

INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO SOBRE LA CALIDAD DEL POLEN APÍCOLA SECO

Mariela Vázquez-Martínez¹, Carlos A. Del Risco-Ríos¹, Rosalina García-Nenínger¹ y Anabel Frías-Chirino^{2}*

¹Centro de Investigaciones Apícolas, CIAPI. El Cano, La Habana, Cuba.

²Departamento de Ingeniería Química. Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Cujae. Calle 114 No. 11901, Marianao, La Habana, Cuba.

E-mail: anabel@quimica.cujae.edu.cu

Recibido: 18-07-2020 / Revisado: 23-07-2020 / Aceptado: 29-07-2020 / Publicado: 31-07-2020

RESUMEN

En este estudio se evaluó el comportamiento del polen apícola seco durante su almacenamiento. Se consideraron dos temperaturas de conservación: 5 y 29 °C y dos materiales de envase: frascos ámbar de polietileno tereftalato (PET) y bolsas de polietileno (PE) con doble cierre. Al polen seco se le realizaron mediciones fisicoquímicas (humedad, acidez, pH y proteínas) y microbiológicas (microorganismos a 30 °C, hongos filamentosos y levaduras) cada siete días hasta los 70 días. Se observó que los valores medios de pH, acidez y proteínas no variaron significativamente ($p > 0,05$) durante el período para ninguna de las alternativas de almacenamiento estudiadas, mientras que la humedad para las muestras almacenadas en bolsas a temperatura ambiente mostró un aumento apreciable con respecto al valor inicial, de 5,17 a 7,33 %. En el caso de los indicadores microbiológicos no se observó incremento durante el período.

Palabras clave: polen apícola, secado, almacenamiento, características fisicoquímicas, microbiología.

ABSTRACT

Influence of storage conditions on quality of dry bee pollen

In this study the behavior of dry bee pollen during storage was evaluated, two storage temperatures 5 and 29 °C and two packaging materials were considered: amber polyethylene terephthalate (PET) bottles and double zipper polyethylene (PE) bags. The dry pollen was carried out physical-chemical measurements (humidity, acidity, pH and proteins) and microbiological (microorganisms at 30 °C, filamentous fungi and yeasts) every seven days to 70 days of storage. It was observed that the pH, acidity and protein values did not vary significantly ($p > 0,05$) during the period for any of the storage alternatives studied, while the humidity for the samples stored in the bags at room temperature showed an appreciable increase with respect to the initial value, from 5,17 to 7,33 %. In the case of microbiological indicators, no increase was observed during the period.

Keywords: bee pollen, drying, storage, physical-chemical characteristics, microbiology.

INTRODUCCIÓN

El polen apícola es usado principalmente como un suplemento alimenticio natural con niveles bajos de lípidos y puede ser de particular interés para quienes buscan una dieta balanceada (1). Este tiene diferentes cantidades de azúcares reductores y no reductores, fibras, aminoácidos esenciales, ácidos grasos saturados e

**Anabel Frías-Chirino: Ingeniera química (Cujae, 1997). Profesora Auxiliar de la Facultad de Ingeniería Química de la Cujae con 20 años de experiencia. Doctora en Ciencias (Cujae, 2011). Su labor investigativa la realiza en el campo de la Ingeniería Alimentaria.*

insaturados, minerales, vitaminas y metabolitos bioactivos, tales como compuestos fenólicos. Las propiedades farmacológicas se atribuyen a los fenoles, como las propiedades antimicrobianas, antioxidantes, antiinflamatorias, antimutagénicas, hepatoprotectoras y antialérgicas (2).

Al evaluar la calidad de un alimento es esencial determinar la seguridad desde el punto de vista microbiológico (1). Debido a su riqueza composicional y a que está expuesto a factores ambientales, el polen apícola incorpora una variada microbiota que impide una vida útil prolongada dificultando su comercialización en estado natural. Además, a temperatura ambiente sus proteínas, grasa y glúcidos se degradan rápidamente. Por lo tanto, para poder conservar el polen hay que enfriarlo, secarlo o mezclarlo con azúcar (3).

En particular el secado del polen tiene como objetivo extender la vida útil eliminando el exceso de humedad hasta valores entre 5 y 8 %, con el fin de evitar el crecimiento de bacterias y hongos, y retrasar en lo posible el desarrollo de ácaros e insectos (2, 3). Una vez seco y limpio, el polen puede ser envasado a granel o en fracciones más pequeñas en dependencia de su destino comercial. En la literatura se emplean bolsas de polietileno de 150 kg introducidas en bidones o cajas de cartón cuando es a granel. Para su comercialización como suplemento nutritivo se utilizan frascos de vidrio color caramelo, plástico o bolsas de polietileno de peso reducido (4). El objetivo de esta investigación fue evaluar la influencia de las condiciones de almacenamiento sobre la calidad físicoquímica y microbiológica del polen apícola seco.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se utilizó polen fresco procedente de la provincia de Mayabeque, Cuba. Este cumplió con los parámetros de calidad para su recolección. La materia prima se conservó a -20°C hasta su utilización. El proceso de secado se llevó a cabo en dos secadores de bandejas a escala piloto con circulación horizontal de aire forzada a una temperatura de $42 \pm 3^{\circ}\text{C}$ hasta alcanzar un contenido de humedad entre 5 y 8 %. Luego del secado, el polen fue tamizado para eliminar impurezas, envasado de forma manual y almacenado a diferentes condiciones.

Para el estudio se utilizó un diseño factorial 2^2 , donde las variables independientes fueron tipo de envase (frascos ámbar de polietileno tereftalato (PET) y bolsas de

polietileno (PE) con doble cierre comercializadas por la marca Ziploc®) y temperatura de almacenamiento (5°C y temperatura ambiente). Las variables evaluadas fueron humedad, acidez, pH, proteínas, microorganismos a 30°C , hongos filamentosos y levaduras, las cuales fueron medidas cada siete días hasta completar 70 días. Cada experimento se realizó por triplicado para un total de 124 muestras con 100 g de polen seco cada una. Durante el período de la investigación se midió periódicamente la temperatura ambiente y la humedad relativa del local donde se almacenaron las muestras a temperatura ambiente. Los resultados se analizaron con el programa Statgraphics Centurion XVI.I mediante análisis de varianzas y un porcentaje de error del 5 % en el nivel de significación.

El contenido de humedad se determinó según lo establecido en los métodos de ensayo para el control de la calidad del polen apícola seco en Cuba (5). El pH de las muestras fue determinado según un método potenciométrico (6) y la acidez por valoración con hidróxido de sodio 0,1 mol/L (7). El contenido de proteínas se determinó a partir de la concentración de nitrógeno total según el método Kjeldahl (5).

Para la determinación de microorganismos totales a 30°C se empleó el medio de cultivo agar para conteo en placas (BioCen, Cuba). El procedimiento y cálculo de las unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g) fue realizado según norma (8). La determinación de hongos filamentosos y levaduras se realizó según norma (9), empleando el medio de cultivo agar extracto de levadura dextrosa con cloranfenicol (Merck, Alemania).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las Tablas 1 y 2 muestran los resultados de la caracterización físicoquímica y microbiológica de la materia prima. Se realizó la caracterización del polen fresco y seco para analizar como influyó el secado y posterior almacenamiento en dichas propiedades. Además, se muestran los valores establecidos en las normas cubanas para polen fresco (10) y para polen seco (11).

El análisis de los resultados mostró que las propiedades físicoquímicas analizadas al polen fresco se encuentran dentro de lo establecido en la norma (11) (Tabla 1). Además, los valores están comprendidos dentro de los intervalos reportados para el polen cubano: humedad del

Tabla 1. Caracterización físico-química de la materia prima: polen fresco y polen seco

Polen	Humedad (%)	pH	Acidez (meq/10 g ms)	Proteína (%)
Fresco	22,9 (0,27)	4,71 (0,03)	2,05 (0,02)	23,68 (0,12)
Seco	5,17 (0,22)	4,62 (0,07)	2,41(0,21)	23,74 (0,05)
Fresco (NRAG 340: 2017)	≤ 30	4,20 a 6,00	≤ 3,20	-

(): Desviación estándar, ms: materia seca.

Tabla 2. Caracterización microbiológica de la materia prima: polen fresco y polen seco

Polen	Microorganismos a 30 °C (UFC/g)	Hongos filamentosos (UFC/g)	Levaduras (UFC/g)
Fresco	$2,2 \cdot 10^6$	$2,4 \cdot 10^6$	$2,9 \cdot 10^6$
Seco	$3,5 \cdot 10^4$	$6,0 \cdot 10^5$	$5,0 \cdot 10^4$
Seco (NRAG 88: 2017)	Máx. 10^5	Máx. 10^3	Máx. 10^3

16 a 32 %, acidez de 1,5 a 3,3 meq/10 g de materia seca, pH de 4,24 a 5,95 y proteínas 10 a 40 % (12) y son similares a los reportados para el polen procedente de la región de Mayabeque (13). Después del secado, las propiedades fisicoquímicas (humedad, pH y acidez) cambiaron excepto las proteínas (Tabla 1); este efecto en el polen ha sido estudiado por otros autores (13).

Por otra parte, los recuentos microbiológicos iniciales de polen fresco presentaron una gran carga microbiana siendo de $2,2 \cdot 10^6$ UFC/g para microorganismos a 30 °C, de $2,4 \cdot 10^6$ UFC/g para hongos y de $2,9 \cdot 10^6$ UFC/g para levaduras (Tabla 2), estos resultados son comparables con los obtenidos anteriormente (14) con recuentos mayores a $3 \cdot 10^7$ UFC/g para microorganismos, a 30 °C y $2 \cdot 10^5$ UFC/g para hongos y levaduras, y de $1,50 \cdot 10^7$ UFC/g para microorganismos a 30 °C y de $2,20 \cdot 10^9$ UFC/g para mohos y levaduras (15), evidenciándose la elevada carga microbiana que presenta el polen fresco la cual es un impedimento para su consumo de forma directa.

Una vez que el polen fresco es sometido al proceso de secado disminuye la contaminación microbiológica, en el caso de los microorganismos a 30 °C y de las levaduras se reducen sus niveles en dos exponentes y en un exponente en el caso de los hongos filamentosos (Tabla 2). Analizando los valores microbiológicos para el polen seco se constata que los microorganismos a

30 °C ($3,5 \cdot 10^4$ UFC/g) se encuentran en los límites establecidos por la norma (11), no así los hongos y las levaduras, los cuales son superiores.

Como resultado del control de la temperatura y la humedad relativa ambiente del local donde se almacenaron las muestras a temperatura ambiente se obtuvieron valores medios de 29 ± 1 °C y 62,6 % (S = 2,4 %), respectivamente, de ahí que se estableció esta como temperatura de conservación.

La Fig. 1 muestra las curvas que representan la variación de la humedad con respecto al tiempo para las diferentes condiciones de almacenamiento. Se observa que la humedad de las muestras almacenadas a temperatura ambiente y en bolsas tiene mayor variabilidad con respecto a las condiciones iniciales del estudio que el resto de las muestras analizadas. El análisis de varianza mostró que la temperatura, tipo de envase y tiempo de conservación tienen efectos significativos ($p < 0,05$) sobre la humedad del polen seco. La prueba de rangos múltiples identificó dos grupos homogéneos correspondientes a los diferentes tipos de envase y no resultaron significativas las interacciones entre los factores. La mayor variación se aprecia en las muestras almacenadas en las bolsas a 29 °C, el valor de la humedad varió desde 5,17 % a 7,33 %. Se debe destacar que a los 70 días ninguna de las muestras sobrepasó el límite establecido (8 %).

El incremento de la humedad de las muestras almacenadas en bolsas con respecto a las envasadas en los frascos puede estar dado, entre otras causas, por una diferencia en la permeabilidad del material de envase al vapor de agua, infiriendo que la permeabilidad de la bolsa de PE es mayor, aunque en este trabajo no se calculó. La permeabilidad de los envases es un factor crítico en la conservación de los productos, sobre todo en el caso de los alimentos.

A partir de las Figs. 2 y 3 se puede apreciar, que el valor del pH y de la acidez de las muestras a las diferentes condiciones analizadas tiene un comportamiento lineal con el tiempo, se comprobó que ninguno de los factores estudiados influye significativamente ($p > 0,05$)

en el valor del pH y la acidez de las muestras. Por tanto, se puede inferir que el polen seco conserva estas propiedades para un periodo de tiempo menor o igual a 70 días independientemente de las condiciones de almacenamiento estudiadas, estimándose un valor medio de pH igual a 4,7 ($S = 0,01$) y la acidez de 2,42 meq/10 g de materia seca ($S = 0,03$ meq/10 g de materia seca).

Los valores de proteínas de todas las muestras analizadas mantuvieron comportamientos similares entre ellos durante el período de estudio con un valor máximo de 23,74 % (Fig. 4). No se encontraron diferencias significativas en las muestras analizadas. Se puede afirmar que las diferentes condiciones de almacenamiento empleadas no influyen en la degradación de las proteínas estimándose un valor medio igual a 23,5 %.

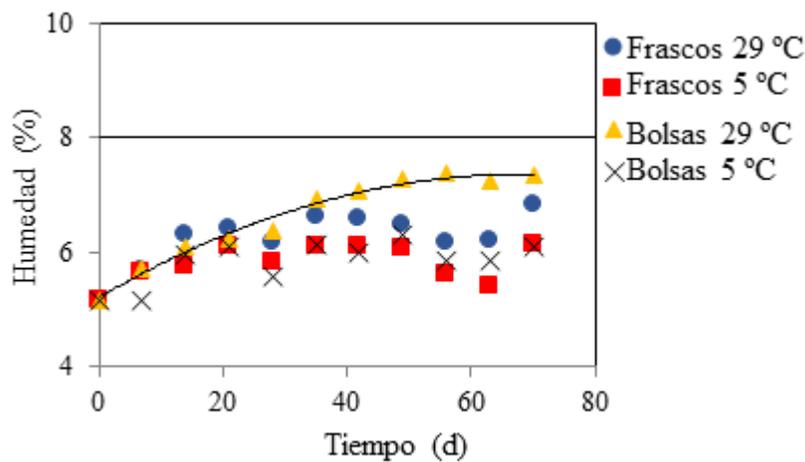


Fig. 1. Variación de la humedad en las diferentes condiciones de almacenamiento.

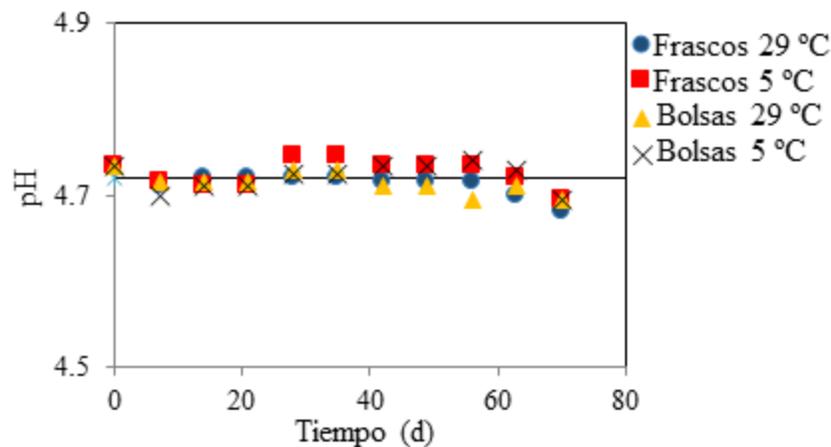


Fig. 2. Variación del pH en las diferentes condiciones de almacenamiento.

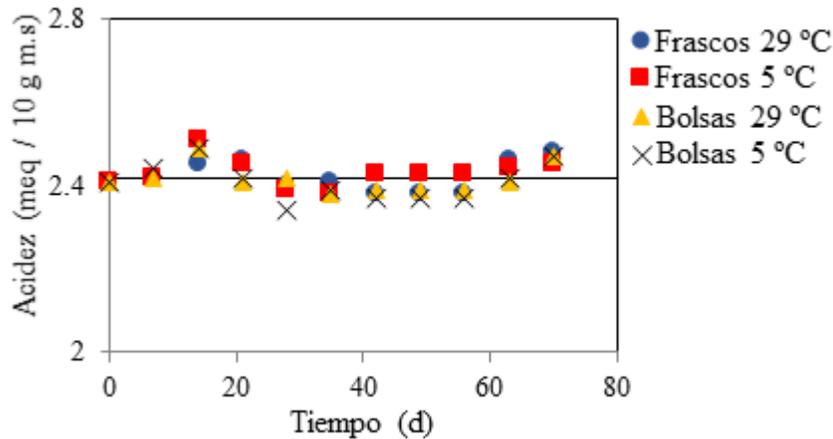


Fig. 3. Variación de la acidez en las diferentes condiciones de almacenamiento.

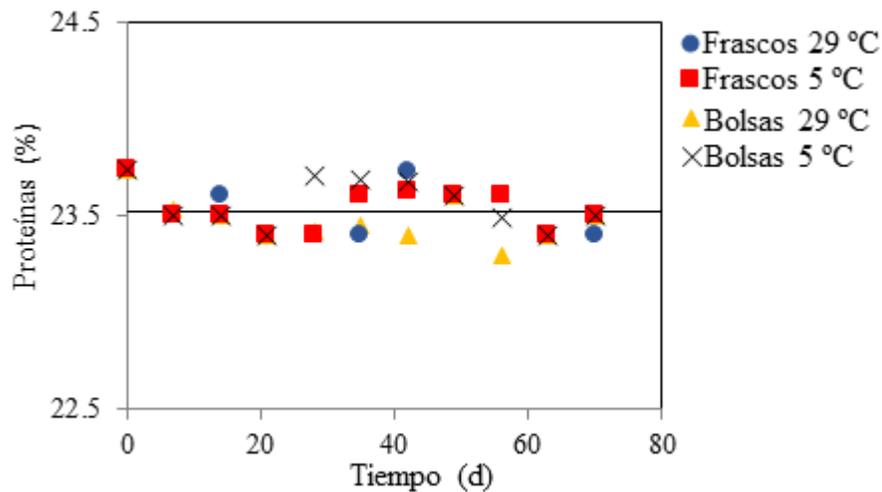


Fig. 4. Variación de las proteínas en las diferentes condiciones de almacenamiento.

Los resultados de los análisis microbiológicos constataron que durante los 70 días de almacenamiento los niveles microbiológicos del polen seco se mantuvieron constante, dentro del intervalo 10^4 a 10^5 UFC/g, para los tres indicadores medidos (microorganismos a 30 °C, hongos y levaduras), es decir que no se evidenció crecimiento de microorganismos durante dicho periodo. Se arribó a la conclusión de que el proceso de secado además de disminuir el contenido microbiológico del polen también garantiza que no se desarrollen los mismos. Se verificó de esta manera, que ninguna de las condiciones de almacenamiento estudiadas favorece el desarrollo microbiano durante el periodo que abarcó

la investigación, aunque se corrobora que las condiciones de secado de polen empleadas (secado convectivo a 42 ± 3 °C) no disminuyeron la carga microbiológica a niveles adecuados y, por lo tanto, se requiere de aplicar otros métodos de esterilización. No obstante, puede afirmarse que una vez que se redujo el contenido de humedad, el polen puede ser conservado a temperatura ambiente hasta su utilización para su empleo en otros procesos, no así el polen fresco que se recomienda mantener a -20 °C, lo que genera elevados consumos de energía.

CONCLUSIONES

A partir del estudio se comprobó que el polen apícola fresco proveniente de la provincia de Mayabeque tiene un alto contenido de microorganismos, lo que impide su consumo en su estado natural. La disminución que se produjo en la microbiota del polen apícola fresco después del proceso de secado no fue suficiente para lograr que estos niveles se encontraran por debajo de los límites establecidos; aunque no se observaron variaciones de los mismos durante el tiempo de almacenamiento en el polen seco. El polen apícola seco se puede conservar por un período de 70 días en frascos de PET y bolsas de PE de doble cierre a 5 °C y temperatura ambiente (29 (1) °C), sin que se afecten considerablemente sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.

REFERENCIAS

1. Machado AA, Estevinho LM, Sattler JAG, Souza BR, Freita AS, Barth OM, Almeida-Muradian LB. Effect of processing conditions on characteristics of dehydrated bee-pollen and correlation between quality parameters. *LWT - Food Sci Technol* 2016; 65:808-15.
2. Arruda VAS, Santos AV, Sampaio DF, Araujo ES, Peixoto ALC, Estevinho MLF, Almeida-Muradian LB. Microbiological quality and physicochemical characterization of Brazilian bee pollen. *J Apic Res* 2017; 56(3):231-38.
3. Bogdanov S. The bee pollen book (Internet). Disponible en: www.beehexagon.net. Acceso 10 abril 2020.
4. Baldi B, Grasso D, Chaves S, Fernández G. Características bromatológicas del polen apícola argentino. *Cienc Doc Tecnol* 2004; XV(29):145-81.
5. NRAG 225. Apicultura. Polen apícola. Métodos de ensayo. Cuba; 2011.
6. NC ISO 1842. Producto de frutas y vegetales. Determinación del pH. Cuba; 2001.
7. NC ISO 750. Producto de frutas y vegetales. Determinación de la acidez valorable. Cuba; 2001.
8. NC ISO 4833-1. Microbiología de la cadena alimentaria. Método horizontal para la enumeración de microorganismos. Parte 1: Conteo de colonias a 30 °C por la técnica de placa vertida. Cuba; 2014.
9. NC 1004. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de levaduras y mohos. Técnica a 25 °C. Cuba; 2016.
10. NRAG 88. Apicultura. Polen apícola seco. Especificaciones. Cuba; 2017.
11. NRAG 340. Apicultura. Polen apícola fresco materia prima. Especificaciones. Cuba; 2017.
12. Rodríguez HY, Del Risco-Ríos CA, Rodríguez CG. Caracterización del polen apícola (1). Parámetros físico-químicos primarios para determinar la calidad para ser ensilado. *Vid Apic* 2009; 156:13-5.
13. Pedroso N, Vázquez-Martínez M, del Risco CA, Almanzana E, Vázquez-Ventura M, Frías A. Influencia de la temperatura de secado en la calidad de polen apícola. *Cienc Tecn Alim* 2018; 28(1):17-21.
14. Zuluaga CM, Quicazán MC, Serrato CJ. Valoración de la calidad microbiológica de polen apícola sometido a diferentes tratamientos térmicos. Colombia; 2015. Disponible en: <http://investigacion.bogota.unal.edu.co/>. Acceso 20 marzo 2020.
15. Pascal SB. Análisis microbiológico de polen apícola sometido a tratamiento de ozonización y secado (tesis de diploma). Argentina, Tandil: Facultad de Ciencia Veterinarias; 2018.