

## Efecto del tratamiento de ultrasonido sobre la calidad físico-química y cinética de cristalización de las mieles

<sup>1,2</sup>Mouteira, María Cecilia; <sup>2</sup>Paradela, Marcial, <sup>1</sup>Bartomeoli, Agustín, <sup>1</sup>Esteban Fabiano, <sup>3</sup>Basso, Marilina

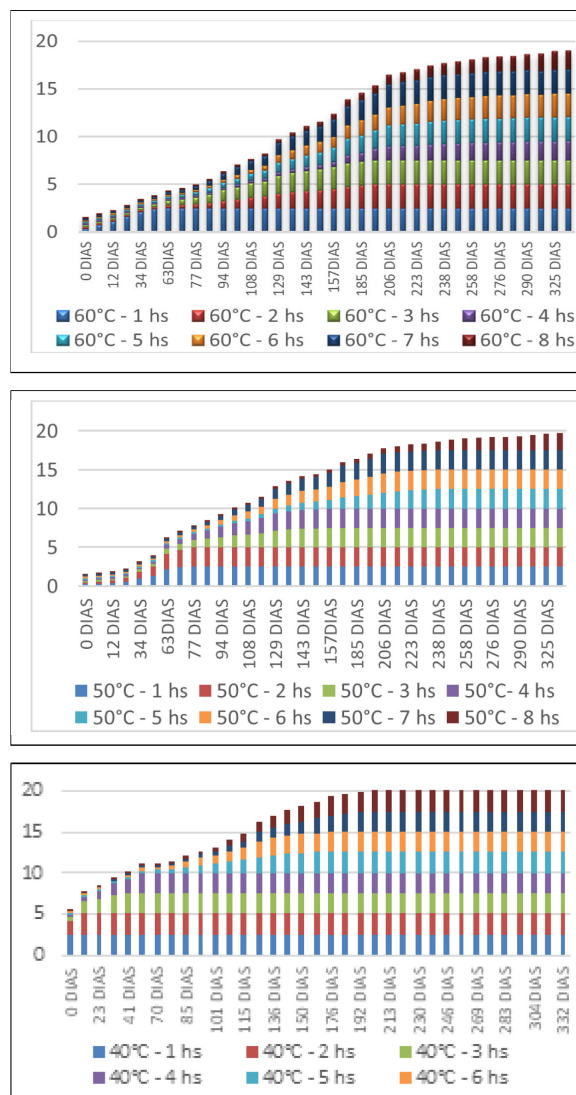
<sup>1</sup>Cátedra de Producción Animal I, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). <sup>2</sup>Ministerio de Agroindustria de la Provincia de Buenos Aires. <sup>3</sup>Comisión Nacional de Energía Atómica. mmouteira@agro.unlp.edu.ar

La miel es una solución sobresaturada de azúcares en agua, particularidad que le confiere al producto la capacidad de cristalizar. La velocidad de cristalización guarda relación directa con el grado de sobresaturación (relación agua/azúcar), con el tipo de azúcares, con la temperatura de almacenamiento y de los tratamientos previos al envasado<sup>2</sup>. Los tiempos y temperatura de los tratamientos térmicos y de almacenamiento, son factores que modifican la calidad físico-química. La miel fraccionada atraviesa diversos procesos industriales, orientados a obtener un producto de consistencia líquida, en acuerdo con el gusto de una gran parte de los consumidores. Previamente al envasado de la miel, el producto es tratado térmicamente, a una temperatura en el rango de 40-60°C, para facilitar su fraccionamiento y destruir los núcleos de cristalización<sup>3</sup>. En la actualidad, las tecnologías de ultrasonido, que involucran pulsos mecánicos combinados con temperatura, resultan vitales para reducir el tiempo de procesamiento de la miel y mejorar la consistencia del producto, permitiendo conservar las características organolépticas propias de una miel fresca. El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de los tratamientos térmicos con ultrasonido sobre la calidad físico-química de la miel tratada, y sobre la cinética de cristalización, en su posterior almacenamiento. La muestra de miel, que fue empleada como matriz de los distintos ensayos, se extrajo siguiendo el Protocolo de Muestreo Norma IRAM N° 15929 (IRAM, 1994). La muestra global de miel, en estado cristalino, se fraccionó en 24 tubos plásticos, por duplicado, de 45 ml de capacidad y de 26 mm de diámetro, siendo éstos llenados en su totalidad y cerrados herméticamente con tapa a rosca y film, adicionalmente se agregó dos tubos extra, para la miel sin tratamiento (blanco). Los tubos fueron sometidos a tratamiento térmico de 60°C, 50°C y 40°C, mediante el empleo de un baño maría provisto de ultrasonido, de una frecuencia de 40 khs y de una potencia ultrasónica de 80 w, marca Testlab®. La duración de los tratamientos fue de 1hs a 8 hs. Tanto las muestras como sus duplicados, luego de su tratamiento, fueron enfriadas en baño con hielo hasta los 20°C. Las muestras, y su respectivo blanco, fueron almacenadas en heladera a 4°C hasta su análisis. Por su parte los duplicados, y un blanco de miel líquida, fueron trasvasados a 4 cubetas por tratamiento, las cuales, previa medición del grado de absorbancia (licuado), fueron almacenados en cuarto de 15°C, temperatura óptima de cristalización, con el objetivo de medir la cinética de cristalización. Se registró la temperatura del agua y de la miel, mediante el empleo de termómetros de mercurio, durante cada tratamiento de ultrasonido, y la temperatura y humedad del cuarto de 15° c, mediante un equipo termo-higrómetro Hangbo®. La calidad físico-química de las mieles provenientes de cada tratamiento se realizó siguiendo los protocolos de las normas IRAM, determinándose el contenido de humedad (IRAM N° 15931), color (IRAM N° 15941-2), acidez (IRAM N° 15933) y Hidroximetilfurfural (HMF) (IRAM N° 15937-2). Adicionalmente en la miel seleccionada como matriz se determinó el contenido de glucosa y fructosa (técnica de cromatografía), ceniza (IRAM N° 15932), índice de diastasas (IRAM N° 15939), el origen melisopalínológico cuantitativo por el método de microscopia de Louveaux (1978) y la concentración de minerales mediante la técnica analítica multielemental fluorescencia de rayos X por reflexión total. Para la cinética de cristalización se realizó la lectura de la absorbancia a 660 nm semanalmente, contrastando los resultados con el blanco. Los datos fueron analizados por estadística descriptiva, calculando el promedio y desvío estándar para cada parámetro, con un nivel de confianza del 95%. Las características físicoquímicas de la miel empleada como matriz (blanco) fueron: Índice de diastasa (Escala de Gothe) 26.2±1.34, HMF 2,45±0.62 mg/k, ceniza 0.229±0.009%, humedad 16.4±0.1, absorbancia a 660 nm 1.816±0.003, acidez libre 20.7±0.5 meq/k, glucosa 32.9% y fructosa 35.3% y minerales: K 774 mg/k, P 53 mg/k, Ca 39 mg/k y S 24 mg/k. Respecto al origen botánico la matriz observó 55,4% *Eucalyptus* sp, 33,2% *Trifolium* sp, 2,90% *Mellilotus* sp, 2,4% *Vicia* sp, 1,7% *Carduus* sp, 1% *Lotus* sp, 0,2% *Parkinsonia* sp, 0,2% *Umbelliferae*, 0,2% tipo *Sonchus* sp/*Taraxacum* sp, y 0,5% *Brassicaceae* (Colza, Mostacilla, otros). Los resultados de los parámetros físico-químicos se refirieron en la tabla N°1. En la figura N°1 se representaron las cinéticas de cristalización de los tratamientos a 60°C, 50°C y 40°C, durante las 8 horas de tratamiento. En relación a la cinética de cristalización, contrastando cada uno de los tratamientos con el blanco, resultó que la máxima cristalización, indicada por el mayor valor de absorbancia de 2.5, resultó entre 64-85 días: blanco y en los tratamientos de 1 hs y 2hs a 50°C, 1hs a 60°C, y 3hs y 4 hs a 40°C; entre 157-206 días: 2 hs y 3 hs a 60°C, 3hs, 4 hs, 6 hs y 7 hs a 50°C, y 5 hs, 6 hs, 7 hs y 8 hs a 40°C; y entre 238-325 días: 5 hs, 6 hs y 7 hs a 60°C, y 5 hs a 50°C; y más de 332 días: 4 hs y 8 hs a 60°C, y 8 hs a 50°C. Las muestras tratadas durante 1hs y 2 hs a 40°C, cristalizaron con 2.5 de absorbancia antes de los 7 días. Se concluye que los tratamientos con ultrasonido a 60°C, 50°C y 40°C, durante 8 horas, no afectan los parámetros de humedad, HMF, color y acidez. Respecto a la velocidad de cristalización se observó que los tratamientos a 60°C durante más de 1 horas, a 50°C más de 2 horas y a 40°C más de 4 horas retrasan la cristalización de la miel hasta los 6 meses, valores superiores a los observados en la miel fluida superiores

Tabla N°1: valores promedio de los parámetros físico-químico y sus correspondientes desvíos estándares

Tiempo	Humedad (%)	Acidez (meq/k)	HMF (mg/k)	Color	Absorbancia (nm)
60°C					
1hs	16,4±0.04	28,2±0.5	2.0±1.9	48 ±1	0,330±0.08
2hs	16,4±0.04	27,4±1.5	2,7±2.5	45±0.5	0,182±0.004
3hs	16,3±0.07	27,7±1.1	2,4±0.8	45±0	0,189±0.01
4hs	16,2±0.07	27,6±0.7	3.0±0.4	45±0	0,183±0.01
5hs	16,1±0.07	29.0±0.6	3.0±0.8	45±0	0,173±0.01
6hs	16,3±0.04	28,2±1.1	3,4±0.6	47±.6	0,180±0.005
7hs	15,7±0.04	28,2±0.7	4,8±1.7	47±0	0,165±0.02
8hs	15,8±0.04	27,7±1.1	4,8±0.4	46±0	0,169±0.01
50°					
1hs	16,3±0.04	28.0±0.8	2,40±0.8	45±0.5	0,249±0.07
2hs	16,0±0.07	28,8±0.3	3,89±0.4	45±0.5	0,203±0.03
3hs	16,2±0.04	20,3±0.6	3,89±0.8	45±0	0,186±0.01
4hs	16,1±0.07	21,1±0.5	2,84±0.6	46±0.6	0,181±0.01
5hs	15,8±0.07	21,4±0.9	3,14±0.6	46±0	0,187±0.003
6hs	16,0±0.04	20,7±0.5	3,14±0.2	45±0	0,188±0.003
7hs	15,8±0.07	21,3±0.7	3,59±0.4	45±0	0,204±0.005
8hs	16,1±0.04	21,4±0.9	4,19±0.8	44±0	0,180±0.002
40°					
1hs	16,0±0.04	21,4±0.9	2,54±0.8	44±0.5	2,500±0
2hs	16,2±0.07	21,1±1.0	2,43±0.4	43±0.5	1,576±0.34
3hs	15,9±0.00	20,9±0.1	2,55±0.6	44±0	0,468±0.04
4hs	15,9±0.04	21,4±0.8	2,32±0.4	44±0	0,315±0.07
5hs	15,8±0.00	20,7±0.1	2,67±0.6	43±0	0,188±0.01
6hs	15,9±0.04	20,3±0.0	3,14±0.8	44±0	0,189±0.002
7hs	15,6±0.04	20,8±0.0	3,55±0.4	44±0.6	0,185±0.003
8hs	15,6±0.04	21,2±0.0	4,79±0.8	44±0	0,186±0.002

Figura N°1: cinética de cristalización



a los observados en la miel fluida, sin tratamiento y almacenada en las mismas condiciones, que resultó con una cristalización a los 77 días. Resulta entonces que el tratamiento por ultrasonido, combinado con temperatura, es un tratamiento a emplear en el fraccionado de la miel, con el objeto de postergar la cristalización del producto. En este sentido Pérez y col. (2011)<sup>4</sup>, registraron que la agitación a baja frecuencia, en suspensiones de cristales de sacarosa en medios naturales, impide la formación de conglomerados. Adicionalmente, Dariusz y col. (2007)<sup>1</sup>, observaron que el ultrasonido promovía la formación de una gran cantidad de cristales en todo el volumen de la muestra de miel, mientras que las no tratadas por este sistema, cristalizaban de forma desigual, formando cristales grandes. Por ello esta metodología sería de interés para la industria del fraccionado de miel, ya que no sólo permitiría obtener una miel líquida, por un largo período de tiempo, sino que también, en el momento de la cristalización, no formarían estructuras cristalinas defectuosas, aspecto que desvalorizarían el producto.

#### Bibliografía

1. Dariusz M. Stasiak, Zbigniew J. Dolatowski. (2007). Effect of sonication on the crystallization of honeys. Pol. J. Food Nutr. Sci., 57, 3:133-136, 2007.
2. Kadar, M; Borrás, M; Domenech, E; Escriche, I. Volatile fraction composition and physicochemical parameters as tools for the differentiation of lemon blossom honey and Orange blossom honey. Journal Science of Food Agriculture, 91:2768-2776, 2011.
3. Martins, S; Jongen, W; Van Boeckel, M. A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modeling. Trends in Food Science and Technology, 11:364-373, 2001.
4. Pérez P.V., Rodríguez A. C., Sarría J. Aplicación de pulsos mecánicos para mejorar el crecimiento de cristales en suspensiones. Revista cubana de física, 28,1:52-55, 2011