

Diagnóstico de la apicultura, agroecosistemas y africanización de colonias de *Apis mellifera*, en Comalcalco, Tabasco, México

Beekeeping, agroecosystems and africanization of *Apis mellifera* diagnosis, in Comalcalco, Tabasco, Mexico

Juan Florencio Gómez-Leyva¹ ,
 Fernando May-Esquivel² ,
 Lorena Vázquez-Hernández³ ,
 Miriam Gallegos-González⁴ ,
 Francisco Javier Catzím-Rojas⁴ ,
 Emeterio Payró-de la Cruz^{4*} 

¹Tecnológico Nacional de México/I.T de Tlajomulco. Km 10 Carretera a San Miguel Cuyutlán. CP. 45640. Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México.

²Tecnológico Nacional de México/I.T Superior de los Ríos. Km 3, Carretera Balancán-Villahermosa. CP. 86930. Balancán, Tabasco, México.

³Tecnológico Nacional de México/I.T Huimanguillo. Carretera del Golfo Malpaso - El Bellote, Km. 98.1, R/a Libertad. CP.86400. Huimanguillo, Tabasco, México.

⁴Tecnológico Nacional de México/I.T Zona Olmeca. Ignacio Zaragoza S/N. Villa Ocuilzapotlán. CP. 86250. Centro, Tabasco, México.

* Autor de correspondencia:
 emeterio.pd@zolmeca.tecnm.mx

Nota científica

Recibida: 18 de octubre 2021

Aceptada: 23 de febrero 2022

Como citar: Gómez-Leyva JF, May-Esquivel F, Vázquez-Hernández L, Gallegos-González M, Catzím-Rojas FJ, Payró-de la Cruz E (2022) Diagnóstico de la apicultura, agroecosistemas y africanización de colonias de *Apis mellifera*, en Comalcalco, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 9(1): e3158. DOI: 10.19136/era.a9n1.3158

RESUMEN. La apicultura genera divisas para México, sin embargo, Tabasco ocupa el 25vo lugar en producción a nivel nacional. El municipio de Comalcalco, posee recursos agroecológicos con potencial apícola. Con el objetivo de analizar los aspectos socioeconómicos y técnicos de la apicultura, se entrevistaron 11 apicultores, clasificándolos en cuatro estratos. Los apiarios fueron georreferenciados para geoprocesamiento. Se determinó la africanización mediante ADNmt en zánganos. La edad promedio de los apicultores fue 48 años, con 8 años de experiencia, detectando que la apicultura no es su principal actividad económica. El rendimiento de miel fue de 46.2 kg Colonia⁻¹ mayor al promedio estatal (37 kg Colonia⁻¹). El análisis del ADNmt identificó 100% de africanización, posiblemente debido a que el cambio anual de abejas reinas de origen europeo no se realiza. Se identificaron cuatro agroecosistemas contrastantes. Los resultados encontrados indican que se requiere implementar estrategias para el aprovechamiento sustentable del germoplasma apícola y generacional en la entidad.

Palabras clave: ADN mitocondrial, apicultura, miel, genética, agroecosistemas.

ABSTRACT. Beekeeping generates currencies for Mexico, however, Tabasco ranks 25th in national production. The municipality of Comalcalco has agroecological resources with beekeeping potential. In order to analyze the socioeconomic and technical aspects of beekeeping, 11 beekeepers were interviewed, classifying them into four strata. The apiaries were georeferenced for geoprocessing. Africanization was determined by mtDNA in drones. The average age of the beekeepers was 48 years, with 8 years of experience, detecting that beekeeping is not their main economic activity. Honey yield was 46.2 kg Colony⁻¹ higher than the state average (37 kg Colony⁻¹). The mtDNA analysis identified 100% Africanization, possibly due to the fact that the annual replacement of queen bees of European origin does not take place. Four contrasting agroecosystems were identified. The results found indicate that it is necessary to implement strategies for the sustainable use of beekeeping and generational germplasm in the entity.

Key words: Mitochondrial DNA, honey, genetics, agroecosystems.

INTRODUCCIÓN

Las abejas melíferas son un importante recurso biológico para garantizar la seguridad agroalimentaria mediante su aprovechamiento sustentable (Dolores-Mijangos *et al.* 2017). México está consolidado entre los 10 principales productores y exportadores de miel de alta calidad a nivel internacional; los estados con mayor producción nacional son Jalisco, Veracruz, Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, mientras que el estado de Tabasco ocupa el 25vo lugar en producción de miel, registrando una producción total de 405 t de miel, en sus 17 municipios, de las cuales el municipio de Comalcalco aportó 20.60 t ubicándose en el octavo lugar a nivel estatal (SIAP 2020). No obstante, el estado de Tabasco posee una amplia diversidad botánica con potencial apícola. De acuerdo con Córdova-Córdova *et al.* (2013), se encontraron 47 tipos polínicos pertenecientes a 25 familias de plantas, lo cual tienen especial relevancia ya que tanto el origen botánico como el origen geográfico de las mieles, permite establecer su denominación de origen y conferir valor agregado al producto, dado que las características de las mieles dependen de las especies vegetales que las abejas utilizan como fuente de néctar para su elaboración. Por otra parte, Roy *et al.* (2018) afirman que, a nivel mundial, la apicultura ha estado amenazada por el cambio climático, cambios en la vegetación, uso del suelo, uso indiscriminado de pesticidas y el colapso de las colonias. Mientras que Uribe *et al.* (2003), consideran que la africanización es uno de los principales problemas que afectan a la industria apícola en México, por lo que es importante conocer cuáles son los niveles de africanización de las colonias que se aprovechan en cada región. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue realizar un diagnóstico del sector apícola y del entorno agroecológico de las zonas de pecoreo, y determinar los niveles de africanización de las colonias de abejas melíferas, del municipio de Comalcalco, Tabasco, para plantear estrategias que contribuyan a la sustentabilidad de la apicultura en esta región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Este trabajo se llevó a cabo de octubre a diciembre del 2020, participaron 11 apicultores de un total de 21 que se encuentran registrados en la Dirección de Desarrollo Municipal del Ayuntamiento de Comalcalco, Tabasco, este municipio fue seleccionado por el potencial apícola que posee. El municipio, pertenece a la subregión Chontalpa y colinda con el litoral del Golfo de México. Su extensión es de 723.19 km², y ocupa el 2.41% de la superficie del estado de Tabasco, cuenta con 117 localidades y una población total de 214 877 habitantes (INEGI 2020). Presenta clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, temperatura media anual de 26.30 °C, con máximas mensuales de 34.7 °C. El régimen de precipitación anual es de 1 847.6 mm, en los meses de junio a diciembre, cuando se presenta mayor precipitación (CONAGUA-SMN 2021).

Aplicación de encuestas

Se realizó un muestreo estratificado de los apicultores (n = Número de apicultores por estrato) con base en el número de colonias que ellos aprovechan (Estrato 1 de 1 a 10, n = 2; estrato 2 de 11 a 25, n = 6; estrato 3 de 26 a 40, n = 1 y estrato 4 de 41 a 60, n = 2). La encuesta consistió en preguntas cerradas sobre aspectos socioeconómicos y de manejo de las colonias: edad, antigüedad como apicultor, sexo, estado civil, escolaridad y principal fuente de ingresos, cambio anual de reinas, producción promedio de miel por colonia (kg Colonia⁻¹) y número de colonias que posee.

Aspectos agroecológicos en la zona de pecoreo

Se georreferenció la ubicación de los apiarios, en coordenadas UTM con un GPS Garmin modelo GPSMAP 64s. Se determinó la zona de pecoreo, considerada a 3 km de radio, tomando como punto central los apiarios del sitio de estudio (Reyes-Carrillo *et al.* 2018), realizando geoprocetos con el programa QGIS 3.10 (QGIS 2021). Se utilizó la información digital vectorial del inventario estatal forestal y de sue-

los de Tabasco (CONAFOR 2014), los apiarios fueron agrupados, con base en el análisis de la presencia o ausencia de áreas urbanas, así como del tipo de vegetación y uso del suelo predominante.

Determinación de la africanización

Se muestrearon 11 apiarios de cada uno, se seleccionaron tres colonias al azar. Directamente de la cámara de cría, se colectaron de forma manual de 20 a 30 zánganos maduros, conservándolos en etanol al 96%, en frascos de PET (250 mL). Cada frasco fue numerado y etiquetado con la siguiente información: Nombre del apicultor, nombre de la comunidad y nombre del municipio. Las muestras fueron depositadas en una nevera para su traslado al laboratorio de biotecnología del Tecnológico Nacional de México campus Zona Olmeca (UTM 15Q 515187.71 W; 2004999.06 N), donde se resguardaron en refrigeración (5 °C) hasta su uso. Una muestra homogénea de 10 zánganos por apiario se maceró en un mortero de porcelana con pistilo, previamente esterilizado en autoclave (120 °C por 20 min). La extracción de ácido desoxirribonucleico (ADN), se realizó mediante el protocolo propuesto por Doyle y Doyle (1990), con la adición del 5% de PVP 40. El ADN de cada muestra se visualizó en un gel de agarosa al 1% con amortiguador de borato de sodio 10 mM, empleando una cámara de electroforesis marca C.B.S Scientific C.O, modelo MGIS-502T, con condiciones de corrida 100 voltios durante 30 min, generados por una fuente de poder marca Scientific, modelo JY-SP300C. La determinación de genes africanizados, se realizó mediante amplificación por PCR de la región de 485 pb del gen citocromo b del ADN mitocondrial, usando los oligonucleótidos CytbA-F (TAT GTA CTA CCA TGA GGA CAA ATA TC) y CytbA-R (ATT ACA CCT CCT AAT TTA TTA GGA AT) (Crozier *et al.* 1991). Se empleó un termociclador Marca Genius modelo Techne, programando las condiciones de corrida de 94 °C (2 min), seguida por 30 ciclos 94 °C (1 min), 50 °C (1 min) y 72 °C (1 min), para luego tener un ciclo final de 72 °C (7 min). Los productos de la amplificación se separaron por electroforesis en un gel de agarosa (2%). Después de la amplificación las muestras de los productos

de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) se digirieron con 1 U de enzima de restricción *Bgl* II (Invitrogen), a 37 °C durante 4 h. La enzima *Bgl* II (Invitrogen) corta cuando reconoce la secuencia 5'-A/GATCT-3', del gen citocromo b, generando un patrón de dos fragmentos (194 y 291 pb), los cuales se midieron como: Mitotipo europeo (E), o Mitotipo africanizado (A), cuando se visualizó un fragmento único sin digerir de 485 pb. La africanización se determinó mediante la presencia/ausencia del patrón de bandeó.

Análisis estadístico

Con los datos de las encuestas, se obtuvieron las frecuencias relativas, se realizó análisis multivariado y análisis de correlaciones momento producto de Pearson entre las variables (E = Edad del apicultor, AC = Antigüedad como apicultor, PPM = Producción promedio de miel por colonias (kg Colonia⁻¹), NC = Numero de colonias) para determinar su posible relación e influencia entre sí (Steel y Torrie 1988). Todos los análisis se realizaron con el software InfoStat 2016 y el SPSS (2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Información de las encuestas

El 82% de los productores son de sexo masculino y 18% femenino, de los cuales el 91% están casados y 9% solteros. La producción de miel fue 46.2 kg Colonia⁻¹. El 54.5%, desempeñan diferentes oficios, 18% son profesionistas y 27.5% se dedican a diversas actividades agrícolas. Con respecto al nivel de estudios 9.05% no tienen formación académica, 18.1% tienen primaria, 27.15% secundaria, 9.05% bachillerato y 36.2% licenciatura. La edad promedio es de 48 años con mínimo de 23, y máximo de 80 años; los apicultores de mayor edad, se encuentran en el estrato 1, con promedio de 66 años (Figura 1A). La antigüedad promedio en la actividad apícola es de 8 años. En el estrato 1, se ubicaron los apicultores con mayor antigüedad (9 años) como se observa en la Figura 1B, mientras que en la Figura 1C, se observa, que la mayor producción de miel se encontró en el estrato 4 (56 kg Colonia⁻¹). Se en-

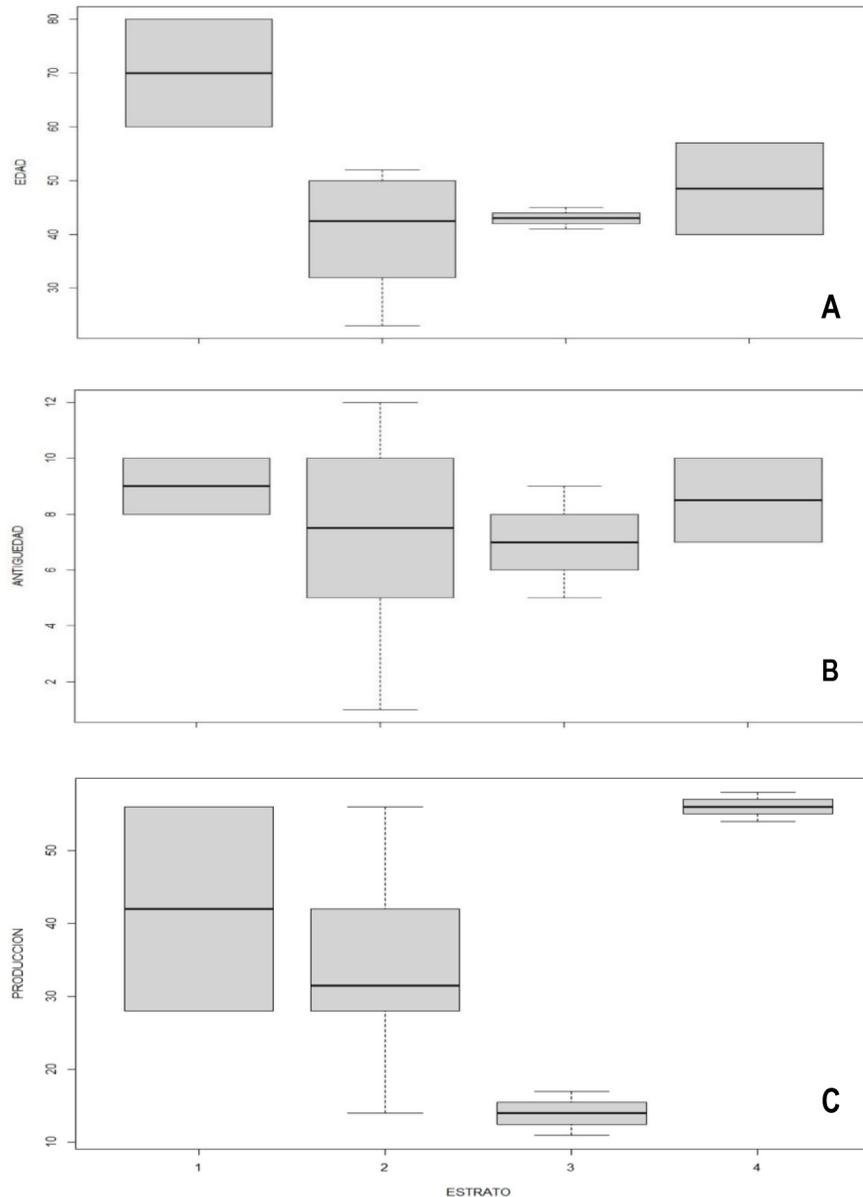


Figura 1. Comportamiento de las variables edad (años), antigüedad (años) y producción de miel (kg Colonia⁻¹), por estratos de apicultores (n), con base en el número de colonias que posee: Estrato1 (1 a 10) n=2; estrato 2 (11 a 25) n=6; estrato 3 (26 a 40) n=1; estrato 4 (41 a 60) n=2. La caja representa la mediana de los datos con una proporción de 25 al 75%.

controló correlación positiva entre el número de colonias y principal ingreso (0.67, $p = 0.023$), correlación negativa entre edad y escolaridad (-0.8, $p = 0.003$), mientras que correlaciones moderadas entre la producción, ingreso principal y antigüedad (0.48 y 0.44, respectivamente). El análisis de componentes principales (ACP) mostró que con los dos primeros com-

ponentes (Figura 2) se explica el 60% de la varianza total, con una clara relación de que al aumentar el número de colonias se incrementa el rendimiento y se vuelve una fuente principal de ingreso, asociado a los productores de mayor edad y con mayor experiencia en el manejo de las colonias. El 100% de los apicultores no realiza el cambio anual de reinas de igual

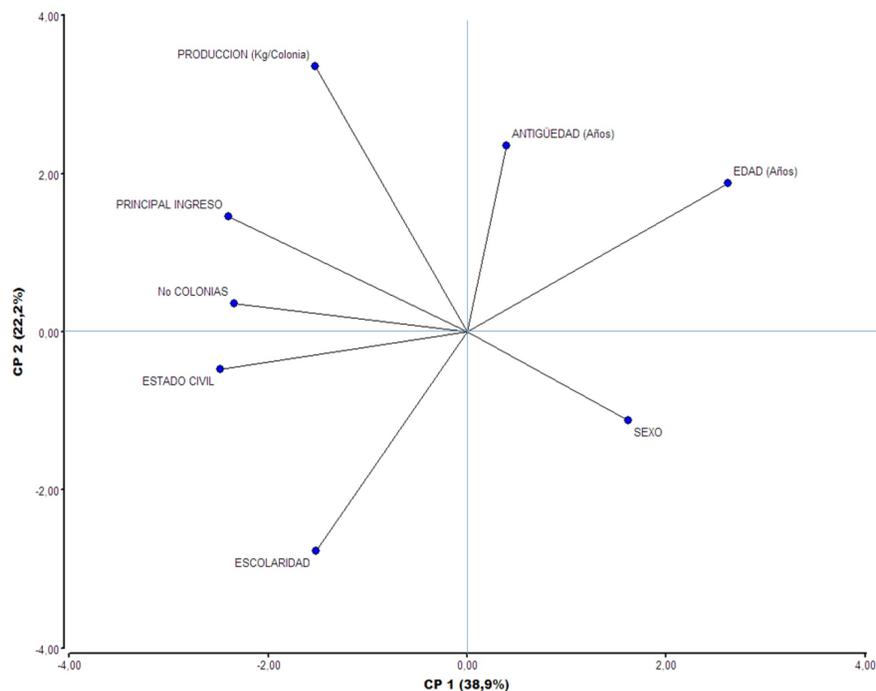


Figura 2. Análisis de componentes principales para las diferentes variables evaluadas en la encuesta.

forma, cuando atrapan enjambres silvestres, son llevados a los apiarios, dejando que las propias abejas reemplacen a la reina. Al igual que en algunas entidades federativas de México (Silva-Contreras *et al.* 2019), en el municipio de Comalcalco, Tabasco la apicultura es una actividad secundaria que se realiza de manera convencional, en las comunidades donde los productores son de bajos ingresos. La edad promedio de los apicultores de 48 años, es similar a lo reportado por Contreras-Escareño *et al.* (2013), en la región sur y suroeste del estado de Jalisco, pero hay una fuerte diferencia entre el número de colonias por apicultor, ya que reportaron un estrato con más de 500 colonias, mientras que, en la presente investigación, el número máximo de colonias por apicultor fue de 58 colonias.

Sobre la producción de miel en tres municipios de Tabasco, Contreras-Ramírez *et al.* (2016) reportaron en Huimanguillo 23.58 kg Colonia⁻¹, Centla 48.81 kg Colonia⁻¹ y en Tacotalpa 72.74 kg Colonia⁻¹, atribuyendo estas diferencias al entorno ecológico, genética de las abejas y el manejo que

realizan los apicultores. El rendimiento promedio obtenido en la presente investigación equivale a 46.2 kg Colonia⁻¹, superior a los 37 kg Colonia⁻¹, reportados por Córdova-Sánchez (2009), para el estado de Tabasco y superior a los 25.4 kg Colonia⁻¹, reportados por Zavala *et al.* (2021) en el estado de Aguascalientes.

Aspectos agroecológicos

Se identificaron cuatro agroecosistemas contrastantes (Figura 3); los apiarios 1 y 2 se agruparon en un agroecosistema antropizado por la presencia de zonas urbanas que ocupan 8% (230 ha) del área de pecoreo. La ocupación del 99% de agricultura de humedad y temporal en los apiarios 6, 7, 9, 10 y 11, lo caracteriza como un agroecosistema agrícola donde se encuentran cultivos de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), calabaza (*Cucurbita pepo*), plátano (*Musa sp.*) y gran diversidad de frutales particularmente cacao (*Theobroma cacao*) con árboles de sombra denominado madreaje, que representan la fuente de alimento para las abejas. El apiario 3 se

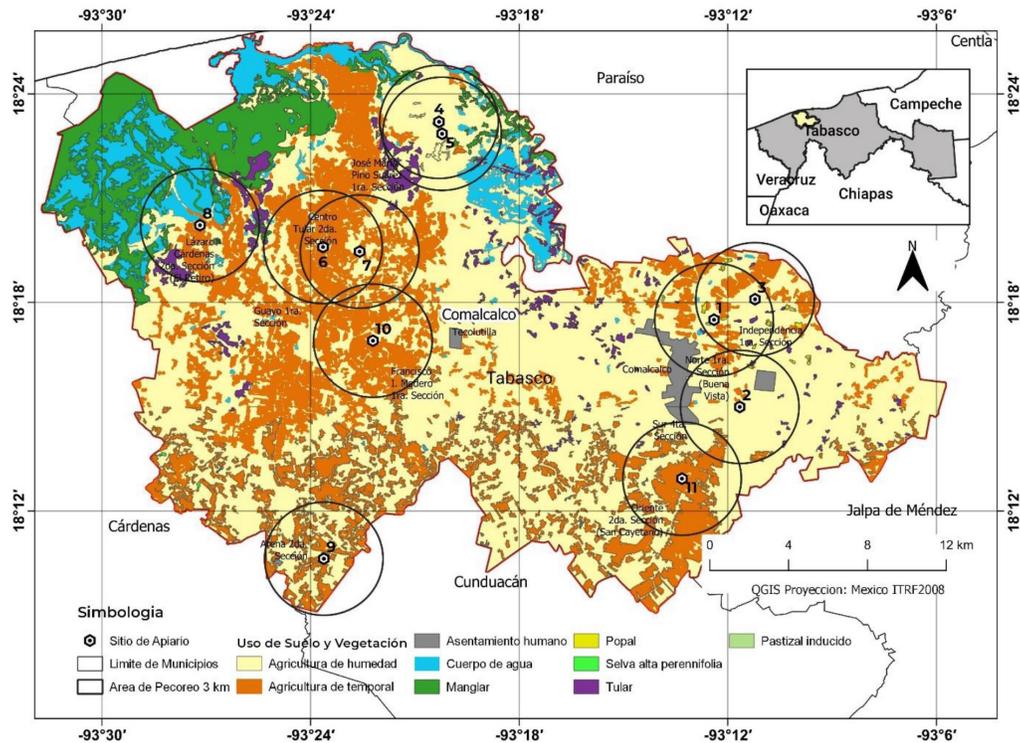


Figura 3. Uso del suelo y tipos de vegetación en la zona de pecoreo de los apiarios de productores participantes en el municipio de Comalcalco, Tabasco, México. El círculo representa el área promedio de pecoreo de los 11 apiarios estudiados (Radio: 3 km).

ubicó en un agroecosistema de vegetación acuática, por la presencia de popales, zona de humedal dominada por plantas de *Thalia geniculata*, *Calathea* sp., *Heliconia* sp., y algunas especies acompañantes como ciperáceas, poáceas y tulares, así como cuerpos de agua que ocupan el 3.5% del área de pecoreo. Por último, los apiarios 4, 5 y 8, se identificaron en el agroecosistema de manglar, dominado por especies de la familia *Rhizophoraceae*, que alcanza 599.10 ha ocupadas en las zonas de pecoreo. Los manglares son un agroecosistema de alto valor de conservación (Castillo-Acosta y Zavala 2019) y de acuerdo con CONAFOR (2014), Comalcalco cuenta con 5 498.21 ha, las cuales no están siendo aprovechadas para la actividad apícola. Estudios realizados por Córdova-Córdova et al. (2013) mediante caracterización palinológica en Centla, Tacotalpa y Paraíso Tabasco, identificaron mieles monoflorales, poliflorales y biflorales, por lo que, en Comalcalco gracias a su diversa vegetación, es posible obtener diferentes tipos de

mieles, lo que le daría un valor agregado a la apicultura, debido a la posibilidad de encontrar mercados diferenciados (Zavala et al. 2021). La mayoría de los apiarios se encuentran muy cercanos entre sí con menos de 5 km, lo que podría estar afectando la producción, dado que las abejas estarían compitiendo por la misma oferta floral, por lo que la recomendación inmediata para los apicultores de la región es que redistribuyan sus apiarios acordes a las distancias recomendadas en otros lugares con vegetación apibotánica similar (Martell-Tamanis et al. 2019). También los resultados encontrados coinciden con lo reportado por Contreras-Uc et al. (2018), quienes, en las comunidades mayas del Litoral Centro de Yucatán, encontraron que se practica la apicultura familiar a pequeña escala, mediante manejo tradicional, encontrando adicionalmente, que los escasos o nulos principios administrativos, contribuyen a limitar su consolidación como microempresa.

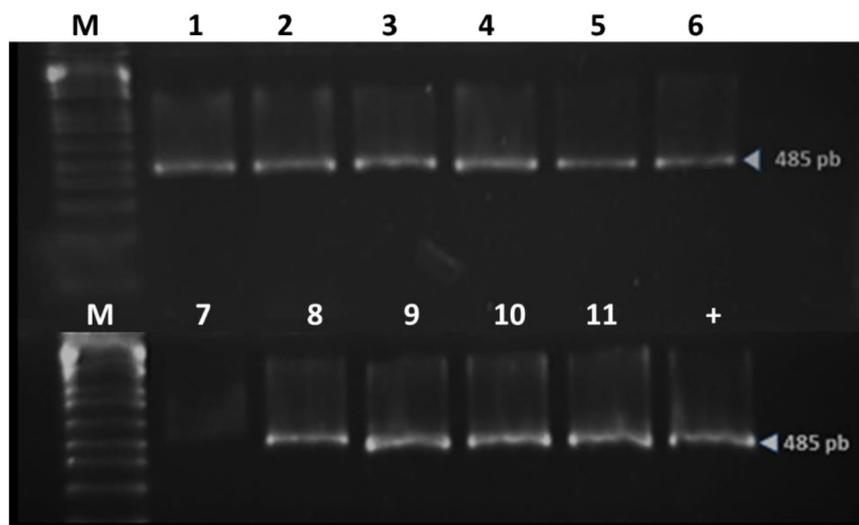


Figura 4. Electroforesis en un gel de agarosa (2%), de los productos de PCR de la región de 485 pb del gen citocromo b del ADN mitocondrial, digeridos con la enzima *Bgl* II (Mitotipo africanizado), para la determinación de genes africanizados en zánganos colectados en apiarios de los productores participantes (Id): M: Marcador de 100pb.

Determinación de la africanización

El mitotipo africanizado se encontró en el 100% de los zánganos (Figura 4). Estos hallazgos, podrían explicarse debido a que los apicultores no realizan el cambio anual de reinas con abejas reinas procedentes de criaderos que manejan pie de cría de origen europeo, además de que ellos trasladan a sus apiarios los enjambres silvestres conservando la misma reina. Estudios realizados mediante ADNmt, por Payró (2011), empleando abejas obreras, reportaron altos índices de africanización entre 30 y 100% de los apiarios; lo que demuestra que los apicultores no realizan el cambio anual de abejas reinas de origen europeo. Sobre el método utilizado Gómez-Leyva *et al.* (2021), en un análisis comparativo entre la técnica morfométrica FABIS y la técnica molecular del polimorfismo en la longitud de los fragmentos de restricción (RFLP) del ADN mitocondrial (ADNmt), para determinar africanización de abejas (*Apis mellifera*) en Tabasco, encontraron que ambos métodos de diagnóstico, identificaron a las colonias pie de cría (CPC) como europeas y las colonias silvestres (CS) como africanizadas, pero en las colonias comerciales (CC) el método FABIS no pudo definir algunas colonias, dándolas como sospe-

chosas (S). Las investigaciones enfocadas a la detección de la africanización en Tabasco, son muy limitadas, lo que representa un vacío de información que dificulta contrastar los resultados obtenidos en la presente investigación. Al respecto, se reporta que en el estado de Tamaulipas las poblaciones están compuestas casi en su totalidad de abejas con mitotipo de origen africano, por lo que el cambio anual de reinas no ha sido suficiente para revertir la frecuencia de genes africanos en las poblaciones locales (Silva-Contreras *et al.* 2019). Mientras que Tibata *et al.* (2017) determinaron una prevalencia del 98.3% de mitotipos africanizados en Colombia, en tanto que Uribe *et al.* (2003), reportan que la africanización es uno de los principales problemas de la industria apícola en México; por otro lado, Medina-Flores *et al.* (2015), afirman que las abejas africanizadas, poseen características deseables para la actividad apícola, ya que se adaptan mejor a los ambientes del trópico húmedo, sus poblaciones son de crecimiento rápido y poseen resistencia a ciertas enfermedades y parasitosis, lo que coincide con Contreras *et al.* (2021) quienes afirman que un aspecto relevante respecto a la africanización, es la mejoría en el comportamiento higiénico, así como

tolerancia a enfermedades, con la desventaja del comportamiento altamente defensivo, lo que implica serios problemas para los apicultores. Considerando que estas poblaciones de zánganos africanizados, se encuentran ampliamente distribuidas y adaptadas a las condiciones prevalecientes en el municipio de Comalcalco, aunado a los buenos rendimientos de miel por colonia, se requiere implementar estrategias e investigaciones, para la selección y mejoramiento genético de abejas reinas progenitoras, para generar líneas de mayor docilidad, características productivas y de resistencia a enfermedades, así como establecer criaderos de abejas reinas.

La apicultura en Comalcalco es realizada por productores adultos, con mayor experiencia en la actividad, pero con reducida cantidad de colonias, además de que es una actividad secundaria. A pesar de que no realizan el cambio anual de reinas, tienen rendimientos superiores a la media estatal, por lo que es importante implementar acciones para el mejor aprovechamiento de las colonias, como selección de las colonias más productivas y con mejor comportamiento defensivo, así como monitorear la estructura y diversidad genética de las poblaciones

con el apoyo de técnicas moleculares. La distribución territorial de los apiarios en el municipio indica que el entorno agroecológico está subaprovechado para la apicultura; por lo que es posible incrementar la producción de diferentes tipos de mieles, lo que permitirá ampliar el mercado con valor agregado, contribuyendo al desarrollo sustentable de la apicultura con el consecuente beneficio en la producción y la economía familiar de los apicultores.

AGRADECIMIENTOS

Al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento otorgado al proyecto de investigación: Análisis poblacional y diversidad genética de zánganos de abejas (*Apis mellifera*), en agroecosistemas contrastantes. Proyecto: k8t23e (7627). A la Sociedad Apicultores Unidos de Comalcalco, por su valiosa colaboración. A la Dirección de Desarrollo Municipal de Comalcalco, Tabasco, por el apoyo en la vinculación con los productores, así como el acompañamiento logístico para realizar el trabajo de campo en cada una de las comunidades.

LITERATURA CITADA

- Castillo-Acosta O, Zavala-Cruz J (2019) Tipos de vegetación. En: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Tabasco (ed). La biodiversidad en Tabasco. Estudio de Estado. Tabasco, México. pp: 69-76.
- CONAFOR (2014) Inventario Estatal Forestal y de Suelos-Tabasco 2013. Sistema Nacional de Información y Gestión Forestal. Comisión Nacional Forestal. <https://snigf.cnf.gob.mx/inventario-estatales/>. Fecha de consulta: 25 de junio de 2021.
- CONAGUA-SMN (2021) Comisión Nacional del Agua. Normales Climatológicas por Estado. Servicio Meteorológico Nacional, Ciudad de México, México. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/normales-climatologicas-por-estado>. Fecha de consulta: 12 de julio de 2021.
- Contreras D, Gómez J, Lozano S, Pérez M y Castañeda E (2021) Efecto de la africanización de *Apis mellifera* en parámetros productivos en el sur de Oaxaca, México. *Temas de Ciencia y Tecnología* 25: 3-10.
- Contreras-Escareño F, Pérez AB, Echazarreta CM, Cavazos AJ, 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.
- Contreras-Ramírez DN, Pérez LMI, Payró-de la Cruz E, Rodríguez-Ortiz G, Castañeda-Hidalgo E, Gómez-Ugalde RM (2016) Comportamiento defensivo, sanitario y producción de ecotipos de *Apis mellifera* L. en

- Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7: 1867-1877.
- Contreras-Uc LC, Magaña-Magaña M, Sanginés-García JR (2018) Características técnicas y socioeconómicas de la apicultura en comunidades mayas del Litoral Centro de Yucatán. *Acta Universitaria* 28: 77-86.
- Córdova-Córdova CI, Ramírez-Arriaga E, Martínez-Hernández E, Zaldívar-Cruz JM (2013) Caracterización botánica de miel de abeja (*Apis mellifera* L.) de cuatro regiones del estado de Tabasco, México, mediante técnicas melisopalínológicas. *Universidad y Ciencia* 29: 163-178
- Córdova-Sánchez E, Zaldívar CJM, Rosendo PA (2009) Importancia de la abeja reina en regiones apícolas del estado de Tabasco. México. <https://docplayer.es/12391588-Importancia-de-la-abeja-reina-en-regiones-apicolas-del-estado-de-tabasco.html>. Fecha de consulta: 5 de julio de 2021.
- Crozier YC, Koulianos S, Crozier RH (1991) An improved test for Africanized honeybee mitochondrial DNA. *Experientia* 47: 968-969.
- Dolores-Mijangos G, Santiago-Cruz M, Arana-Coronado J, Utrera-Quintana F (2017) Estudio del impacto de la actividad apícola en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo* 14: 187-203.
- Doyle JJ, Doyle JL (1990) Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12: 13-16.
- Gómez-Leyva JF, Argüello-Nájera O, Pablo Jorge Vázquez-Encino PJ, Hernández-Hernández LU y Payró-de la Cruz E (2021) Análisis morfométrico y molecular (ADNmt) de abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) en el estado de Tabasco, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 12: 1188-1207.
- INEGI (2020) Censo de Población y Vivienda 2020. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html>. Fecha de consulta: 18 de julio de 2021.
- InfoStat (2016) InfoStat. Software estadístico. <https://www.infostat.com.ar/>. Fecha de consulta: 10 de julio de 2021.
- Martell-Tamanis AY, Lobato RFG, Landa ZML, Luna ChGL, García SLE, Fernández LG (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-Flores CA, Guzmán-Novoa E, Hamiduzzaman MM, Aguilera SJ, López CMA (2015) Africanización de colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*) en tres regiones climáticas del norte de México. *Veterinaria México* 2: 1-9.
- Payró CE (2011) La africanización de las abejas (*Apis mellifera* L) en México: Caso Tabasco. *Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México* 2: 33-36.
- QGIS (2021) Sistema de información geográfica de software libre y de código abierto. <https://www.qgis.org/es/site/>. Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021.
- Reyes-Carrillo J, Galarza-Mendoza J, Muñoz-Soto R, Moreno-Reséndez A (2018) Diagnostico territorial y espacial de la apicultura en los sistemas agroecológicos de la Comarca Lagunera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5: 215-28.
- Roy D, Debnath P, Mondal D, Kanti SP (2018) Colony collapse disorder of honey bee: A neoteric ruction in global apiculture. *Current Journal of Applied Science and Technology* 26: 1-12.
- SIAP (2020) Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Estadística de la producción pecuaria nacional. Secretaría de agricultura y desarrollo rural México. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>. Fecha de consulta: 2 de mayo de 2021.

- Silva-Contreras A, Cienfuegos RE, Martínez GJ, López ZR, Parra BG, Tapia GJ (2019) Africanización de colonias de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), presente en el ADN mitocondrial. *Abanico Veterinario* 9(1): 1-11. DOI: 10.21929/abavet2019.922.
- SPSS (2009) SPSS Statistics para Windows, version 18.0. Chicago: SPSS Inc. <https://www.ibm.com/account/reg/mx-es/signup?formid=urx-19774>. Fecha de consulta: 8 de mayo de 2021.
- Steel RGD, Torrie JH (1988) *Bioestadística: Principios y procedimientos*. 1ª ed. Ed. McGraw Hill. México. 622p.
- Tibatá VM, Arias E, Corona M, Ariza BF, Figueroa RJ, Junca H (2017) Determination of the africanized mitotypes in populations of honey bees (*Apis mellifera* L.) of Colombia. *Journal of Apicultural Research* 57: 1-9.
- Uribe RJL, Guzmán-Novoa E, Hunt GJ, Correa BA, Zozaya RJA (2003) Efecto de la africanización sobre la producción de miel, comportamiento defensivo y tamaño de las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) en el altiplano mexicano. *Veterinaria México* 34: 47-59.
- Zavala BJI, López SMA, Valdivia AR y Montiel BBM (2021) Análisis de la rentabilidad apícola por estratos en Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 12: 453-468.