, quedando sin embargo, la intensidad de trabajo **L**, como una variable endógena de decisión de los productores apícolas. Se plantea como hipótesis, que la intensidad de trabajo en las colmenas, es determinada por variables del mercado de trabajo, entre las que se incluyen, los niveles de salario real de trabajadores agrícolas, y la tasa de crecimiento del PIB real en México.

Por otro lado, se puede plantear un modelo dinámico, que incorpore retardos en los ajustes productivos a corto plazo que se diferencien de los posibles efectos a largo plazo, relacionados con un cambio en las condiciones de producción. Por ello, se plantea un modelo en el que la variable dependiente se exprese en diferencias, y un lado derecho de la ecuación que contenga la variable endógena retrasada, y el resto de variables expli-

cativas en diferencias y en niveles, añadiendo una perturbación aleatoria u_t , como se expone a continuación:

$$\Delta \ln Y_t = cte + (\alpha \alpha (\mu - 1))B \ln Y_t + (\alpha_1 + \alpha_2 B) \ln L_t + (\beta_1 + \beta_2 B) \ln H_t + (\gamma_1 + \gamma_2 B) \ln T_t + (\delta_1 + \delta_2 B) \ln Q_t + u_t \quad (3)$$

donde B es el operador de retardos como función matemática, que aplicado a un valor de una serie, retarda dicho valor un periodo, de manera que, por ejemplo, $\ln Y_{t-1} = B \ln Y_t$. Los parámetros de las variables explicativas α_1 , β_1 , γ_1 y δ_1 , pueden interpretarse como elasticidades a corto plazo, mientras que $(1-\alpha \alpha (1-\mu))$ permite transformar las elasticidades a corto plazo en elasticidades a largo plazo, por ejemplo en la variable L , la elasticidad a largo plazo vendría dada por $(\alpha_1 + \alpha_2) / (1-\alpha \alpha (1-\mu))$.

2.2. Datos

Con el objetivo de contar con una muestra de apicultores homogénea, en lo referente tanto a prácticas de producción y manejo, como a dotación de materias primas, se aplicó una encuesta a una selección de 41 productores afiliados al comité Sistema Producto Apícola, A.C. del Estado de Aguascalientes, que han mantenido sus colmenas en las mismas regiones del Estado, en un periodo de 13 años. Se obtuvo información de una muestra de 4,901 colmenas, que corresponde aproximadamente al 5.5% del inventario total de colmenas del estado reportado por la SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) en 2010. Las variables de producción y manejo del estudio se describen en el Cuadro 1.

Cuadro 1

VARIABLES DE PRODUCCIÓN Y MANEJO

Variable	Descripción	Unidad
Y	Producción de miel por colmena	Kg/colmena
Q	Proporción de superficie cosechada de temporal	Hectáreas
L	Porcentaje de jornales adicionales aplicados por colmena al año	Porcentaje

Se obtuvieron registros de las variables enunciadas en el Cuadro 2; de 1998 hasta 2010, para 50 estaciones meteorológicas, a cargo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en Aguascalientes, donde la temperatura media diaria promedio del segundo semestre, osciló en un rango de 6.39 a 24.18 grados centígrados, mientras que la precipitación diaria máxima promedio del segundo semestre, fue de alrededor de 43.7 mm.

Cuadro 2

VARIABLES AGROCLIMÁTICAS

Variable	Descripción	Unidad
T	Temperatura media del 2.º semestre del año	Grados centígrados
H	Precipitación del 2.º semestre del año	mm/día

Debido a que la flora de la familia Asteraceae, que aporta más del 60% de la miel, solo prolifera en los cultivos de temporal y no en los de riego, donde se aplican herbicidas que las eliminan, se recurrió a los registros de superficie cosechada de temporal por año a nivel municipal, proporcionados por la SAGARPA y por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), con ellos se calculó la proporción de dicha superficie, en un radio de acción de 6 km de cada apiario, respecto al total de la superficie cosechada reportada para el municipio, para asegurar la distancia de 3 km, recomendada entre apiarios (IICA, 2009; SENASICA-SAGARPA, 2009), después cada apiario se asignó a la estación meteorológica más cercana en un rango de 6 km, para compaginar los datos de producción, trabajo aplicado y uso de suelo, con los de clima. Se tomaron los datos climáticos correspondientes al segundo semestre de cada año, en cada estación meteorológica, ya que es cuando tiene lugar la segunda cosecha de miel del año.

Empleando el software Google Earth®, se ubicaron los apiarios identificados mediante sus coordenadas geográficas, y en función de esto, su producción anual fue agrupada y asignada a la estación meteorológica más cercana, para calcular la producción promedio por colmena en kilogramos, distinguiendo los patrones de producción de miel, bajo las condiciones climáticas que mide cada estación meteorológica.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la elaboración del modelo, se contrastó la exogeneidad de la variable explicativa L_t , mediante el método de Mínimos Cuadrados en dos etapas (two-stage least squares), empleando tres variables como instrumentos; el porcentaje de jornales adicionales usados por colmena aplicados en el año anterior por unidad productiva (L_{t-1}), el precio del jornal deflactado a precios constantes de 2003 (W), y la tasa de crecimiento del PIB (TPIB) de México. Estas variables, se presume están correlacionadas con el comportamiento de la variable correspondiente, a la proporción de jornales adicionales aplicados, pero no correlacionadas con los otros componentes de la función de la segunda etapa. De esta forma, se utilizó una variable instrumental que sustituyera al regresor de la función de producción de miel, concerniente al trabajo aplicado por colmena (L_t). De este modo, la segunda etapa permite estimar la producción de miel por colmena, dando lugar al modelo mostrado en el Cuadro 3.

Cuadro 3

MODELO DE KG DE MIEL POR COLMENA (MÍNIMOS CUADRADOS BIETÁPICOS)

Variable	Coefficient	Std.	Error t-Statistic	Prob.
C	2.0852	0.6509	3.2035	0.0014
$\ln Y_{t-1}$	-1.0825	0.0454	-23.863	0.0000
$\ln T_t$	-0.6393	0.1902	-3.3606	0.0008
$\ln H_t$	0.1901	0.0623	3.0509	0.0024
$\ln Q_t$	-0.6128	0.1435	-4.2689	0.0000
$\Delta \ln Q_t$	0.6185	0.1439	4.2979	0.0000
$\ln Q_{t-1}$	0.6167	0.1443	4.2742	0.0000
$\ln L_t$	0.5683	0.0543	10.462	0.0000
R ² en diferencias	0.6353			
Adjusted R-squared	0.6314			
F-statistic	202.5452			
Prob(F-statistic)	0.0000			
Estadístico "h" de Durbin	0.5008			

Variable dependiente: $\Delta \ln Y_t$ Instrumentos: $\ln L_{t-1}$, $\ln W_t$, $\ln TPIB_t$

Fuente: Elaboración propia con datos de 1998 a 2010.

Realizando el álgebra correspondiente, del modelo mostrado en el Cuadro 3, se despejó la variable Y , planteada en diferencias en la Ecuación 2, obteniendo la función de producción tipo Cobb-Douglas:

$$Y = e^{2.0852} * Y_{-1}^{-0.0825} * L^{0.5683} * H^{0.1901} * T^{-0.6393} * Q^{0.0057} * Q_{-1}^{0.0018} \quad (4)$$

Para seleccionar el modelo se tomaron en cuenta; el valor ajustado del coeficiente de determinación en diferencias (R^2_D), y los resultados de las pruebas de “F”, “t-student”, así como el estadístico “h” de Durbin. Todas las hipótesis se probaron al nivel del 5% de significación.

El modelo resultante, permite predecir la producción de un año en particular en función de los kilogramos cosechados por colmena en el año anterior, la temperatura media y la precipitación del segundo semestre del año, la proporción de superficie cosechada de temporal, que el apiario tuvo disponible durante el año corriente y el pasado, así como de la proporción de jornales adicionales usados, buscando medir los efectos marginales de tales variables, sobre la productividad de las colmenas.

Se analizó la consistencia del modelo y su capacidad predictiva, reestimando el modelo para la serie de datos reducida hasta 2008, y sus predicciones para datos reales de 2008 a 2010. Este contraste permite comparar los datos reales con lo que puede predecir *a posteriori* el modelo teórico estimado para una serie más corta. El contraste de los datos reales contra los resultados estimados por el modelo se detalla en el Cuadro 4, y en la Figura 1. El error porcentual absoluto medio de los tres últimos años es del 5.96%, lo que indica la utilidad del modelo para realizar predicciones, al menos en el período trianual considerado.

Cuadro 4

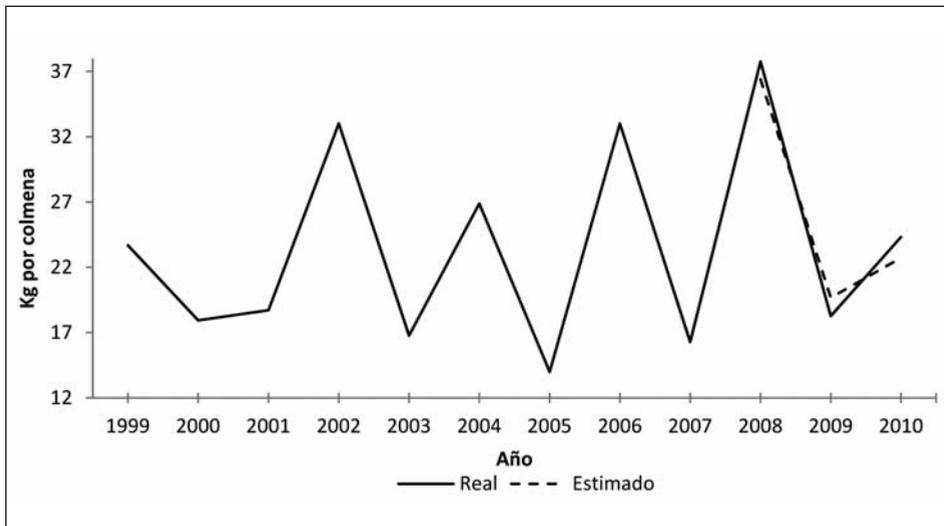
VALIDACIÓN DEL MODELO (KG POR COLMENA REALES VS PREDICHOS)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Real	23.68	17.95	18.71	33.01	16.78	26.87	13.99	33.01	16.28	37.75	18.27	24.32
Estimado										36.39	19.68	22.72

Fuente: Elaboración propia con datos de 1998 a 2010.

Figura 1

CAPACIDAD PREDICTIVA DEL MODELO



Fuente: Elaboración propia con datos promedio del Estado de Aguascalientes.

En este modelo, los coeficientes de las variables explicativas del Cuadro 3, representan las elasticidades de la cantidad de kilogramos por colmena, con respecto a los valores que toma cada variable explicativa; es decir, miden el cambio porcentual en los kilogramos por colmena obtenidos, debido a una variación del 1% en cada variable independiente, manteniendo las otras constantes.

La variable correspondiente, a la temperatura media observada en el segundo semestre del año, indica que cuando esta aumenta en un 1%, la producción por colmena se reduce en 0.6393%. Este comportamiento, concuerda con varios estudios en los que se expone la existencia de una relación inversa tanto entre la temperatura y el comportamiento productivo de las abejas (Bartomeus et al., 2011; Gordo y Sanz, 2006; Gordo et al., 2010), como entre dicha variable (T) y la productividad de la principal fuente de néctar de la segunda temporada (Funes et al., 2009; Vibrans, 1995).

Los autores citados en el párrafo anterior, también mencionan, la relación directa entre la productividad de las abejas y la fuente de néctar en cues-

tión, con la precipitación, lo cual es ilustrado por el modelo obtenido, donde se observa una relación directa entre precipitación y productividad, los resultados homólogos obtenidos en la presente investigación, señalan los datos cuantitativos de esta relación, válidos para el área de estudio, pues cuando los niveles de lluvia aumentan en un 1%, la producción de miel por colmena aumenta en 0.1901%.

La proporción de superficie cosechada de temporal, es la variable con la que se infiere la dotación de recursos apibotánicos. El modelo obtenido demuestra esta dependencia, donde se observa, que al aumentar la proporción de superficie cosechada de temporal del año anterior en 1%, la producción de miel por colmena aumentará en 0.0018%, y al aumentar la del año corriente en la misma proporción, la producción aumentará en 0.0057%. Esta relación directa muestra como el dato del año corriente, a pesar de ser pequeño, señala que es el que determina en mayor medida la productividad de las colmenas.

Por su parte, la variable correspondiente al trabajo aplicado por colmena durante el año, muestra una relación directa con la productividad, pues cuando esta variable aumenta en un 1%, la cosecha de miel aumenta en 0.5683%, cabe aclarar que este aumento sólo es válido dentro de los valores de la variable que va de 0.6 jornales por colmena al año, hasta 1.0 jornales por año, ya que esta es la cantidad máxima de jornales que se detectaron en la información analizada, y que se pueden aplicar a la colmena en un año.

Finalmente, el modelo sugiere un cierto ajuste a la baja de la producción de miel del 0.0825% tras un aumento, *ceteris paribus*, del 1% en la del año anterior, lo que puede estar relacionado, con la adaptación a la variabilidad debida al clima, puesto que las condiciones de manejo técnico de los productores entrevistados son homogéneas.

El modelo permite evaluar el nivel de existencias de miel de equilibrio o de largo plazo, esperado para la producción bajo unas condiciones dadas de temperatura media, precipitación, trabajo y superficie cosechada. Para esto se calcularon las elasticidades de largo plazo asumiendo que $\ln Y_t = \ln Y_{t-1}$, obteniendo las elasticidades del Cuadro 5.

Cuadro 5

COEFICIENTES DE ELASTICIDADES A CORTO Y LARGO PLAZO

Variable	Elasticidad a corto plazo	Elasticidad a largo plazo
T	-0.6393	-0.5906
H	0.1901	0.1756
Q	0.0057	0.0069
L	0.5683	0.5250

Fuente: Elaboración propia con datos de 1998 a 2010.

Se observa que las elasticidades a corto plazo, son similares a las de largo plazo (Cuadro 5), aunque algo menores, lo que muestra que el sistema reacciona a shocks a corto plazo, que se atenúan paulatinamente a lo largo del tiempo. Esto sugiere que los cambios en las variables del modelo en el corto plazo, pueden ser relevantes para prever los posibles rendimientos de sus colmenas en el futuro.

4. CONCLUSIONES

Este estudio demuestra, que bajo la aplicación de condiciones homogéneas de tecnología y manejo técnico, tanto el clima como la cantidad de trabajo aplicado, son determinantes en la productividad de las colmenas, comprobando que existen relaciones estadísticamente significativas entre dichos factores, con la producción de miel por colmena, observando una correlación negativa entre esta variable con la temperatura media, y la producción del año anterior, y una correlación positiva con las variables correspondientes a precipitación pluvial, trabajo aplicado y proporción de superficie cosechada de temporal. Se previó la endogeneidad del trabajo utilizado, mediante una estimación por variables instrumentales.

La fuerte dependencia de la producción por colmena, con la temperatura y la precipitación, indica que las fluctuaciones climáticas, son las principales responsables de la variabilidad interanual de los rendimientos de miel, dada su influencia sobre las características fenológicas de las abejas y de la principal fuente de néctar en particular, distribuida en la superficie cosechada de temporal dentro del rango de pecoreo de los apiarios.

Se puede observar que las abejas, podrían considerarse como indicadores ciertamente precisos y sensibles de cambios en el clima, y esto se evidencia al observar en la función de producción, cómo estas variaciones han afectado el rendimiento de miel por unidad productiva. Por lo cual, las abejas podrían llegar a ser bioindicadores confiables, del comportamiento del eslabón de producción en la cadena de valor apícola, en la elaboración de modelos bioeconómicos, para explicar las causas de determinadas pautas de producción, en un ecosistema determinado.

Desafortunadamente, para el diseño de modelos bioeconómicos, las abejas han recibido muy poca atención en comparación con otros grupos de animales, debido a su poca popularidad, pero los resultados de este estudio, demuestran la relevancia de considerar la fenología de esta especie, para entender los factores determinantes de la producción de derivados de la colmena, razón por la cual, para futuras investigaciones relacionadas con la modelación bioeconómica de la producción apícola, se recomienda identificar los parámetros óptimos de temperatura, precipitación pluvial, trabajo aplicado y proporción de superficie cosechada de temporal, ideales para alcanzar la máxima productividad de las colmenas, dadas las condiciones particulares del ecosistema en el que se desarrollen.

Dado que el modelo de predicción propuesto, no permite determinar los niveles óptimos de temperatura, precipitación, superficie cosechada de temporal y trabajo, se pueden considerar modelos alternativos que tengan las propiedades de máximos y mínimos. Esto sería de gran ayuda en la planeación y determinación de los niveles de producción de miel en el Estado de Aguascalientes.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo del Plan Nacional de I+D a este proyecto en el marco del proyecto AGL2012-39793-C03-02.

BIBLIOGRAFÍA

ABDUL-MALIK, A., y MOHAMMED, A. (2012). Technical efficiency of beekeeping farmers in Tolon-Kumbungu district of Northern region of Ghana. *Journal*

- of Development and Agricultural Economics*, 4 (11), 304-310. doi: 10.5897/JDAE12.074
- ACOSTA-CASTELLANOS, S., QUIROZ-GARCÍA, L., ARREGUÍN-SÁNCHEZ, M. D. L., y FERNÁNDEZ-NAVA, R. (2011). Análisis polínico de tres muestras de miel del estado de Zacatecas, México. *Polibotánica*, 32: p. 179-191.
- ASERCA. (2011). Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. *Claridades Agropecuarias*, 199: p. 3-34.
- BARTOMEUS, I., ASCHER, J. S., WAGNER, D., DANFORTH, B. N., COLLA, S., KORNBLUTH, S., y Winfree, R. (2011). Climate-associated phenological advances in bee pollinators and bee-pollinated plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. doi: 10.1073/pnas.1115559108.
- CRUZ, J. S., y LLINAS, A. (2010). Modelo analítico de derivados de clima para eventos específicos de riesgo en la agricultura en Colombia. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 7(64): p. 121-147.
- DELL, D., SPARKS, T. H., y DENNIS, R. L. H. (2005). Climate change and the effect of increasing spring temperatures on emergence dates of the butterfly *Apatura iris* (Lepidoptera: Nymphalidae). *European Journal of Entomology*, 102(2): p. 161-167.
- FUNES, G., DÍAZ, S., y VENIER, P. (2009). La temperatura como principal determinante de la germinación en especies del Chaco seco de Argentina. *Ecología Austral*, 19(2): p. 129-138.
- GORDO, O., y SANZ, J. J. (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(3), 261-268. doi: 10.1111/j.1365-2311.2006.00787.x
- GORDO, O., SANZ, J. J., y LOBO, J. M. (2010). Determining the environmental factors underlying the spatial variability of insect appearance phenology for the honey bee, *Apis mellifera*, and the small white, *Pieris rapae*. *Journal of Insect Science*, 10(34): p. 1-21.
- Guzmán, E. (2005). La investigación apícola en México. *Imagen Veterinaria*, 4(2): p. 44-48.
- IICA. (2009). *Manual de apicultura básica para Honduras*. Tegucigalpa, Honduras: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- OMOLOYE, A. A., y AKINSOLA, P. A. (2006). Foraging sources and effects of selected plant characters and weather variables on the visitation intensity of honeybee, *Apis mellifera adansonii* (Hymenoptera: Apidae) in the Southwest Nigeria. *Journal of Apicultural Science*, 50(1): p. 39-48.
- RAMANANARIVO, S., ANDRIAMANALINA, S. I., RAHARIJAONA, J. L., RALIHALIZARA, J., y RAMANANARIVO, R. (2011). Litchi fruit and honey production: positive externalities. *Acta Horticulturae (ISHS)*, (921): p. 187-195.

- ROY, D. B., y SPARKS, T. H. (2000). Phenology of British butterflies and climate change. *Global Change Biology*, 6(4), 407-416. doi: 10.1046/j.1365-2486.2000.00322.x
- SENASICA-SAGARPA. (2009). *Manual de buenas prácticas pecuarias en la producción de miel*: Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.
- SIAP. (2003). *Metodologías para la integración y análisis de indicadores y modelos del sector agropecuario 2003*. México, D.F. : Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera.
- SPARKS, T. H., y YATES, T. J. (1997). The effect of spring temperature on the appearance dates of British butterflies 1883-1993. *Ecography*, 20(4), 368-374. doi: 10.1111/j.1600-0587.1997.tb00381.x
- TURVEY, C. G. (1999). Weather Insurance, Crop Production And Specific Event Risk (pp. 23). Guelph, Canadá: University of Guelph, Department of Food, Agricultural and Resource Economics.
- TURVEY, C. G. (2001). Weather Derivatives for Specific Event Risks in Agriculture. *Review of Agricultural Economics*, 23(2): p. 333-351.
- VIBRANS, H. (1995). *Bidens pilosa* L. y *Bidens odorata* Cav. (Asteraceae: Heliantheae) en la vegetación urbana de la Ciudad de México. *Acta Botánica Mexicana*, 32: p. 85-89.
- VICENS, N., y BOSCH, J. (2000). Weather-Dependent Pollinator Activity in an Apple Orchard, with Special Reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). *Environmental Entomology*, 29(3), 413-420. doi: 10.1603/0046-225x-29.3.413
- VURAL, H., y KARAMAN, S. (2010). Socio-economic analysis of beekeeping and the effects of beehive types on honey production. *African Journal of Agricultural Research*, 5(22): p. 3003-3008.
- WINFREE, R. (2010). The conservation and restoration of wild bees. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1195(1), 169-197. doi: 10.1111/j.1749-6632.2010.05449.x

RESUMEN

Influencia de los factores ambientales y de manejo en la segunda temporada de producción de miel de abeja en Aguascalientes, México

El artículo analiza el efecto de la temperatura, precipitación, superficie cosechada de temporal y cantidad de trabajo aplicado, sobre la producción de miel de abeja por colmena en el Estado de Aguascalientes en la temporada de cosecha octubre-noviembre, modelizando una función de predicción mediante mínimos cuadrados bietápicos, y calculando elasticidades de corto y largo plazo. Se utilizó información agroclimática recabada por CONAGUA de 1998 a 2008, datos de producción agrícola de temporal proporcionados por SAGARPA e INEGI, y estadísticas de producción de miel por colmena obtenidas con una encuesta aplicada a los miembros de las organizaciones de apicultores que aplican protocolos de calidad e inocuidad. Los criterios de selección de las variables del modelo se fundamentan en la literatura sobre características fenológicas de las abejas y de la fuente de néctar de la temporada de cosecha, así como en el análisis económico de la producción de miel de abeja.

PALABRAS CLAVE: apicultura, econometría, agroclimatología, Estado de Aguascalientes.
CÓDIGO JEL: Q57.

ABSTRACT

Production of the second harvest season of honey and environmental factors in Aguascalientes, Mexico

The paper considers the effect of temperature, precipitation, rainfed harvested area and applied labour, on the production of honey per beehive in Aguascalientes State during the October-November harvest season. A forecast function is estimated by two-stage least squares method, calculating the short and long term elasticities. This study was performed with agroclimatic information registered by CONAGUA from 1998 to 2008, data about rainfed agricultural production provided by SAGARPA, and INEGI, and production statistics of honey per hive were obtained with a survey applied to members of the beekeeping organizations that apply quality and safety protocols. The selection criteria of the model variables was based on the existing literature regarding the phenological characteristics of bees and nectar source for the harvest season, as well as economic analysis around the production of honey.

KEYWORDS: beekeeping, econometrics, agroclimatology, Aguascalientes State.

JEL CODES: Q57.