

Comunicación Breve**Contenido de proteína cruda del polen de las principales especies botánicas utilizadas por las abejas melíferas en Uruguay**

Santos, E.¹; Invernizzi, C.¹; García, E.²; Cabrera, C.³; Di Landro, R.³; Saadoun, A.²; Daners, G.⁴.

¹Sección Etología, Facultad de Ciencias, Iguá 4225, CP 11400, Montevideo, Uruguay. Correo electrónico: ciro@fcien.edu.uy

²Sección Fisiología y Nutrición, Facultad de Ciencias, Iguá 4225, CP 11400, Montevideo, Uruguay.

³Laboratorio de Nutrición y Ciencia de los Alimentos, Facultad de Agronomía, Av. Gral. Garzón 780, CP 11000, Montevideo, Uruguay.

⁴Laboratorio de Palinología Aplicada, Facultad de Ciencias, Iguá 4225, CP 11400, Montevideo, Uruguay.

Recibido: 30/3/09 Aceptado: 23/9/09

Resumen

El valor nutritivo del polen de los recursos botánicos explotados por las abejas melíferas es de mucha importancia para la apicultura, fundamentalmente en las zonas donde la agricultura moderna causa reducción en la diversidad de recursos. Se determinó el contenido de proteína cruda del polen de 25 especies vegetales frecuentemente visitadas por las abejas. Los valores hallados variaron entre 14,5 y 41,5%, y la mayoría de las especies presentaron polen con más de 20% de proteína, valor mínimo aceptado para una correcta nutrición de las abejas. En 10 de las 12 especies en las que se analizó más de una muestra se encontró que la cantidad de proteína no varía significativamente entre regiones y periodo del año. En especies ampliamente explotadas por las abejas como el lotus, trébol rojo, trébol blanco, borraja y rábano el polen presentó más de 30% de proteína cruda. El polen de *Eucalyptus grandis* en una forestación presentó entre 28 y 32% de proteína a lo largo del periodo de floración, aunque al final se redujo a sólo 18%. El valor encontrado para el polen de *Eucalyptus* spp. en otoño fue de 28% aproximadamente. Sólo en el polen de carqueja y sauces se halló menos de 20% de proteína cruda. Estos resultados indican que en Uruguay las abejas no deberían tener problemas proteicos en su dieta cuando hay una oferta de polen de diferentes especies botánicas.

Palabras clave: *Apis mellifera*, polen, proteína cruda, nutrición, Uruguay

Summary**Crude protein content of pollen from the main botanical species used by honeybees in Uruguay**

Nutritional value of pollen from floral resources utilized by honeybees is very important for beekeeping, fundamentally in areas where modern agriculture causes reduction in biodiversity. Crude protein content of pollen was determined for 25 floral species frequently visited by honeybees. The values found ranged from 14,5 to 41,5%, and most species had pollen with more than 20% protein, minimum accepted value for proper nutrition of bees. In 10 of the 12 species in which more than one sample was examined it was found that the amount of protein does not vary significantly between regions and periods of the year. In species widely exploited by honeybees such as lotus, red clover, white clover, borage and radish, pollen presented more than 30% crude protein. Pollen of *Eucalyptus grandis* in plantations had between 28 and 32% protein throughout the flowering period, although in the end it fell to just 18%. The value found for *Eucalyptus* spp. pollen in the fall was approximately 28%. Only in pollen of «carqueja» and willows it was found less than 20% crude protein. These results indicate that in Uruguay honeybees should not have protein deficiency in their diet when there is a supply of pollen from different botanical species.

Key words: *Apis mellifera*, pollen, crude protein, nutrition, Uruguay

Introducción

El polen es el componente de la alimentación de las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) que aporta proteínas, lípidos, minerales y vitaminas. Es ingerido principalmente por las abejas adultas, especialmente en los primeros 10 días de vida, para completar la quitinización del exoesqueleto, acumular reservas en los cuerpos grasos e iniciar el desarrollo de las glándulas hipofaríngeas, cuya secreción es el componente básico del alimento de las larvas jóvenes. También es suministrado directamente en pequeñas cantidades a las larvas de 4 y 5 días de edad. La carencia o el bajo valor nutritivo del polen determina que las abejas sean más débiles, generalmente más pequeñas, con poca capacidad de alimentar a la cría y con una expectativa de vida menor; las colonias en estas condiciones disminuyen significativamente la producción de miel. El valor nutritivo del polen está determinado principalmente por el contenido de proteína, la concentración de los aminoácidos esenciales treonina, valina, metionina, leucina, isoleucina, fenilalanina, lisina, histidina, arginina y triptofano, y su digestibilidad por parte de las abejas (De Groot, 1953; Haydak, 1970; Winston, 1987; Crailsheim *et al.*, 1992; Herbert, 1992; Keller *et al.*, 2005).

De acuerdo al contenido de proteína cruda, Kleinschmidt y Kondos (1976) clasifican la calidad del polen en tres categorías: excelente (mayor a 25%), promedio (20 a 25%) y pobre (menor a 20%). Según estos investigadores el polen con menos de 20% de proteína cruda no puede satisfacer los requerimientos de la colonia para el desarrollo óptimo de la cría.

La cantidad de proteína que contiene el polen está determinada principalmente por las necesidades de crecimiento del tubo polínico y no por la recompensa a insectos polinizadores (Roulston *et al.*, 2000). Aparentemente las abejas no seleccionan el recurso botánico a explotar por el valor proteico del polen, ya que no tienen la capacidad de evaluarlo en la flor puesto que no lo consumen directamente, sólo lo colectan y lo trasladan al nido. Prueba de ello son los casos en que las abejas colectan pólenes tóxicos (Keller *et al.*, 2005). Según Singh *et al.* (1999) la elección de las abejas podría estar influenciada por el contenido de lípidos.

En Uruguay los apicultores tradicionalmente se interesaban principalmente por las reservas de miel (carbohidratos) de las colonias y no tanto por las de polen. Sin embargo, en los últimos años ha crecido la preocupación por la carencia de polen debido a la pérdida de diversidad botánica en muchas regiones, fenó-

meno asociado a los cambios en la agricultura. El incremento de la superficie destinada a las forestaciones comerciales de eucaliptos y a los cultivos de soja, y el uso creciente de herbicidas son algunos de los cambios más importantes (MGAP, 2008). Como consecuencia de esto, las colonias pueden pasar periodos prolongados dependiendo del aporte de polen de unas pocas especies botánicas, comprometiendo muchas veces el desarrollo normal de la población si estos recursos están fuera del área de forrajeo de las abejas o son insuficientes. En respuesta a este problema los apicultores recurren, cada vez con mayor frecuencia, a sustitutos artificiales de polen.

El valor proteico del polen que ingresa a las colmenas es una información relevante para determinar si las abejas se están nutriendo correctamente. El objetivo de este estudio fue determinar el contenido de proteína cruda del polen de las principales especies vegetales de valor apícola en Uruguay.

Materiales y métodos

Para obtener polen de las diferentes especies botánicas visitadas por las abejas se colocaron trampas cazapolen de piquera en 5 apiarios ubicados en los departamentos de Florida (1) y Canelones (3) en diferentes periodos del año, y en Durazno (1) en una forestación de *Eucalyptus grandis* durante el periodo de floración (marzo-abril).

El polen colectado en cada instancia se separó inicialmente por color y, posteriormente, se acetolizó una cantidad representativa de cada grupo (Erdtman, 1960). Los residuos se montaron en gelatina-glicerina con formol y se observaron con microscopio óptico a 1000 aumentos (Faegri y Iversen, 1975; Gamero y Cárdenas, 1980). La identificación del origen botánico del polen se realizó utilizando una colección de referencia.

Se analizó el contenido de proteína cruda de entre una y seis muestras de cada especie identificada y colectada en distintos momentos y/o lugares. En el caso de *E. grandis* en la forestación se analizaron cinco muestras tomadas en distintos momentos del periodo de floración. El peso fresco de las muestras osciló entre 2 y 36 g (promedio \pm de: $6 \pm 5,6$ g).

Las muestras de polen se secaron a 60° C hasta alcanzar un peso constante y en los residuos molidos se cuantificó el contenido de proteínas empleando la técnica de digestión ácida de Kjeldahl y utilizando el factor de conversión 6,25 (Somerville, 2001). Se realizaron tres determinaciones por muestra. Aunque algunos análisis han encontrado que el factor de conversión de

proteína para los pólenes es inferior a 6,25, este último valor es el más utilizado en los diferentes estudios (Roulston & Cane, 2000).

Resultados y discusión

Se analizó el polen de las 25 especies botánicas más representadas en las trampas (Cuadro 1). Dentro de éstas se encuentran los taxa con mayor ocurrencia en las mieles uruguayas como trébol blanco, trébol rojo, lotus, eucaliptos, borraja y molle (Daners y Tellería, 1998), indicando que estos recursos tienen valor polinífero además de nectarífero para las abejas.

El contenido de proteína cruda hallado en el polen varió entre 14,5 y 41,5%. Otros estudios donde se utilizó el mismo factor de conversión de proteína (6,25) señalan que la proteína cruda varía entre 7 y 30% (Todd y Bretherick, 1942), 9,5 y 36,9 (Rayner y Landridge, 1985), 8 y 40% (Herbert, 1992), 9,2 y 37,4% (Somerville, 2001), y 2,5 y 61% (Roulston *et al.*, 2000).

En los pólenes de las especies botánicas donde se determinó la proteína cruda en más de una muestra se encontró que, dentro de una misma especie, la variabilidad entre regiones y periodo del año es relativamente baja, en comparación con la variabilidad inter-especies.

Cuadro 1. Contenido de proteína cruda del polen de diferentes especies vegetales.

Nombre común	Nombre científico	Proteína cruda (%), procedencia y fecha de colecta*
Acacia	<i>Acacia trinervis</i>	25,4 (C3, 8)
Achicoria	<i>Cichorium intybus</i>	19,9 (F, 1); 22,0 (C1, 2)
Arce	<i>Acer negundo</i>	28,6 (F, 9); 29,5 (C1, 9)
Bellardia	<i>Bellardia trixago</i>	23,0 (C1, 9)
Biznaga	<i>Ammi</i> spp.	22,7 (F, 1)
Borraja	<i>Echium plantagineum</i>	40,6 (F, 11); 39,6 (C1, 9); 41,5 (C2, 10)
Carqueja	<i>Baccharis trimera</i>	14,6 (F, 5); 15,6 (C1, 5); 17,1 (D, 3)
	<i>Casuarina</i>	
Casuarina	<i>cunninghamiana</i>	22,0 (C1, 2)
Chirca	<i>Baccharis</i> spp.	22,7 (D, 3)
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	20,1 (C1, 2); 29,3 (C1, 9)
Flor de viuda	<i>Scabiosa atropurpurea</i>	20,5 (C1, 2)
Espinillo	<i>Acacia caven</i>	26,5 (C1, 10)
		28,7 (F, 4); 27,7 (F, 4); 28,3 (F, 5); 28,3 (C1, 4); 28,1 (C1, 4); 27,3 (C1, 5)
Eucalipto	<i>Eucalyptus</i> spp.	
Eucalipto (Forestación)	<i>Eucalyptus grandis</i>	31,9 (D, 13/3); 30,1 (D, 24/3); 28,0 (D, 3/4); 28,0 (D, 13/4); 17,9 (D, 28/4)
Fresno	<i>Fraxinus excelsior</i>	23,3 (F, 9); 18,3 (C1, 9)
Gerardia	<i>Agalinis purpurea</i>	32,5 (D, 3)
Lotus	<i>Lotus corniculatus</i>	36,9 (F, 12)
Manzana	<i>Malus</i> spp.	32,5 (C2, 10)
Manzanilla	<i>Matricaria chamomilla</i>	31,4 (C1, 2)
Molle	<i>Schinus longifolius</i>	28,5 (F, 10); 30,2 (C2, 10)
Peral	<i>Pyrus</i> sp.	31,2 (C2, 9)
Rábano	<i>Brassica</i> spp.	31,6 (F, 9); 31,1 (C1, 2); 31,3 (C1, 9); 29,9 (C2, 10)
Sauce	<i>Salix</i> spp.	14,5 (C1, 9)
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>	32,2 (F, 11); 31,1 (C1, 11); 28,3 (C1, 11)
Trébol rojo	<i>Trifolium pratense</i>	31,3 (F, 11); 30,3 (F, 11); 31,4 (C1, 11)

* C: Canelones (3 apiarios); F: Florida; D: Durazno. El número corresponde al mes de colecta del polen, para *E. grandis* día y mes.

Las excepciones a este resultado fueron encontradas en el Diente de León y en el *E. grandis* entre las muestras correspondientes al inicio y final del periodo de floración, donde las diferencias fueron de 9 y 13% de proteína cruda, respectivamente. Según Herbert (1992) el contenido de proteína cruda en el polen de una especie puede variar debido a cambios en la humedad del suelo, fertilidad y temperatura ambiente. No obstante, Somerville (2001) halló que las diferencias dentro de una especie varían en un rango acotado. Los resultados encontrados en este estudio para la mayoría de las especies parecen ajustarse mejor a lo planteado por Somerville (2001).

Aunque hay algunos trabajos, fundamentalmente australianos, que reportan el contenido de proteína del polen de varias especies utilizando el factor de conversión 6,25 (revisados por Somerville, 2005), sólo el trébol blanco y la borraja, se encuentran entre las analizadas en este estudio. Para el polen de trébol blanco los valores encontrados por este autor fueron 22,5; 22,6; 23,1; 24,7; 24,9; 25,1; 25,4; 25,6 y 25,9%, todos inferiores a los hallados en este trabajo (28,3; 31,1 y 32,2%) (Cuadro 1). En el polen de borraja los valores reportados por Somerville (2005) son 30,8; 30,9; 31,4; 33,3; 34,6; 34,8; y 35,2%, también inferiores a los hallados en este trabajo (39,6; 40,6 y 41,5%) (Cuadro 1). Las diferencias encontradas pueden estar asociadas a los diferentes laboratorios donde se analizaron los pólenes, independientemente de que utilizaran las mismas técnicas (Somerville, 2001). La diferencia de proteína cruda entre el trébol blanco y la borraja hallada en este estudio (10% aproximadamente) es similar a la diferencia reportada para estas especies por Somerville (2005), lo que apoyaría esta posibilidad. Otra explicación plausible sería que las dos especies comparadas presenten mayor cantidad de proteína en Uruguay que en Australia debido a variantes genéticas de la especie o condiciones ambientales distintas.

La mayoría de las especies analizadas presentan polen con más de 20% de proteína cruda, valor mínimo sugerido por Kleinschmidt y Kondos (1976) para una aceptable nutrición de las abejas. Solo los pólenes de carqueja y sauce no alcanzan este valor. La carqueja, presente en todas las regiones del país, es un recurso muy visitado por las abejas a finales de verano y en otoño aportando abundante polen y néctar. Como en ese periodo suelen ser escasas las especies en flor, es posible que en algunos apiarios las abejas sólo accedan a este polen de bajo valor proteico.

De las especies analizadas, hay 15 que se destacan por tener polen con más de 25% de proteína cruda, considerados especialmente valiosos por Kleinschmidt y

Kondos (1976). Entre ellas se encuentran el lotus y los tréboles blanco y rojo, las leguminosas forrajeras más cultivadas en Uruguay, y especies como la borraja y el rábano, que suelen aparecer asociados a las praderas de estas leguminosas. Con relación al polen de *E. grandis* en la forestación se encontró que al comienzo de la floración (marzo) el contenido de proteína cruda es muy bueno (mayor a 30%), pero este valor disminuye gradualmente en los siguientes tres registros para luego caer abruptamente (menor a 20%), al final del periodo de floración (fines de abril) (Cuadro 1). El polen de *Eucalyptus* spp. colectado en otoño presentó un valor de proteína cruda similar al de *E. grandis* en la mayor parte del periodo de floración. Stace (1996) reportó que la proteína cruda del polen de diferentes especies de *Eucalyptus* en Australia varía entre 16 y 33%. En Uruguay los eucaliptos suelen constituir casi la única fuente de néctar y polen cuando los apicultores explotan las forestaciones de *E. grandis* a finales de verano y en otoño (Santos *et al.*, 2005), o las diferentes especies de eucaliptos presentes en la franja costera atlántica que florecen principalmente en otoño e invierno (Tejera *et al.*, 2000), ya que la flora acompañante es muy limitada. En ambas situaciones las colonias suelen presentar cuadros agudos de Nosemosis, enfermedad del sistema digestivo de las abejas causada por los hongos microsporidios *Nosema apis* y *N. ceranae* (Santos *et al.*, 2005). El grado de infección de las colonias podría estar relacionado a un problema nutricional. Sobre este aspecto, Santos *et al.* (2005) hallaron en una forestación de *E. grandis* que las colonias que contaban con reservas de polen de diferente origen botánico presentaban abejas con más proteína corporal y menos infectadas con *Nosema* spp. que aquellas que solo disponían de polen de eucaliptos. Entonces, independientemente del contenido de proteína cruda, la disponibilidad de polen de variado origen botánico puede mejorar la nutrición de las abejas ya que reduce la posibilidad de que falte algún elemento importante de la dieta de las abejas. En este sentido, Stace (1996) encontró que los pólenes de la mayoría de las especies de eucaliptos en Australia son deficientes en el aminoácido esencial isoleucina, no alcanzando a cubrir la demanda mínima de las abejas (4%).

Los resultados hallados indicarían que en Uruguay las abejas no deberían tener problemas de proteínas en su dieta cuando la oferta de polen es diversa. Esto no significa que en algunas localidades y en determinados periodos puedan faltar recursos poliníferos valiosos, que justifiquen la utilización de sustitutos artificiales. El caso más claro es cuando los apicultores quieren estimular el

crecimiento de las colonias al finalizar el invierno, antes de que se inicie el flujo de néctar.

Conociendo el valor proteico del polen de las diferentes especies, los apicultores pueden inspeccionar en diferentes periodos la flora circundante a los apiarios para establecer si las abejas cuentan con pólenes nutritivos. Adicionalmente, la disponibilidad de pólenes de variadas fuentes florales puede ser determinada observando si las pecoreadoras que regresan a la colmena cargan abundante polen de diferentes colores, o si el polen guardado en las celdas («pan de abejas») presenta esta variación de color.

Finalmente, hay que puntualizar que el valor nutricional del polen de una especie no depende solamente de su contenido de proteína cruda (Haydak, 1970; Crailsheim *et al.*, 1992; Herbert, 1992; Keller *et al.*, 2005). Para determinar completamente la importancia de los diferentes pólenes en la dieta de las abejas se debería investigar el contenido de aminoácidos esenciales, la digestibilidad y finalmente el aporte de otros nutrientes como lípidos, vitaminas y minerales.

Agradecimientos

Este proyecto fue financiado por la Comisión Sectorial de Investigación Científica de la Universidad de la República.

Bibliografía

- Crailsheim, K.; Schneider, L.H.W.; Hrassnigg, N.; Bühlmann, G.; Brosch, U.; Gmeinbauer, R. and Schöffmann B. 1992. Pollen consumption and utilization in worker honeybees (*Apis mellifera carnica*): dependence on individual age and function. *J. Insect. Physiol.* 38: 409-419.
- Daners, G. and Tellería, M.C. 1998. Native vs. Introduced Bee Flora - A palynological characterization of honeys from Uruguay. *J. Apic. Res.* 37: 221-229.
- De Groot, A.P. 1953. Protein and amino acid requirements of the honeybee (*Apis mellifera* L). *Physiol. Comp. Ecol.* 3: 197-285.
- Erdtman, G. 1960. The acetolysis methods: a revised description. *Sven. Bot. Tidsk.* 54: 561-564.
- Faegri, K. and Iversen, J. 1975. Textbook of modern pollen analysis. Munksgaard, Copenhagen, Denmark.
- Fries, I. 1997. Protozoa. En: Honey bee pests, predators and diseases. Morse, R.A. and Flottum, K. (Eds). A.I. Root Company, Medina, Ohio, USA. pp. 59-76.
- Gamerro, J. C. y Cárdenas, O. 1980. Cómo hacer permanentes las preparaciones palinológicas en glicerina-gelatina. *Bol. Asoc. Latinoamer. Paleobot. Palinol.* 7: 39-42.
- Haydak, M. H. 1970. Honey bee nutrition. *A. Rev. Ent.* 15: 143-156.
- Herbert, E. W. J. 1992. Honey bee nutrition. En: The hive and the honey bee. Graham, J.E. (ed). Dadant & Sons Inc., Hamilton, Illinois, USA. pp. 197-233.
- Keller, I.; Fluri, P. and Imdorf, A. 2005. Pollen nutrition and colony development in honey bees: part I. *Bee World* 86: 3-10.
- Kleinschmidt, G. J. and Kondos, A. C. 1976. Influence of crude protein levels on colony production. *Aust. Beekeep.* 78: 36-39.
- MGAP. Anuario Estadístico Agropecuario 2008. http://www.mgap.gub.uy/Diea/Anuario2008/Anuario2008/pages/DIEA-Anuario-2008-cd_000.html
- Rayner, C. J. and Landridge, D. F. 1985. Amino acids in bee collected pollens from Australian indigenous and exotic plants. *Aust. J. Exp. Agric.* 25: 722-726.
- Roulston, T. and Cane, J. H. 2000. Pollen nutritional content and digestibility for animals. En: Pollen and pollination. Dafni, A., Hesse, M. and Paccini, E. (eds). Springer, Viena, Austria. pp. 187-209.
- Roulston, T.; Cane, J. H. and Buchmann, S. L. 2000. What governs protein content of pollen: pollinator preferences, pollen-pistil interactions, or phylogeny?. *Ecol. Monogr.* 70: 617-643.
- Santos, E.; García, E.; Di Landro, R.; Daners, G.; Saadoun, A.; Cabrera C. y Invernizzi C. 2005. Variación de la proteína corporal y presencia del protozoario *Nosema apis* en colonias de abejas melíferas emplazadas en forestaciones de *Eucalyptus grandis*. VIII Jornadas de Zoología del Uruguay. Montevideo.
- Singh, S.; Saini, K. and Jain, K. L. 1999. Quantitative comparison of lipids in some pollens and their phagostimulatory effects in honey bees. *J. Apic. Res.* 3: 87-91.
- Somerville, D. 2001. Nutritional value of bee collected pollens. RIRDC publication 01/047, Rural Industries Research and Development Corporation, Kingston, Australia.
- Somerville, D. 2005. Fat bees skinny bees – A manual on honey bee nutrition for beekeepers. RIRDC publication 05/054, Rural Industries Research and Development Corporation, Kingston, Australia.
- Stace, P. 1996. Protein content and amino acid profiles of honeybee collected pollens. Bees 'N Trees Consultants, Lismore, NSW, Australia.
- Tejera, L.; Invernizzi, C. y Daners, G. 2000. Estudio poblacional y origen botánico de néctar y polen en colonias de abejas melíferas en el este del Uruguay. XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Actas publicadas en CD-Rom.
- Todd, F. E. and Bretherick, O. 1942. The composition of pollens. *J. Econ. Entomol.* 35: 312-337.
- Winston, M. 1987. The biology of the honey bee. Harvard University Press, Cambridge, USA.