



## **Función Cobb-Douglas de la producción de miel en Aguascalientes, México**



Marco Andrés López Santiago <sup>a\*</sup>

José Inés Zavala Beltrán <sup>b</sup>

Ramón Valdivia Alcalá <sup>b</sup>

Blanca Margarita Montiel Batalla <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Carretera Gómez Palacio-Chihuahua Km 40, Bermejillo, Durango. México.

<sup>b</sup> UACH. División de Ciencias Económico-Administrativas. Estado de México, México.

\*Autor para correspondencia: marcoandres@chapingo.uruz.edu.mx

### **Resumen:**

La investigación tuvo como objetivo estimar y analizar tanto el óptimo económico como la elasticidad de los insumos para la producción de miel de abeja, a través de la función tipo Cobb-Douglas. La información se obtuvo por medio de una encuesta directa a productores apícolas del Estado de Aguascalientes. Los resultados muestran que la combinación óptima económica para un kilogramo de miel fue 1.045 kg de alimento y 0.084 jornales, para una ganancia máxima de 45.38 \$/kg de miel. Además, la función de producción presentó economías crecientes a escala, mientras la elasticidad de sustitución entre los insumos, alimento y jornales, fue elástica. La función de tipo Cobb-Douglas permite medir la rentabilidad y productividad en la apicultura.

**Palabras clave:** Función de producción, Apicultura, Óptimo económico.

Recibido: 09/07/2022

Aceptado: 05/04/2023

La apicultura es una actividad que se fundamenta en el conocimiento y manejo de las abejas melíferas (*Apis mellifera*). Su importancia radica en el ámbito natural, humano, material, social y sobre todo económico<sup>(1)</sup>.

La apicultura se realiza en todo México con cerca de 43 mil apicultores; no obstante, la mayor explotación de abejas se encuentra en el sureste del país, en el periodo 2016-2020, se exportaron 29,449 toneladas de miel, mismas que generaron 90.9 millones de dólares de ingreso<sup>(2)</sup>. Para el año 2021, México fue el noveno productor de miel de abeja y décimo tercer exportador con un valor de 69.7 millones de dólares<sup>(2)</sup>.

Por lo anterior, la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) ha decidido encaminar políticas y trabajo de los sectores productivo y ambiental al desarrollo sustentable y la seguridad alimentaria del país a través de la Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Sustentable de Polinizadores (ENCUSP)<sup>(2)</sup>.

En contraparte, algunos apicultores están en proceso de abandono de la actividad por diversas razones<sup>(3,4)</sup>, como el cambio climático, bajos precios al productor por la miel, falta de capacitación, baja productividad, mercados con estándares más exigentes, así como un alto costo de los insumos utilizados<sup>(5-9)</sup>. En particular, resalta la baja eficiencia en la producción por unidad apícola debido a factores como los costos totales de producción<sup>(4,10)</sup>.

La problemática del abandono de la producción apícola, así como los costos de producción, se han documentado en investigaciones realizadas con pequeños y medianos productores en Estados de la república mexicana como Guerrero, Jalisco, Yucatán y específicamente en Aguascalientes<sup>(3,4,5,11)</sup>.

Ante este escenario, con la función Cobb-Douglas se puede analizar la influencia de los factores de la producción o insumos. En el caso de abejas melíferas, la técnica de la función de producción se ha sido utilizado para estudiar las variaciones que afectan el rendimiento de miel por unidad productiva<sup>(12)</sup>. La función de tipo Cobb-Douglas permite medir la rentabilidad y productividad en la apicultura<sup>(13)</sup>, a su vez, conocer las elasticidades y el comportamiento de las variables. A través del uso de la función de producción, pueden plantearse recomendaciones que generen cambios relevantes en el proceso productivo de miel<sup>(14,15)</sup>.

Por tanto, el presente trabajo tuvo como objetivo estimar la función de producción que maximiza la productividad, además de analizar las elasticidades de los insumos de producción. El lugar de estudio fue seleccionado por la necesidad de aumentar su producción y competitividad a nivel nacional, mediante el conocimiento de las características específicas de la apicultura en la región.

Partiendo de ello, fueron seleccionados 11 municipios con apicultores del Estado de Aguascalientes. El Estado se ubica entre los 21°38'03" y 22°27'06" N y los 101°53'09" y

los 103°00'51" O. En general el clima es semiseco BS<sup>(16)</sup> y más de la mitad del territorio prevalece con vegetación denominada Xerófilo<sup>(17)</sup>. De acuerdo con el clima y vegetación, en el área de estudio se producen de forma natural dos importantes flujos de néctar, uno de ellos durante la primavera (principalmente por mezquite (*Prosopis laevigata*) y otro en el otoño, por varias malezas como la aceitilla (*Bidens odorata*)<sup>(7)</sup>, lampote (*Tithonia tubaeformis*) y el lampotillo (*Simsia amplexicaulis*).

La información se obtuvo mediante la aplicación de un cuestionario semiestructurado donde se abordó el manejo técnico, insumos y costos de producción. La aplicación abarcó los meses de diciembre de 2019 y enero de 2020. El marco de muestreo fue el Nuevo Comité Apícola del estado de Aguascalientes compuesto por 130 apicultores.

El tamaño de la muestra (n= 24) se obtuvo con la fórmula propuesta por Wayne<sup>(18)</sup>, con 95% de confianza y 8% de precisión.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

La selección de variables del estudio se realizó con base en estudios anteriores<sup>(19)</sup>. Las características de las variables se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1:** Variables consideradas para la función de producción

| <b>Variable</b>            | <b>Acrónimo</b> | <b>Unidades</b> |
|----------------------------|-----------------|-----------------|
| Producción de miel         | Y               | Kilogramos      |
| Suplementación alimenticia | A               | Kilogramos      |
| Mano de obra               | MO              | Jornales        |
| Cambio de reina            | PCR             | Porcentaje      |

La investigación se ejecutó en el ciclo productivo 2019, por ello, los precios de los insumos están expresados a precios corrientes. La suplementación alimenticia es el jarabe de azúcar o jarabe de maíz de alta fructuosa, que se proporciona a la colmena al menos 45 días previos a la floración y en época de estiaje. El sistema de producción es intensivo en mano de obra para la cosecha que se realiza en los meses de marzo y abril.

El porcentaje de cambio de reinas se determinó considerando el número de colonias de abejas a las que se les reemplazó la reina durante el 2019 con relación al total de colonias en el mismo año. En el caso del cambio de reina, el 90 % de los apicultores realizaron el cambio de reina al año. En promedio, con un 40 % del total de sus colonias; es decir, por cada 10 colmenas a 4 le cambian la reina.

En esta dirección, a partir de la encuesta se obtuvo una base de datos de las variables que fueron estudiadas. Posteriormente, con el análisis estadístico se determinaron los efectos de las variables sobre la producción de miel. Para estimar la función de producción se utilizó el método indirecto para la formulación de la función, donde se transformaron los

datos de las variables a logaritmos<sup>(20)</sup>, después se implementó una regresión lineal con un nivel de confianza de 0.05. Lo anterior, con el objetivo de determinar la relación que existe entre la cantidad producida y los insumos productivos usados en el proceso<sup>(21)</sup>. Se utilizó la función de tipo Cobb-Douglas para estimar la máxima producción usando plenamente los insumos disponibles o brecha de producción<sup>(22)</sup>; es decir, la distancia entre la producción efectiva y la potencial<sup>(23)</sup>. Una de las características clave de una función de producción tipo Cobb-Douglas, es que la función de costo dual correspondiente se puede derivar, haciendo uso de la optimización de primer orden<sup>(24,25)</sup>.

Para la evaluación estadística del modelo se tomó en cuenta la  $R^2$  ajustada, mientras que los resultados de las pruebas de "F" y "t-student" fueron para evaluar la significancia estadística del modelo y los coeficientes de regresión de la muestra<sup>(26)</sup>. De esta manera, la formulación del modelo de la función de Cobb-Douglas en su forma estocástica<sup>(27)</sup> quedó de la siguiente manera:

$$Y_i = \beta_0 A_i^{\beta_1} MO_{2i}^{\beta_2} PCR_{3i} U_i$$

La relación no es lineal entre la producción y los insumos de producción, por lo que, para la estimación, el modelo se transformó en una función logarítmica<sup>(27)</sup>:

$$\ln(Y) = \ln(\beta_0) + \beta_1 * \ln(A) + \beta_2 * \ln(MO) + \beta_3 * \ln(PCR) + \ln(U)$$

Donde:  $Y$  = Producción de miel;  $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  = Coeficientes de regresión. Por consiguiente,  $\beta_1$  es la elasticidad (parcial) de la producción respecto al alimento, manteniendo las demás variables constantes;  $\beta_2$  es la elasticidad de la producción respecto al número de jornales por colmena, manteniendo todas las variables constantes;  $\beta_3$  es la elasticidad (parcial) de la producción respecto al porcentaje de cambio de reina.

Si la suma de  $\beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3$  es 1, existen rendimientos constantes a escala, si la suma es menor a 1 existen rendimientos decrecientes a escala; esto es, al duplicar los insumos, la producción crece en menos del doble. Por último, si la suma es mayor a 1, hay rendimientos crecientes a escala<sup>(23,28)</sup>, es multiplicativa y no aditiva; lo que significa que la duplicación de los insumos aumenta la producción en más del doble<sup>(25)</sup>.

Para la solución de modelo se utilizó el método Lagrange<sup>(29,30)</sup>, puesto que una vez que se construye el modelo, se agrega una función matemática restringida. En términos de maximización:

$$L = f(A, MO, PCR) - \gamma(PA + PMO + PPCR + M)$$

El primer paso es derivar parcialmente a  $L$  con relación a los insumos correspondientes y a  $\gamma$ . Enseguida se maximiza la función igualando el cociente de las derivadas parciales a

la relación de precios<sup>(29,30)</sup> para obtener los óptimos económicos<sup>(31,32)</sup> de acuerdo con la función construida.

En el Cuadro 2 se describen las variables que fueron utilizadas. Al respecto, para la prueba general del modelo se llevaron a cabo diferentes test o supuestos. La multicolinealidad se evaluó con el Factor de Inflación de Varianza (VIF)<sup>(33)</sup>, se obtuvo un valor menor a 0.10 en todas las variables.

Las variables alimentación, mano de obra y porcentaje de cambios de reina resultaron significativas a un nivel de 0.05 (Cuadro 3).

**Cuadro 2:** Descripción de las variables utilizadas en el modelo

| VARIABLES                  | UNIDAD   | MÍNIMO  | MÁXIMO  | MEDIA   | DE      | CV   |
|----------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|------|
| Suplementación alimenticia | kg       | 1,050.0 | 8,700.0 | 4,550.0 | 2,135.3 | 46.9 |
| Cambio de reina            | %        | 10.0    | 80.0    | 39.4    | 17.5    | 44.6 |
| Mano de obra               | jornales | 48.0    | 157.0   | 101.0   | 36.1    | 35.7 |

DE= desviación estándar; CV= coeficiente de variación.

De acuerdo con los resultados de la ecuación de regresión (Cuadro 3), el ajuste del modelo indica que las variables consideradas como independientes explican un 94 % las variaciones en la producción de miel. Los tres coeficientes de regresión tienen una relación directa con la producción de miel. Los insumos SA y MO tienen la misma importancia y representaron más de cuatro veces al insumo PCR.

**Cuadro 3:** Resultados de la regresión y ajuste del modelo

|                | MÍNIMO              | 1Q       | Media   | 3Q                    | MÁXIMO  |
|----------------|---------------------|----------|---------|-----------------------|---------|
|                | -0.23736            | -0.08644 | 0.01199 | 0.05379               | 0.26626 |
| Coeficientes:  |                     |          |         |                       |         |
|                | Estimación estándar | Error    | Valor t | Pr(> t ) (p asociado) |         |
| (Intersección) | 0.72204             | 0.44336  | 1.629   | 0.118312              |         |
| SA             | 0.57877             | 0.12173  | 4.755   | 0.000107 ***          |         |
| MO             | 0.55016             | 0.16544  | 3.325   | 0.003213 **           |         |
| PCR            | 0.13728             | 0.05987  | 2.293   | 0.032283 *            |         |

Error estándar residual: 0.133 con 21 grados de libertad.  
 R-cuadrada múltiple: 0.9484; R-cuadrada ajustada: 0.9411.  
 Estadístico F: 128.8 en 3 y 21 DF; valor de P: 1.113e-13.  
 \*\*\*\*' 0.001 \*\*\*' 0.01 '\*\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Se aplicaron antilogaritmos, por lo que la función de producción empírica de Cobb-Douglas quedó de la siguiente manera:

$$Y = e^{0.72204} A^{0.57877} MO^{0.55016} PCR^{0.13728}$$

La función de producción de miel muestra que un incremento del 1 % en la suplementación alimenticia aumentará en 0.57 % la producción de miel, mientras que un cambio del 1 % en la mano de obra aumentará en 0.55 %, manteniendo constantes los demás insumos. Como la suma de coeficientes es mayor que 1, la función de producción tiene rendimientos crecientes a escala.

Por un lado, la explicación anterior es en términos económicos de la función de producción. Por otro lado, en cuestión técnica, aumentar la suplementación alimenticia a las colonias de abejas, en los días previos al flujo de néctar para cada temporada, contribuye a que la colmena llegue a la época de floración con una mayor población y mejora el volumen producido de miel. Del mismo modo, incrementar las horas de trabajo por jornal implica un costo adicional. El producto marginal del insumo azúcar indica que agregar un kilogramo de dicho insumo, aumentará la producción de miel en 0.57 kg, esto dependerá a su vez de las condiciones ambientales que se tengan.

La determinación del óptimo económico se estableció con base en los precios de los insumos “suplementación alimenticia” (\$17/kg) y “mano de obra” (\$200 por jornal), manteniendo constante la variable “porcentaje cambio de reina” (*PCR*). Esta última variable se reemplazó por su promedio ( $PCR=39.40$ ) y la función quedó de la siguiente manera:

$$Y = 3.4088A^{0.57877}MO^{0.55016} \quad (1); \text{ Sujeta a: } 17A + 200MO = 80 \quad (2)$$

Así, a la función estimada se le impuso la restricción objetivo con los precios de los insumos y el precio de venta de miel (\$80) (multiplicador de Lagrange).

Los valores estimados son:  $A= 2.4140$  y  $MO= 0.1948$ .

Al sustituir los valores en la función de producción se obtiene la cantidad de miel óptima con respecto a los insumos utilizados.

$$y = 3.4088(2.4140)^{0.57877}(0.1948)^{0.55016}$$

$$y = 2.3082$$

Es necesario recalcar que en un principio se probaron variables como el tamaño de las colonias, vacunación, gastos de transporte, depreciación del equipo y herramienta; sin embargo, solo las variables presentadas en el presente modelo resultaron estadísticamente significativas. En este contexto, existen trabajos a nivel internacional<sup>(13)</sup> que también probaron variables como alimentación, tamaño de la colonia, mano de obra, medicamentos y capital; finalmente también trabajaron con las variables suplementación alimenticia, mano de obra y medicamentos para analizar la competitividad a través de la función de producción Cobb-Douglas. En suma, la producción y la ganancia están en función de diversas variables; no obstante, en este trabajo se ha hecho una abstracción al estimar las combinaciones óptimas solo con las variables estadísticamente significativas.

Partiendo de lo previamente establecido, es posible afirmar que con 2.4140 kg de azúcar y 0.1948 jornales se obtengan 2.3082 kg de miel. En este contexto, para obtener 1 kg de miel, se requieren 1.0458 kg de alimento (suplementación alimenticia) y 0.08439 jornales. Se puede inferir que para obtener la máxima ganancia en la producción de un kilogramo de miel, la inversión óptima es de \$17.78 pesos en alimento y \$16.84 pesos en mano de obra. Dicho de otra forma, en un kilogramo de miel producido, con un precio del alimento (suplemento alimenticio) en 17 pesos y la mano de obra en 200 pesos por unidad (jornal), la ganancia será de \$45.38 pesos por kilogramo aproximadamente.

La función utilizada permitió que se conocieran las elasticidades de los insumos<sup>(34)</sup> en la producción de miel para la zona de estudio. Los factores muestran que un incremento del 10 % en la suplementación alimenticia, porcentaje de cambio de reinas y número de jornales, ocasionan incrementos del 5.7 %, 5.5 % y 1.3 % en la producción respectivamente. En este sentido, Magaña<sup>(10)</sup> menciona que en el país, el 12 % del costo total de producción corresponde al azúcar (suplementación energética) y 31.2 % a los salarios. Por otro lado, Zavala *et al*<sup>(4)</sup> encontraron que para el estado de Aguascalientes, dentro de los costos variables de la apicultura, el 47 % equivale a la suplementación alimenticia (azúcar), seguido del costo en mano de obra con un 14 %; lo que indica que estos insumos son determinantes en la producción apícola. En particular, en la zona de estudio, los apicultores tienen una mayor erogación en el costo de alimentación<sup>(4)</sup>. La suplementación contribuye a una mayor tasa de sobrevivencia lo que favorece a la producción. En contraparte, para el caso de la península de Yucatán, dentro del costo total de producción, la mano de obra tiene un mayor peso en comparación con el alimento<sup>(35,36)</sup>.

En este contexto, Magaña<sup>(37)</sup> estima que el costo de producir un kilogramo de miel en Yucatán es de 19.7 pesos para el pequeño productor, 16.6 pesos, para el mediano y 14.4 pesos para los productores grandes. Esto es, muy por debajo de lo encontrado en el presente estudio, con 35 pesos en promedio por kilogramo de miel. El costo de producción hace que se tengan diferencias en las regiones en relación con el precio de venta de miel y al nivel de utilización de los insumos con relación a sus precios. Además, las variaciones en los costos de producción también pueden deberse a varios factores como la temperatura, precipitación, genética, cantidad de trabajo aplicado<sup>(12)</sup>, entre otros factores. Esto se ve reflejado en la estimación de la ganancia de 45 pesos como resultado del presente estudio, con relación a los 23 pesos de estudios previos en otras regiones<sup>(37)</sup>. Una diferencia fundamental entre esta comparación puede ser el año y el espacio geográfico en el que se desenvuelven.

En conclusión, los insumos alimento (azúcar) y mano de obra (jornales) son los insumos que mejor explican la producción de miel en los productores pertenecientes al padrón de donde se obtuvo la muestra. Las elasticidades de producción que se estimaron en el presente trabajo indican que un aumento en los insumos utilizados para la producción de la miel incrementa la producción total, manteniendo todos los demás insumos constantes.



Los insumos, alimento y mano de obra por separado tienen rendimientos decrecientes; en este sentido se recomienda que se produzca sin dejar que el producto marginal sea negativo y se convierta en pérdidas económicas.

### Literatura citada:

1. Zorrilla A, Urbano B. Contribución de la apicultura ecológica a la diversificación sostenible de la agricultura familiar. En: Universidad Politécnica de Valencia editor. Territorios rurales, agriculturas locales y cadenas alimentarias. 1era ed. Palencia, España; 2014:15.
2. SADER. Secretaría de Desarrollo Rural. Crecen producción y exportaciones de miel en México al cierre de 2021: Agricultura. México. 2022. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/crecen-produccion-y-exportaciones-de-miel-en-mexico-al-cierre-de-2021-agricultura-293944?idiom=es>.
3. Contreras UL, Magaña MMA, Sanginés GJ. Características técnicas y socioeconómicas de la apicultura en comunidades mayas del Litoral Centro de Yucatán. Acta Universitaria 2018;28(1):44-86.
4. Zavala BJI, López SMA, Valdivia AR, Montiel BBM. Rentabilidad estratificada del sector apícola en Aguascalientes, México. Rev Mex Cienc Pecu 2021;12(2):1-16.
5. Becerril GJ, Hernández CFI. Apicultura: su contribución al ingreso de los hogares rurales del sur de Yucatán. Península 2020;15(2):9-29.
6. Contreras UL, Magaña MAA. Costos y rentabilidad de la apicultura a pequeña escala en comunidades mayas del Litoral Centro de Yucatán, México. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes 2017;25(71):52-58.
7. Martínez BHA, Hernández AEG. Análisis de brechas tecnológicas e identificación de oportunidades de vinculación con organizaciones y empresas del sector apícola en Aguascalientes. 1ra ed. Aguascalientes, Ags. México: Universidad Autónoma de Aguascalientes; 2017.
8. Magaña MMA, Leyva MCE. Costos y rentabilidad del proceso de producción apícola en México. Contaduría y Administración 2011;(235):99-119.
9. Castellanos-Potenciano BP, Gallardo-López F, Sol-Sánchez Á, Landeros-Sánchez C, Díaz-Padilla G, Sierra-Figueroa P *et al.* Impacto potencial del cambio climático en la apicultura. Rev Iberoam Bioecon Cambio Clim 2016;2(1):1-19.
10. Magaña MMA, Tavera CME, Salazar BLL, Sanginés GJR. Productividad de la apicultura en México y su impacto sobre la rentabilidad. Rev Mex Cienc Agric 2016;7(5):1103-1115.



11. Magaña MMA, Moguel OYB, Sanginés GJR, Leyva MCE. Estructura e importancia de la cadena productiva y comercial de la miel en México. Rev Mex Cienc Pecu 2012;3(1):49-64.
12. Medina-Cuéllar SE, Álvarez-Coque JMG, Portillo-Vázquez M, Terrazas-González GH. Influencia de los factores ambientales y de manejo en la segunda temporada de producción de miel de abeja en Aguascalientes, México. REEAP 2014;2014(238): 65-80.
13. Al-Ghamdi AA, Adgaba N, Herab AH, Ansari MJ. Comparative analysis of profitability of honey production using traditional and box hives. SJBS 2017;(24):1075-1080.
14. Kizilaslan H, Kizilaslan N. Factors affecting honey production in apiculture in Turkey. TJASR 2007;3(10):983-987.
15. Dogan Z, Karagoz M, Ozbakir, GO. Long years apiculture data model of Turkey: an econometric time series analysis. JAPS 2014;24(5):1573-1578.
16. García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 5ta ed. D.F., México: Instituto de Geografía UNAM; 2004.
17. Siqueiros DME, Rodríguez AJA, Martínez RJ, Sierra MJC. Situación actual de la vegetación del Estado de Aguascalientes. Botanical Sciences 2016;94(3):455-470.
18. Wayne D. Bioestadística base para el análisis de las ciencias de la salud. 4a ed. México: Limusa; 2017.
19. Medina CSE, Tirado GDN, Portillo VM, López SMA, Franco OVH. Environmental implications for the production of honey from mesquite (*Prosopis laevigata*) in semi-arid ecosystems. J Apic Res 2018;57(4):507-515.
20. Nicholson W. Teoría microeconómica. Principios básicos y ampliaciones. 9ª ed. México: Cengage Learning; 2007.
21. Vargas BBE. La función de producción Cobb-Douglas. Fides Et Ratio 2014;8(8):67-74.
22. Mir P. Aspectos metodológicos y teóricos de la función de producción agraria. Agricultura y Sociedad 1991;61(1991):9-38.
23. Bellod RJF. La función de Producción Cobb-Douglas y la economía española. Rev Econom Crítica 2011;12(2011):9-38.
24. Felipe J, Gerard A. "A Theory of Production" The estimation of the Cobb-Douglas function: A retrospective view. EEJ 2005;31(3):427-445.
25. Debertin DL. Agricultural production economics. 2nd ed. Kentucky, USA: University of Kentucky; 2012.

26. Anderson RD, Sweeney JD, Williams TA. Estadística para administración y economía. 10ª ed. D.F. México: Cengage Learning Editores SA.; 2008.
27. Gujarati DN, Porter DC. Econometría. 5th ed. México D.F: Mc Graw Hill; 2013.
28. Aiyar SS, Dalgaard CJ. Accounting for productivity: Is it ok to assume that the world is Cobb-Douglas?. *J Macroeconomics* 2008;(31):290–303.
29. Castro JM. El teorema de Lagrange y el segundo método de Liapunov, como criterio de estabilidad. *Boletín de Matemáticas* 1973;7(4):205-218.
30. Frank HR. Microeconomía intermedia. Análisis y comportamiento económico. 7a ed. México: McGraw-Hill; 2009.
31. Castellanos-Pérez M, Martínez-Garza Á, Beatriz-Colmenares C, Martínez-Damián MÁ, Rendon-Sánchez G. Región confidencial para el óptimo económico de una función de producción Cobb-Douglas. *Agrociencia* 2006;40(1):117–124.
32. Feuradi GP. La función de producción Cobb Douglas y su aplicación en la economía boliviana. *INNOVA Research J* 2018;3(4):70-82.
33. Vall MJ, Guerra BC, Walikiria C. La multicolinealidad en modelos de regresión lineal múltiple. *Rev Cienc Téc Agr* 2012;21(4):80-83.
34. Rebollar RS, Callejas JN, Guzmán SE. La función Cobb-Douglas de la producción semintensiva de leche en el sur del Estado de México. *Análisis Económico* 2018;33(82):125-141.
35. Contreras E, Pérez AB, Echazarreta MC, Cavazos AJ, Macias 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.
36. Contreras UL, Magaña MMA, Sangines GJR. Productividad de la apicultura en comunidades mayas del Litoral Centro de Yucatán, México. *Rev Agroproductividad* 2017;10(5):46-50.
37. Magaña MMA, Aguilar AA, Lara LP, Sanginés GR. Caracterización socioeconómica de la actividad apícola en el estado de Yucatán, México. *Agronomía* 2007;15(2):17-24.