

# Caracterización química de mieles cosechadas en la Sierra Norte de Madrid

*Chemical characterization in honey harvested in Madrid's northern mountains*

MARTELO, M. S.; BLANCO, S. Y ORZÁEZ, M. T.

Departamento de Nutrición y Bromatología II: Bromatología. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Plaza Ramón y Cajal s/n, 28040 Madrid. E-mail: garson@eucmos.sim.ucm.es

## RESUMEN

Se hace un estudio de las características químicas: humedad, cenizas, azúcares reductores, sacarosa aparente e hidroximetilfurfural, en un total de 13 mieles procedentes de distintas zonas de la sierra norte de Madrid. La recolección de las mieles se ha verificado en dos años consecutivos con el fin de establecer en qué medida las condiciones meteorológicas acontecidas en ambas épocas pueden incidir en su caracterización química.

PALABRAS CLAVE: Miel. Humedad. Cenizas. Azúcares reductores. Sacarosa aparente. Hidroximetilfurfural.

## ABSTRACT

*I this work we have studied the chemical characteristics of 13 samples of honey from several areas of Madrid's northern mountains. The harvest of honey has been checked in two consecutive years in order to establish to what extent the meteorological conditions of both periods can affect its chemical characteristics.*

KEY WORDS: Honey. Sucrose. Hydroxymethylfurfural. Sugars (reducing). Ashes. Humidity.

## INTRODUCCIÓN

Numerosos testimonios manifiestan la gran importancia que la miel ha tenido a lo largo de la historia de la humanidad. Su elevado valor energético, junto a sus agradables características sensoriales relativas al color, olor y sabor, han hecho que este alimento haya sido muy apreciado por el hombre en las distintas civilizaciones, utilizándolo en muchas de ellas, además, como un "manjar divino" en distintos tipos de ofrendas (Bonet, 1994; Llambrich, 1996).

La miel siempre ha encontrado aplicación, empleándose, tanto en el campo de la medicina como en el de la alimentación, bien como edulcorante o en combinación con otros productos, principalmente frutos secos. Sin embargo, el consumo de miel descendió vertiginosamente al

comercializarse el azúcar de remolacha, cuyo descubrimiento se debe al químico berlinés A.S. Margraff, en el año 1747 (Devesa et al. 1987; Nowotnick, 1987; Salinas, 1988).

Es a finales del siglo XIX y principios del XX cuando empieza a resurgir nuevamente con gran auge. En este periodo se inicia una nueva apicultura gracias al desarrollo tecnológico acontecido en esta actividad obteniéndose mieles de una gran calidad. En la actualidad, aunque lejos del esplendor que tuvo en otras épocas, este producto de la colmena cuenta con un gran número de consumidores que muestran preferencia por los productos naturales, con lo que la miel está volviendo a adquirir un sólido prestigio en el campo alimentario, tomada como tal o bien incluida

en distintas preparaciones de tipo dietético (Anónimo, 1994; Bord, 1990; Capo, 1975; MAPA, 1994; MAPA, 1995).

España, desde tiempos inmemoriales, siempre ha mantenido una apicultura floreciente debido a sus buenas condiciones de clima y vegetación. Esto ha dado lugar a que se hayan llevado a cabo numerosos estudios sobre mieles procedentes de distintos puntos de su geografía, principalmente de Extremadura, Castilla-La Mancha y Andalucía. Sin embargo, no hemos encontrado datos relativos a mieles procedentes de la Sierra de Madrid, área enclavada en un punto medio entre la zona Norte (Castilla-León) y las provincias de Guadalajara y Cuenca, que delimitan por el noreste la Comunidad de Madrid.

Ante esta ausencia de datos en esta zona, con una vegetación importante y numerosos apicultores que ejercen el arte de la apicultura, nos propusimos llevar a cabo un estudio de las características químicas de mieles procedentes de

distintas zonas que integran la sierra norte de Madrid. Para la consecución del mismo nos trazamos el siguiente esquema de trabajo:

— Toma de contacto con distintos apicultores que tuvieran enclavados sus enjambres de abejas en diversos puntos de la sierra madrileña, para que nos suministrasen las mieles recolectadas directamente de sus propias colmenas, para su caracterización y análisis.

— Planteamiento del muestreo en dos cosechas diferentes, con condiciones climáticas distintas, para poder observar la influencia de las mismas sobre las características de este producto.

— Evaluar las características químicas de las muestras y someter nuestros datos a un tratamiento estadístico para llegar a establecer conclusiones que nos permitan caracterizar correctamente estas mieles.

## MATERIAL Y MÉTODO

### *Muestras*

En este estudio se han analizado un total de trece mieles procedentes de distintos puntos del sector norte de la Sierra de Madrid, Colmenar Viejo, que a su vez engloba el término de Tres Cantos, Miraflores de la Sierra, Bustarviejo y La Cabrera.

En cada localidad se recogieron dos muestras de miel, a excepción de los términos de Tres Cantos y Bustarviejo que fueron cuatro; correspondientes a dos cosechas diferentes de dos años consecutivos, pero conservando siempre el mismo lugar geográfico de procedencia. Otra excepción la constituye el término de La Cabrera, donde debido a las duras condiciones climáticas acaecidas en este municipio durante la segunda campaña, únicamente fue posible analizar la muestra correspondiente a la primera cosecha.

La nomenclatura de las muestras se ha realizado en función de dos dígitos: el primero de ellos representa, con letras mayúsculas, las iniciales del lugar geográfico de procedencia de las mieles, Colmenar Viejo (C.V.), Tres Cantos (T.C.), Miraflores de la Sierra (M.S.), Bustar Viejo (B.V.), y La Cabrera (L.C.), mientras que el segundo, corresponde al nº de muestra, numeradas del 1 al

13. En el caso de Tres Cantos, contamos con cuatro muestras de mieles diferentes que proceden de colmenas pertenecientes al mismo apicultor, pero que tienen distinta ubicación y origen floral, dentro del propio término de Tres Cantos. Este mismo hecho también sucede en Bustarviejo, localidad de la que nos han llegado las muestras, nºs 5 y 6, de la primera cosecha, y las nºs 12 y 13 de la segunda, pertenecientes a diferente zona dentro del mismo municipio, y cosechadas por distintos apicultores.

Las mieles nos fueron remitidas directamente de las colmenas mediante una Corporación de Apicultores de la Sierra Madrileña, sin haber sido sometidas a tratamiento ni procedimiento alguno de conservación que pudiera incidir en sus características y composición. Se recibían en frascos de vidrio, herméticamente cerrados, que venían identificados con una etiqueta en la que figuraba el nombre del apicultor, fecha de recolección, en ambas campañas en el mes de agosto, y lugar de procedencia.

Las mieles, una vez en el laboratorio, se almacenaban en cajas de cartón al abrigo de la luz y de la humedad, permaneciendo a una temperatura ambiente de almacenamiento entre 20 y 22° C. Seguidamente se llevaba a cabo el correspon-

diente análisis, procediendo previamente a la preparación de las muestras. Para ello, las mieles se sometían siempre a un homogeneizado, proceso que se realizaba a temperatura ambiente agitándolas con ayuda de una espátula.

La metodología aplicada para el análisis de todas las muestras ha sido la que se recoge en la normativa para este producto (B.O.E. 18-6-86). Los análisis se han verificado por triplicado en todas las muestras.

Para la humedad, una vez licuadas las mieles, se procede a la medida del índice de refracción y al cálculo del contenido de humedad obtenido mediante las tablas de Chataway (1932) revisadas por Wedmore (1955), que convierten directamente las lecturas halladas en sus correspondientes porcentajes de agua.

El contenido de cenizas se ha determinado por el procedimiento general de incineración de la muestra, a una temperatura inferior a 550°C, pesando  $5 \pm 0,001$  g de miel, y adicionando unas gotas de aceite de oliva con el fin de impedir la formación de espuma durante el proceso.

La cuantificación de los azúcares reductores y sacarosa se ha realizado según el método modificado de Lane-Eynon, que consiste en la reducción de la solución de Fehling titulándola,

en punto de ebullición y a un volumen constante, con una solución de los azúcares reductores, según la modificación de Soxhlet.

La sacarosa aparente se determina de forma semejante a los azúcares reductores mediante el mismo método de Lane-Eynon, determinando los azúcares reductores, expresados como azúcar invertido, antes y después de ser sometida la solución de miel a una hidrólisis ácida. Los resultados obtenidos, calculada la diferencia entre el contenido de azúcar invertido antes y después de la inversión, multiplicada por 0,95, nos proporciona los gramos de sacarosa contenidos en 100 gramos de miel.

La cuantificación del hidroximetilfurfural (H.M.F.) se efectuó por el método de White descrito en la A.O.A.C., y adaptado como método oficial para el análisis de mieles. El principio del método consiste en realizar en primer lugar una defecación de la muestra y medida posterior de la absorbancia a 284 nm (muestra) y 336 nm (blanco de referencia). El cromóforo hidroximetilfurfural formado en el blanco se elimina por adición de bisulfito sódico que destruye este compuesto (A.O.A.C., 1990).

El contenido de H.M.F., expresado en mg/100g de miel viene dado por la siguiente fórmula:

$$\text{H.M.F. (mg/100g)} = \frac{(A_1 - A_2) \times f \times 5}{P}$$

siendo:  $A_1$  = Absorbancia medida a 284 nm  
 $A_2$  = Absorbancia medida a 336 nm  
 $P$  = Peso, en gramos, de la muestra  
 $f$  = 14,97 para expresarlo en mg/100 gramos.

Los resultados experimentales obtenidos se han sometido a un tratamiento estadístico, verificando, en primer lugar, mediante el programa estadístico BMDP (BMDP3D) un análisis de la varianza t-Student, tratando de comparar los valores medios en los parámetros químicos obtenidos en las dos cosechas, con la aplicación de sus dos versiones paramétrica, mediante valores medios

(Test de Matched) y no paramétrica, mediante rango de valores (Test de Wilcoxon). Asimismo, se ha empleado el paquete estadístico SAS para comprobar las posibles correlaciones entre los distintos parámetros analizados que pudieran existir, realizándose de la misma manera anterior, de forma paramétrica y no paramétrica (Dixon, 1993; Sas/Stat, 1990).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se muestran en dos tablas y una gráfica. En la Tabla 1 se recogen los resultados (valores medios obtenidos del análisis por triplicado), referentes a los parámetros de humedad, cenizas, azúcares reductores, sacarosa apa-

rente e hidroximetilfurfural en ambas cosechas, y en la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos del tratamiento estadístico aplicado a nuestros datos. Finalmente, en la Gráfica 1 se muestra la composición centesimal media de las mieles estudiadas.

**TABLA I.** Humedad, cenizas, azúcares reductores, sacarosa aparente e hidroximetil-furfural de mieles recolectadas en la Sierra Norte de Madrid.

|            | MUESTRAS | HUMEDAD<br>(g/100g) | CENIZAS<br>(g/100g) | AZÚCARES<br>REDUCTORES<br>(g/100g) | SACAROSA<br>APARENTE<br>(g/100g) | HIDROXIMETIL-<br>FURFURAL<br>(mg/kg) |
|------------|----------|---------------------|---------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 1ª COSECHA | M.S.1.   | 13,00               | 0,52                | 81,60                              | 0,66                             | 28,95                                |
|            | C.V.2.   | 15,60               | 0,29                | 84,05                              | 1,39                             | 50,30                                |
|            | T.C.3.   | 21,10               | 0,29                | 81,30                              | 1,39                             | 42,59                                |
|            | T.C.4.   | 20,20               | 0,22                | 83,28                              | 0,20                             | 35,42                                |
|            | B.V.5.   | 15,20               | 1,18                | 83,33                              | 1,33                             | 44,85                                |
|            | B.V.6.   | 15,20               | 0,39                | 86,20                              | 0,36                             | 60,32                                |
|            | L.C.7.   | 13,70               | 0,36                | 86,21                              | 1,20                             | 70,75                                |
| 2ª COSECHA | M.S.8.   | 14,40               | 0,40                | 79,82                              | 0,57                             | 29,90                                |
|            | C.V.9.   | 15,00               | 0,77                | 84,47                              | 3,58                             | 28,00                                |
|            | T.C.10.  | 15,70               | 1,11                | 78,43                              | 2,41                             | 42,32                                |
|            | T.C.11.  | 15,80               | 0,62                | 83,33                              | 0,66                             | 11,52                                |
|            | B.V.12.  | 14,70               | 0,73                | 78,46                              | 1,15                             | 17,06                                |
|            | B.V.13.  | 14,70               | 0,68                | 79,68                              | 0,30                             | 30,83                                |

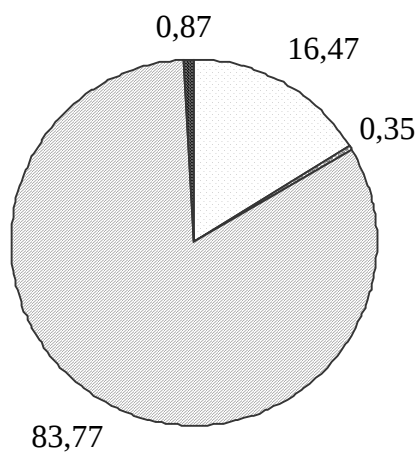
TABLA II. Comparación de los parámetros químicos en las dos recolecciones de mieles.

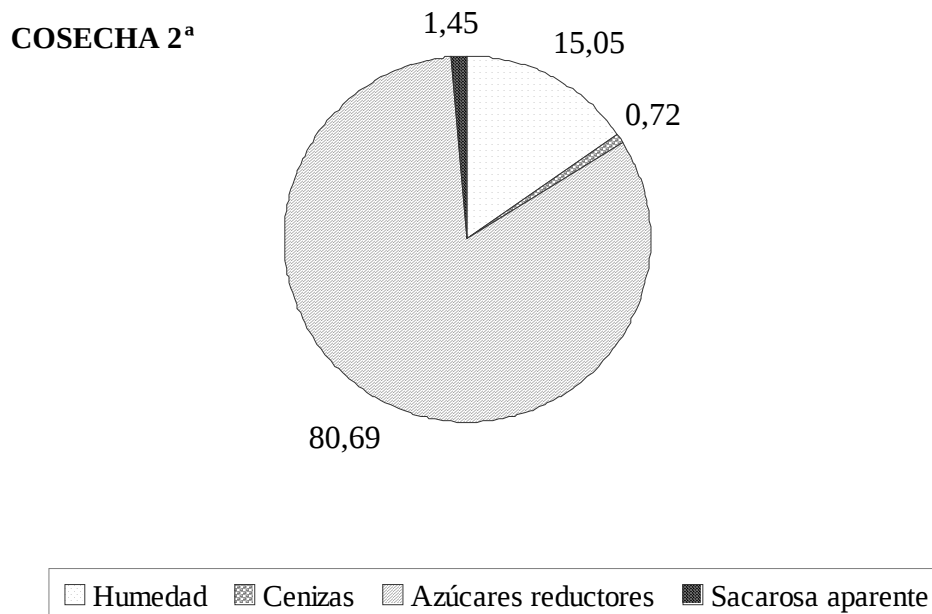
| PARÁMETROS           | 1ª COSECHA<br>$\bar{X} \pm SD$ | 2ª COSECHA<br>$\bar{X} \pm SD$ | TEST DE MATCHED<br>(valor de p) | TEST DE WILCOXON<br>(valor de p) | CORRELACIÓN         |                     |
|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|
|                      |                                |                                |                                 |                                  | Paramétrica         | No Paramétrica      |
| HUMEDAD              | 16,47 $\pm$ 1,38               | 15,05 $\pm$ 0,23               | 0,2747                          | 0,5625                           | 0,9765<br>(0,0005)  | 0,9276<br>(0,0077)  |
| CENIZAS              | 0,35 $\pm$ 0,04                | 0,72 $\pm$ 0,09                | 0,0295                          | 0,0625                           | -0,5604<br>(0,2048) | -0,3479<br>(0,4993) |
| AZÚCARES REDUCTORES  | 83,77 $\pm$ 0,88               | 80,70 $\pm$ 1,05               | 0,0768                          | 0,1563                           | -0,0235<br>(0,9606) | 0,1429<br>(0,7872)  |
| SACAROSA APARENTE    | 0,87 $\pm$ 0,22                | 1,45 $\pm$ 0,53                | 0,2341                          | 0,3125                           | 0,6149<br>(0,1562)  | 0,4638<br>(0,3542)  |
| HIDROXIMETILFURFURAL | 43,74 $\pm$ 4,50               | 26,54 $\pm$ 4,45               | 0,0275                          | 0,0938                           | 0,2216<br>(0,6380)  | 0,2000<br>(0,7040)  |

SD: Desviación estándar.

GRÁFICA 1.- Composición centesimal media de las mieles cosechadas en la Sierra Norte de Madrid.  
Resultados expresados en g/100g de miel.

## COSECHA 1ª





Antes de comenzar la discusión de resultados queremos comentar los datos relativos a las precipitaciones y temperaturas correspondientes a los periodos en que se recolectaron las mieles. Estos datos, fueron tomados de las siguientes estaciones metereológicas: “El Goloso”, “Colmenar Viejo/FAMET”, “Soto del Real Prado Herrero” y “Presa del Atazar”, y fueron remitidos por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, a través del Centro Metereológico Territorial de Madrid y Castilla-La Mancha. Durante la primera cosecha, las precipitaciones medias fueron ligeramente superiores a las que tuvieron lugar durante el período correspondiente a la segunda, de 44,04 L/m<sup>2</sup> y 35,16 L/m<sup>2</sup> respectivamente para ambas. Respecto a la temperatura, los valores máximos reflejados antes de la recolección en ambas cosechas son similares, si bien superiores en la primera, próximo a 35°C, hecho que también se continuó para las temperaturas mínimas advirtiéndose, para ambos periodos, temperaturas cercanas a los 15°C.

En las mieles, el parámetro humedad es un factor de calidad que influye, en gran medida, sobre los caracteres sensoriales del producto, principalmente en el sabor y en la granulación, comprobándose para este último que variaciones de un 1% en mieles que presentan una consistencia líquida, pueden influir en su cristalización final. También interviene en el proceso de fermentación, alteración que se puede producir en las mieles cuando los valores de agua sobrepasan el 18% (Sánchez, 1990; Serra, 1996; Thoulon-Page, 1991).

La legislación vigente, recogida en la Norma de Calidad para la Miel destinada al Mercado Interior, admite hasta un 20% de humedad excepto en la miel de biercol, que puede contener hasta un 23%, tipo de miel que no figura entre nuestras muestras (B.O.E. 13-8-83).

Los valores de humedad obtenidos en las trece muestras analizadas figuran agrupados en la Tabla 1 para ambas cosechas. Se observa que todas las mieles presentan cifras de humedad bajas y, en general, homogéneas, principalmente las pertenecientes a la segunda cosecha, en las que nunca se llegó a superar el 16%. Ello es debido a que en esta recolección la tasa de lluvias fue menor, lo que contribuyó a disminuir la humedad del ambiente y de la colmena.

Los valores mínimos de humedad aparecen en las mieles procedentes de Miraflores de la Sierra, muestras M.S.1. y M.S.8., con cifras de 13,00 y 14,40 g/100g, respectivamente para ambas cosechas. Por el contrario, las cifras máximas se presentan en las mieles recolectadas en el término de Tres Cantos, y con una gran homogeneidad de datos dentro de cada campaña, de 21,10 g/100g y 20,20 g/100g, para la primera, muestras T.C.3 y T.C.4, y de 15,70 g/100g y 15,80 g/100g respectivamente para las T.C.10 y T.C.11 de la segunda. Esta similitud puede estar relacionada con la vegetación característica que crece en esta zona, principalmente retama y girasol,

especies que contienen cantidades elevadas de polen que enriquecen los aportes de néctar a la colmena y que, de alguna manera, equilibran su contenido en agua.

Esto mismo sucede en el municipio de Bustarviejo, cuya vegetación predominante está compuesta por tomillo, jara, lavanda y naranjo, este último cultivado en determinadas zonas, vegetales que las abejas visitan, tanto por el contenido de polen como por el néctar que presentan, dando lugar a mieles que, en cada cosecha, mostraron porcentajes de humedad idénticos.

En la Tabla 2 aparecen los valores medios de humedad obtenidos para las mieles de la Sierra de Madrid en las dos recolecciones. Se observa que están próximos y ligeramente superiores en la primera, de  $16,47 \pm 1,38$  y de  $15,05 \pm 0,23$ , respectivamente para ambas, diferencia que no se corrobora estadísticamente ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, en este parámetro sí se establece una correlación significativa entre ambos periodos, tanto si aplicamos una correlación de tipo paramétrica como no paramétrica, ( $r=0,9765$ ,  $p=0,0005$  y  $r=0,9276$  y  $p=0,0077$ ).

Las sustancias minerales, aunque en las mieles están en pequeña proporción, tienen un alto valor biológico porque se encuentran en forma de sales, fácilmente asimilables por el organismo (García, 1990; Serra, 1991).

Los valores de cenizas, en general, han sido inferiores en la primera recolección, debido, posiblemente, a la mayor cantidad de lluvia registrada a lo largo de todo el año en las zonas de obtención de las mieles, como ya hemos dicho, que ha producido un mayor arrastre de sales que impide su fijación a las plantas, lo que ocasiona un empobrecimiento mineral del néctar y, posteriormente, de la miel.

En la Norma de Calidad para la Miel destinada al Mercado Interior, se establece un máximo de cenizas de 0,6 g/100g para las mieles procedentes de flores y hasta 1 g/100g para las de mielada y sus mezclas con mieles de flores. Las cifras de cenizas encontradas en las trece mieles analizadas, en general, están comprendidos entre estos dos máximos marcados por la legislación, excepto en la muestra T.C.10 de Tres Cantos, perteneciente a la segunda campaña, que presenta una cifra de cenizas superior de 1,11 g/100g, considerablemente más elevada que la obtenida en ese mismo punto en la cosecha anterior, de 0,29 g/100g (Tabla 1)(B.O.E. 13-8-83).

También supera el máximo de cenizas la muestra B.V.5 de Bustarviejo, perteneciente a la primera cosecha, con una cifra de 1,18 g/100g, dato que disminuye en la siguiente hasta un 0,73 g/100g, muestra B.V.12. En las otras mieles recogidas en este mismo término sucede lo contrario, menor cantidad de sales minerales se aprecian en la miel de la primera campaña, elevándose su contenido en la segunda.

También resaltan las mieles recogidas en Colmenar Viejo, muestras C.V.2 y la T.C.3 de Tres Cantos, con porcentajes idénticos de cenizas en la primera recolección, de 0,29 g/100g, elevándose y distanciándose el contenido de ambas en el periodo siguiente, con un valor de 0,77 g/100g para la muestra C.V.9, y de 1,11 g/100g para la T.C.10.

Vemos pues, que el contenido mineral de las mieles recogidas en la primera cosecha es inferior, en general, al de la segunda, tal y como lo denotan los contenidos medios de  $0,35 \pm 0,04$  g/100g y  $0,72 \pm 0,09$  g/100g, respectivamente para ambas campañas, datos que se corroboran plenamente mediante el análisis de la varianza aplicado, test de Matched, ( $p = 0,0295$ ), (Tabla 2).

Referente a los azúcares reductores, en las mieles se encuentran principalmente glucosa y fructosa. Ambos son los que van a determinar las propiedades nutritivas y calóricas de este producto y, además, también son las responsables de otras características importantes en las mismas, como son la cristalización, higroscopicidad y viscosidad (Fellows, 1994; Godend y Mur, 1982; Philippe, 1990).

En la Tabla 1 se incluyen los datos obtenidos para los azúcares reductores en las trece mieles analizadas, y se observa que en todas las muestras se supera plenamente la cifra legislada por la normativa, de 65 g/100g para las mieles procedentes de flores, lo que indica, conjuntamente con el color ambarino que presentaron las mieles estudiadas, la procedencia floral de las mismas (B.O.E. 13-8-83).

En general, los valores más altos y homogéneos corresponden a la primera cosecha, con contenidos que en todas las muestras rebasaron el porcentaje de 80 g/100g de azúcares reductores, destacando las cifras máximas, y prácticamente iguales, de las correspondientes a los términos de Bustarviejo y La Cabrera, de 86,20 g/100g y 86,21 g/100g, respectivamente para las muestras B.V.6 y L.C.7.

Contenidos muy próximos a éstos aparecen en las mieles pertenecientes a Colmenar Viejo, Tres Cantos y otra muestra de Bustarviejo, C.V.2, T.C.4 y B.V.5, con cifras de 84,05 g/100g, 83,28 g/100g y 83,33 g/100g respectivamente. Porcentajes ligeramente inferiores a éstos, y prácticamente iguales, se encuentran en la miel de Miraflores de la Sierra, M.S.1 y en la T.C.3, de Tres Cantos, de 81,60 g/100g y 81,30 g/100g, respectivamente para ambas (Tabla 1).

En la segunda campaña, los datos de azúcares reductores son más heterogéneos, y solamente la muestra procedente de Colmenar Viejo, C.V.9 y la T.C.11 de Tres Cantos, superan los 80 g/100g, con valores muy similares a los obtenidos en la cosecha anterior, de 84,47 g/100g y 83,33 g/100g, respectivamente para ambas. En el resto de las mieles, se encontraron contenidos de azúcares reductores muy similares, situándose en un intervalo de valores entre un mínimo de 78,43 g/100g para la muestra T.C.10 de Tres Cantos y un máximo de 79,82 g/100g para la miel de Miraflores de la Sierra, muestra M.S.8.

Los azúcares reductores guardan una cierta relación con la humedad de las mieles y en el conjunto muestral se observa que, en general, no existe un claro paralelismo que nos pueda indicar que, a mayor contenido hídrico, menor cantidad de azúcares reductores y viceversa. Una excepción la constituyen las mieles de Miraflores de la Sierra y de La Cabrera, muestras M.S.1 y L.C.7, con datos de humedad bajos, de 13,00 g/100g y 13,70 g/100g respectivamente, que sí se corresponden con cantidades de azúcares reductores, altas, superiores a 80 g/100g, de 81,60 g/100g y 86,21 g/100g respectivamente para ambas muestras.

A este respecto, también queremos destacar las mieles procedentes de Tres Cantos con valores muy similares de humedad, y superiores a 20 g/100g que no se corresponden con los contenidos de azúcares reductores obtenidos, también elevados y próximos, de 81,30 g/100g y de 83,28 g/100g respectivamente para las muestras T.C.3 y T.C.4.

En las mieles recolectadas en el segundo periodo no podemos establecer relación alguna entre los azúcares reductores y la humedad, ya que las cifras halladas en este último parámetro son todas muy similares y próximas a 15,00 g/100g, no sucediendo lo mismo con los azúcares reductores, para los que se han obtenido canti-

dades diferentes dependiendo de la zona de procedencia de las mieles e incluso dentro de una misma zona, tal es el caso del término de Tres Cantos, al que pertenecen las muestras T.C.10 y T.C.11 con porcentajes de azúcares reductores dispares, de 78,43 g/100g y 83,33 g/100g, respectivamente. En Bustarviejo, por el contrario, las cifras de azúcares reductores encontrada en el segundo periodo para las muestras B.V.12 y B.V.13 han sido muy similares, de 78,46 g/100g y 79,68 g/100g, así como su contenido en humedad.

La sacarosa muestra heterogeneidad de resultados que no guardan relación con el contenido de azúcares reductores ya comentado. En las mieles pertenecientes al primer periodo, se aprecia que la cifra mínima de sacarosa la presenta la miel procedente de Tres Cantos, muestra T.C.4 con 0,20 g/100g y otra de Bustarviejo, B.V.6, con 0,36 g/100g. El resto, procedentes de Colmenar Viejo, Tres Cantos, Bustarviejo y La Cabrera, tienen contenidos muy similares de este azúcar, de 1,39 g/100g para las dos primeras, C.V.2 y T.C.3, y de 1,33 g/100g y 1,20 g/100g respectivamente para las muestras B.V.5 y L.C.7. La miel recogida en Miraflores de la Sierra, muestra M.S.1, es la que marca el contenido medio de sacarosa en las siete mieles recolectadas en el verano de la primera campaña, de 0,66 g/100g (Tabla 1).

En la segunda recolección, el contenido de sacarosa se encuentra en un intervalo de valores más amplio, entre un mínimo de 0,30 g/100g para la miel procedente de Bustarviejo, muestra B.V.13, y un máximo de 3,58 g/100g para la recogida en Colmenar Viejo, C.V.9, miel que prácticamente ha triplicado su contenido en este disacárido con respecto a la campaña anterior que fue de 1,39 g/100g. Sin embargo, estas mieles mantienen el mismo porcentaje de azúcares reductores, de 84,05 g/100g y 84,47 g/100g respectivamente en las dos cosechas (Tabla 1).

Valores similares de sacarosa aparecen en las mieles procedentes de Miraflores de la Sierra y Tres Cantos, muestras M.S.8 y T.C.11, con 0,57 g/100g y 0,66 g/100g respectivamente, manteniéndose en la primera muestra prácticamente la misma tasa de sacarosa y de azúcares reductores que en la cosecha anterior. Este hecho no sucede para la miel de Tres Cantos, muestra T.C.4, que en la primera recolección presentó una cifra muy baja de sacarosa, de 0,20 g/100g;

sin embargo, mantiene prácticamente el mismo contenido de azúcares reductores en ambas campañas, de 83,28 g/100g y 83,33 g/100g respectivamente para las muestras T.C.4 y T.C.11 (Tabla 1).

El hidroximetilfurfural es un parámetro de calidad, ya que cuando se encuentra en proporciones muy elevadas, origina sabores y olores extraños, así como alteraciones en el color, indicando también el grado de envejecimiento de las mieles y las posibles adulteraciones que se hayan podido realizar en las mismas, (Espada, 1982; Espada y Gómez, 1983; Pérez y Jimeno, 1990).

En la Norma de Calidad para la Miel destinada al Mercado Interior, se marca un máximo de 40 mg/kg, máximo que se ha superado en la práctica totalidad de las mieles cosechadas en la primera campaña y, únicamente en la muestra T.C.10 en el período estival siguiente, correspondiente a la segunda recolección, que presentó un porcentaje ligeramente superior, de 42,32 mg/kg, diferencia de contenidos que también se avala a nivel estadístico, test de Matched,  $p=0,0275$  (Tabla 2) (B.O.E. 13-8-83).

El mínimo de hidroximetilfurfural se encuentra en la muestra M.S.1, de 28,95 mg/kg y el máximo en la L.C.7, con 70,75 mg/kg. Cifras próximas a esta última se presentan en las muestras B.V.6 y C.V.2, con 60,32 mg/kg y 50,30 mg/kg respectivamente para ambas. En las mieles procedentes de Tres Cantos, muestras T.C.3

y T.C.4, y la B.V.5 de Bustarviejo, aparecen valores intermedios de hidroximetilfurfural, de 42,59 mg/kg y 35,42 mg/kg respectivamente para las dos primeras y de, 44,85 mg/kg para la B.V.5.

En la campaña siguiente, los valores de hidroximetilfurfural, en general, disminuyen, exceptuando las mieles de Miraflores de la Sierra y las muestras T.C.3 y T.C.10, de Tres Cantos, que mantienen prácticamente la misma cantidad.

A modo de resumen, en la Gráfica 1 se ha representado la composición centesimal media de las mieles recogidas en la sierra norte de Madrid en las dos recolecciones. Como se puede apreciar, entre ambas existen ligeras diferencias en los parámetros humedad y azúcares reductores, mostrando menor proporción las recogidas en la primera campaña, coincidiendo con una mayor tasa de lluvias. En la cosecha segunda, de mayor sequía, estos dos parámetros descienden y, por el contrario, el contenido mineral y el porcentaje de sacarosa aparente se incrementan prácticamente en un 100 %.

Por último, también queremos comentar que hemos sometido nuestros datos a una matriz de correlación, que se ha establecido entre todos los parámetros que han sido objeto de estudio. Únicamente cabe destacar la correlación que se establece entre las cenizas y los azúcares ( $r = -0,52517$ ), y entre las cenizas y la sacarosa aparente ( $r = 0,53460$ ), con un nivel de significación para ambos de,  $p < 0,10$ .

## BIBLIOGRAFIA

- ANÓNIMO (1994). "Comercio mundial de miel. Ligero aumento de los precios debido al descenso de la producción". Vida apícola, julio-agosto: 14-19.
- ASSOCIATION OFF OFFICIAL, ANALITICAL CHEMIST (1990). "Official Methods of Analysis of the A.O.A.C.". 15 th. Vol.2. Ed. Arlington. Virginia.
- BONET, D. (1994). "Los productos de la abeja: miel, polen, jalea y propóleos". Ed. Ibis. Barcelona.
- BORD, J. (1990). "La miel, alimento y medicina natural". Ed. EDAF. España.
- CAPO, N. (1975). "La miel y los niños". Ed. Instituto de Trofoterapia. Barcelona.
- DEVESEA, J. A., ORTIZ BALLESTEROS P., MUÑOZ RODRIGUEZ A. (1987). "Breve reseña histórica de la apicultura en España". Vida apícola, nº 25, septiembre-octubre: 63-65.
- DIXON W.J. (1993). "BMDP Statistical Software Manual". University of California Press.
- ESPADA HERRERO, T. (1982). "El hidroximetilfurfural y el envejecimiento de la miel". Vida apícola, vol. 3: 15-16.
- ESPADA HERRERO, T. Y GÓMEZ, A. (1983). "Actividad bacteriostática, hidroximetilfurfural, color, contenido en cenizas y elementos minerales de las mieles de naranjo, romero y encina producidas en Cataluña, País Vasco y Extremadura". XXIV Congreso internacional de Apicultura en Bucarest. Bucarest.
- FELLOWS, P. (1994). Tecnología del procesamiento de los alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza.
- GARCÍA ROLLAN, M. (1990). "Alimentación humana. Errores y consecuencias". Ed. Mundi -Prensa.
- GODEND y MUR (1982). Adulteración de los alimentos: miel. Alimentaria, nº132, pp: 19-29.
- LLAMBRICH, B. (1996). "El ligajo de abejas". Vida apícola, nº 79: 49-51.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. (1994). "La alimentación en España". Ed. Secretaría General Técnica. Madrid.

- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. (1995). "Anuario de estadística agraria 1993". Ed. Secretaría General Técnica. Madrid.
- NOWOTTNICK, K. (1987). "La miel en la historia y en la leyenda de la evolución de la sociedad humana". Vida apícola, nº 22: 45-48.
- ORDEN de 5 de agosto de 1983 por la que se aprueba la Norma de Calidad para la miel destinada al mercado interior. (B.O.E. 13-8-83).
- ORDEN de 12 de junio de 1986 por la que se aprueban los Métodos Oficiales de Análisis para la miel. (B.O.E. 18-6-86).
- PÉREZ, C y JIMENO, M.F. (1990). "Manejo y alteraciones de la miel. Diez temas sobre apicultura". Ed. M.A.P.A. VIII: 137-150.
- PHILIPPE, J.M. (1990). "Guía del apicultor". Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- SALINAS, R. (1988). "Alimentos y Nutrición. Bromatología aplicada a la salud". Ed. El Ateneo. Argentina.
- SÁNCHEZ, E. (1990). "Cristalización de la miel" Vida apícola nº41: 31-32.
- SAS/STAT (1990). "User's Guide". Version 6. 4ª ed. Vol. 1 y 2. Sas Institute Inc.
- SERRA, J. (1996). "Criterios a considerar en las Directivas de Calidad de la miel". Vida apícola nº 76: 22-24.
- SERRA BONVEHI, J. (1991). "Dosage de L'hydroxyméthylfurfural dans les miels par chromathographie liquide et apectrophotométrie U.V." Sciences des aliments, nº 11: 547-557.
- THOULON-PAGE, C.H. (1991). "Cuadernos de dietética 1. Nutrientes. Alimentos y Tecnologías alimentarias". Ed. Masson. Barcelona.