

Composições Bromatológica e Mineral do Pólen Coletado por Abelhas Africanizadas (*Apis mellifera* L.) em Botucatu, Estado de São Paulo

S. R. C. Funari, H. C. Rocha, J. M. Sforcin; H. G. Filho, P. R. Curi, S. M. A. Gomes Dierckx, A. R. M. Funari, R. de Oliveira Orsi

Departamento de Produção e Exploração Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil.

Bromatological and Mineral Compositions of Collected Pollen for Africanized Honeybees (*Apis mellifera* L.) in Botucatu, São Paulo State

ABSTRACT: The bromatological and mineral compositions of pollen collected by Africanized honeybees (*Apis mellifera* L.) in the Botucatu region, São Paulo State, Brazil, from August to November, 1966, were investigated. The pollen collections from six beehives, at weekly intervals, lasted for seven consecutive days. Mean fresh pollen composition was: 75.9% dry matter, 26.2% crude protein (CP), 5.1% ether extract (EE), 2.6% ash, 1.1% crude fiber, 3.58% nitrogen, 0.43% phosphorus, 0.67% potassium, 0.26% calcium, 0.08% magnesium, 0.21% sulfur, 114.2 ppm iron, 88.4 ppm zinc, 15.0 ppm copper, 32.4 ppm manganese, and 9.9 ppm boron. Statistical analysis showed that pollen collected in October had the highest contents of CP, and of the elements P, S and Mn compared to the other months. According to cluster and principal components analyses for bromatological composition, the variables with most and least discriminatory power were the percentages of CP and EE, respectively. As to mineral composition, the most discriminatory variables were S, Mn, and N, while the least discriminatory were Mg, B, and K.

Key words: Crude protein, manganese, month, phosphorus, sulfur.

© 2003 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2003. 11(2): 88-93

RESUMO: Foram estudadas as composições bromatológica e mineral do pólen coletado por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) na região de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil de agosto a setembro de 1966. Para a coleta de pólen foram usados coletores de alvado ou frontais, com capacidade para 800 gramas e eficiência média do coletor de 68,0±23,7%. As coletas foram semanais (sete dias consecutivos), com intervalo de uma semana entre coletas e em seis colmeias. A composição média do pólen fresco, de agosto a novembro de 1966, foi: 75,9% de matéria seca, 26,2% de proteína bruta (PB), 5,1% de extrato etéreo (EE), 2,6% de minerais e 1,1% de fibra bruta e, minerais: nitrogênio: 3,58%, fósforo: 0,43%, potássio: 0,67%, cálcio: 0,26%, magnésio: 0,08%, enxofre: 0,21%, ferro: 114,2 ppm, zinco: 88,4 ppm, cobre: 15,0 ppm, manganês: 32,4 ppm e boro: 9,9 ppm. Verificou-se que os pólenes coletados em outubro apresentaram as maiores concentrações de PB e dos elementos P, S e Mn em relação aos outros meses. Pelas Análises de Agrupamento e de Componentes Principais da composição bromatológica, a variável mais discriminatória foi a porcentagem de proteína bruta e a com menor poder discriminatório, a porcentagem de EE e quanto a composição mineral, as variáveis com maior poder discriminatório foram: S, Mn e N, e as com menor poder foram Mg, B e K.

Palavras Chave: Enxofre, fósforo, manganês, mês, proteína bruta.

Introdução

As abelhas *Apis mellifera* são classificadas, quanto à coleta de pólen, como polilécticas, por utilizarem várias espécies vegetais (Grant, 1950). As abelhas coletoras visitam as flores, de cujos estames coletam o pólen e aglutinam-no com néctar e substâncias salivares. O produto deste trabalho é colocado nas corbículas e é transportado para a colmeia. (Andrés *et al.*, 1993; Lima, 1995). As abelhas africanizadas levam, para a colmeia,

carga média de pólen de 11,4mg, nas duas corbículas e que corresponde a cerca de 17% do peso da operária coletora (Funari *et al.*, 1992, 1993; Toledo, 1997). A carga de pólen é, em média, de 98%, constituída de uma única espécie botânica (Funari, 1986; Toledo, 1997). O polén representa a maior fonte de proteínas, lipídeos, minerais e vitaminas para a colônia (Johansson e Johansson, 1977; McCaughey *et al.*, 1980; Andrés *et al.*, 1993; Singh *et al.*, 1999). No interior da colônia, o pólen é utilizado para a alimentação das crias e nutrição de

abelhas jovens. As larvas necessitam de proteínas para o seu desenvolvimento normal, especialmente para o desenvolvimento de suas glândulas e do tecido adiposo. (Campana e Moeller, 1977). O pólen consumido pelas abelhas é o estocado nos alvéolos, recebeu mel, néctar e secreções glandulares, sofreu fermentação láctica ácida e é chamado de "pão de abelhas" (Herbert e Shimanuki, 1978).

A cada espécie vegetal corresponde um tipo de pólen, podendo-se dizer que o pólen é um "cartão de identidade" da planta considerada (Jeanne, 1993). A composição química do pólen varia com a espécie vegetal, condições ambientais, idade e estado nutricional da planta quando o pólen está se desenvolvendo, (Herbert e Shimanuki, 1978), em diferentes localidades, entre estação do ano e em diferentes anos (O'Rourke e Buchmann, 1991).

Jeanne (1993), na França, demonstrou que a composição do pólen é de 7 a 15% de água, de 25 a 48% de carboidratos, de 11 a 28% de proteínas, de 1 a 4% de lipídeos, de 1 a 5% de minerais e, que o pólen possui quantidade apreciável de vitaminas do grupo B, ácido ascórbico, caroteno e um pouco de vitamina E. No Brasil, Sampaio (1991) verificou que o pólen brasileiro, comercializado no Estado do Paraná continha: 2,6 a 11,1% de umidade, 13,8 a 27,8% de proteínas, 2,1 a 5,8% de lipídeos, 2,9 a 6,9% de fibras, 1,5 a 3,6% de minerais, 21,2 a 40,6% de açúcares totais; e Reis (2001), em Piracicaba, Estado de São Paulo encontrou 23,65% de umidade, 21,38% de proteínas, 3,57% de lipídeos, 2,87% de minerais, 28,44% de açúcares totais

Os objetivos desta pesquisa foram: analisar as composições bromatológica e mineral do pólen coletado no período de agosto a novembro de 1996, na região de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil.

Material e Métodos

Foram estudadas seis colmeias de abelhas africanizadas *Apis mellifera* L., coletadas na região de Botucatu. Cada colmeia foi constituída por um ninho e uma melgueira. O experimento foi conduzido no apiário do Setor de Apicultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Câmpus de Botucatu, com as seguintes coordenadas geográficas: 22°49' de latitude Sul e 48°24' de longitude Oeste, com clima Cfa e altitude média de 623 metros. Para a coleta de pólen foram utilizados coletores de alvado ou frontais, com capacidade para 800 gramas e eficiência de 68,0 ± 23,7%. As coletas foram semanais (sete dias consecutivos), com intervalo de uma semana entre coletas, e efetuadas em seis colmeias, nos meses de agosto a novembro de 1996. O pólen recém coletado, foi analisado quanto as porcentagens de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, minerais (AOAC, 1975) e quanto a composição de minerais: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, zinco, cobre, manganês e boro (Malavolta *et al.*, 1989).

As análises estatísticas efetuadas foram: Análise de Variância: cálculo da estatística F e contrastes de médias pelo método de Tukey (Zar, 1984) e Análises de Agrupamento (AA) e de Componentes Principais (ACP), com o objetivo de estudar as combinações de seis colmeias com quatro meses de coleta (N = 6 x 4 = 24 unidades) para o conjunto das características analisadas no pólen (P = 5 variáveis na composição bromatológica e P = 11 na composição mineral). As AA e ACP foram realizadas utilizando-se os métodos detalhados em Sneath e Sokal (1973) e Morrison (1967).

Resultados e Discussão

A composição média do pólen, no período de agosto a novembro de 1996 foi: 75,9% de matéria seca, 26,2% de proteína bruta, 5,1% de extrato etéreo, 2,6% de minerais e 1,1% de fibra bruta; minerais: N: 3,58%, P: 0,43%, K: 0,67%, Ca: 0,26%, Mg: 0,08%, S: 0,21%, Fe: 114,2 ppm, Zn: 88,4 ppm, Cu: 15,0 ppm, Mn: 32,4 ppm e B: 9,9 ppm (Quadros 1 e 2). Dados semelhantes aos encontrados por Sampaio (1991) em pólen comercializados no Estado do Paraná, Brasil: 2,61 a 11,06% para umidade, 13,84 a 27,84% para proteína, 2,17 a 5,63% para lipídeos, 2,87 a 6,55% para fibras, 1,58 a 3,61% de minerais e Reis (2001), em Piracicaba, Estado de São Paulo, de 23,65 % de umidade, 21,38 % de proteínas, 3,57 % de lipídeos, 2,87 % de minerais.

A composição bromatológica média (Quadro 1) dos pólen coletados no mês de outubro apresentou a maior porcentagem de proteína bruta em relação aos outros meses ($p < 0,05$).

A composição mineral média dos pólen coletados (Quadro 2) no mês de outubro apresentou as maiores concentrações de N, P, S e Mn em relação aos outros meses ($p < 0,05$).

Os coeficientes de correlação, entre as cinco variáveis originais (composição bromatológica) e os respectivos valores dos dois primeiros componentes principais (Y1 e Y2) foram responsáveis por 97,6% da informação contida no conjunto das variáveis originais (Quadro 3).

A variável mais discriminatória foi a porcentagem de proteína bruta e a com menor poder discriminatório, a porcentagem de extrato etéreo.

Pela interpretação das Figuras 1 e 2, as unidades (Quadro 4), formaram os seguintes grupos e, entre parêntesis, os subgrupos, caracterizados pela maior similaridade entre os pólen do mesmo grupo e heterogeneidade entre pólen de grupos diferentes.

G1: (1, 12), 4 constituído pelos pólen do mês de agosto (colmeia 1) e do mês de novembro (colmeias 1 e 3). Este grupo foi formado pelos pólen com as porcentagens mais baixas de proteína bruta.

G2: (2, 8), 16, (6, 14), 22, 21, 24: formado pelos pólen do mês de agosto (colmeia 6), mês de setembro (colmeias 1, 2, 4 e 6), mês de novembro (colmeias 2, 4 e 6).

Quadro 1. Composição bromatológica do pólen, porcentagem média mensal de seis colmeias (\bar{X}) e desvio padrão (s) das variáveis analisadas. Botucatu, SP, Brasil: agosto a novembro de 1996

Variáveis	Meses				Média Geral
	Agosto $\bar{X} \pm s$	Setembro $\bar{X} \pm s$	Outubro $\bar{X} \pm s$	Novembro $\bar{X} \pm s$	
% MS	76,42±3,19ab	76,81±2,13a	72,61±2,07b	77,80±2,13a	75,9
% PB	22,76±1,43b	25,29±0,66b	33,48±1,03a	23,28±2,54b	26,2
% EE	4,89±0,36b	5,03±0,44b	4,25±0,71b	6,22±0,79a	5,1
% MIN	2,62±0,11a	2,66±0,13a	2,90±0,10a	2,08±0,34b	2,6
% FB	1,37±0,58ab	0,89±0,17bc	0,49±0,14c	1,67±0,51a	1,1

Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre meses de coleta ($P < 0,05$).

%MS: porcentagem de matéria seca, %PB: porcentagem de proteína bruta, %EE: porcentagem de extrato etéreo, %Min: porcentagem de minerais, %FB: porcentagem de fibra bruta. Resultados expressos em 100% da matéria seca.

Quadro 2. Composição mineral do pólen, média mensal de seis colmeias (\bar{X}) e desvio padrão (s), das variáveis analisadas. Botucatu, SP, Brasil: agosto a novembro de 1996

Variáveis	Meses				Média Geral
	Agosto $\bar{X} \pm s$	Setembro $\bar{X} \pm s$	Outubro $\bar{X} \pm s$	Novembro $\bar{X} \pm s$	
% N	3,16±0,00b	3,52±0,19b	4,41±0,30a	3,26±0,42b	3,58
% P	0,39±0,00b	0,42±0,01b	0,50±0,02a	0,41±0,06b	0,43
% K	0,72±0,00a	0,67±0,03a	0,72±0,04a	0,59±0,08b	0,67
% Ca	0,15±0,00b	0,28±0,01a	0,30±0,01a	0,30±0,03a	0,26
% Mg	0,10±0,00a	0,06±0,00c	0,08±0,01b	0,08±0,02ab	0,08
% S	0,10±0,00c	0,19±0,02b	0,32±0,03a	0,22±0,06b	0,21
Fe ppm	116,0±0,00ab	105,2±12,33b	90,7±20,61b	145,0±39,67a	114,2
Zn ppm	48,0±0,00b	78,2±14,34ab	109,5±9,56a	118,0±63,44a	88,4
Cu ppm	10,0±0,00c	18,0±1,41a	17,2±1,47ab	14,8±2,58b	15,0
Mn ppm	24,0±0,00c	31,8±2,99b	54,8±5,38a	19,0±2,12c	32,4
B ppm	9,0±0,00b	8,2±1,16b	8,5±1,37b	14,0±5,33a	9,9

Letras minúsculas diferentes indicam diferenças significativas entre meses de coleta ($P < 0,05$).

N: nitrogênio, P: fósforo, K: potássio, Ca: cálcio, Mg: magnésio, S: enxofre, Fe: ferro, Zn: zinco, Cu: cobre, Mn: manganês, B: boro.

Quadro 3. Composição bromatológica do pólen: coeficientes de correlação entre as variáveis originais e os dois primeiros componentes principais (Y1 e Y2). Porcentagem de informação retida pelos componentes principais (% VAR e % VAR.ACUM) e ordenação (ORD) das variáveis originais de acordo com seu poder discriminatório

Variáveis	Componentes Principais		
	Y1	Y2	ORD
Originais (X)			
% MS	-0,706	0,708	2
% PB	0,977	0,214	1
% EE	-0,598	-0,001	5
% MIN	0,604	-0,180	4
% FB	-0,640	-0,494	3
% VAR	79,94	17,69	
% VAR.ACUM	79,94	97,64	

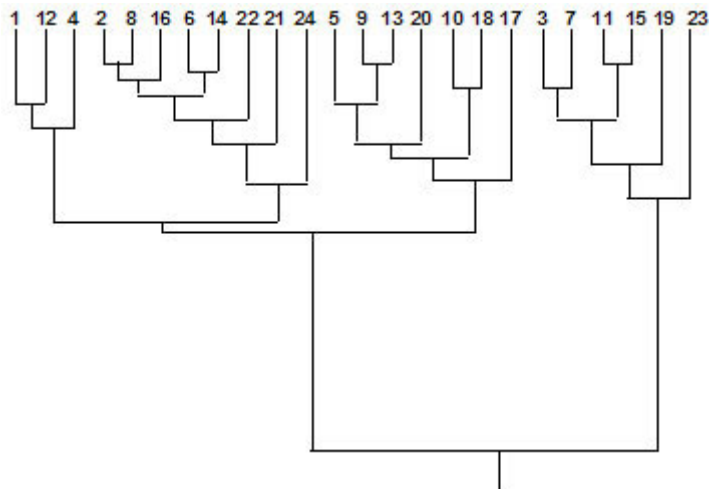


Figura 1. Composição bromatológica do pólen: Dendrograma resultante da Análise de Agrupamento utilizando-se a Distância Euclidiana Média e algoritmo UPGMA entre as 24 unidades estudadas para o conjunto das cinco variáveis. Indicação dos agrupamentos formados ($r = 0,91$)

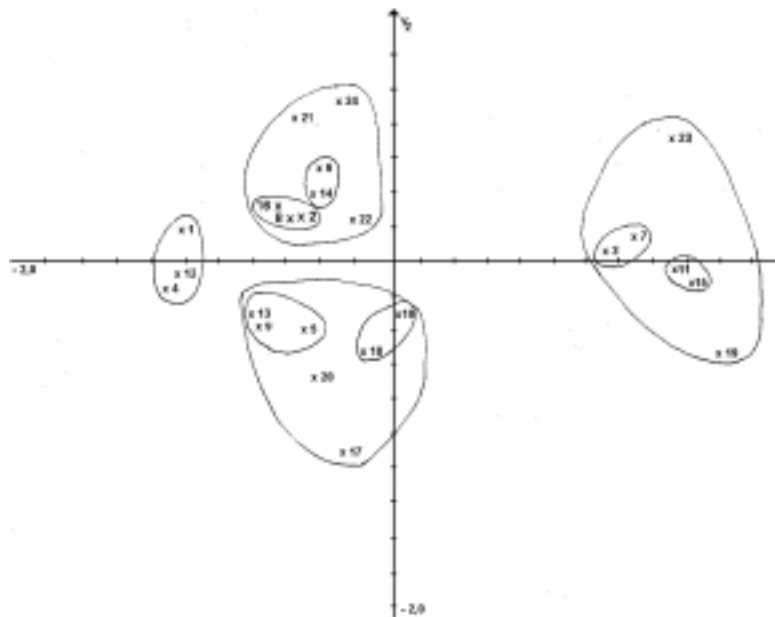


Figura 2. Composição bromatológica do pólen: Ordenação das unidades estudadas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (Y1 e Y2). Indicação dos grupos e subgrupos

Quadro 4. Composição bromatológica e mineral: lista das unidades estudadas

Unidade	Colmeia	Mês	Unidade	Colmeia	Mês
1	1	Agosto	13	4	Agosto
2	1	Setembro	14	4	Setembro
3	1	Outubro	15	4	Outubro
4	1	Novembro	16	4	Novembro
5	2	Agosto	17	5	Agosto
6	2	Setembro	18	5	Setembro
7	2	Outubro	19	5	Outubro
8	2	Novembro	20	5	Novembro
9	3	Agosto	21	6	Agosto
10	3	Setembro	22	6	Setembro
11	3	Outubro	23	6	Outubro
12	3	Novembro	24	6	Novembro

G3: 5(9, 13), 20,(10, 18), 17: composto pelos pólenes do mês agosto (colmeias 2, 3, 4 e 5), mês de setembro (colmeias 3 e 5), novembro (colmeia 5).

G4: (3, 7), (11, 15), 19, 23: constituído pelos pólenes do mês de outubro (colmeias 1, 2, 3, 4, 5 e 6). Este grupo foi formado pelos pólenes com as porcentagens mais altas da proteína bruta.

Os coeficientes de correlação entre as 11 variáveis originais (Composição mineral) e os respectivos valo-

res dos dois primeiros componentes principais (Y1 e Y2), foram responsáveis por 76,5% da informação contida no conjunto das variáveis originais (Quadro 5). As variáveis mais discriminatórias foram: S, Mn, N e as com menor poder discriminatório: Mg, B e P.

Pela interpretação das Figuras 3 e 4, as unidades estudadas (Quadro 4) formaram os seguintes grupos e entre parêntesis, os subgrupos:

G1: constituído pelo "pool" das seis colmeias de

Quadro 5. Composição mineral do pólen: coeficientes de correlação entre as variáveis originais e os dois primeiros componentes principais (Y1 e Y2). Porcentagem de informação retida pelos componentes principais (% VAR e %VAR.ACUM) e ordenação (ORD) das variáveis originais de acordo com seu poder discriminatório

Variáveis	Componentes Principais		
	Y1	Y2	ORD
Originais (X)			
N %	0,866	-0,334	3
P %	0,865	-0,124	6
K %	0,099	-0,671	9
Ca %	0,799	0,389	4
Mg %	-0,316	0,075	11
S %	0,967	0,105	1
Fe ppm	-0,272	0,828	8
Zn ppm	0,670	0,599	5
Cu ppm	0,817	0,082	7
Mn ppm	0,799	-0,504	2
B ppm	-0,009	0,882	10
% VAR	54,09	22,42	
% VAR.ACUM.	54,09	76,51	

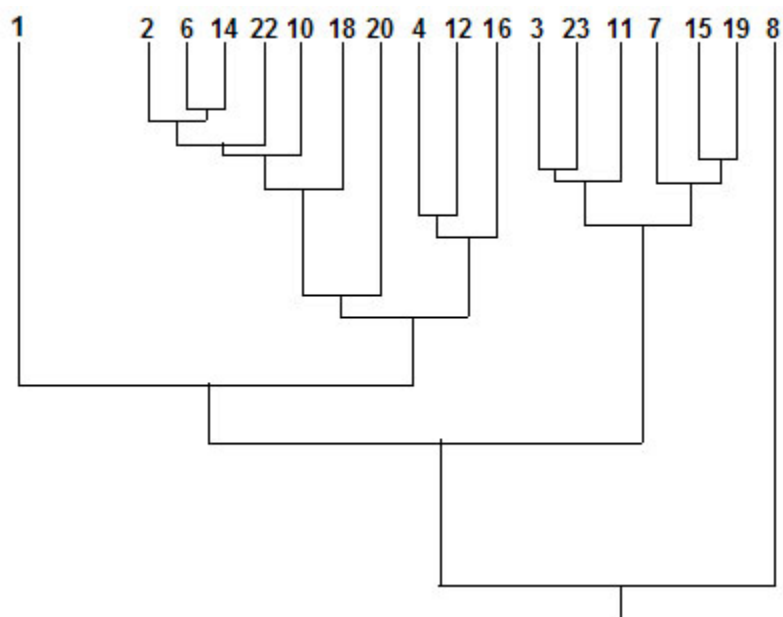


Figura 3. Composição mineral do pólen: Dendrograma resultante da Análise de Agrupamento utilizando-se a Distância Euclidiana Média e algoritmo UPGMA entre as 23 unidades estudadas para o conjunto das onze variáveis. Indicação dos agrupamentos formados ($r = 0,90$)

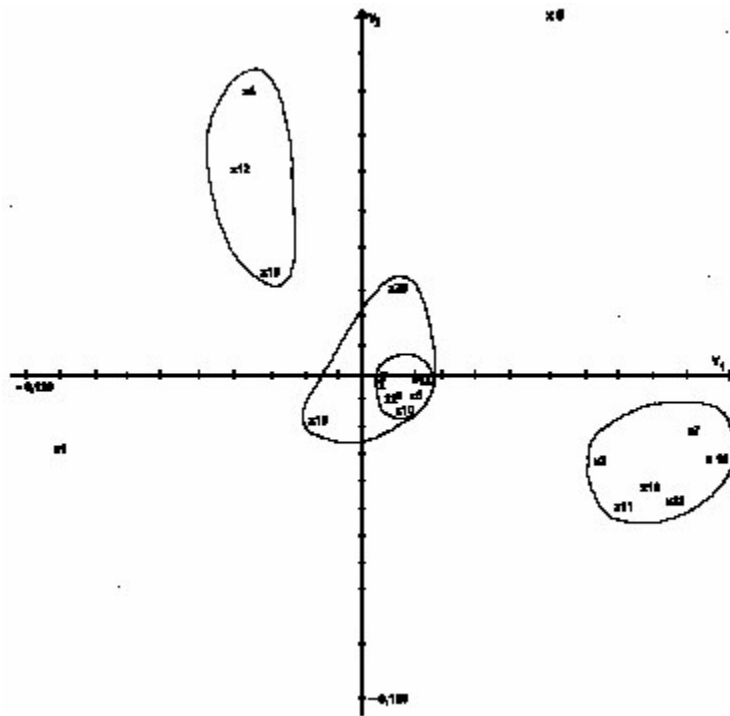


Figura 4. Composição mineral do pólen: Ordenação das unidades estudadas utilizando-se os dois primeiros componentes principais (Y1 e Y2). Indicação dos grupos e subgrupos formados

agosto, pois os pólenes foram misturados antes das análises (unidades: 1, 5, 9, 13, 17, 21), correspondendo a unidade 1, na Figura 3.

G2: 2, (6, 14), 22, 10, 18, 20: formado pelos pólenes do mês de setembro (colmeias 1, 2, 3, 4, 6), novembro (colmeia 5).

G3: (4, 12), 16: composto pelos pólenes do mês de novembro (colmeias 1, 3 e 4).

G4: (3, 23), 11, 7, (15, 19): formado pelos pólenes do mês de outubro (colmeias 1, 2, 3, 4, 5 e 6).

G5: (8): constituído pelo pólen do mês de novembro (colmeia 2).

Da análise dos dois dendrogramas: Figura 1 (composição bromatológica do pólen), e Figura 3 (composição mineral do pólen), verificou-se que os pólenes coletados, em todas as colmeias, no mês de outubro, formaram um grupo muito homogêneo, com concentrações altas de PB, N, P, S e Mn.

Conclusões

Os pólenes coletados na região de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil, de agosto a novembro de 1996 apresentaram elevadas porcentagens de nutrientes e podem ser utilizados como suplemento nutricional na alimentação humana.

Literatura Citada

- Andrés, I. M., M. E. B. Moreno y J. R. Caselles. 1993. La Apicultura Valenciana: Tradición y Aprovechamiento (1ª ed) Valencia: Generalitat Valenciana, Conselleria d'Agricultura y Pesca, 167p. (Divulgacion Tecnica, 23).
- AOAC. 1975 Official Methods of Analysis (12 th Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Campana, B. J. e F. F. Moeller. 1977. Honeybee preference for and nutritive value of pollen from five plants sources. J. Econ. Entomol. 70:39-41.
- Funari, S. R. C. 1986. Atividades de coleta, de vôo e morfometria em *Apis mellifera* Linné, 1758 (Hymenoptera, Apidae). Botucatu. 163p (Tese Doutorado) - Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola - Universidade Estadual Paulista.
- Funari, S. R. C., M. J. Bauab-Vianna, P. R. Curi, e A. R. M. Funari. 1993. Avaliação da contribuição individual da abelha africanizada *Apis mellifera* na produtividade da colmeia. Vet. Zoot. 5:9-16.
- Funari, S. R. C., M. C. T. Carmo, J. L. B. Souza, S. M. A. G. Dierckx, M. A. Boldoni e O. Bagio. 1992. Avaliação da coleta de pólen por colmeias de abelhas africanizadas *Apis mellifera*. Vet. Zoot. 4:63-68.
- Grant, V. 1950. The flower constancy of bees. Bot. Rev. 16:379-398.
- Herbert Jr, E. W e H. Shimanuki. 1978. Chemical composition and nutritive value of bee collected and bee-stored pollen. Apidologie 9:33-40.
- Jeanne, F. 1993. Le pollen: composition chimique. Bull. Tech. Apic. 20:23-28.
- Johansson, T. S. e M. P. Johansson. 1977. Feeding honey bees pollen and pollen substitutes. Bee Wld. 58:105-118.
- Lima, A. O. N. 1995. Pólen coletado por abelhas africanizadas em apiário comercial na caatinga cearense. Fortaleza. 80p. (Dissertação de Mestrado, Zootecnia) Universidade Federal de Ceará.

- McCaughey, W. F., M. Gilliam e L. N. Standifer. 1980. Amino acids and protein adequacy for honey bees of pollen from desert plants and other floral sources. *Apidologie* 11:75-86.
- Malavolta, E., G. C. Vitti y S. A. Oliveira. 1989. Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: Princípios e Aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato.
- Morrison, D. F. 1967. *Multivariate Statistical Methods*. New York: McGraw Hill.
- O'Rourke, M. K. e S. L. Buchmann. 1991. Standardized pollen analytical techniques used for various bee collected samples. *Environ. Entomol.* 20:507-13.
- Reis, V. D. A. 2001. Fatores que influenciam na coleta de pólen por *Apis mellifera* L. e análises físico-químicas do pólen coletado. Piracicaba. 76 p. (Dissertação Mestrado) - ESALQ, USP.
- Sampaio, E. A. B. 1991. Caracterização do pólen apícola processado, comercial e armazenado na colmeia (pão das abelhas) de algumas localidades do Paraná. Curitiba. 118p. (Dissertação Mestrado) - Universidade Federal do Paraná.
- Singh, S.; K. Saini e K. L. Jain. 1999. Quantitative comparison of lipids in some pollens and their phagostimulatory effects in honeybees. *J. Apic. Res.* 38:87-92.
- Sneath, P. H. A. e R. R. Sokal. 1973. *Numerical Taxonomy*. San Francisco: W.H. Freeman, 573p.
- Toledo, V. A. A. 1997. Estudo comparativo de parâmetros biológicos e de produção de cera e geleia real em colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas, cárnicas, italianas e seus híbridos. Jaboticabal. 196 p. (Tese-Doutorado) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- Zar, J. H. 1984. *Biostatistical Analysis* (5 th. Ed.). Englewood Cliffs: Prentice Hall. Englewood Cliffs, NJ. pp 929