

Composición química de polen apícola fresco recolectado en el páramo de Misintá de los andes venezolanos

Patricia Vit, B. Santiago

Apiterapia y Bioactividad (APIBA), Departamento Ciencia de los Alimentos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

RESUMEN. El polen apícola venezolano no ha sido caracterizado, y su comercialización no está normalizada. El polen es consumido con fines de apiterapia por sus propiedades nutricionales y medicinales. Este producto de la colmena es el más popular después de la miel de abejas; por eso es necesario caracterizarlo y valorizarlo para iniciar una base de datos que sustente la propuesta de una norma para el control de calidad del polen apícola. Se caracterizaron muestras de polen recolectado por abejas en el páramo de Misintá del estado Mérida, según la composición química (humedad, cenizas, extracto etéreo, pH, proteínas) de cuatro fracciones de color (amarillo, anaranjado, ocre, verde). La fracción más frecuente fue el polen amarillo, con 2,18 g cenizas/100g, 5,37 g extracto etéreo/100 g, 14,88 g humedad/100 g y 37,32 g proteínas/100 g.

Palabras clave: Polen apícola, color, composición fisicoquímica, Los Andes, Venezuela.

SUMMARY. Chemical composition of fresh bee pollen collected in the Misintá páramo from the Venezuelan Andes. Venezuelan bee pollen has not been characterized, and marketing is not regulated. Pollen is consumed for apitherapeutic purposes for its nutritional and medicinal properties. This product of the hive is the most popular after honey; therefore it is necessary to characterize and to value it to initiate a database to support the proposal of a norm for bee pollen quality control. Samples of bee pollen collected by bees in the Misintá páramo of Mérida state were characterized according to the chemical composition (moisture, ash, fat, pH, proteins) of four color fractions (yellow, orange, ochre, green). Yellow pollen was the most frequent fraction, with 2,18 g ash/100g, 5,37 g ether extract/100 g, 14,88 g moisture/100 g, and 37,32 g proteins/100 g.

Key words: Bee pollen, color, physicochemical composition, Los Andes, Venezuela.

INTRODUCCION

El polen es el elemento fecundante de las plantas. La morfología del polen, no sólo permite su identificación botánica (1) sino que influye en su preferencia para ser recolectado por las abejas (2); por ejemplo, los granos lisos son polinizados por el aire y los de superficie reticulada, espinulada o estriada son polinizados por insectos (3). En el Museo de Arte Metropolitano de Nueva York se conserva un relieve asirio de los años 800 a.C. con un ser mitológico espolvoreando polen sobre palmeras de dáttil (4), tan lejos parece remontarse la polinización artificial para mejorar el rendimiento de las cosechas agrícolas. La abeja *Apis mellifera* es un polinizador muy eficiente porque su cuerpo roza y transporta los granos de polen que se le adhieren por cargas electrostáticas (5), desde las anteras maduras hasta el estigma de la misma flor o de otra (6).

Se conoce como polen apícola a una mezcla de pellets de polen de diferentes colores recolectado por *A. mellifera* en flores de diversas especies, removido por movimientos complejos entre las patas y los apéndices bucales (7), compactado con néctar en las corbículas de sus patas posteriores y transportado a la colmena. Los apicultores utilizan trampas de polen de diversos diseños para recolectar el polen corbicular con rejillas antes de su entrada a la colmena,

donde sería utilizado para alimentar a la cría. Por este motivo, la corbícula ubicada en la sección posterior de la tibia de una abeja obrera, se conoce también como cesta de polen (8).

En la naturaleza, la oferta de polen varía con las floraciones, al igual que el flujo de néctar (9). Las trampas cazapolen permiten el tránsito de abejas sin cargas en las corbículas; por ello las abejas recolectoras de polen son liberadas de su carga antes de entrar a la colmena. Estas pelotas de polen contienen 12%-20% humedad y su conservación por secado hasta alcanzar 4%-8% humedad, es necesaria para aumentar su tiempo de conservación a temperatura ambiente (10, 11). El polen fresco debe almacenarse congelado para conservar sus cualidades medicinales (12).

El polen apícola se consume directamente o se procesa en extractos con propiedades farmacológicas (como suplemento nutricional por su actividad hormonal, antibiótica, antioxidante y por su contenido de vitaminas) y cosméticas (en cremas nutritivas, ungüentos, emulsiones, detergentes como champú, jabón y baño de espuma) (13). España es un gran productor de polen apícola y se han estudiado sus propiedades nutritivas y microbiológicas (14). Su uso como suplemento nutricional no sólo se limita al hombre, también es utilizado en alimentos de mascotas, equinos y por supuesto abejas. A medida que los beneficios del polen apícola se conozcan mejor y se difundan sus propiedades, se espera que

umente su demanda en el mercado (15). La comercialización del polen apícola requiere normas de control de calidad. La norma de polen apícola de un país vecino como Brasil fue elaborada en el año 2001 (16). La Subcomisión de Alimentos (CT10) de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) no ha elaborado normas de control de calidad para el polen apícola; sin embargo, el polen apícola es comercializado y consumido en Venezuela. Esto es un problema porque el consumidor no está protegido.

En este trabajo se observaron las proporciones de colores de polen producido mensualmente durante un año en el Páramo de Misintá, Municipio Rangel, Estado Mérida, Venezuela. Se estudió la composición química (humedad, cenizas, extracto etéreo, proteínas) de polen apícola fresco, separado en fracciones de colores, porque no se conocen estas características del polen apícola comercializado en Venezuela.

MATERIALES Y METODOS

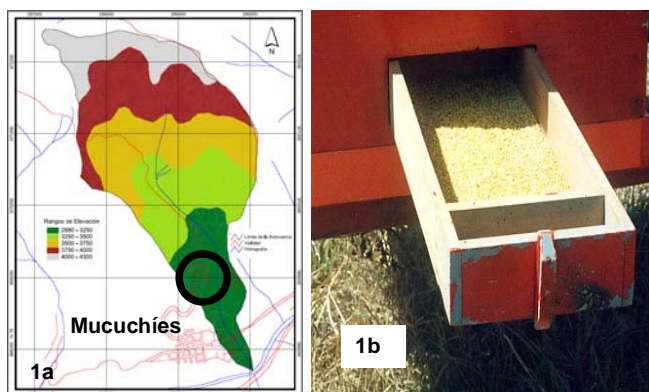
Muestreo

El muestreo se realizó en un apiario ubicado en el Páramo de Misintá (Figura 1), estado Mérida, Venezuela. Con la ayuda de los apicultores, se colocaron trampas de polen en las colmenas durante tres días. Mensualmente se recolectaron 100 g de polen apícola de diez colmenas durante un año, desde el mes de diciembre 2004 hasta noviembre 2005. No se pudo recolectar polen durante los meses de julio y agosto 2005, por lo cual se reportan resultados para 10 meses.

FIGURA 1

Ubicación geográfica y trampa de polen.

1a. Misintá, al norte de Mucuchíes, Municipio Rangel, Estado Mérida. 1b. Trampa de polen en el apiario de Misintá



Separación del polen apícola en colores

Se tomaron cuatro fracciones de $5,0 \pm 0,1$ g de polen apícola, para evaluar el porcentaje de cada color en las muestras obtenidas mensualmente. El polen se colocó sobre una superficie blanca y se separó visualmente en cuatro colores: 1. Amarillo. 2. Anaranjado. 3. Ocre. 4. Verde. Luego, se unieron las fracciones de cada color para realizar los análisis proximales. De esta manera cada mes tenía alícuotas correspondientes al porcentaje de polen de cada color.

Análisis químicos

El polen apícola se molió en un mortero de porcelana y se conservó congelado hasta su análisis. Los análisis químicos se realizaron por triplicado, siguiendo los métodos para determinar humedad, cenizas, extracto etéreo y proteínas por métodos gravimétricos de la AOAC (17). La humedad se determinó por secado en la estufa, utilizando $2,0 \pm 0,1$ g de polen molido. Las cenizas se obtuvieron por incineración de $2,0 \pm 0,1$ g. El extracto etéreo se obtuvo con extracción por reflujo de $2,0 \pm 0,1$ g de polen molido con 25 mL de éter de petróleo (JT Baker, Xlostoc, México). El contenido de nitrógeno se midió con el método de microKjeldahal, realizando la digestión de 100 ± 10 mg de polen molido con ácido sulfúrico (Sigma, St. Louis MO), seguidos de destilación, recolección y titulación con ácido clorhídrico 0,02N (Sigma, St. Louis MO). El porcentaje de proteínas se calculó utilizando el factor 6,25.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó por ANOVA, con comparación de medias por la prueba *post hoc* Scheffé (18) utilizando el software SPSS 12.0 (19). Se indican las diferencias significativas para $p < 0,05$.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestran las variaciones del polen apícola recolectado durante diez meses, separado en grupos de cuatro colores: 1. Amarillo. 2. Anaranjado. 3. Ocre. 4. Verde. Se puede observar que hay fluctuaciones en los porcentajes de cada color, según el mes de recolección. Por ejemplo, el mayor porcentaje de polen amarillo se recolectó en el mes de febrero, pero en marzo predominó el anaranjado, en mayo el ocre y en junio el polen verde.

TABLA 1
Variaciones de porcentajes de color de polen apícola durante 10 meses

Colores	meses ¹									
	1 Dic	2 Ene	3 Feb	4 Mar	5 Abr	6 May	7 Jun	8 Sep	9 Oct	10 Nov
Amarillo	57,15 ^{abc} (4,57)	<u>69,25^e</u> (2,41)	<u>73,70^e</u> (3,35)	45,75 ^a (3,54)	64,35 ^{de} (0,92)	59,20 ^{cd} (4,04)	48,30 ^{ab} (3,94)	59,55 ^{bcd} (2,12)	53,80 ^{abc} (1,49)	56,05 ^{bcd} (1,15)
Anaranjado	10,30 ^b (1,67)	7,00 ^{ab} (0,67)	7,40 ^{ab} (1,40)	<u>17,75^c</u> (3,57)	7,10 ^{ab} (0,38)	3,25 ^a (1,16)	2,85 ^a (0,87)	12,50 ^{bc} (2,84)	11,50 ^b (1,75)	11,60 ^b (1,86)
Ocre	11,30 ^{bc} (2,78)	11,95 ^{cd} (2,51)	7,15 ^{ab} (2,46)	11,65 ^{cd} (2,80)	14,30 ^{de} (2,02)	<u>19,45^e</u> (1,91)	4,50 ^a (0,84)	11,85 ^{cd} (1,53)	12,30 ^{cd} (1,50)	11,65 ^{cd} (0,96)
Verde	21,00 ^{ab} (5,92)	11,75 ^a (1,08)	11,95 ^a (2,05)	24,55 ^b (1,61)	14,60 ^{ab} (1,36)	18,30 ^{ab} (2,42)	<u>44,35^c</u> (5,31)	16,00 ^{ab} (2,86)	22,40 ^b (2,94)	20,70 ^{ab} (2,50)

Los valores indican la media \pm (SD), n = 4. Las diferencias de porcentaje estadísticamente significativas para cada color entre los diferentes meses, se representan con diferentes letras en cada fila. ^{a-c} indica diferencias significativas (p<0,05) de porcentaje de cada color entre meses. Se subrayan los meses de mayor producción de cada color de polen apícola.

¹ Desde diciembre 2004 hasta noviembre 2005, excepto julio y agosto porque las abejas no recolectaron suficiente polen.

En la Tabla 2 se presentan los resultados de composición proximal de los cuatro colores de polen analizados en el presente trabajo.

TABLA 2
Contenido de cenizas, humedad, extracto etéreo y proteínas de polen apícola

Colores de polen	g/100 g			
	Cenizas	Extracto etéreo	Humedad	Proteínas
Amarillo	2,18 ^c (0,02)	5,37 ^d (0,19)	14,88 ^b (0,02)	37,32 ^b (0,85)
Anaranjado	2,14 ^{bc} (0,01)	3,13 ^c (0,04)	17,93 ^d (0,03)	52,56 ^c (0,97)
Ocre	2,09 ^b (0,02)	2,27 ^b (0,03)	13,24 ^a (0,04)	24,17 ^a (1,57)
Verde	1,60 ^a (0,03)	1,73 ^a (0,03)	15,67 ^c (0,04)	24,92 ^a (0,85)

Los valores indican la media \pm (SD), n = 3. Las diferencias de composición estadísticamente significativas entre el polen de diferente color se representa con diferentes letras en cada columna. ^{a-d} indica diferencias significativas (p<0,05) de contenido de cenizas, humedad, extracto etéreo y proteínas.

DISCUSION

En la Tabla 1, se apreciaron las siguientes variaciones en la composición de colores del polen recolectado por las abejas. El polen amarillo fue el color más frecuente a lo largo del año, entre 45,75% en el mes de marzo y 73,70% en el mes de

febrero, alcanzando máximos significativos durante los meses de enero y febrero, cuando florece la *Brassica napus* L. (20) El polen verde varió entre 11,75% y 44,35%, con un máximo significativo en el mes de junio, pero no logró identificarse el origen botánico de este polen. El polen ocre estuvo presente entre un 4,50% en el mes de junio y un 19,45% en el mes de mayo, representado posiblemente por *Rumex acetosella* (21). El porcentaje de polen anaranjado fue el menor y varió entre 2,85% en el mes de junio y 17,75% en el mes de marzo, varias plantas de la familia Asteraceae tienen polen anaranjado, entre ellas el *Taraxacum officinale* y la *Espeletia schultzei* (22) y también *Fraxinus americana* (23).

La mezcla de polen recolectada cada mes se pudo separar en cuatro grandes grupos de colores: amarillo, anaranjado, ocre y verde. Sin embargo, la separación por especies fue más difícil. En la guía de colores de polen apícola, se indica esta dificultad por dos motivos: 1. El polen de la misma especie puede presentar dos o tres colores diferentes. 2. Diferentes especies tienen el mismo color de polen (24). Además, las categorías de colores son subjetivas. También, en algunas pelotas de polen o polen corbicular, las abejas pueden recolectar más de una especie de polen, aunque no es lo más frecuente. Cada pellet de polen, puede contener más de cien mil granos de polen apelmazados con néctar y saliva en la corbícula de las patas posteriores de las abejas, con un peso variable cercano a 15 mg (25).

En la Tabla 2, se presentan resultados promedio de las diez alícuotas de cada color de polen. Puede observarse que el contenido de cenizas varió entre 1,60 y 2,18 g cenizas/100 g de polen verde y amarillo respectivamente. Asimismo, el polen

verde y el polen amarillo variaron entre 1,73 y 5,37 g extracto etéreo/100 g, con valores intermedios para el polen anaranjado y el polen ocre tanto para cenizas como para el extracto etéreo. En estudios de composición de ácidos grasos del polen, se encontró una proporción insaturados/saturados >1, favorable para su calidad nutricional (26) (Serra y Escolá 1997). Además de ácidos grasos, en el extracto etéreo se pueden encontrar también vitaminas y pigmentos (27). Cuando se observan algunos granos de polen en el microscopio, pueden observarse las gotas de aceite que recubren la exina de algunos granos de polen (28, 29).

El polen es la mayor fuente de nitrógeno en la dieta de las abejas, con un contenido de proteínas entre 2,5% a 61,0% en base seca (30). La gran variación en el contenido de proteínas del polen apícola puede determinar las interacciones entre los polinizadores y las plantas; por eso se sugiere que las plantas que sólo producen polen lo utilizan como carnada bien sea produciendo más polen o un polen de mejor calidad. Sin embargo, filogenéticamente está en debate si el contenido proteico del polen se debe a la preferencia del polinizador o a la interacción con el pistilo para formar el tubo polínico, pero parece que la distancia entre el estigma y el óvulo requiere granos de polen con mayor contenido de proteínas. El contenido de proteínas se conserva altamente entre los géneros, pero posiblemente la necesidad de formar el tubo explica el contenido de proteínas más que la atracción de polinizadores (31). En la Tabla 2, puede observarse que el polen varió entre 24,17 y 52,56 g proteína/100 g de polen ocre y anaranjado respectivamente.

Las abejas recolectan polen con elevados niveles de ácidos grasos insaturados porque son más adecuados para su metabolismo, según una hipótesis de Battaglini y Bosi (citado en 26). El contenido de ácidos grasos es mayor en el polen fresco de *Aloe greatheadii*, que en el polen recolectado y almacenado por las abejas (32).

Las normas de calidad alimentaria se elaboran con referencias analíticas para establecer los requisitos de calidad. Si el producto no tiene norma, como el polen apícola, el problema es que no tendríamos la referencia para su comercialización y el consumidor no estaría resguardado con requerimientos de calidad, inocuidad o engaño del producto. Es importante tener en cuenta que si bien el cumplimiento de las normas es voluntario, su rol referencial para la comercialización es un valioso acuerdo entre el proveedor y el cliente (33).

Recientemente se ha publicado una recomendación para la norma de polen, con criterios microbiológicos y contaminantes, composición (humedad, proteínas, lípidos, carbohidratos, fibra dietaria, pectinas y cenizas), elementos traza (potasio, magnesio, calcio, fósforo, hierro, zinc, cobre y manganeso) y vitaminas (β -caroteno, tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, piridoxina, ácido ascórbico, biotina, ácido fólico y tocoferoles). La recomendación se presenta

como un borrador para el polen secado con humedad no mayor que 6-8 g/100 g, contenido de cenizas no mayor que 6 g/100 g, proteína total calculada con el factor 6,25 no menor que 15 g/100 g, azúcares totales no menores que 40 g/100g y grasa no menor que 1,5 g/100 g (34).

AGRADECIMIENTOS

Al CDCHT-ULA por financiar el proyecto FA-337-04-01-B. Al apicultor Juan Carlos Schwartzberg por haber permitido recolectar el polen apícola de su apiario en el páramo de Misintá. Al TSU Bladimiro Silva y a la Dra. Marisabel Avendaño por haber colaborado con la separación del polen en grupos de cuatro colores.

REFERENCIAS

1. Nilsson S, Praglowski J. Erdtman's Handbook of Palynology. 2nd ed. Trykkeriet Viborg: Munksgaard; 1992.
2. Vaissière BE, Vinson SB. 1994. Pollen morphology and its effect on pollen collection by honey bees, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), with special reference to upland cotton, *Gossypium hirsutum* L. (Malvaceae). *Grana* 33(3):128-138.
3. Font Quer P. Diccionario de Botánica. 7ª ed. Barcelona: Editorial Labor SA; 1979.
4. del Baño Breis F. 1990. Atlas del Polen. Murcia: Consejería de Cultura, Educación y Turismo de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia; 1990.
5. Erickson EH. Surface electric potentials on worker honey bees leaving and entering the hive. *J Apic Res.* 1975; 14:141-147.
6. Crane E. Bees and Beekeeping. Science, Practice and World Resources. Bath: Heinemann Newnes; 1990.
7. Roubik DW. Ecology and Natural History of Tropical Bees. Cambridge Tropical Biology Series. Victoria: Cambridge University Press; 1992.
8. Michener CD. The corbiculae of bees. *Apidologie.* 1999; 30(1):67-74.
9. Coffey MF, Breen J. Seasonal variation in pollen and nectar sources of honey bees in Ireland. *J Apicult Res.* 1997; (36): 63-76.
10. Cañas S, Sierra A. Polen y agua en las explotaciones apícolas. *Vida Apícola* 1997; 84:27-35.
11. Aranda Escribano ML, Cardenal Galvan JA, Álvarez Gómez JA, Pozo Vera J. El polen. Controles sanitarios. Normas legales. *Vida Apícola* 1999; 94:56-58.
12. Percie du Sert P. *Ces pollens qui nous soignent.* Paris: Guy Trédanet Éditeur; 2003.
13. Proserpio G. *L'Ape Cosmetica.* Milano: Erboristeria Domani-Libri; 1981.
14. Serra Bonvehí J, Escolá Jordá R. Nutrient composition and microbiological quality of honeybee-collected pollen in Spain. *J Agric Food Chem.* 1997; 45(3):725-732.
15. Watanabe H. *The Bee's Time.* Apimondia's Standing Commission on Beekeeping Economy. Bucharest: Apimondia Publishing House; 1997.

16. Instrução Normativa nº 3, de 19 de Janeiro de 2001. Anexos V-VI. Regulamento Técnico para Fixação e Qualidade de Pólen Apícola, Própolis. Brasil: Ministério de Agricultura, Cría y Abastecimiento en Brasil, Secretário de Defesa Agropecuária; 2001.
17. AOAC. Official Methods of Analysis. 14th ed. Arlington, Association of Official and Analytical Chemists, INC; 1984.
18. Duncan AJ. Control de Calidad y Producción Industrial. Barcelona:Alfaomega; 1990.
19. SPSS for Windows. Base system user's guide, release12.0. Chicago, USA: SPSS Inc.
20. Vit P. *Brassica napus* L. Ficha botánica de interés apícola en Venezuela, No. 8 Nabo. *Rev. Fac. Farmacia* 2004; 46(1):60-61.
21. Vit P, Schwartzberg JC. *Rumex acetosella* L. Ficha botánica de interés apícola en Venezuela, No. 12 Cizaña. *Rev. Fac. Farmacia* 2005; 47(1):32-34.
22. Vit P, Meléndez P, Schwartzberg JC. *Espeletia schultzei* Wedd. Ficha botánica de interés apícola en Venezuela, No. 5 Frailejón. *Rev. Fac. Farmacia* 2003; 45(1):80-82.
23. Vit P, Herrera P, Rodríguez D, Carmona J. Composición de polen apícola fresco recolectado en Los Andes venezolanos. *Rev. Inst. Nac. Hig. Rafael Rangel* (en imprenta).
24. Kirk W. A colour guide to pollen loads of the honey bee. Cardiff: International Bee Research Association; 1994.
25. Watanabe H. The bee's time. Bucharest: Apimondia Publishing House; 1997.
26. Serra Bonvehi J, Escolá Jordá R. Nutrient composition and microbiological quality of honeybee-collected pollen in Spain. *J. Agric. Food Chem.* 1997; 45(3):725-732.
27. Muniategui S, Sancho MT, Pérez S, Huidobro JF, Simal J. Algunos parámetros físico-químicos de la grasa del polen apícola. *Grasa Aceites* 1991; 42:148-150.
28. Sawyer R. Honey identification. Cardiff : Cardiff Academic Press; 1988.
29. Barth OM. O pólen no mel brasileiro. Rio de Janeiro: Gráfica Luxor; 1989.
30. Buchmann SL. Vibratile pollination in *Solanum* and *Lycopersicon*: A look at pollen chemistry. p. 237-252. En: D'Arcy Ed. *Solanaceae: Biology and systematics*. New York: Columbia University Press; 1986.
31. Roulston TH, Cane J, Buchmann SL. What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen-pistil interactions, or phylogeny?. *Ecol. Monog.* 2000; 70(4):617-643.
32. Human H, Nicolson SW. Nutritional content of fresh, bee-collected and stored pollen of *Aloe grethedii* var. *davyana* (Asphodelaceae). *Phytochemistry* 2006; 67(14):1486-92.
33. Vit P, Hernández Pérez JA, Mercado R. Revisión sobre el conocimiento de las mieles uniflorales venezolanas. *MedULA* 2006; 15(1):29-39.
34. Campos MGR, Bogdanov S, Bicudo de Almeida-Muradian L, Szczesna T, Mancebo Y, Frigerio C, Ferreira F. Pollen composition and standardisation of analytical methods. *J. Apic. Res. and Bee World* 2008; 47(2):154-161.

Recibido: 30-09-2008

Aceptado: 10-11-2008