Zootecnia Trop., 28(3): 353-361. 2010

Agregado de parafina en ceras estampadas y su efecto sobre el labrado de panales y viabilidad de las crías de *Apis Mellifera*

Adela V. Castro[1,2*], Sandra K. Medici[1,2], Edgardo G. Sarlo[1], y Martín J. Eguaras[1,2]

[1] Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Laboratorio de artrópodos, Funes 3350, Mar del Plata, Argentina. Correo electrónico: adelacastro@copetel.com.ar.
[2] Consejo Nacional de Investigaciones Científicas (CONICET). Argentina.

RESUMEN

El elevado costo de la cera promueve que durante el reciclado de ceras estampadas, se agreguen adulterantes, pudiendo causar perjuicios en la producción apícola. Por lo antes expuesto, el objetivo de este trabajo fue determinar los efectos del uso de ceras estampadas adulteradas con parafina en el desarrollo de las colonias de *Apis mellifera*. El mismo se realizó en enero-febrero de 2007, durante 43 días, sobre 12 colmenas, en el partido de General Pueyrredón, Buenos Aires, Argentina. Se utilizaron 3 tipos de ceras estampadas con concentraciones de 0%, 20% y 40% de parafina. Dos cuadros experimentales fueron ubicados por colmena, cada uno portando 2 secciones de cera de 0% y 20% ó 0% y 40% de parafina. Sobre cada sección se cuantificó el porcentaje de labrado y la viabilidad de las crías de *A. mellifera*. Los porcentajes de labrado entre ceras puras y adulteradas fueron similares (P>0,05), aunque hubo una tendencia de mayor labrado en ceras puras. La viabilidad de las crías fue mayor en ceras con 40% de parafina respecto de las ceras puras (0,78±0,06 y 0,65±0,08 respectivamente; P=0,036). *Apis mellifera* tolera porcentajes de hasta 40% de parafina en ceras y, considerando que en ceras recicladas es frecuente la presencia de contaminantes liposolubles, la parafina probablemente actúa como diluyente en la concentración de dichos residuos en las ceras, favoreciendo la viabilidad de las crías que se desarrollan en ellas. La cera adulterada con parafina no debe ser comercializada como cera pura, dado que su calidad no es apta para otro tipo de industrias.

Palabra clave: Apis mellifera, ceras, adulteración, parafina, labrado, viabilidad.

Effects of Paraffin Incorporation in Beeswax Foundations on Comb-building and Brood Survivorship in *Apis mellifera* Colonies

ABSTRACT

Paraffin is the most widely used adulterant in beeswax foundation manufacture, in order to reduce costs, and it is also responsible to exert some adverse effects in the development of bee colonies. Our aim was to assess the consequences on *Apis mellifera* colony development by using beeswax sheets adulterated with increasing concentrations of paraffin. This research was conducted during January-February of 2007, lasting 43 days, and carried out in 12 colonies located in General Pueyrredón District, Buenos Aires, Argentina. For this purpose, we performed an assay using three different beeswax sheets (with 0%, 20% and 40% paraffin contents); two combs were placed in each hive, each one consisted of two sections of beeswax foundation containing 0% and 20% or 0% and 40% paraffin concentrations. The percentages of built area and brood survivorship index were measured for each beeswax section, resulting in no significant differences between areas built in pure and adulterated beeswax (P>0,05), notwithstanding a tendency to develop a larger built area in pure beeswax combs was observed. Survivorship brood index was greater in beeswaxes with 40% paraffin content versus 0% paraffin (0,78±0,06 and 0,65±0,08 respectively; P=0,036). *Apis mellifera* colonies tolerate percentages up to 40% of paraffin in combs

Recibido: 06/05/09 Aceptado: 02/11/10

and, taking in mind that beeswax recycled from bee-combs contains lipo-soluble contaminants, paraffin probably plays a role as diluting agent to drop their concentration, and hence favoring brood survivorship of bees in them. However, it is important to notice that quality of adulterated beeswax it is not apt for other industries.

Keywords: Apis mellifera, beeswax, adulteration, paraffin, comb-building, survivorship.

INTRODUCCIÓN

Las abejas melíferas (*Apis mellifera* L. 1758), son insectos sociales que construyen nidos compuestos por panales paralelos entre sí, en los cuales se desarrolla la cría y se almacena el alimento de la colonia (Seely Y Visscher, 1985 Citado en Pratt, 2004). En la práctica apícola se emplean planchas de cera estampadas con el fin de lograr un ahorro en la producción de cera y miel, y la aceleración en la construcción de los panales (Medici, 1957).

La cera de abejas está constituida por más de 300 componentes, que consisten principalmente en ésteres de ácidos grasos de cadena larga y alcoholes, sumados a pequeñas cantidades de hidrocarburos y otras sustancias (Tulloch, 1980 citado por Bogdanov *et al*., 2004). Además, es un producto natural, por lo tanto no se admiten aditivos ni adulteraciones (Maidana, 2005); sin embargo, el constante uso de medicamentos veterinarios, mayoritariamente liposolubles, deja residuos tóxicos cuantificables en las ceras que aún no han sido regulados (Wallner, 1999; Lanzelotti *et al*., 2006).

Es por ello, que el costo de la cera de abejas es relativamente alto y este promueve su mezcla con sustitutos grasos como la parafina, que suele agregarse hasta en un 10% para facilitar el trabajo industrial de la misma; pero cuando la cantidad es excesiva, la cera no cumple con los requisitos de calidad establecidos por la farmacopea. En Argentina se ha registrado que ciertas ceras estampadas, comercializadas como ceras puras, presentan porcentajes de adulteraciones con parafina que varían en un rango de 15% y 60% (Bernasconi, 2005).

Es así, como en trabajos previos (Toledo, 1991), no se han observado diferencias significativas en lo que respecta al área de labrado de ceras estampadas con y sin parafina, otros autores (Silva *et al*., 2002), demostraron que, en cuadros melarios, las colonias de abejas africanizadas presentan una tendencia significativa a labrar celdas y depositar miel y polen en ceras estampadas puras en comparación con ceras adulteradas con 50 % de parafina. No obstante, aún no se ha realizado ningún estudio que permita indagar sobre las consecuencias del uso de ceras estampadas adulteradas sobre la viabilidad de las crías de *A. mellifera*. Dentro de esta perspectivas, el objetivo de este trabajo fue conocer las consecuencias del uso de ceras estampadas con adulteraciones crecientes de parafina, durante la temporada estival, en el labrado de panales y la viabilidad de las crías en las colonias de *Apis mellifera*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y diseño experimental

El estudio se realizó en un colmenar asentado en el paraje Santa Paula, partido de General Pueyrredón, Buenos Aires, Argentina (37º 56’ S; 57º 40’ W). La zona presenta un clima templado con influencia marítima, con marcada estacionalidad que presenta una temperatura máxima media de 25,1 ºC en verano y una temperatura mínima media de 2,4 ºC en invierno. El promedio anual de precipitaciones se aproxima a los 900 mm.

El trabajo se llevó a cabo con 12 colmenas tipo Langstroth de características homogéneas: 10 cuadros estándar cubiertos por abejas en cada una y la reina con 1 año de edad. Previamente el colmenar recibió el manejo sanitario correspondiente. El tratamiento para el control de *Varroa* consistió en la aplicación del acaricida Amitraz (AMIVAR ® Apilab S.R.L.) 6,25 g% / tira, empleando 2 tiras por colmena, que fueron retiradas 30 días luego de su colocación; para el tratamiento de la nosemosis se administró Fumagilina 2% (NOSEMIX-B FUMAGILINA ® Solemar S. A.) en dosis de 60 mg / colmena distribuidos en 3 aplicaciones cada 7 días. Las revisiones periódicas no evidenciaron presencia de loque americana, ni loque europea. Los productos empleados se encuentran en la lista de medicamentos aprobados por el Servicio Nacional de Salud y Calidad Agroalimentaria (SENASA), para su uso en apicultura. Durante el

transcurso del experimento las colonias no fueron alimentadas.

Se utilizaron 3 tipos de ceras estampadas con agregados de parafina en porcentajes 0% (cera pura), 20% y 40%, preparadas en la fábrica "La Candelaria", provincia de Santa Fe. En cada colmena se colocaron 2 cuadros experimentales, a la izquierda y derecha del nido de cría (vista posterior de la colmena), en la tercera y octava posición (contando la primera ubicación desde el extremo derecho). Las planchas de cera estampada fueron divididas por la mitad, y en cada cuadro experimental se emplazó una sección de cera pura y una de cera con parafina. De esta manera cada cuadro estuvo compuesto de láminas con 0% y 20% ó 0% y 40% de parafina, alternando su posición en la colmena: Izquierda-Derecha; y dentro del cuadro: Anterior hacia la abertura de entrada de la colmena y Posterior del lado opuesto a la entrada. A cada colmena en el apiario se le asignó una combinación de manera aleatoria.

El trabajo se inició el día 16 de enero de 2007, cuando fueron ubicados los cuadros experimentales en las colmenas (día 1), y finalizó el 27 de febrero (día 43) del mismo año. El mismo se llevó a cabo en verano, dado que en las estaciones de otoño e invierno, en la zona de estudio, ciertamente no se detecta labrado de cera y, por consiguiente, no sería factible la observación de un efecto de tratamiento. Cabe aclarar nuevamente, que la región presenta una estacionalidad definida en el cual se registran temporadas invernales con temperaturas muy bajas, y en consecuencia, el comportamiento de las colonias es notablemente distinto.

Análisis de calidad de las ceras

Los análisis fisicoquímicos de verificación de la calidad se realizaron para asegurar que las hojas de cera estampada contenían las adulteraciones especificadas y ningún otro componente que pudiera afectar el resultado final del experimento: **a.) determinación del agregado de parafina**: una muestra de 1±0,01 g de cera se calentó junto con 5 ml de una solución hidroalcohólica (50% v/v) de KOH al 12% (2N aproximadamente), durante 30-45 minutos. Posteriormente se continuó con el agregado de 5 ml de glicerina más calor (hasta disolver el jabón formado), se adicionaron 20 ml de agua destilada caliente, y por último 5 ml de alcohol etílico y se calentó hasta ebullición suave. Junto con las muestras se preparó por duplicado, una curva estándar realizada con cera de abejas a los cuales se les agregó parafina comercial de bajo punto de fusión en porcentajes conocidos de 0%, 10%, 20%, 30% y 40%. En los casos en que la muestra de cera contiene parafina, se produce un enturbiamiento, cuya intensidad varía de acuerdo a la proporción de la misma (Maidana, 2005).

b) índice de acidez: es el número de miligramos de KOH necesarios para la neutralización de los ácidos orgánicos libres en un gramo de cera. Para este procedimiento, se calentaron por separado 3 muestras de 5±0,01 g de cera cada una, en 25 ml de alcohol etílico anhidro neutralizado, con 1 ml de fenolftaleína, y a continuación se realizó la titulación en caliente con una solución alcohólica de hidróxido de potasio 0,5N; el índice se calculó con la siguiente fórmula I.A.= 28,055 x $Vol._{KOH\ utilizado}$ (ml) / Peso (g) $_{muestra}$ (FCC, 1981).

c) índice de éster: es el número de miligramos de KOH necesarios para neutralizar los ácidos grasos combinados en forma de éster en un gramo de cera. Para su cálculo se agregaron 25 ml de solución alcohólica de KOH 0,5N y 50 ml de alcohol libre de aldehídos a la solución restante de la determinación del índice de acidez de cada muestra de cera, luego las soluciones fueron calentadas a reflujo durante 4 horas y tituladas del exceso de álcali con solución de HCl 0,5N; la fórmula utilizada fue I.E.= 28,055 x ($Vol._{HCl}$ consumido por el blanco-$Vol._{HCl}$ consumido por la muestra, ml) / $Peso(g)_{muestra}$ (Maidana, 2005).

d) índice de saponificación: es el número de miligramos de KOH necesarios para la neutralización de los ácidos grasos, libres y combinados en forma de éster, contenidos en un gramo de cera. Este análisis se llevó a cabo siguiendo el protocolo de Bernal *et al.* (2005), para el cual se pesaron 0,3±0,01 g de cera y calentados en una solución de NaOH 4M, a baño maría, durante una hora. Posteriormente, la fase acuosa fue trasvasada a un vaso de precipitado junto con 5 ml de agua y se procedió a la titulación en caliente con HCl 0,5N, utilizando fenolftaleína como indicador y la siguiente fórmula: I.S.= [56,1 x N_{HCl} x ($Vol._{HCl}$ (ml) consumido por el blanco – $Vol._{HCl}$ (ml) consumido por la muestra]/ $Peso\ (g)_{muestra}$.

e) relación éster-ácido: es el cociente de la relación entre el índice éster y el índice de acidez (Maidana, 2005). Por último, se llevó a cabo el análisis

de **f) punto de fusión**, para el cual se pesaron 5±0,01 g de cera que posteriormente fueron calentados hasta fundirse; inmediatamente, la misma fue colocada en un capilar de vidrio de 2 a 3 cm de longitud, abierto por ambos extremos. En el momento en que la cera se solidificó, los capilares se unieron a un termómetro de 100 ºC y el conjunto fue suspendido de una pinza con nuez, fijada a un soporte Bunsen, dentro de un vaso de precipitado completo con agua. El agua fue calentada en un baño termostatizado. Se consideró como el punto de fusión a aquella temperatura a la cual la cera solidificada en el capilar se fundió, tornándose transparente o translúcida (Maidana, 2005). Todos los análisis fueron realizados en el Departamento Apícola de Fares Taie Instituto de Análisis, Mar del Plata, Buenos Aires.

Análisis del labrado de los panales

Las colmenas fueron revisadas 2 días luego de colocados los cuadros (día 3), continuando a intervalos de 2 días, hasta el fin del experimento (día 43). Cada cuadro se fotografió a ambos lados para calcular posteriormente el área y el porcentaje de labrado entre las láminas de cera con 0%, 20% y 40% de parafina, utilizando el programa de medición de imágenes ImageJ 1.34s. Los análisis estadísticos para evaluar el efecto de posición del cuadro (izquierda-derecha) o de la lámina de cera (anterior-posterior), y el efecto de tratamiento (porcentaje de parafina), se realizaron mediante un test bilateral de Wilcoxon para muestras apareadas, considerando un valor de α igual a 0,05; utilizando el programa X-LSTAT© v 8.02, 2007.

Análisis de la viabilidad de las crías

Sobre un área rectangular de 7cm. por 6cm. (138 celdas) marcada sobre cada sección de cera, en ambas caras, se contó el número de celdas con cría (en estadio de huevo); los zánganos fueron excluidos de este análisis. El muestreo fue repetido a intervalos de 4 o 5 días hasta registrar el número de pupas. Se estimó el índice medio de viabilidad de las crías en cada tratamiento (nº pupas/ nº huevos), los cuales se compararon mediante un ANOVA de un factor (porcentaje de parafina en cera), utilizando el programa X-LSTAT© v 8.02, 2007. Posteriormente, se realizó un test de Tukey para detectar las diferencias significativas de dichos índices entre los tratamientos de cera con 0%, 20% y 40% de parafina. En ambos casos el valor de α considerado fue 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros fisicoquímicos de la cera

Los análisis procedentes de la determinación del agregado de parafina corroboraron que los valores especificados para las muestras de cera con 0%, 20% y 40% de parafina eran correctos. La solución correspondiente a las muestras con 0% de parafina presentó un aspecto traslúcido y límpido; por otro lado, se observó que el enturbiamiento en los tubos que contenían las muestras adulteradas era directamente proporcional al contenido de parafina de las muestras; confirmando que el valor especificado para las mismas era 20% y 40%. Los parámetros fisicoquímicos obtenidos para las muestras de cera de cada tratamiento se presentan en el Cuadro 1. Los valores medios de los parámetros para las láminas con 0% de parafina se encuentran dentro de los intervalos requeridos por la farmacopea para las ceras puras. Por el contrario, en las láminas de cera con 20% y 40% de parafina, se observaron alteraciones en la calidad de la cera, detectándose valores inferiores a los estándares exigidos por la farmacopea para todos los parámetros fisicoquímicos analizados. En lo referente al punto de fusión, las ceras con parafina presentaron valores por debajo de 60 ºC, indicando que la parafina incorporada a la cera es de bajo punto de fusión.

Labrado de los panales

En referencia al efecto de posición de las láminas de cera dentro de los cuadros (anterior o posterior), las diferencias observadas entre los porcentajes de áreas labradas no fueron significativas en ninguna de las fechas de muestreo ($P>0,05$). Por el contrario, el efecto de posición del cuadro experimental dentro de la colmena (derecha o izquierda) fue significativo, detectándose un mayor porcentaje de área de labrado en los cuadros de posición derecha (día 3: $P<0,01$; día 5: $P<0,05$; Figura 1). Por otro lado, no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de área labrada entre ceras puras y adulteradas ($P>0,05$), en ninguno de los días que duró la experimentación (Figuras 2a y 2b), aunque se observó una leve tendencia de mayor labrado en las ceras puras en comparación con las ceras adulteradas con 40% de parafina.

Cuadro 1. Valores de los parámetros fisicoquímicos normales para ceras puras y valores observados para las muestras con 0%, 20% y 40% de parafina. x ± DE (n). [a] Requisitos de calidad de ceras establecidos por la farmacopea Argentina, 1978.

	Valores normales para ceras puras [a]	Cera con 0% de parafina (cera pura)	Cera con 20% de parafina	Cera con 40% de parafina
Índice de acidez	17-24	18,38 ± 1,83 (5)	15,76 ± 2,36 (6)	15,03 ± 1,54 (5)
Índice de éster	72-79	75,19 ± 1,42 (3)	47,97 ± 18,63 (3)	45,43 ± 8,94 (3)
Índice de saponificación	87-103	100,57 ± 10,73 (4)	59,13 ± 6,32 (4)	68,62 ± 11,43 (4)
Relación éster-ácido	3,3-4,2	3,89 ± 0,29 (3)	3,16 ± 0,78 (3)	2,89 ± 0,51 (3)
Punto de fusión	62 ºC a 64 ºC	63 ºC	60,5 ºC	58,9 ºC

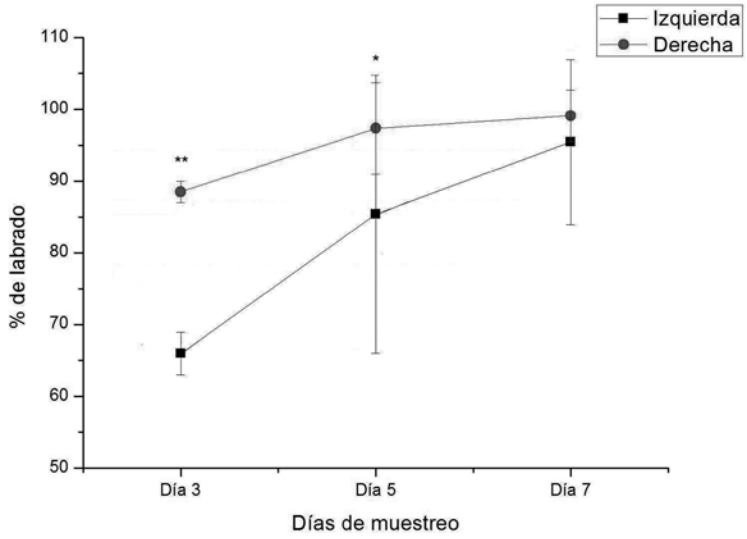

Figura 1. Porcentajes de labrado en los cuadros de posición Izquierda y Derecha durante los tres días de muestreo (* Indica diferencias significativas en el porcentaje de labrado: P<0,05; ** indica P<0,01).

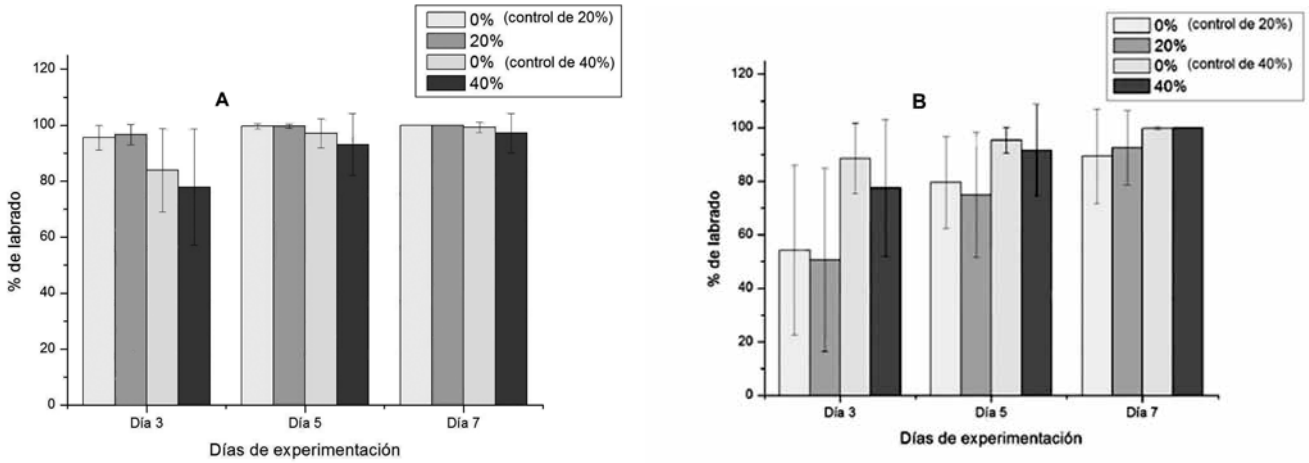

Figura 2. Porcentaje de labrado en los cuadros con 0%, 20% de parafina y con 0%, 40% de parafina, ubicados A) a la derecha y B) a la izquierda del nido de cría, durante las tres fechas de experimentación.

Viabilidad de las crías

Los índices de viabilidad están indicados en el Cuadro 2. El porcentaje de parafina incorporada en las láminas de ceras estampadas es un factor que causa diferencias significativas en la viabilidad de las crías (F= 4,070; P = 0,035). Los índices medios de viabilidad (Cuadro 2) en las láminas de cera con 40% de parafina fueron significativamente mayores que en las láminas de cera pura (P = 0,036). Por el contrario, los índices de viabilidad no difirieron de manera significativa entre las láminas con 0% y 20% de parafina (P = 0,823) y tampoco entre las láminas con 20% y 40% de parafina (P = 0,114).

El agregado de parafina de bajo punto de fusión en las ceras estampadas, en porcentajes de 20% y 40%, efectivamente altera la calidad del producto. En ambos casos, las propiedades fisicoquímicas de las ceras muestran valores inferiores a los requeridos por la farmacopea, en concordancia con lo descrito por Maidana (2005), para las muestras que contienen aditivos como la parafina.

En el análisis comparativo de los porcentajes de labrado entre ceras puras y adulteradas se presenta una leve tendencia hacia un mayor porcentaje de labrado en las ceras puras frente a las ceras con 40% de parafina. Estas diferencias llegan a alcanzar un valor máximo del 11%, que luego disminuye hasta valores imperceptibles en los días subsiguientes.

Estos resultados son consistentes con los presentados por Toledo (1991), en el cual las colonias africanizadas son capaces de aceptar láminas con porcentajes de parafina hasta en un 50%, con una leve tendencia hacia un mayor labrado en ceras puras. En la actualidad, no existen otros trabajos recientes que investiguen los efectos del uso de ceras estampadas adulteradas con parafina sobre las colonias de *A. mellifera*. Por lo tanto, con base en los resultados obtenidos en nuestro trabajo, en las colmenas bien pobladas con 8-10 cuadros cubiertos por abejas en cámara de cría, durante la temporada estival (enero - febrero) no se observan problemas de rechazo causados por el agregado de parafina que pudieran generar inconvenientes durante el desarrollo de la producción apícola.

Por otro lado, es de interés la consideración de la existencia de un efecto de posición del cuadro sobre el labrado. Probablemente esto se deba al manejo recibido por las colmenas. Ahora bien, en el apiario donde se desarrolló este trabajo, durante la invernada previa a la realización de la experimentación, la conformación de la unidad (cuadros y alimentador), se desplazó hacia el extremo derecho dentro de las colmenas. Según Owens (1971), las variaciones en la temperatura externa, la incidencia de la radiación solar y la ubicación de la fuente de alimento también influyen sobre la localización del bolo invernal dentro de la colmena. Es probable que las actividades de la colonia se inicien a partir de la ubicación de este núcleo térmico. Posiblemente, las tendencias observadas en este trabajo, de comenzar el labrado de los cuadros desde la posición derecha (Este geográfico), persistan desde la estación invernal.

En referencia a los resultados reportados sobre la viabilidad de las crías, el presente artículo presenta información francamente inédita, la supervivencia de las crías de obreras es un 15% superior en las ceras estampadas adulteradas con 40% de parafina en comparación con las ceras puras.

Estos resultados pueden explicarse tomando en consideración que el reciclado de panales viejos para la elaboración de las planchas de cera estampada es una práctica usual (Maidana, 2005; Medici, 1957), y a su vez las ceras resultantes de este proceso de reciclaje suelen contener residuos de contaminantes, como acaricidas liposolubles.

Cuadro 2. Índices de supervivencia para cada tratamiento. x ± DE (n=7). Letras iguales en la misma columna indican que los índices no difieren estadísticamente entre sí (P>0,05) mediante el test de Tukey. (X-LSTAT© v 8.02, 2007).

Tratamientos	Índices medios de supervivencia
0% parafina	0,650 ± 0,086 a
20% parafina	0,680 ± 0,124 ab
40% parafina	0,788 ± 0,065b

Los acaricidas comúnmente detectados en ceras son: bromopropilato, coumaphos, fluvalinato, flumetrina y tetradifon (Wallner, 1999). Por otra parte, Bogdanov *et al*.,1999, demostró que los principios activos de los acaricidas son estables en las ceras y no sufren alteraciones durante el proceso de reciclado, dado que las concentraciones no disminuyen en el proceso de fabricación de nuevas planchas de cera a partir de panales usados.

Según Wallner (1999), afirma que más del 50% de las muestras de cera procedentes de apiarios de Alemania están contaminadas con bromopropilato y coumaphos, en niveles que oscilan principalmente entre 1 y 5 ppm. Por el contrario, en muestras de panales provenientes de Nueva Zelanda, Dinamarca, Uruguay y África, el acaricida detectado en mayor proporción es el fluvalinato, con valores desde 0,5 a 3,5 ppm. En Argentina, se ha llegado a detectar contaminación por coumaphos en las ceras de los cuadros de cámara de cría en concentraciones de 10 ppm, para cuadros provenientes de colmenas tratadas con este producto; y niveles próximos a 2 ppm en cuadros melarios de colmenas donde nunca se aplicó este tratamiento (Lanzelotti *et al*., 2006); sin embargo, los trabajos para la zona aún son escasos.

A pesar de que algunos estudios no han detectado efectos adversos de los residuos de acaricidas sobre la cría de reinas u obreras en las colonias (Pettis *et al*., 1991; Wetscott y Winston, 1999 Citado en Pettis *et al*., 2004), Pettis *et al.* (2004), demostraron que residuos de coumaphos en niveles de 100 ppm son nocivos para el desarrollo de las larvas de abejas reinas y las mismas son rechazadas en el 50% de los casos. Niveles superiores a 300 ppm provocan rechazo de las larvas de reina en un 100%.

Al respecto, Fries *et al.* (1999), observaron que residuos de fluvalinato, en concentraciones de 100 ppm, producen un 13% de mortalidad en *Varroa jacobsoni* y los residuos de coumaphos causan mortalidades de 33% y 100% de los ácaros en concentraciones de 10 y 100 ppm, respectivamente, en panales de cera nueva. No obstante, destacaron que cuando las celdas están cubiertas por mudas, éstas actúan como una barrera efectiva que previene la mortalidad de los ácaros en ceras contaminadas con acaricidas. Si bien concentraciones de residuos de 100 ppm son valores muy altos para condiciones de campo, se han llegado a encontrar concentraciones de hasta 50 ppm de coumaphos en ceras (Nasr y Wallner, 2003 citado en Pettis *et al*., 2004).

En nuestro trabajo, el agregado de parafina puede haber provocado un efecto de dilución en la concentración de residuos de acaricidas presentes en las ceras, de manera que las larvas más expuestas a los efectos tóxicos hayan sido las que se desarrollaron en ceras sin parafina, donde los contaminantes residuales estuvieran más concentrados.

En el mercado apícola la cera derivada del proceso de reciclaje se mezcla con parafina en porcentajes menores al 10%, sin embargo, se han registrado casos en que las proporciones de este adulterante superan ampliamente este valor, alterando significativamente la calidad del producto. A pesar de que la farmacopea no admite el agregado de ningún aditivo a la cera de abejas, en este trabajo se ha demostrado que las colonias de *A. mellifera*, con más de 8 cuadros cubiertos por abeja en cámara de cría, son capaces de tolerar la incorporación de hasta un 40% de parafina en las ceras estampadas.

En este sentido, debemos ser cuidadosos con la interpretación de estos resultados, por cuanto, no deben descartarse futuras investigaciones que evalúen el impacto del uso de ceras con esta clase de adulterante en núcleos o colmenas con menos de 5 cuadros cubiertos por abejas (Tipo III), o cuyas concentraciones de parafina sean superiores al 40%. Advertimos que es necesario que la cera de abejas adulterada con parafina no sea comercializada en el mercado con la denominación de cera pura bajo ninguna circunstancia, dado que al presentar sus propiedades fisicoquímicas alteradas, no podría ser utilizada en otro tipo de industrias, como en cosmética, farmacéutica y/o veterinaria.

CONCLUSIONES

El agregado de parafina a las ceras estampadas, en concentraciones de hasta un 40%, no es causante de rechazo por parte de las colonias de *A. mellifera*, en colmenas con ocho a diez cuadros cubiertos por abejas, durante la temporada estival.

El índice de viabilidad de las crías es mayor al utilizar ceras adulteradas con parafina. Probablemente el agregado de parafina actúa como diluyente de contaminantes residuales presentes en las ceras recicladas.

Existe un efecto de posición del cuadro y láminas de cera, durante el labrado de los panales, el cual podría deberse al manejo y conformación que recibe la colonia durante la invernada y cuyos efectos posiblemente persisten durante el resto del año.

Los parámetros físicoquímicos de la cera adulterada con parafina se encuentran por fuera de los estándares de calidad, por lo cual el producto no puede ser comercializado para su uso en otro tipo de industrias como la cosmética, farmacéutica y/o veterinaria.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación recibió la colaboración de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC) y de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Agradecemos al Sr. Rodolfo Danieli, productor de Ceras Estampadas "La Candelaria", por el aporte de material, a Fares Taie Instituto de Análisis, por prestar sus instalaciones, al Prof. Armando C. Cicchino por sus aportes en la traducción del resumen y la lectura crítica del manuscrito, al Servicio Meteorológico Nacional Argentino por la contribución de los datos meteorológicos locales, y a todas las personas que directa (Melisa Garrido, Leonardo De Feudis, Darío Porrini) e indirectamente colaboraron con su buena voluntad en distintas etapas de este trabajo. Uno de los autores (A. V. C.), personalmente quiere brindar su sincero agradecimiento a su familia y a Esteban P. Delfino por iluminar constantemente el camino en su vida.

LITERATURA CITADA

Bernal, J.L.; J.J. Jiménez, M.J. del Nozal, L. Toribio, y M:T. Martín. 2005. Physico-chemical parameters for the characterization of pure beeswax and detection of adulterations. Eur. J. Lipid Sci. Technol, 107: 158-166.

Bernasconi, M.R. 2005. Estudio comparativo en ceras estampadas y determinación de adulteraciones. El Apicultor. Centro de Investigaciones Apícolas. Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Artículo disponible on-line: http://www.apicultura.entupc.com/nuestrarevista/nueva/notas/adulteracion-ceras.htm. [Enero, 2007].

Bogdanov, S. 2004. Beeswax: quality issues today. Bee World, 85 (3): 46-50.

Bogdanov, S.; Kilchelman, V. and Imdorf, A. 1999. Acaricide residues in honey, beeswax and propolis. Swiss Bee Research Centre, Dairy Research Station, Liebefeld, Bern, Switzerland. pp. 11.

Farmacopea Argentina. 1978. Codex Medicamentarius Argentino. Sexta Edición, Buenos Aires. pp 1283.

FCC (Food Chemicals Codex), 1981. Food Chemicals Codex, 3th edition. National Academy Press, Washington D.C., USA, pp. 34 y 503.

Lanzelotti, P.; M. Maldonado, V. Ocampo, y J. Arroyo. 2006. Exploración en el estudio de distribución de concentraciones del acaricida coumpahos en cera y en miel de mismo cuadro melario en condiciones de campo. Laboratorio de Control de Calidad, MELACROM, Buenos Aires, Argentina.

Disponible on-line: www.melacrom.com.ar/Novedades/Esp_Novedades.asp. [Marzo,2008].

Maidana, J.F. 2005. Cera de Abejas: Composición, constantes físico-químicas y detección de adulteraciones. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Facultad de Agronomía y Agroindustrias, CEDIA, Santiago de Estero, Argentina. pp.68.

Medici, M. 1957. Tratado de apicultura práctica. Buenos Aires, Argentina. pp. 237.

Pettis, J.S.; W.T. Wilson, H. Shimanuki, y P.D. Teel. 1991. Fluvalinate treatment of queen and worker honey bee (*Apis mellifera* L.) and effects on subsequent mortality queen acceptance and supersedure, Apidologie, 22: 1-7.

Pettis, J.S.; A.M. Collins, Reg. Wilbanks, and M.F. Feldlaufer. 2004. Effects of coumaphos on queen rearing in the honey bee, *Apis mellifera*. Apidologie, 35:605-610.

Owens, CD. 1971. The thermology of wintering honey bee colonies. Agricultural Engineering Research Division. Department of Agriculture, Technical bulletin, USA. Disponible on-line: http://

www.beesource.com/pov/usda/thermology/techbulletin1429.htm. [Marzo, 2008]

Silva, C. R. da; L. da Rocha Ribeiro, V.A.A. Toledo, J.O.A.Toledo. 2002. Uso da parafina incorporada à cera alveolada em colônias de abelhas *Apis mellifera* L. africanizadas para produçào de mel. Acta Scientiarum, 24 (4): 875-879.

Toledo, V.A.A. 1991. Desenvolvimento de colméias híbridas de *Apis mellifera* e seu comportamento na aceitaçã̃o e manejo da cera. Dissertaçã̃o (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP**)**, Jaboticabal, SP, Brasil. pp. 196.

Wallner, K. 1999. Varroacides and their residues in bee products. Apidologie, 30:1-9.