

## **INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DE SECADO EN LA CALIDAD DEL POLEN APÍCOLA**

*Nadia Pedroso-González<sup>1\*</sup>, Mariela Vázquez-Martínez<sup>2</sup>, Carlos A. del Risco<sup>2</sup>, Elizabeth Almanza-Betancourt<sup>3</sup>, Mirley Vázquez-Ventura<sup>3</sup> y Anabel Frías-Chirino<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Departamento de Ingeniería Química, Universidad Tecnológica de La Habana «José Antonio Echeverría», La Habana, Cuba.*

<sup>2</sup>*Centro de Investigaciones Apícolas, CIAPI, La Habana, Cuba.*

<sup>3</sup>*Laboratorio Central de Calidad, LACCAL, Centro de Investigación del Comercio Interior, La Habana, Cuba.*

### **RESUMEN**

La presente investigación estudia la influencia de la temperatura de secado (45, 55 y 65 °C) sobre las propiedades físico-químicas del polen apícola. El polen fue deshidratado en un secador de aire caliente de laboratorio hasta un 8 % de humedad, obteniéndose los siguientes resultados para el intervalo de temperatura estudiado: contenido de humedad 8 a 27 %, contenido de proteína 18,3 a 21,2 %, pH 4,60 a 4,67 y contenido de acidez valorable 1,67 a 2,48 %. Se observó un ligero aumento en la acidez del producto sin desnaturalización de la proteína durante el secado. Se comprobó que la temperatura influyó significativamente en la humedad del producto deshidratado y en la acidez del mismo con un 95 % de confiabilidad. Se alcanzaron tiempos de secados de 6,2; 5,8 y 4,6 h para las temperaturas de 45, 55 y 65 °C, respectivamente.

**Palabras clave:** polen apícola, secado, propiedades físico-químicas.

### **ABSTRACT**

#### **Influence of drying temperature on the quality of bee pollen**

The present investigation studies the influence of the drying temperature (45, 55 and 65 °C) on the physico-chemical properties of bee pollen. The pollen was dehydrated in a laboratory hot air dryer until reaching 8 % humidity, obtaining the following results for the temperature range studied: moisture content 8 to 27 %, protein content 18.3 to 21.2 %, pH 4.60 to 4.67 and acidity content 1.67 to 2.48 %. There was a slight increase in the acidity of the product without denaturation of the protein content during drying. It was found that the temperature significantly influenced the humidity of the dehydrated product and its acidity with 95 % reliability. Drying times of 6.2 h, 5.8 h and 4.6 h were reached for the temperatures of 45, 55 and 65 °C, respectively.

**Keywords:** bee pollen, drying, physico-chemical properties.

### **INTRODUCCIÓN**

El polen recolectado por las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) es un producto apícola usado en la dieta humana por su alto valor nutritivo y por sus beneficios para la salud. Este producto presenta en su composición nutricional aproximadamente un 40 % de carbohidratos, 35 % de proteínas, entre 4 y 10 % de agua, 5 % de lípidos y entre 5 y 15 % de otras sustancias tales como: aminoácidos, vitaminas, minerales, antibióticos y sustancias antioxidantes (1). El mercado de consumo de polen se ha fortalecido durante las últimas dos décadas. Países como Brasil, Argentina,

---

**\*Nadia Pedroso González:** *Ingeniera Química (CUJAE, 2009). Especialista en Gestión de la Calidad. Cuenta con 9 años de experiencia en el campo de la Calidad Físico-Química de los Alimentos desarrollados en el Laboratorio Central de Calidad perteneciente al Centro de Investigación del Comercio Interior. En estos momentos cursa la Maestría de Ingeniería Alimentaria en la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría.*

Suiza, España y México han establecido estándares oficiales de calidad y han reconocido al polen como un producto alimenticio (2).

Uno de los pasos fundamentales para la conservación del polen apícola es el secado. Sin embargo, aunque el secado es una técnica antigua y es comúnmente usada para deshidratar alimentos, es un proceso que aún genera mucha controversia cuando es empleado para secar polen. Varios autores (3-5) sugieren el uso de relativamente bajas temperaturas (por debajo de 50 °C) y bajos tiempos de secado (no más de 6 h) para prevenir la degradación de los componentes encontrados en el grano, particularmente los bioactivos.

El secado a pesar de ser esencial, ya que convierte el producto en estable, puede provocar cambios estructurales, físicos y químicos durante la operación y en algunos casos se ven afectados los atributos de calidad como textura, color, sabor y su valor nutricional. De ahí que, este trabajo tiene como objetivo estudiar la influencia de la temperatura de secado sobre las propiedades físico-químicas del polen apícola procedente de la región de Mayabeque.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El polen apícola utilizado fue suministrado por el Centro de Investigaciones Apícolas, CIAPI, procedente de la región de Mayabeque. El polen fue inicialmente limpiado, separando del vegetal toda la materia extraña y fue almacenado a -20 °C hasta su utilización. Las muestras seleccionadas se evaluaron por triplicado y se les realizaron los análisis complementarios en el laboratorio empleando las Normas Cubanas e ISO vigentes para este tipo de producto.

Se determinó la humedad del producto fresco y seco según norma NRAG:1994 (6). Se empleó una balanza analítica marca Sartorius ( $\pm 0,01$  mg) y una estufa con recirculación de aire marca Selecta. El pH se midió por el método potenciométrico, la muestra se trata según la norma vigente NC-ISO 1842:01 (7) para frutas y vegetales, con el tratamiento correspondiente a los alimentos deshidratados. La acidez se determinó empleando la norma NC 750:2001 (8), mediante una valoración con hidróxido de sodio 0,1 mol/L. El contenido de proteína se realizó por el método Kjeldahl, determinando la concentración de nitrógeno en el producto según la AOAC (9). El resultado se multiplica por el factor de

corrección 6,25 dando como resultado la concentración proteica. El contenido de ácido ascórbico se determinó empleando la norma NC-ISO 6557-2:2002 (10).

Se determinó el estado microbiológico de acuerdo a microorganismos totales a 30 °C, hongos y levaduras. Todos los parámetros microbiológicos fueron estimados según NC 585:2011 (11).

Las cinéticas de secado se realizaron en un secador convectivo de laboratorio que opera de forma discontinua (12). El estudio se llevó a cabo bajo las siguientes condiciones: temperatura de secado: 45, 55 y 65 °C; velocidad del aire: 0,5 m/s, con recirculación dentro de la cámara de secado. Cada experimento se realizó por triplicado; espesor del producto: película de 1 cm de espesor con una cantidad de muestra promedio de  $70,4 \pm 1,5$  g; área de secado: 0,013 m<sup>2</sup> (área de la bandeja que contiene el producto). El polen se extrajo 1 h antes y se atemperó hasta alcanzar temperaturas cercanas al ambiente. Posteriormente se colocó el producto fresco en la cámara de secado, registrándose el peso inicial de la muestra, una vez iniciado el secado, el peso se registró cada 10 min durante la primera hora y posteriormente cada 30 min hasta finalizar el secado. Se detuvo el proceso cuando la muestra alcanzó un valor de humedad próximo al 8 % en base húmeda (w.b).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis de las características físico-químicas del polen apícola fresco y el polen seco obtenido empleando diferentes temperaturas de secado. Además, se muestran los resultados del análisis estadístico realizado.

El valor de la acidez tuvo un ligero incremento con la temperatura de secado desde 1,67 hasta llegar a 2,48 meq/10 g m.s. En cuanto al pH, este mantuvo un comportamiento lineal por debajo de 5 a pesar de los cambios de temperatura. El pH y la acidez del polen fresco es ligeramente menor que el valor obtenido para el producto deshidratado, sugiriendo que posiblemente durante el manejo poscosecha el polen puede acidificarse, aunque ligeramente según lo expresado por (13). La proteína total calculada no sufrió desnaturalización con el aumento de la temperatura en el proceso de secado, el valor medio obtenido fue de

**Tabla 1. Propiedades físico-químicas del polen fresco y del polen secado a tres temperaturas**

Análisis	Fresco	Seco 45 °C	Seco 55 °C	Seco 65 °C
Humedad (w.b.) (%)	27,0	8,60 (0,40) <sup>b</sup>	8,02 (0,01) <sup>b</sup>	8,07 (1,02) <sup>b</sup>
pH	4,60	4,60 (0,27) <sup>a</sup>	4,66 (0,17) <sup>a</sup>	4,67 (0,08) <sup>a</sup>
Acidez (meq/10 g m.s)	1,67	2,46 (0,012) <sup>b</sup>	2,44 (0,06) <sup>b</sup>	2,48 (0,06) <sup>b</sup>
Proteína (%)	18,3	19,5 (1,06) <sup>b</sup>	20,6 (1,49) <sup>c</sup>	21,2 (1,70) <sup>c</sup>
Vitamina C (%)	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas

\*Los números entre paréntesis representan la desviación estándar. \*\*Letras minúsculas diferentes significa que existen diferencias significativas entre columnas.

20,4 ± 0,29 %, siendo este mayor que el límite inferior y similar al resultado obtenido antes, en varias regiones de Argentina (14) y en Colombia (2, 3).

Desde el punto de vista estadístico, se determinó que existen diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en el valor medio de las propiedades estudiadas, excepto en el valor de pH, entre el polen fresco y el polen deshidratado (Tabla 1). Además, se obtuvo que la temperatura de secado no influyó de forma significativa ( $p > 0,05$ ) en el contenido de humedad, pH y acidez de las muestras y sí en el contenido de proteínas para el intervalo de temperatura analizado. De manera general, se puede plantear que luego de pasar el polen del estado fresco al seco, todas las propiedades antes mencionadas cambian después del tratamiento térmico excepto las proteínas, resultado similar al observado por otros autores (15, 16).

En los análisis realizados al producto se detectó la presencia de vitamina C en concentraciones muy bajas, de forma que el método empleado no pudo cuantificarla. Se ha reportado que con el aumento de la temperatura hasta 45 °C aumenta en más de un 50 % el contenido de vitamina C respecto al polen fresco (17). Sin embargo, estudios efectuados en polen en dos regiones de Colombia (15) e investigaciones realizadas en otros productos como el secado de manzana, muestran el deterioro de la vitamina C en el proceso con el aumento de la temperatura (18).

Independiente del origen de la flora microbiana del polen, es fundamental precisar que la dinámica microbiana del mismo se mantiene en función del contenido de humedad, los valores de pH y la actividad acuosa del polen y que el objetivo fundamental del secado es disminuir el contenido de humedad a valores mínimos para no permitir el crecimiento de bacterias y hongos y retrasar lo más posible el desarrollo de ácaros e insectos en el producto (15). La Tabla 2 muestra los resultados del análisis microbiológico de las muestras de polen fresco y deshidratado a las distintas temperaturas de estudio.

Se observa que los niveles microbiológicos obtenidos para el polen fresco se encuentran por encima de lo establecido por las normas cubanas NC 585:2008 (19) y NRAG 88:09 (20) (microorganismos a 30 °C ≤ 10<sup>4</sup>, hongos filamentosos ≤ 10<sup>2</sup>, levaduras ≤ 10<sup>2</sup>), siendo esto un impedimento para el consumo de forma directa de este producto alimenticio. Una vez que el polen fue sometido al proceso de secado disminuyó la carga microbiológica que este presentó en su estado fresco, sin embargo, los valores obtenidos sobrepasan aun los límites establecidos. El contenido de hongos y levadura con respecto al producto fresco en el orden de los 10<sup>5</sup> disminuyó hasta 10<sup>4</sup> en el caso de la temperatura más baja y en el orden de los 10 para las temperaturas más altas de secado. Los microorganismos a 30 °C disminuyen del orden de los 10<sup>4</sup> hasta 10<sup>2</sup> (Tabla 2).

**Tabla 2. Influencia de la temperatura en el contenido de microorganismo**

Temperatura de secado (°C)	Microorganismo a 30 °C (UFC/g)	Hongos filamentosos (UFC/g)	Levaduras (UFC/g)
Fresco	2,3 x 10 <sup>4</sup> <sup>a</sup>	1,0 x 10 <sup>2</sup> <sup>a</sup>	3,0 x 10 <sup>3</sup> <sup>a</sup>
45	8,5 x 10 <sup>2</sup> <sup>b</sup>	8,1 x 10 <sup>b</sup>	5,0 x 10 <sup>4</sup> <sup>b</sup>
55	6,4 x 10 <sup>2</sup> <sup>c</sup>	8,0 x 10 <sup>c</sup>	6,3 x 10 <sup>c</sup>
65	5,8 x 10 <sup>2</sup> <sup>c</sup>	5,4 x 10 <sup>c</sup>	< 1 x 10 <sup>c</sup>

En un estudio reportado (3), se plantea que el secado a 40 °C, comúnmente utilizado por los apicultores, no reduce las cargas microbiológicas a niveles inferiores a los establecidos por las normativas. Solamente a 60 °C se encontraron resultados por debajo del límite sugerido.

Por otra parte, en investigaciones llevadas a cabo por (16, 21), se han arribado a conclusiones similares a las de esta investigación sobre la disminución de la microbiota del polen después del secado, pero no lo suficiente para ser consumido directamente, de ahí que se hace necesario estudiar a profundidad este tema para poder precisar si el consumo de polen apícola seco constituye un riesgo para la salud humana.

La Fig. 1 presenta las curvas promedio de las cinéticas de secado del polen apícola a las tres temperaturas estudiadas. Las curvas obtenidas muestran un comportamiento no lineal similar al observado por otros autores para el secado de papa (22), en estudios del polen apícola (15) y en el secado de frutas (23).

Como se puede apreciar existe una disminución del tiempo de secado con el aumento de la temperatura. Se obtuvo un tiempo total de secado del polen igual a 6,2 h a una temperatura de 45 °C, 5,8 h para 55 °C y 4,6 h para la temperatura más alta de 65 °C para alcanzar un valor de humedad final igual a 8 %. Se puede observar que las muestras deshidratadas a la menor temperatura de secado, 45 °C, requieren un tiempo superior a las

seis horas, límite de tiempo recomendado (3), con el fin de prevenir como se ha dicho, la degradación de los componentes presentes en el grano de polen.

El comportamiento antes observado es el esperado ya que un incremento de la temperatura favorece el fenómeno de la transferencia de masa, lo que tiene su origen en el aumento del contenido de energía de las moléculas que se difunden. Este comportamiento fue observado por otros autores (15) que estudiaron el secado del polen apícola procedente de dos zonas de Cundinamarca, las Calera y Zipaquirá, en Colombia, a las temperaturas de proceso de 35 y 45 °C, observando que la curva de secado a 35 °C presentó un mayor tiempo de proceso con respecto a la de 45 °C, a pesar de que las muestras no presentaban una misma humedad residual inicial. Por otra parte, en el secado de forma experimental del polen apícola de diferentes apiarios de la zona de Risaralda, Colombia (24), la variable controlada fue la temperatura, realizándose tres secados a 37, 43 y 60 °C para determinar las condiciones óptimas de tiempo y temperatura de proceso, observándose que a los 37 °C se logró la conservación de las propiedades nutricionales y organolépticas del producto; sin embargo, el tiempo de secado aumentó considerablemente hasta las 72 h. La temperatura de 43 °C deshidrató el producto aproximadamente en unas 17 h, mientras que, a los 60 °C, por la alta temperatura existente en el proceso, se produce un excesivo secado de la parte externa del producto.

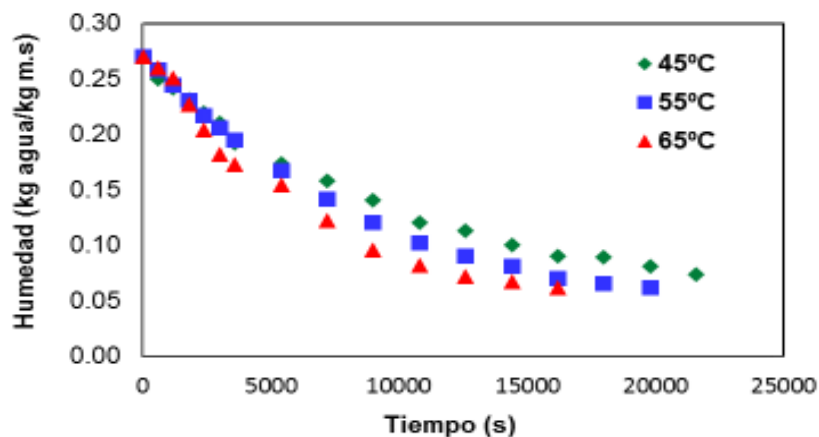


Fig. 1. Cinéticas de secado de polen apícola a diferentes temperaturas, 45, 55 y 65 °C.

## CONCLUSIONES

Para las condiciones de temperatura de secado estudiadas no se detectaron cambios significativos en la calidad del polen apícola en las propiedades físico-químicas analizadas excepto para el contenido de proteínas.

En cuanto a los indicadores microbiológicos, el decremento que se produjo en la microbiota del polen fresco después del proceso de secado no fue suficiente para lograr que estos niveles se encontraran por debajo de los límites establecidos para su consumo directo.

## REFERENCIAS

1. Morgano MA, Milani RF, Martins MCT, Rodríguez-Amaya DB. Determination of water content in Brazilian honeybee-collected pollen by Karl Fischer titration. *Food Contam* 2011; 22:1604-8.
2. Fuenmayor CB, Zuluaga CD, Díaz CM, Quicazán MC, Cosio M, Mannino S. Evaluation of the physicochemical and functional properties of Colombian bee pollen. *Rev MVZ Córdoba* 2014; 19(1):4003-14.
3. Zuluaga CM, Quicazán MC, Serrato JC. Valoración de la calidad microbiológica de polen apícola sometido a diferentes procesos térmicos [en línea]. Disponible en: [http://investigacion.bogota.unal.edu.co/fileadmin/recursos/direcciones/investigacion\\_bogota/documentos/enid/2015/memorias2015](http://investigacion.bogota.unal.edu.co/fileadmin/recursos/direcciones/investigacion_bogota/documentos/enid/2015/memorias2015). Acceso 1 diciembre 2017.
4. Bogdanov S. *The Bee Pollen Book*. Bulgaria: Bee Product Science 2011. Disponible en: [www.bee-hexagon.net](http://www.bee-hexagon.net). Acceso 10 octubre 2017.
5. Campos M, Bogdanov S, Almeida LB, Szczesna T, Mancebo Y, Frigerio C, Ferreira F. Pollen composition and standardisation of analytical methods. *J Apic Res* 2008; 47(2):156-63.
6. NRAG 931:1994. Polen apícola. Métodos de ensayo. Cuba.
7. NC-ISO 1842:2001 Determinación del pH. Productos de frutas y vegetales. Cuba.
8. NC 750:2001 Determinación de Acidez Valorable. Productos de frutas y vegetales. Cuba.
9. AOAC 2001.11. Protein (Crude) in Animal Feed, Forage (Plant Tissue), Grain, and Oilseeds.
10. NC-ISO 6557-2:2002. Frutas, vegetales y productos derivados. Determinación del contenido de ácido ascórbico. Cuba.
11. NC 585:2011 Contaminantes Microbiológicos en Alimentos — Requisitos Sanitarios. Cuba.
12. Cabrera E, San Juan N, Panadés G, Cruz L. Influence of osmotic pretreatment on the convective drying of guava. *Int Food Res J* 2016; 23(4):1623-8.
13. Vit P, Santiago S. Composición química de polen apícola fresco recolectado en el páramo de Misintá de los andes venezolanos. *ALAN Caracas* 2008; 58(4):411-5.
14. Aloisi PV, Ruppel S. Propiedades bioactivas y nutricionales del polen apícola de la provincia del Chubut, Argentina. *RIA. Rev investig agropecu* 2014; 40(3):296-302.
15. Barajas JP, Rodríguez M, Rodríguez E. Effect of temperature on the drying process of bee pollen from two zones of Colombia. *Food Proc Eng* 2012; 35(1):134-48.
16. Vázquez M, Del Risco CA, Frías A. Comparación de las características químicas y microbiológicas de polen apícola fresco y después de un proceso de secado, en [CDROM] XII Congreso Latinoamericano y VI Congreso Cubano de Apicultura, 2016 Jul 18-22, Cuba, La Habana, 2016.
17. Pereira IL, de Almeida LB. Stability of antioxidants vitamins in bee pollen samples. *Quim. Nova* 2010; 33(3). Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422010000300004>. Acceso 5 enero 2018.
18. Castillo WE, Manayay D, Domínguez JM, Palacios A, Quezada SM, Gonzáles JK. Evaluación del proceso de secado por aire caliente de manzana (*pyrusmalus*) variedad San Antonio. *Ing: Cienc Tecn e Innov* 2014; 1(2). Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/119>. Acceso 8 septiembre 2017.
19. NC 585:2008. Contaminantes microbiológicos en alimentos-requisitos sanitarios. Cuba.
20. NRAG 88:09. Apicultura. Polen apícola. Especificaciones. Cuba; 2005.
21. Del Risco CA, Pérez A, Álvarez V, Rodríguez G, Leiva V, Puig Y, García R. Bacterias ácido-lácticas para ensilar polen apícola. *CENIC Cienc. Biol.* 2012; 13(1):17-21.
22. Frías A, Clemente G, Mulet A. Potato shrinkage during hot air. *Food Sci Technol Int* 2010; 16(4):337-41.
23. Korobka S, Babych M, Krygul R, Tolstushko N, Tolstushk M. Research into technological process of convective fruit drying in a solar dryer. *Eastern-Europ J Enterp Technol* 2017; 3/8(87):55-63.
24. Yepes Giraldo HF, Cardona JE. Evaluación y elaboración de un protocolo para el secado de polen. *Invest And* 2005; 7(11):48-57.