

Frecuencia de morfotipos africanizados y europeos de *Apis mellifera* en Ensenada y Mexicali, Baja California

Frequency of morphotypes africanized and european of *Apis mellifera* in Ensenada and Mexicali, Baja California

Luis Alaniz-Gutiérrez¹, Nicolás Torres-Salado¹, Carlos Enrique Ail-Catzim^{2*}, José Luis Velazco-López²

¹ Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2. Universidad Autónoma de Guerrero.

² Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Carretera a Delta s/n, CP 21705. Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California, México.

* Autor de correspondencia: carlos.ail@uabc.edu.mx

Nota científica recibido: 17 de agosto de 2015, **aceptado:** 09 de diciembre de 2015

RESUMEN. Se comparó la frecuencia de morfotipos africanizados y europeos de abejas melíferas en dos municipios de Baja California. Se estudiaron 47 colonias en Mexicali y 34 en Ensenada, además de 11 enjambres silvestres migratorios capturados en Mexicali y cuatro en Ensenada. Se seleccionaron 10 abejas de cada colonia y enjambre, se midió la longitud del ala delantera y del fémur de la pata trasera derecha de cada abeja para discriminar morfotipos europeos y africanizados mediante la técnica morfométrica FABIS. Los resultados indican que en Mexicali 91.49 % de las colonias de abejas presentan morfotipos africanizados, mientras que en Ensenada es de 67.65 %. Esta diferencia en la proporción de africanización puede estar relacionada con las condiciones climáticas, geográficas y prácticas de manejo. Se recomienda sustituir las abejas reinas cada año, usando materiales genéticos seleccionados de origen europeo.

Palabras clave: Abeja africanizada; apicultura; apiario; FABIS; morfométrico

ABSTRACT. The frequency of Africanized and European honey bee morphotypes were compared in two municipalities of Baja California, Mexico. 47 and 34 colonies of Mexicali and Ensenada were studied respectively, including 11 swarms captured in Mexicali and four in Ensenada. Ten bees from each colony and swarm were selected, forewing length and the femur of the right hind paw of each bee was measured. FABIS morphometric techniques were used to discriminate between European and Africanized morphotypes. The results indicated that in Mexicali 91.49 % of the colonies of bees presented Africanized morphotypes, while in Ensenada 67.65 % of the bee colonies had Africanized morphotypes. This difference in the proportion of africanization could be related to climatic and geographic conditions as well as management practices. It is recommended to replace the queens bees annually, using genetic material selected for a European origin.

Key words: Africanized honey bee; apiary; beekeeping; FABIS; morphometrics

INTRODUCCIÓN

La apicultura en México es una actividad pecuaria de gran importancia económica, social y ecológica, que genera importantes divisas para el país y beneficia a 40 000 apicultores (Guzmán-Novoa *et al.* 2011, SAGARPA 2013). Sin embargo, la presencia de abejas africanizadas *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) es uno de los principales

problemas que enfrenta la industria apícola mexicana. Entre los principales efectos indeseables de este morfotipo de abeja están su comportamiento altamente defensivo y migratorio, su tendencia a abandonar o evadirse de las colmenas, lo que disminuye la producción de miel (Uribe *et al.* 2003).

Las abejas africanizadas se detectaron por primera vez en el sureste de México a finales de 1986 (Fierro *et al.* 1988), a partir de entonces se

han dispersado por todo el país; se estima que se encuentran establecidas en más del 95 % de las regiones apícolas de México (Guzmán-Novoa *et al.* 2011). En julio de 1993 se confirmó la presencia de abejas africanizadas en la ciudad de Mexicali, Baja California (Guzmán-Novoa y Page 1994), y desde 1994 se establecieron en el sur de California (Lazaneo 2002). Se sabe que las variaciones ambientales influyen en el grado de africanización de las poblaciones de abejas, siendo las condiciones tropicales las más favorables para la introgresión de genes africanos (Medina-Flores *et al.* 2014). Baja California se ubica en el subtrópico mexicano con variaciones ambientales que pueden reflejarse en distintas proporciones de morfotipos africanizados y europeos en las poblaciones de *Apis mellifera*. En este estado, la africanización de las abejas ha sido poco estudiada, por lo que no se conoce el grado de africanización de las poblaciones de abejas, lo cual es fundamental para evaluar el impacto de este fenómeno biológico sobre la apicultura local y para el diseño de estrategias que permitan reducir los problemas asociados con las abejas africanizadas. La técnica más precisa para discriminar entre abejas europeas y africanizadas es el análisis de ADN mitocondrial. Sin embargo, los análisis morfométricos siguen siendo una forma barata y eficiente para evaluar el grado de africanización de las abejas, aun cuando estas contengan mitocondrias de origen europeo, lo que ocurre cuando zánganos africanizados se aparean con reinas europeas (Kono y Kohn 2015). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue comparar la frecuencia de morfotipos africanizados y europeos de las poblaciones de abejas del Valle de Mexicali y Ensenada, Baja California mediante análisis morfométrico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la región noroeste del estado de Baja California, en los municipios de Ensenada y Mexicali, al norte del paralelo 30° (Figura 1), donde las condiciones climáticas favorecen la práctica de la apicultura. Los climas predominantes son árido, muy seco, cálido y con lluvias en invierno

en el Valle de Mexicali, y seco mediterráneo, templado y con lluvias invernales en Ensenada (García 1988, INEGI 2001). Los apiarios se ubican en las zonas agrícolas, se muestrearon 47 colonias en el Valle de Mexicali y 34 en Ensenada. Además se incluyeron 11 enjambres silvestres capturados en Mexicali y cuatro en Ensenada. Se tomaron 30 abejas de cada colonia o enjambre y se depositaron en frascos de plástico con 150 mL de alcohol al 70 %. El montaje y análisis de las muestras se realizó en el laboratorio del Departamento de Apicultura de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán. Se seleccionaron al azar 10 abejas obreras de cada muestra, de cada abeja se diseccionó el ala delantera y la pata posterior derecha, las cuales se colocaron en láminas para transparencias de 24 X 36 mm. Para medir los caracteres morfométricos de las abejas se utilizó un equipo de morfometría computarizada con microscopio invertido y fuente de luz incorporada (Inbumex). Las transparencias se montaron con el objetivo 10x del microscopio en una tableta digitalizadora SummaSketch II Professional Plus conectada a una computadora, y se marcaron puntos en la imagen del carácter morfométrico dentro de la tableta. Estos puntos se emplearon para calcular en milímetros (mm) la longitud del ala y del fémur de cada muestra, utilizando el programa AFUSDA7 (Pérez-Castro *et al.* 2002).

Con los valores promedio de longitud del ala y del fémur de cada colonia se calculó la probabilidad de africanización, usando el coeficiente del procedimiento discriminatorio FABIS (Sylvester y Rinderer 1987). Las colonias con coeficiente igual o menor de -0.56 fueron consideradas africanizadas con una probabilidad de 0.99, en caso contrario se consideraron europeas. Las frecuencias de los morfotipos africanizados y europeos en las colonias manejadas y enjambres, se analizaron mediante una prueba de Chi-cuadrada con el procedimiento PROC FREQ de SAS (SAS 2001), para determinar si existen diferencias entre estas, en las localidades estudiadas. Las medias de la longitud de los caracteres morfométricos de las colonias africanizadas y europeas se compararon entre localidades mediante

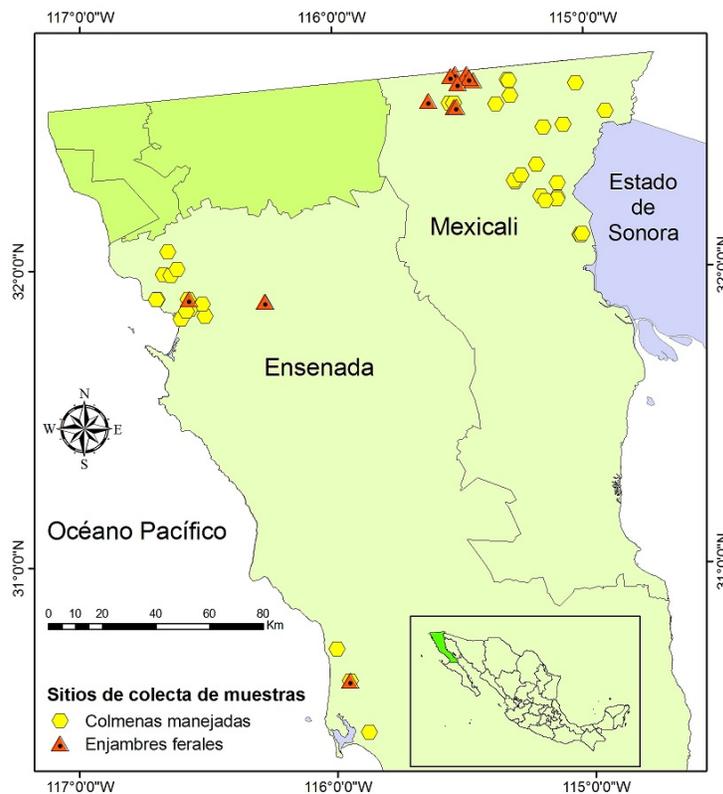


Figura 1. Ubicación de colmenas y enjambres muestreados en los municipios de Ensenada y Mexicali, Baja California.

la prueba de t-Student con el procedimiento PROC TTEST de SAS a una significancia del 0.05 (SAS 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la técnica morfométrica FABIS indican que 91.49 % de las colonias de abejas de Mexicali y 67.65 % de las colonias de Ensenada tienen morfotipos africanizados (Tabla 1). En tanto que en los enjambres silvestres se encontró que 100 % en Mexicali y 50 % en Ensenada tienen morfotipos africanizados (Tabla 1). Los altos porcentajes de africanización difieren de los encontrados por Zamora *et al.* (2008), quienes detectaron 44 % de morfotipos y 50 % de mitotipos de colonias africanizadas en el estado de Baja California; el mayor porcentaje de morfotipos africanizados encontrados puede deberse a que se ha incrementado

el proceso de introgresión de genes africanizados en las poblaciones de abejas silvestres y manejadas en la entidad. En el caso de las muestras de Ensenada la proporción de morfotipos africanizados detectados en este estudio es similar a la reportada por Kono y Kohn (2015) quienes encontraron 61 % de morfotipos y 65 % de mitotipos africanizados.

La prueba de Chi-cuadrada indicó que las frecuencias de los morfotipos africanizados en colonias manejadas no es independiente entre las localidades ($X^2 = 6.0606$, $gl = 1$, $p = 0.0138$), la aparición de estos morfotipos depende de la localidad donde se efectúe el muestreo, presentándose mayor frecuencia de morfotipos africanizados en Mexicali. Por el contrario, la frecuencia de los morfotipos europeos en colonias manejadas es independiente entre localidades ($X^2 = 3.2667$, $gl = 1$, $p = 0.0707$), indicando que la aparición de estos morfotipos no depende de la localidad (Tabla 1). Las frecuencias de los mor-

Tabla 1. Tratamientos en el primer y segundo ciclo de embriogénesis somática secundaria.

Tipo de colonia	Municipio	Número de colonias	Morfotipo	
			Africanizado	Europeo
Manejada	Ensenada	34	23 ^{b*} (67.65 %)	11 ^{a**} (32.35 %)
	Mexicali	47	43 ^a (91.49 %)	4 ^a (8.51 %)
Enjambre	Ensenada	4	2 ^{b***} (50.0 %)	2 (50.0 %)
	Mexicali	11	11 ^a (100.0 %)	0 (0.0 %)

Frecuencia de morfotipo en la misma columna seguida por la misma letra son estadísticamente iguales según la *Prueba Chi-cuadrada ($X^2=6.0606$, $gl=1$, $p=0.0138$), ** Prueba Chi-cuadrada ($X^2=3.2667$, $gl=1$, $p=0.0707$), *** Prueba Chi-cuadrada ($X^2=6.2308$, $gl=1$, $p=0.0126$).

fotipos africanizados en enjambres silvestres no fue independiente entre las localidades ($X^2 = 6.2308$, $gl = 1$, $p = 0.0126$), presentándose mayor frecuencia de morfotipos africanizados en Mexicali (Tabla 1). Sin embargo el tamaño de muestra en Ensenada es más pequeño en comparación con Mexicali, por lo que las diferencias podrían no ser precisas. Este resultado contrasta con lo reportado por Kono y Khon (2015) quienes registraron 70 % de morfotipos africanizados en diez muestras de colonias silvestres en San Diego, California.

La longitud promedio del fémur de las colonias africanizadas en los municipios de Ensenada y Mexicali no presentó diferencias significativas. Sin embargo, las longitudes del ala anterior de las abejas africanizadas de Ensenada fueron significativamente mayores en comparación con las de Mexicali (Tabla 2). La longitud promedio del fémur y del ala anterior de las colonias europeas en los municipios de Ensenada y Mexicali no presentó diferencias significativas. Tanto la menor proporción de morfotipos africanizados (Tabla 1), como la mayor longitud de alas de las poblaciones de abejas de Ensenada (Tabla 2), podrían indicar que en la zona costa las abejas africanizadas se han introducido de forma lenta. Al respecto Quezada-Euán (2007) menciona que el movimiento de los enjambres africanizados fue más lento en la costa del Océano Pacífico en comparación con la costa del Golfo de México, lo que pudo estar influenciado por la altitud, y los patrones de lluvia y disponibilidad de alimento, además en la migración los enjambres africanizados se vieron obstaculizados por los sistemas montañosos, lo que podría explicar los diferentes porcentajes de africanización encontrados en los mu-

nicipios de Ensenada y Mexicali, ya que esta última se encuentra bordeada por sistemas montañosos de la Sierra de Juárez y San Pedro Mártir. También las condiciones ambientales pudieron influir en los diferentes porcentajes de africanización observados entre estos dos municipios. Al respecto Taylor y Spivak (1984) mencionan que las abejas africanizadas están preadaptadas para invadir y persistir en los hábitats tropicales, mientras que las temperaturas frías limitan su progreso en los climas templados. La franja de clima mediterráneo en Ensenada podría ofrecer condiciones favorables para los morfotipos europeos, por lo contrario, el clima cálido y muy seco del municipio de Mexicali puede favorecer más a los morfotipos africanizados, lo que explicaría las diferencias en las proporciones de morfotipos africanizados y europeos encontrados. Los resultados obtenidos coinciden con lo encontrado por Medina-Flores *et al.* (2014), quienes reportan 87 % de morfotipos africanizados en una región de clima subtropical, contra 38 % de morfotipos africanizados en una región de clima templado húmedo.

La velocidad de africanización en apiarios del municipio de Mexicali también se ha visto favorecida por la frecuente incorporación de los enjambres silvestres a los apiarios sin la eliminación de la reina, lo que puede acelerar el proceso de africanización (Smith 1991) a través del flujo genético de las poblaciones silvestres altamente africanizadas a las poblaciones domesticadas (Quezada-Euán y Medina 1998). Lo que coincide con los resultados obtenidos en este estudio, donde 100 % de los enjambres silvestres capturados en Mexicali presentaron morfotipos africanizados (Tabla 1).

Este estudio demostró que la proporción

Tabla 2. Tratamientos en el primer y segundo ciclo de embriogénesis somática secundaria.

Municipios	Morfortipo			
	Africanizado		Europeo	
	Ala Anterior (mm)	Fémur (mm)	Ala anterior (mm)	Fémur (mm)
Ensenada	9.16a (9.10-9.21)	2.57a (2.54-2.58)	8.90a (8.86-8.94)	2.50a (2.49-2.51)
Mexicali	9.22a (9.06-9.38)	2.56a (2.50-2.64)	8.81b (8.77-8.85)	2.49a (2.47-2.50)

Promedios de carácter morfométrico en la misma columna seguidos por la misma letra no son diferentes estadísticamente (PROC TTEST, t-Student, $P > 0.05$). Los valores entre paréntesis indican los intervalos de confianza del valor de la media.

de africanización de colonias de *Apis mellifera* en el Valle de Mexicali, Baja California es alta, en comparación con Ensenada, lo que puede estar influenciado por las condiciones geográficas, climáticas y las prácticas de manejo. Por lo que es necesario establecer estrategias para reducir el efecto negativo de la africanización en la apicultura de Baja California, como la práctica de sustituir la abeja reina en los apiarios, por reinas seleccionadas de origen europeo.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al Dr. José Javier G. Quezada Euán por su apoyo en el análisis de los caracteres morfológicos de las muestras de abejas melíferas en el laboratorio del Departamento de Apicultura de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán. También agradece a la Dra. Ileana Espejel Carbaljal por facilitar los medios para llevar a cabo esta investigación.

LITERATURA CITADA

- Fierro MM, Muñoz MJ, López A, Sumuano X, Salcedo H, Roblero G (1988) Detection and control of the africanized bee in coastal Chiapas, México. *American Bee Journal* 128: 272-275.
- García E (1988) Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. México, UNAM, Instituto de Geografía. 246p.
- Guzmán-Novoa E, Page RE (1994) The Impact of africanized bees on mexican beekeeping. *American Bee Journal* 134: 101-106.
- Guzmán-Novoa E, Correa A, Espinoza LG, Guzmán G (2011) Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México. *Veterinaria México* 42: 149-178.
- INEGI (2001) Síntesis de información geográfica del Estado de Baja California. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México. 98p.
- Kono Y, Kohn JR (2015) Range and frequency of africanized honey bees in California (USA). *PLoS ONE* 10(9): e0137407.
- Lazaneo V (2002) Bee alert: Africanized honey bee facts. University of California- Agriculture and Natural Resources. Publication 8068. <http://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/8068.pdf>. Fecha de consulta 20 de octubre de 2015.
- Medina-Flores CA, Guzmán-Novoa E, Hamiduzzaman MM, Aréchiga-Flores CF, López-Carlos MA (2014) Africanized honey bees (*Apis mellifera*) have low infestation levels of the mite *Varroa destructor* in different ecological regions y Mexico. *Genetics and Molecular Research* 13: 7282-7293.
- Pérez-Castro EE, May-Itzá WJ, Quezada-Euán JJG (2002) Thirty years after: a survey on the distribution and expansion of africanized honey bees (*Apis mellifera*) in Peru. *Journal of Apicultural Research* 41: 69-73.

- Quezada-Euán JJG, Medina ML (1998) Hybridization between european and africanized honeybees (*Apis mellifera* L.) in tropical Yucatán, México: I. Morphometric changes in feral and managed colonies. *Apidologie* 29: 555-568.
- Quezada-Euán JJG (2007) A retrospective history of the expansion of africanized honeybees in México. *Journal of Apicultural Research* 46: 295-300.
- SAGARPA (2013) Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de información estadística agroalimentaria (SIAP). <http://www.siap.gob.mx/resumen-nacional-pecuario/>. Fecha de consulta 15 de abril de 2015.
- SAS (2001); Institute SAS/STAT User's Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Smith DR (1991) African bees in the americas: insights from biogeography and genetics. *Trends in Ecology & Evolution* 6: 17-21.
- Sylvester HA, Rinderer TE (1987) Fast africanized bee identification system (FABIS) manual. *American Bee Journal* 127: 511-516.
- Taylor OR, Spivak M (1984) Climatic limits of tropical african honeybees in the americas. *Bee World* 65: 38-47.
- Uribe JL, Guzmán-Novoa E, Hunt GE, Correa A, Zozaya JA (2003) Efecto de la africanización sobre la producción de miel, comportamiento y tamaño de las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) en el altiplano mexicano. *Veterinaria México* 34: 47-58.
- Winston ML (1992) The biology and management of africanized honey bees. *Annual Review of Entomology* 37: 173-193.
- Zamora O, Domínguez R, Alaniz-Gutiérrez L, Quezada-Euán JJG (2008) Frequency of european and african-derived morphotypes and haplotypes in colonies of honey bees (*Apis mellifera*) from NW Mexico. *Apidologie* 39: 388-396.