

Análise de caracteres morfológicos e comportamentais em abelhas africanizadas, caucasianas e em descendentes dos seus cruzamentos¹Osmar Malaspina²Antonio Carlos Stort²Odair Correa Bueno²

ABSTRACT

Twelve external morphological traits and seven traits of food-gathering behavior were studied in africanized and caucasian (A. m. caucasica) bees.

Discriminant analysis showed that neither the length of the fourth segment of the abdomen, nor bee weight can be considered as the traits with the highest discriminatory power between africanized and caucasian bees, with any in-bred bees. In the case of in-bred bees the discriminant traits had a lower interorbital width and time to reach the feeder.

Multivariate comparisons between the data of in-bred colonies and twenty hibrid colonies, suggest dominance of the genes group of the africanized subspecies.

INTRODUÇÃO

Vários tipos de pesquisas têm se prestado para resolver problemas de relacionamento e classificação das abelhas. Em muitas dessas investigações tem-se utilizado a estatística multidimensional, que torna possível analisar todas as variáveis simultaneamente. Segundo SOKAL e MICHENER (1958), uma amostra com indivíduos de várias subespécies fornece correlações baseadas em fatores comuns e pode representar diferenças entre os indivíduos, diferenças genéticas entre raças, diferenças fisiológicas não genéticas entre os indivíduos e, também, diferenças ecológicas, não genéticas, entre raças. Segundo BLACKITH (1960), examinar a semelhança entre vários grupos de espécies, baseado em mensurações de caracteres morfológicos, deve ter como fundamento principal a apreciação simultânea de um conjunto de caracteres diretamente relacionados com a diversidade de tamanho dos mesmos.

Assim, vários trabalhos tem sido realizado utilizando-se caracteres da morfologia externa na comparação das diversas subespécies de *Apis mellifera*, GONÇALVES (1970), COSENZA e BATISTA (1972), CHAUD NETTO (1973), KERR (1975), DALY (1978), STORT (1979). Mais recentemente, FUNARI (1983) e STORT e BUENO (1985) estudaram respectivamente, 49 e 111 caracteres de amostras coletadas em diversas regiões do Brasil para obtenção de caracteres que melhor pudessem diferenciar os diversos grupos de abelhas e de se conhecer qual a tendência das abelhas africanizadas existentes no Brasil.

1 Trabalho financiado pela FAPESP (Proc. 79/0895) e CNPq (PIG) (Proc. 40 0684/80).

2 Departamento de Biologia - Instituto de Biociências - UNESP, Caixa Postal 178, 13500 Rio Claro - São Paulo.

Em relação ao comportamento de coleta NEVES-FERMIANO e STORT (1985) baseado no cálculo do D2 de Mahalanobis verificaram, que a maioria dos descendentes, oriundos do cruzamento de abelhas africanizadas com italianas, estavam do lado do parental italiano.

Os objetivos deste trabalho foram: verificar os melhores caracteres que possam diferenciar as abelhas africanizadas e as abelhas caucasianas e analisar a tendência dos descendentes do cruzamento dessas abelhas em relação a sete variáveis do comportamento de coleta de alimento e 12 caracteres da morfologia externa.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas abelhas provenientes de vinte e quatro colônias sendo duas colônias matrizes não endocruzadas, uma africanizada (n^o 35) e uma caucasiana (n^o 137), duas colônias parentais endocruzadas (n^{os} 76 e 36) filhas das não endocruzadas e 20 colônias híbridas, sendo 10 colônias resultantes do cruzamento de machos africanizados com rainhas caucasianas e 10 colônias resultantes do cruzamento de machos caucasianos com rainhas africanizadas. Todos os cruzamentos foram efetuados através de inseminação instrumental, utilizando-se um macho para cada rainha.

No estudo do comportamento de coleta de alimento, foram determinados dados das seguintes variáveis: peso da abelha, peso da carga do papo, tempo que a abelha permanece na fonte, tempo que a abelha permanece na colmeia, tempo para a abelha entrar na fonte, tempo para a abelha ir vazia para a fonte e tempo para a abelha voltar carregada para a colméia.

Para obtenção dos dados 280 abelhas foram treinadas para coletarem, individualmente, xarope de sacarose a 50%, em uma balança eletrônica localizada no laboratório a 70m da colmeia. Cada abelha treinada recebeu uma marca de tinta no tórax. Na obtenção dos dados que representavam atividade de vôo, um observador permanecia próximo à entrada da colmeia e outro junto a balança, controlando as pesagens e cronometrando o tempo que cada operária levava para realizar as viagens.

Para o estudo dos caracteres morfológicos foi coletada uma amostra de vinte abelhas operárias de cada colônia. Cada amostra foi fixada em Dietrich, conservada em álcool 70% e posteriormente analisada. Os tergitos abdominais e as asas foram separadas, montadas em lâminas e depois medidos. As mensurações foram efetuadas com microscópio estereoscópico Wild M5, contendo ocular micrométrica.

Os caracteres medidos foram:

1. comprimento da cabeça
2. largura interorbital inferior
3. largura do mesoscuto
4. número de hâmulos
5. comprimento do segmento 3 do abdome
6. comprimento do segmento 4 do abdome
7. comprimento do segmento 5 do abdome
8. comprimento do segmento 6 do abdome

9. comprimento do segmento 7 do abdome
10. comprimento total do abdome
11. comprimento do basitarso da perna posterior
12. comprimento do escapo da antena

Nas análises estatísticas foram efetuados o cálculo da função discriminante (FISHER, 1938), o cálculo das Distâncias Generalizadas de Mahalanobis (D2) e o método ponderado de agrupamento aos pares pela utilização das médias aritméticas (SNEATH e SOKAL, 1973).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela I, encontram-se as médias e dos desvios padrões obtidos para os 12 caracteres morfológicos nas operárias provenientes das colônias não endocruzadas, das colônias endocruzadas caucasianas e africanizada e das colônias híbridas descendentes de seus cruzamentos.

Os resultados obtidos no cálculo das funções discriminantes, mostraram que para as colônias não endocruzadas os caracteres que apresentaram maior poder de discriminação pela ordem foram: n^{os} 16, 19, 27, 05, 18, 15, 20, 01, 14, 17, 09 e 24, enquanto para as colônias endocruzadas foram: n^{os} 05, 01, 14, 24, 16, 18, 15, 19, 20, 09 e 17. Pode-se observar que os caracteres números 16 - comprimento do segmento 4 do abdome (= 1.515) e o número 5 - largura interorbital inferior (= 3.360), são os melhores para discriminar as abelhas caucasianas e africanizadas em se tratando de abelhas não endocruzadas e endocruzadas respectivamente.

GONÇALVES (1970) comparou, em relação à 64 caracteres da cabeça e tórax, a morfologia externa de abelhas italianas e africanizadas e mostrou que os 5 caracteres mais discriminativos em relação a cabeça eram, largura do labro, comprimento da área malar, distância clipeocelar, comprimento do flagelo e distância alveoloccipital; e os 5 mais discriminantes do tórax eram, comprimento do esporão 2, comprimento da tíbia 1, largura da asa anterior, número de hâmulos, e comprimento da asa posterior. STORT (1979), completou essa pesquisa, mostrando que os caracteres mais discriminativos referentes ao abdome eram, comprimento total do ferrão, comprimento do estilete do ferrão, comprimento do bulbo do ferrão, comprimento total do abdome e comprimento do segmento 4 do abdome.

Os dados obtidos para as abelhas endocruzadas neste trabalho, concordam com os resultados obtidos por FUNARI (1983) que analisou 49 caracteres de diversas subespécies de *Apis mellifera* e amostras coletadas em diferentes regiões do Brasil e mostrou que o caráter de maior poder de discriminação entre elas foi a largura interorbital inferior.

Na Tabela II, encontram-se os valores das Distâncias Generalizadas de Mahalanobis, referentes à comparação dos dados encontrados em abelhas provenientes das colônias não endocruzadas e endocruzadas com os dados obtidos nas abelhas das colônias híbridas. Do total de descendentes analisados, somente 4 (colônias n^{os} 69, 75, 94 e 88) se apresentaram mais próximo da colônia não endocruzada africanizada (aproximadamente 20%). Em relação as colônias endo-

TAB. I - Médias e desvios padrões dos dados obtidos para os caracteres morfológicos.

Caracteres n ^{os}	35-MA		137-MC		76-PA		36-PC		H	
	\bar{X}	S \bar{x}	\bar{X}	S \bar{x}	\bar{X}	S \bar{x}	\bar{X}	S \bar{x}	\bar{X}	S \bar{x}
01	76,400	2,458	81,500	2,605	78,550	1,191	80,700	1,720	79,313	0,870
02	53,100	1,889	56,200	1,126	52,750	0,910	55,600	1,818	54,390	0,538
03	67,950	2,723	68,500	2,724	69,900	2,712	67,550	2,910	66,338	1,073
04	21,600	1,391	21,100	1,803	22,400	1,314	20,450	1,762	21,018	0,580
05	53,750	0,966	55,550	2,327	53,500	1,689	56,250	3,093	53,933	0,948
06	49,900	1,713	51,850	1,663	49,150	0,933	51,050	2,685	50,448	0,775
07	48,800	1,765	50,300	1,559	47,850	1,137	49,450	2,625	49,158	0,817
08	43,400	1,535	50,750	1,860	47,600	1,231	49,550	2,544	48,918	0,771
09	33,600	1,095	34,800	1,239	33,950	1,191	35,050	1,762	34,493	0,800
10	234,570	5,371	243,250	7,643	231,850	4,545	241,350	12,167	237,175	3,843
11	48,350	1,268	49,300	2,386	49,750	1,992	47,750	2,863	48,915	0,818
12	31,400	0,598	32,550	1,145	30,950	0,604	32,100	1,165	32,505	0,376

35-MA - Matriz africanizada; 137-MC - Matriz caucasiana; 76-PA - Parental africanizada; 36-PC - Parental caucasiana; H - Híbridos.

TAB. II - Valores obtidos no cálculo dos D2 de Mahalanobis com relação aos caracteres morfológicos.

H	35-MA	137-MC	76-PA	36-PC
69	4.132	4.163	17.122	13.986
93	5.293	3.438	28.358	13.856
108	6.559	3.254	17.473	12.481
116	4.473	3.407	7.265	6.361
27	4.415	2.655	19.354	10.132
75	5.244	6.001	17.015	14.924
123	7.293	6.527	18.806	37.175
98	5.682	2.975	22.735	20.630
110	18.025	7.254	32.534	14.227
94	3.372	4.366	13.904	5.425
80	8.201	4.477	19.623	13.478
130	5.558	2.250	19.454	11.916
88	9.244	12.308	31.513	34.194
56	6.521	4.747	16.521	13.551
117	12.889	2.884	29.767	6.477
115	8.216	2.156	22.414	13.554
96	11.709	5.626	19.096	17.509
92	8.361	6.823	20.423	18.501
32	5.725	3.134	10.779	5.183
118	11.363	8.462	20.122	27.317

H - híbridos; MA - Matriz Africanizada; 137-MC - Matriz caucasiana; 76-PA - Parental africanizada; 36-PC - Parental caucasiana.

criadas apenas 3 (colônias nºs 123, 88 e 118) estão mais próximas da africanizada. Essa metodologia baseada no cálculo do D2 de Mahalanobis, tem sido utilizada em outras pesquisas, envolvendo abelhas africanizadas. Assim, STORT (1979) verificou com base em 10 caracteres da morfologia externa, que as abelhas italianas e alemãs típicas estão mais próximas entre si, porém se distanciam das africanas típicas.

COSENZA e BATISTA (1972) realizaram trabalho de morfologia em operárias caucasianas e africanizadas em relação ao tamanho do corpo e ao comprimento da glossa e verificaram que esses caracteres são menores nas abelhas africanizadas e que os descendentes F1 desse cruzamento ocuparam uma posição intermediária. Resultados semelhantes ocorreram quando foram comparados zangões e rainhas destas subespécies.

Os valores dos D2 de Mahalanobis, das colônias endocruzadas e dos 20 descendentes híbridos, obtidos a partir de caracteres morfológicos foram reunidos constituindo-se uma matriz de semelhança, a qual foi submetida a análise de agrupamento.

Na figura 1, encontra-se o fenograma que foi construído a partir da análise de agrupamento. Pode ser verificado que os descendentes se assemelham mais entre si do que qualquer um dos dois parentais. Esses descendentes se agrupam em níveis relativamente baixos, o que configura o alto grau de semelhança que possuem.

Em nível bastante mais elevado (22), eles se reúnem ao parental africanizado (P76) e, posteriormente, em nível 32, eles se reúnem ao parental caucasiano (P36). São por conseguinte, mais semelhantes ao parental africanizado do que ao caucasiano. Portanto, este tipo de análise para os 12 caracteres estudados sugere dominância do conjunto de genes da subespécie africanizada.

Esses resultados concordam com os dados obtidos por STORT e BUENO (1985), que estudaram 111 caracteres da morfologia externa de abelhas africanas típicas, alemãs e italianas e de abelhas oriundas de seis regiões do Brasil, mostrando que, de maneira geral, as abelhas híbridas do Brasil estão se africanizando.

Na Tabela III, encontram-se as médias e os desvios padrões para as sete variáveis do comportamento de coleta para as abelhas das colônias não endocruzadas, colônias endocruzadas e colônias híbridas.

Os resultados obtidos pela aplicação da função discriminante, mostraram que, em relação às abelhas não endocruzadas as variáveis mais discriminativas são, pela ordem: peso da abelha, tempo para atingir a fonte, tempo na fonte, peso da carga do papo, tempo para voltar para a colméia, tempo para pousar na fonte e tempo na colméia. NEVES-FERMIANO e STORT (1985) verificaram que o peso da abelha é o caracter mais discriminante entre as abelhas italianas e africanizadas.

Análise semelhante, em relação as abelhas endocruzadas, para as mesmas variáveis mostrou a seguinte ordem de discriminação: tempo para a abelha atingir a fonte, peso da carga do papo, tempo para a abelha pousar na fonte, tempo para voltar para a colmeia, tempo na fonte, tempo na colméia e peso da abelha.

Na Tabela IV, encontram-se os dados obtidos no cálculo dos D2 de Mahalanobis, referentes a comparação dos dados das colônias não endocruzadas e endocruzadas com os dados das colônias híbridas. Tais resultados mostram que, em relação as abelhas não endocruzadas, das 20 colônias híbridas 9 (n^{os} 32, 115, 96, 117, 92, 118, 130, 80 e 93) estão mais próximo das abelhas caucasianas e 11 estão mais próximo das abelhas africanizadas. Em relação às abelhas endocruzadas, pode-se verificar que, dos 20 descendentes analisados, apenas 7 (n^{os} 32, 96, 117, 118, 88, 27 e 116) estão mais próximo do parental caucasiano, o que pode sugerir dominância do conjunto de genes do grupo das africanizadas, para essas variáveis. Há, portanto, diferenças quanto a posição dos híbridos nas comparações das colônias não endocruzadas com as endocruzadas. Essa diferença se deve ao efeito genético do endocruzamento e, também, à ação do meio ambiente.

NEVES-FERMIANO e STORT (1985) utilizando metodologia semelhante, verificaram que a maioria dos descendentes obtidos a partir do cruzamento de machos africanizados com rainhas italianas oriundos de colônias não endocruzadas, se encontram do lado do parental italiano.

Os valores dos D2 das colônias endocruzadas e das 20 colônias descendentes, obtidas a partir das variáveis comportamentais, foram reunidos, constituindo uma matriz de semelhança, a qual foi submetida a análise de agrupamento. Na Figura 2, encontra-se o fenograma que foi construído a partir dessa análise.

Pelo exame deste fenograma, verifica-se a presença de 2 agrupamentos a partir do nível 6. Tais grupos são formados pela unidade P76 (parental africanizado) e H27 e unidades H32 e H108, ficando isoladas as colônias H123 e H116, que se agrupam as demais, ao nível 11 e as colônias H96 e H92, que se unem ao

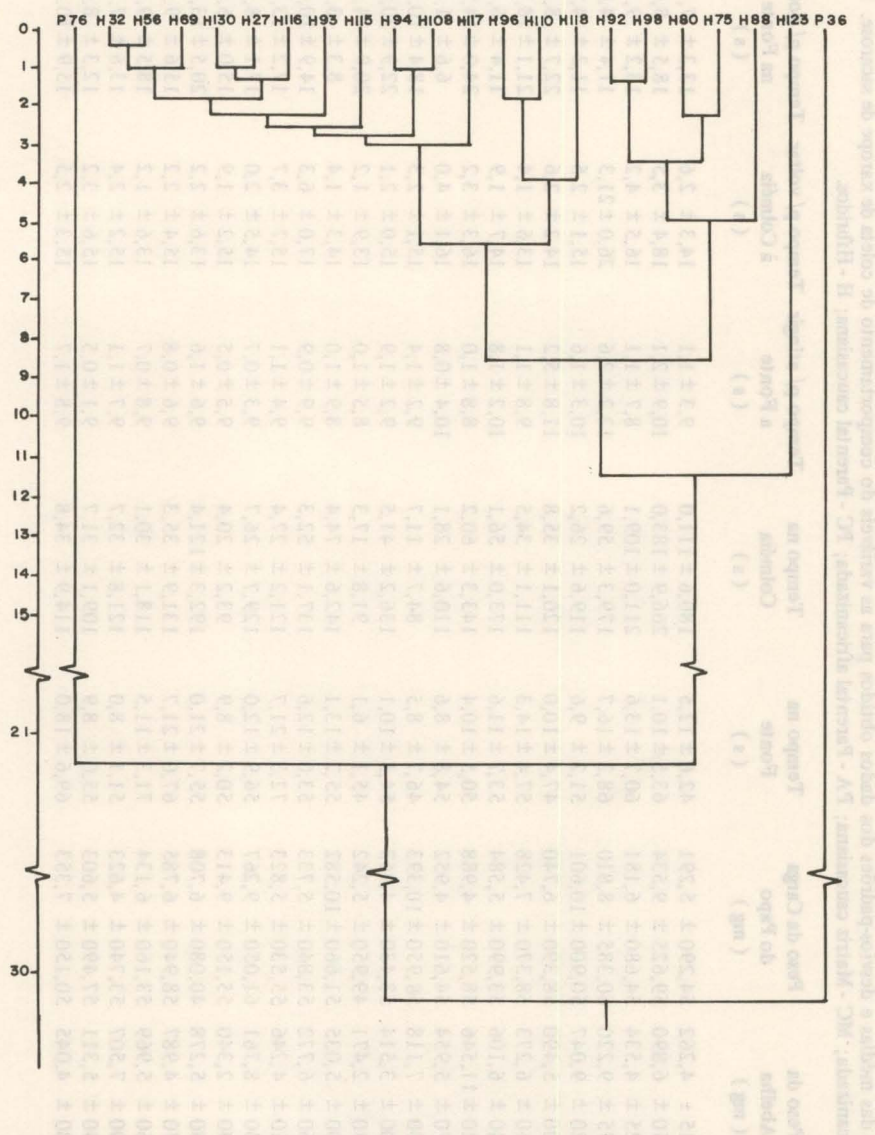


FIG. 1 - Fenograma ilustrativo dos D2 de Mahalanobis, referentes a colônias parentais encruzadas e híbridas, em relação aos caracteres morfológicos. P76 - parental africanizada; P36 - parental caucasiana; H - híbridas.

conjunto no nível 18. Esse resultado mostra que as unidades H75, H80, H94 e H69 se encontram mais próximas do parental africanizado (P76) enquanto que próxima ao parental caucasiano (P36) aparece somente a unidade H27. O grupo

TAB. III — Média das médias e desvios-padrões dos dados obtidos para as variáveis do comportamento de coleta de xarope de sacarose. MA - Matriz africanizada; MC - Matriz caucasiana; PA - Parental africanizada; PC - Parental caucasiana; H - Híbridos.

Colméia n.º	Peso da Abelha (mg)	Peso da Carga do Papo (mg)	Tempo na Fonte (s)	Tempo na Colméia (s)	Tempo p/ atingir a Fonte (s)	Tempo p/ voltar à Colméia (s)	Tempo p/ pousar na Fonte (s)
35-MA	57,715 ± 4,262	54,290 ± 5,291	42,6 ± 12,5	180,6 ± 111,0	9,3 ± 1,1	14,3 ± 2,6	13,3 ± 7,7
137-MC	69,550 ± 6,890	59,625 ± 9,534	63,5 ± 10,1	266,9 ± 183,0	10,9 ± 2,1	18,4 ± 3,5	18,5 ± 8,0
76-PA	57,425 ± 4,534	54,680 ± 6,181	60,7 ± 13,6	211,0 ± 109,1	8,7 ± 1,1	16,5 ± 4,2	13,2 ± 9,7
36-PC	62,775 ± 9,220	60,385 ± 8,810	68,2 ± 16,7	179,3 ± 59,6	12,2 ± 2,6	26,0 ± 21,3	11,4 ± 4,0
94-H	53,220 ± 9,047	50,900 ± 10,601	51,2 ± 9,6	119,6 ± 26,2	10,3 ± 1,6	15,1 ± 2,5	11,2 ± 4,9
110-H	60,500 ± 5,490	58,390 ± 6,740	47,4 ± 10,0	120,1 ± 35,8	11,8 ± 5,2	14,2 ± 2,6	22,7 ± 8,4
98-H	56,650 ± 6,273	58,370 ± 7,428	57,4 ± 14,3	111,1 ± 34,5	9,8 ± 1,1	13,6 ± 1,4	21,1 ± 18,1
27-H	59,740 ± 6,106	53,990 ± 5,584	53,7 ± 11,6	173,0 ± 56,1	10,2 ± 1,8	14,7 ± 1,9	11,4 ± 6,3
69-H	53,920 ± 11,546	58,520 ± 4,988	50,5 ± 10,4	143,3 ± 60,2	8,8 ± 1,0	16,3 ± 3,2	24,0 ± 14,9
116-H	54,270 ± 5,954	54,610 ± 4,952	54,8 ± 8,6	110,6 ± 28,1	10,4 ± 0,8	16,1 ± 4,0	6,6 ± 1,3
108-H	60,030 ± 7,118	58,950 ± 10,393	46,7 ± 8,5	84,7 ± 11,7	9,2 ± 1,4	15,1 ± 2,3	18,4 ± 10,2
93-H	61,800 ± 3,514	53,430 ± 4,943	54,5 ± 10,1	136,2 ± 41,5	9,2 ± 1,9	15,0 ± 2,1	22,9 ± 20,9
123-H	56,140 ± 2,471	49,950 ± 5,242	45,1 ± 6,1	91,8 ± 17,3	8,5 ± 1,0	13,9 ± 1,2	20,9 ± 14,8
75-H	58,200 ± 5,035	51,660 ± 10,582	55,2 ± 13,1	142,6 ± 74,4	8,9 ± 1,0	14,3 ± 1,4	8,3 ± 3,1
88-H	59,960 ± 6,772	53,840 ± 5,733	53,0 ± 12,6	137,1 ± 52,3	9,9 ± 0,9	17,0 ± 6,3	14,9 ± 10,6
115-H	62,410 ± 4,246	55,530 ± 5,823	72,3 ± 21,7	121,2 ± 27,4	9,4 ± 1,1	15,7 ± 3,7	17,2 ± 13,6
32-H	66,330 ± 8,761	61,050 ± 9,267	56,9 ± 12,0	129,7 ± 26,7	9,3 ± 0,7	14,5 ± 2,0	17,1 ± 8,7
118-H	64,290 ± 2,340	55,150 ± 9,413	50,2 ± 8,9	93,2 ± 20,4	9,5 ± 0,5	15,2 ± 1,9	15,0 ± 6,9
92-H	62,180 ± 5,278	40,080 ± 6,708	55,7 ± 21,0	192,3 ± 121,4	9,6 ± 1,6	13,6 ± 2,2	20,5 ± 13,6
117-H	65,870 ± 4,987	58,940 ± 6,785	67,0 ± 21,7	131,9 ± 35,3	9,6 ± 0,8	15,4 ± 2,2	15,6 ± 9,9
96-H	67,060 ± 5,969	53,160 ± 6,134	71,3 ± 11,5	118,1 ± 30,1	9,8 ± 0,7	13,6 ± 1,2	18,5 ± 9,2
56-H	61,900 ± 7,507	53,740 ± 4,623	51,1 ± 8,0	121,8 ± 32,7	9,7 ± 1,1	15,2 ± 2,4	13,6 ± 7,5
130-H	60,940 ± 5,311	57,490 ± 5,603	55,0 ± 8,9	109,1 ± 31,7	9,1 ± 0,5	15,6 ± 3,2	12,3 ± 8,8
80-H	57,580 ± 4,045	50,150 ± 7,353	69,6 ± 18,0	114,9 ± 34,8	9,8 ± 1,7	15,3 ± 2,5	15,9 ± 10,3

s = segundos

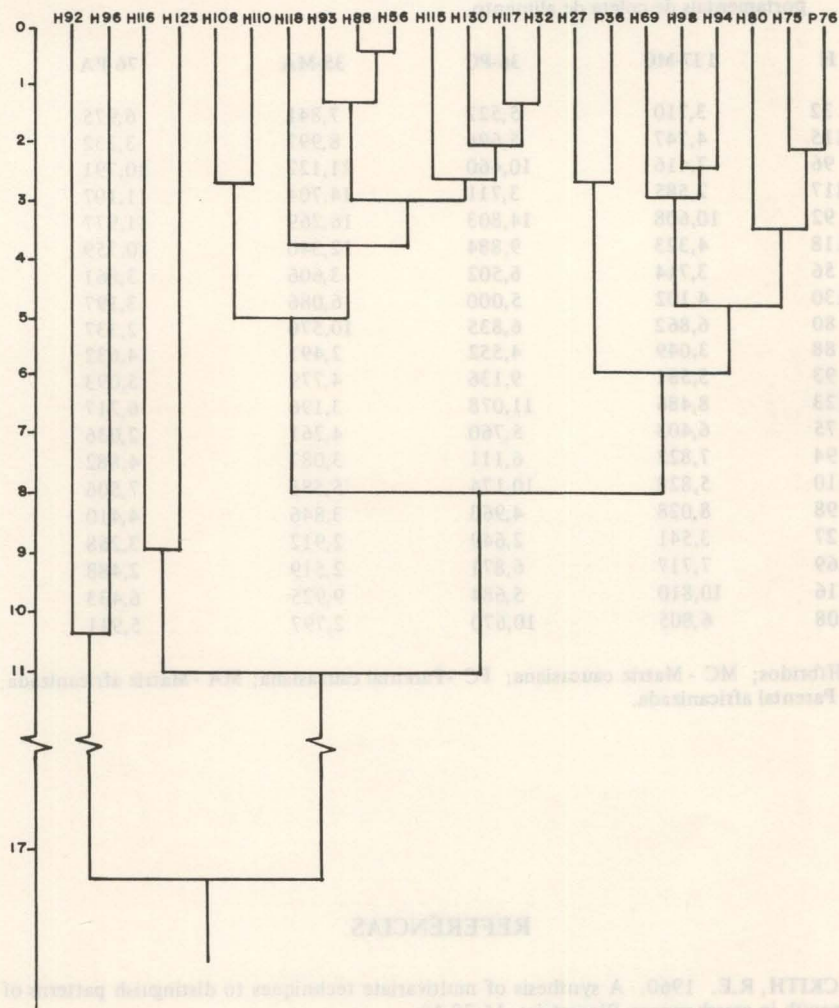


FIG. 2 - Fenograma ilustrativo dos D2 de Mahalanobis, referentes à colônias parentais endocruzadas e híbridas, em relação as variáveis do comportamento de coleta. P76 - parental africanizado; P36 - parental caucasiano; H - híbridos.

H32 e H108 apresenta 10 unidades, que são mais semelhantes entre si do que em relação a qualquer um dos pais. As demais unidades, H96, H92, H123 e H116, aparecem isoladas, de maneira a se agruparem em níveis superiores.

TAB. IV - Valores obtidos no cálculo dos D2 de Mahalanobis em relação às variáveis comportamentais de coleta de alimento.

H	137-MC	36-PC	35-MA	76-PA
32	3,710	5,522	7,841	6,975
115	4,747	5,696	8,997	3,232
96	7,416	10,460	21,122	10,791
117	2,585	3,711	14,704	11,107
92	10,608	14,803	16,269	11,977
118	4,323	9,884	12,340	10,759
56	3,714	6,502	3,606	3,861
130	4,102	5,000	6,086	3,197
80	6,862	6,835	10,570	2,337
88	3,049	4,552	2,491	4,632
93	3,581	9,136	4,779	5,093
123	8,486	11,078	3,196	6,217
75	6,403	5,760	4,261	2,036
94	7,822	6,111	3,087	4,882
110	5,828	10,174	5,588	7,506
98	8,028	4,963	3,846	4,410
27	3,541	2,649	2,912	3,268
69	7,717	6,871	2,519	2,488
116	10,810	5,684	9,925	6,433
108	6,805	10,670	2,797	5,911

H - Híbridos; MC - Matriz caucasiana; PC - Parental caucasiana; MA - Matriz africanizada; PA - Parental africanizada.

REFERÊNCIAS

- BLACKITH, R.E. 1960. A synthesis of multivariate techniques to distinguish patterns of growth in grasshoppers. *Biometrics*, 16:28-40.
- CHAUD-NETTO, J. 1973. Machos diplóides de *Apis*: sua bionomia e contribuição ao problema da determinação do sexo. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, 140p.
- COSENZA, W.G. e J.S. BATISTA. 1972. Morfometria da *Apis mellifera adansonii* (abelha africanizada), da *Apis mellifera caucasica* (abelha caucasiana) e suas híbridas. In: Congr. Brasil. de Apicultura 2, Sete Lagoas, MG. *Anais*, 53-56.
- DALY, H.V. 1978. Discriminant analysis of africanized and european honeybees. In: Simpósio Intern. da Apimondia sobre Apicultura em Clima Quente. Florianópolis - SC. *Anais*, 93-95.

- FISCHER, R.A. 1938. The statistical utilization of multiple measurements. *Ann.Eugenics.*, 8:376-386.
- FUNARI, S.R.C. 1983. Estudo morfométrico de *Apis mellifera* Linné, 1758. Análise de agrupamento e caracteres discriminantes. Dissertação de Mestrado. Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola de Botucatu, UNESP, 80pp.
- GONÇALVES, L.S. 1970. Análise genética do cruzamento entre *A.m. adansonii* e *A.m. ligustica*. Escolha e análise genética de caracteres morfológicos da cabeça e do tórax. Tese de Doutorado, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, 142pp.
- KERR, W.E. 1975. Sex determination in bees. III. Caste determination in *Melipona* and genic control. *Insectes Sociaux*, 24(4):357-368.
- NEVES-FERMIANO, L.H.M. & A.C. STORT. 1985. Study of food-gathering behavior in italian bees (*A.m.ligustica*), in africanized bees, and in descendants of their crossings. *Revta bras. Genet.* VIII, 1, 29-36.
- SNEATH, P.H.A. & R.R. SOKAL. 1973. *Numerical Taxonomy*. W.H. Freeman and Company. São Francisco.
- SOKAL, R.R. & C.D. MICHENER, 1958. A statistical method for evaluating systematic relationships. *Univ. Kansas Sci. Bull*, 38(22):1409-1438.
- STORT, A.C. 1979. Estudo genético de caracteres morfológicos e suas relações com o comportamento de defesa de abelhas do gênero *Apis*. Tese de Livre Docência. Instituto de Biociências de Rio Claro - UNESP. 179pp.
- STORT, A.C. & O.C. BUENO. 1985. Are *Apis mellifera* bees morphologically africanized in Brazil? *Revta bras. Biol.*, 45(3):393-397.