

SYSTEMATICS, MORPHOLOGY AND PHYSIOLOGY

Análise Morfológica da Glândula de Veneno de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) em Populações de Mato Grosso do SulVALESKA M. ARRUDA¹, VALTER V. ALVESJR², MÔNICA M.B. MORAES², JOSÉ CHAUD NETTO¹ E YZEL R. SUÁREZ³¹Depto. Biologia, Instituto de Biociências, Unesp, Av. 24 A, 1515, C. postal 199, 13506-900, Rio Claro, SP
arrudavm@yahoo.com.br²Depto. Ciências Biológicas/DCB, Campus de Dourados, Univ. Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS
C. postal 322, 79825-070, Dourados, MS³Depto. Biologia, Univ. Estadual de Mato Grosso do Sul, UEMS, C. postal 322, 79825-070, Dourados, MS

Neotropical Entomology 36(2):203-209 (2007)Morphologic Analysis of the Venom Gland of *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) in populations of Mato Grosso do Sul, Brazil

ABSTRACT - In *Apis mellifera* L. the venom gland (also called acid gland) is composed of secretory cells that surround a channel that opens into a reservoir devoid of musculature. This gland can present apical branching. In this study the frequency of branched venom glands in Africanized honeybee workers (*A. mellifera*) from eleven localities in the state of Mato Grosso do Sul was recorded. The relations among the length of the main duct, the length of the duct from the reservoir to the beginning of branching, the length of the branched segment (when present) and the total length of the gland were also analyzed. The frequency of branched glands varied from 50% to 83% in the workers, indicating that this characteristic is primitive in those bees. The results of the Analysis of Discriminant Functions indicated significant differences in the morphometrical segments of the venom gland (Wilk's Lambda = 0.092; $F_{(40,55)} = 3.43$; $P < 0.001$), and permitted a differentiation of the populations studied. Using the Mantel test we verified that there does not exist a significant correlation between the morphologic characteristics and the geographical distance between the localities evaluated (Mantel $r = -0.006$, $P = 0.48$). The high frequency of workers with large venom gland in all the apiaries considered makes viable the development of a selection program in order to obtain bees with longer venom glands, aimed at the commercial production of venom by the beekeepers of those localities of Mato Grosso do Sul.

KEY WORDS: Honeybee, acid gland, morphometry

RESUMO - Em *Apis mellifera* L. a glândula de veneno (também conhecida como glândula ácida) é composta por células secretoras que circundam um canal que desemboca num reservatório sem musculatura. A glândula pode apresentar bifurcação apical. Neste trabalho foi registrada a frequência de glândulas de veneno ramificadas em operárias de abelhas africanizadas provenientes de onze localidades do Mato Grosso do Sul. As relações entre o comprimento do ducto principal, o comprimento deste canal desde o reservatório até a inserção da ramificação, comprimento da ramificação (quando presente) e comprimento total da glândula também foram analisadas. A frequência de glândulas ramificadas variou de 50% a 83% nas operárias provenientes das diferentes localidades, indicando que essa característica é plesiomórfica nessas abelhas. Os resultados da análise de funções discriminantes indicaram diferenças significativas na morfometria da glândula de veneno das abelhas das onze localidades (Wilk's Lambda = 0,092; $F_{(40,55)} = 3,43$; $P < 0,001$), permitindo assim uma diferenciação das populações que foram estudadas. Usando-se o teste de Mantel, verificou-se que não existe correlação significativa entre as características morfológicas e as distâncias geográficas para os locais avaliados (Mantel $r = -0,006$; $P = 0,48$). A elevada frequência de operárias com glândula de veneno grande em todos os apiários considerados torna viável o desenvolvimento de um programa de seleção massal dirigida, para a obtenção de abelhas com glândulas de veneno mais longas, visando à produção comercial de veneno pelos apicultores daquelas localidades de Mato Grosso do Sul.

PALAVRAS-CHAVE: Abelha, glândula ácida, morfometria

A abelha melífera (*Apis mellifera* L.) é originária da África, Europa e Ásia Menor e, devido à intervenção do homem, tem sido transportada a diferentes lugares do mundo (Pardo et al. 1988). Na América do Sul, as subespécies *A. mellifera ligustica* Spinola, *A. mellifera mellifera* L. e *A. mellifera iberica* Goetze foram introduzidas entre 1832 e 1839, estabelecendo-se em regiões temperadas, subtropicais e, em menor grau, nas regiões tropicais (Nogueira-Neto 1972, Seeley 1985, Villa 1987).

Em 1956 o pesquisador brasileiro Warwick Estevam Kerr tentou obter uma abelha melífera mais apropriada que as raças que tinham sido trazidas da Europa. Rainhas de abelhas melíferas originárias da África, cujos descendentes supostamente seriam melhor adaptados às condições tropicais do Brasil, foram importadas e introduzidas em colônias experimentais em Piracicaba, SP (Kerr 1967). Em março de 1957, alguns enxames de abelhas africanizadas escaparam da floresta de Camaquan, a 14 km de Rio Claro, invadindo a zona rural brasileira, onde as rainhas se cruzaram com zangões de abelhas melíferas européias que são mais dóceis. Atualmente as abelhas melíferas encontradas na natureza são popularmente conhecidas como abelhas africanizadas, um poli-híbrido resultante de cruzamentos entre *A. mellifera scutellata* Lepeletier e as subespécies *A. m. mellifera*, *A. mellifera iberica*, *A. mellifera caucasica* Gorbachev, *A. mellifera ligustica* e *A. mellifera carnica* Pollmann (Ruttner 1986, Gonçalves & Stort 1994). As abelhas melíferas africanizadas receberam esse nome porque apresentam características semelhantes às da *A. mellifera scutellata* no que se refere à reprodução, ao comportamento de coleta de alimento e à defesa da colônia.

A subespécie africana introduzida no Brasil, bem como os seus híbridos, apresentam capacidade defensiva mais eficiente e bem mais vigorosa do que a das subespécies que aqui existiam antes da introdução (Stort 1972).

O aparelho de ferrão de Hymenoptera Aculeata pode ser dividido em duas partes principais: a primeira delas é constituída por uma estrutura muscular e quitinosa, responsável pela introdução do ferrão e injeção do veneno; a segunda é composta por uma porção glandular responsável pela produção de veneno. Em *A. mellifera*, a porção glandular associada ao ferrão é composta pelas glândulas de Koshewnikow; básica ou de Dufour e ácida ou de veneno (Snodgrass 1956).

A glândula de veneno em *A. mellifera* localiza-se na região posterior do abdome, entre o reto e os ovários. Anatomicamente trata-se de um túbulo excretor fino de comprimento variável, podendo ser bifurcado na região distal e, na proximal, apresenta uma dilatação em forma de saco, denominada reservatório (Hermann & Mullen 1974, Lello 1976). As células secretoras ocupariam apenas a região distal do reservatório (Kerr & Lello 1962). Entretanto, toda a extensão da glândula em indivíduos jovens é secretora, incluindo uma região posterior do saco de veneno (Cruz-Landim et al. 1967, Bridges & Owen 1984).

Assim, a bifurcação, o túbulo único e o reservatório apresentam a mesma constituição celular (Cruz-Landim & Baldissera 1967, Abreu et al. 2005). De acordo com esses autores, a glândula de veneno é formada por duas camadas

celulares de origem ectodérmica: uma interna formada por um epitélio pavimentoso simples, coberto por cutícula na face luminal, e uma externa formada por células secretoras, recobrando o túbulo e/ou, parcialmente, o reservatório.

Segundo Cruz-Landim & Baldissera (1967) e Abreu et al. (2005), o epitélio secretor é formado por células com altura variável, que geralmente são muito baixas no reservatório, quando presentes. Cruz-Landim & Baldissera (1967) verificaram que esse epitélio é mais alto na bifurcação terminal e, no reservatório, sua altura também aumenta com o acúmulo de secreção no interior das células e diminui quando estas entram em fase regressiva.

As células secretoras apresentam pequenos canais internos para a coleta da secreção, os quais estão ligados a um curto canal excretor que descarrega a secreção na luz da glândula, sendo conhecidos como canaliculos intracelulares, embora estejam separados do citoplasma celular pela membrana plasmática (Cruz-Landim & Kitajima 1966).

Kerr & Lello (1962) e Lello (1976) identificaram três regiões distintas no epitélio do reservatório: a região distal é formada por epitélio liso, a região proximal corresponde ao duto secretor e possui um epitélio apresentando muitas dobras transversais irregulares e a região intermediária, onde o epitélio mostra-se dobrado.

Nogueira & Gonçalves (1978) observaram que em abelhas africanizadas recém-emergidas a glândula de veneno é mais homogênea. Em operárias, oito dias após a emergência, ela apresenta desenvolvimento máximo, estando completamente degenerada aos 20 dias de idade.

Nogueira (1976) analisou amostras de 13 ninhos contendo abelhas africanizadas provenientes da região de Ribeirão Preto, SP, e observou variação de 64% a 100% de operárias com glândula de veneno ramificada. Arruda et al. (2005) observaram que 30% das operárias que eles examinaram, na região de Dourados, MS, possuíam glândula ramificada em sua extremidade. De acordo com Funari et al. (2001), as abelhas africanizadas produzem e liberam mais veneno do que as abelhas resultantes do cruzamento entre abelhas africanizadas e italianas ou cárnica, mesmo apresentando reservatório menor.

Lipps & Khan (2001) realizaram testes imunológicos e detectaram a presença de uma quantidade moderada de histamina e mioglobina no veneno de *A. mellifera*, mas ainda não se sabe a função dessas substâncias. De Lima et al. (2000) observaram a ação proteolítica da protease do veneno de *A. mellifera* e sugeriram que a enzima atua no processo de maturação ou na atividade de outros componentes encontrados no veneno, que é uma substância química complexa formada por água, açúcares, aminoácidos, histamina e outros elementos (Arêdes 2000).

Apesar de ser letal para o homem, quando aplicado em grandes proporções, o veneno de abelha é um consagrado medicamento contra diversos distúrbios e problemas (Arêdes 2000). Segundo Guimarães et al. (2004), os componentes do veneno e/ou substâncias liberadas no organismo podem atuar na resistência vascular, contribuindo para alterações na pressão arterial.

Este trabalho teve por objetivo verificar a frequência de operárias de abelhas africanizadas com glândula de

veneno ramificada e analisar as relações entre o tamanho da ramificação, o comprimento do ducto principal, comprimento desse ducto desde o reservatório até a inserção da ramificação e o comprimento glandular total, comparando os dados de populações de onze localidades do Mato Grosso do Sul.

Material e Métodos

Foram coletadas 150 operárias de abelhas africanizadas em cinco colônias distintas (30 indivíduos por colônia) provenientes de apiários situados em cada uma das seguintes localidades do Mato Grosso do Sul: Amambai, Brasilândia, Cassilândia, Campo Grande, Corumbá, Costa Rica, Dourados, Jardim, Miranda, Nova Andradina e Rio Negro.

As abelhas coletadas foram fixadas em Dietrich (30 ml de álcool etílico a 96%, 10 ml de formaldeído, 2 ml de ácido acético glacial e 60 ml de água destilada) por 24h (Beçak & Paulete 1976), sendo posteriormente mantidas em álcool etílico a 70% até o momento da dissecação.

A glândula ácida ou de veneno pode apresentar-se com ramificação (bifurcada) ou sem ramificação (simples). A morfologia da glândula foi avaliada quanto ao comprimento do ducto principal da glândula (CD); comprimento do ducto principal, desde o reservatório da glândula ácida até a inserção da ramificação (CDI); comprimento da ramificação (CR), e comprimento glandular total (CT), que inclui o ducto principal e a ramificação, quando presente (Fig.1).

Realizou-se a análise de variância (ANOVA) e posteriormente o teste de Tukey, com $\alpha = 0,05$, para comparar as variáveis morfológicas da glândula de veneno, entre as abelhas pertencentes às colônias de cada localidade.

Utilizou-se a análise de funções discriminantes ou

“análise de variáveis canônicas”, para testar a significância das diferenças entre os parâmetros morfométricos para as onze localidades consideradas. O objetivo dessa análise foi substituir o conjunto original das diversas mensurações por combinações lineares das variáveis, a fim de expressá-las em um menor número possível de caracteres para melhorar a discriminação (diferenciação) dos grupos definidos.

A eficiência na diferenciação entre os grupos é dada pelo coeficiente de Wilk’s Lambda, com variação de 1 (nenhum poder discriminante) até zero (perfeito poder discriminante), que permite a determinação da variável morfométrica com maior poder de discriminação.

A matriz de Mahalanobis foi utilizada para a realização de uma análise de agrupamento, por meio do método de ligação UPGMA (Unweighted Pair Group Method Average), permitindo visualizar a similaridade entre as populações das diferentes localidades.

A matriz de distância geográfica entre os locais foi obtida pela plotagem e localização das regiões em uma base cartográfica (1:1.000.000), permitindo verificar a existência de variação dos padrões morfológicos por meio de geografia espacial.

Resultados e Discussão

De acordo com os resultados obtidos (ANOVA) para as abelhas de cada localidade, as variáveis: comprimento do ducto principal (CD), comprimento do ducto desde o reservatório até a inserção da ramificação (CDI), comprimento da ramificação (CR) e comprimento glandular total (CT) não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) entre si, para as abelhas das localidades de Amambai e Miranda. Esses resultados se assemelham aos de Oliveira Jr.

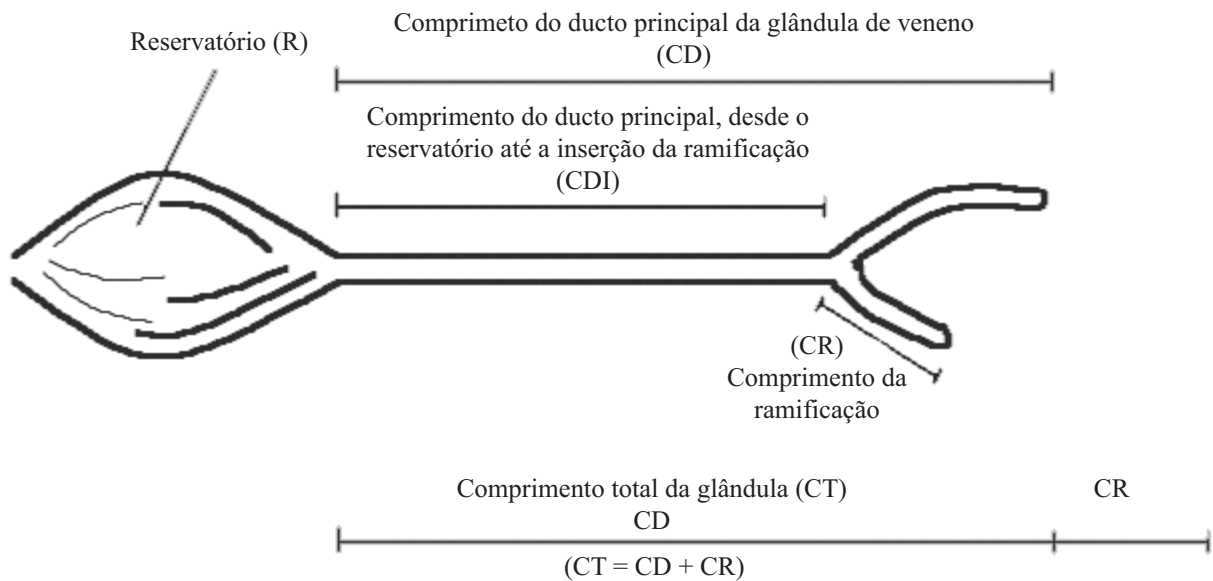


Fig. 1. Esquema da glândula de veneno em operárias de *A. mellifera* apresentando as regiões morfológicas aferidas (ilustrado por V. M. Arruda).

et al. (2000) os quais propuseram que, para a variabilidade intra-populacional, a seleção normalizante favorece indivíduos mais adaptados, que constituem o tipo mais comum encontrado em cada população.

Entretanto, as variáveis morfométricas das abelhas das localidades de Cassilândia, Corumbá, Dourados, Jardim e Nova Andradina (CD, CDI, CR e CT), Brasilândia e Costa Rica (CD, CDI e CT), Rio Negro (CD, CDI e CR) e Campo Grande (CDI e CR) apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$) entre si, indicando heterogeneidade morfométrica entre as glândulas de veneno dessas abelhas.

As abelhas de Dourados apresentaram os menores valores para as variáveis morfológicas avaliadas, enquanto que os maiores valores foram registrados para as abelhas de Cassilândia. Portanto, as abelhas de Dourados seriam menos apropriadas para a exploração comercial do veneno (Tabela 1), uma vez que segundo Brizola-Bonacina et al. (2006) a produção de veneno é diretamente proporcional ao comprimento glandular total.

A presença de ramificação na glândula de veneno em Hymenoptera é considerada um caráter plesiomórfico ainda mantido por algumas espécies e, quanto maior é o número de filamentos glandulares ou quanto mais próximo do reservatório ocorrer a união desses filamentos com o canal central, maior seria o grau de ancestralidade, uma vez que a tendência evolutiva seria a perda das ramificações (Kerr & Lello 1962, Robertson 1968).

Considerando-se que para cada uma das onze localidades analisadas mais de 50% dos indivíduos avaliados apresentaram glândula de veneno ramificada (Fig. 2), este fenótipo representaria uma característica ancestral.

Os resultados da análise de funções discriminantes indicaram diferenças significativas na morfometria da glândula de veneno entre as abelhas das onze localidades analisadas (Wilk's Lambda = 0,092; $F_{(40,55)} = 3,43$; $P < 0,001$),

permitindo diferenciar as populações das localidades.

A primeira raiz canônica (Raiz $_1$), com coeficientes superiores a 0,90, explicou as variações na morfologia da glândula de veneno em 80% dos casos (CT, CD e CDI), evidenciando que essas variáveis são as mais importantes na diferenciação entre as populações das onze localidades analisadas. Entretanto, a semelhança entre os valores observados sugere que essas secções morfológicas variam concomitantemente e em conjunto, enquanto que os demais 20% (CR) foram explicados pela Raiz $_2$ com coeficiente de 0,84 (Tabela 2).

A análise de agrupamento das colônias, desenvolvida a partir da matriz de distâncias generalizadas de Mahalanobis, indicou a formação de quatro agrupamentos regionais: A - Campo Grande, Cassilândia, Costa Rica, Brasilândia, Corumbá, Nova Andradina e Rio Negro; B - Jardim e Amambai; C - Miranda e D - Dourados (Fig. 3).

Os agrupamentos A, B e C concentram-se principalmente na Região Sudeste e na Central do estado e referem-se às abelhas com glândulas mais semelhantes entre si, quando comparadas com aquelas do agrupamento D.

As abelhas que caracterizaram o agrupamento A, concentraram-se principalmente na Região Norte do estado, desde o Leste até a Região Oeste, próximo à Bolívia.

O agrupamento D foi o mais diferenciado, pois as abelhas dessa região apresentaram os menores valores médios para todas as variáveis analisadas. Os demais agrupamentos (A, B e C) apresentaram áreas de sobreposição (Fig. 4), uma vez que os valores médios obtidos na avaliação morfométrica foram maiores e mais próximos entre si (Tabela 1). Entretanto, o resultado do teste de Mantel, indicou que não existe correlação significativa entre as características morfológicas da glândula de veneno e as distâncias geográficas para as localidades analisadas (Mantel $r = -0,006$; $P = 0,48$).

Tabela 1. Comprimentos médios (mm) e respectivos desvios padrões de cada secção morfológica avaliada na glândula de veneno de operárias de *A. mellifera* provenientes de onze localidades de Mato Grosso do Sul.

Localidade	Ducto principal	Ramificação	Ducto desde o reservatório até inserção da ramificação	Comprimento glandular total
Amambai	12,8 ± 0,85	0,7 ± 0,10	11,6 ± 0,52	13,5 ± 0,85
Brasilândia	14,8 ± 1,34	0,6 ± 0,12	13,9 ± 1,37	15,4 ± 1,39
Cassilândia	18,6 ± 1,62	1,1 ± 0,76	16,6 ± 1,42	19,7 ± 2,06
Campo Grande	16,7 ± 1,07	0,8 ± 0,48	15,9 ± 1,75	17,6 ± 0,68
Corumbá	15,5 ± 2,47	0,5 ± 0,29	14,4 ± 2,15	16,0 ± 2,73
Costa Rica	15,5 ± 1,44	0,9 ± 0,18	14,2 ± 1,60	16,4 ± 1,33
Dourados	7,3 ± 0,99	0,3 ± 0,12	6,8 ± 1,04	7,6 ± 1,03
Jardim	12,4 ± 1,89	0,5 ± 0,19	11,6 ± 1,77	12,9 ± 1,86
Miranda	14,7 ± 0,66	0,6 ± 0,081	13,6 ± 0,68	15,4 ± 0,63
Nova Andradina	16,5 ± 4,12	0,5 ± 0,27	15,4 ± 2,61	17,0 ± 3,15
Rio Negro	15,6 ± 0,73	0,4 ± 0,23	15,2 ± 0,95	16,0 ± 0,58

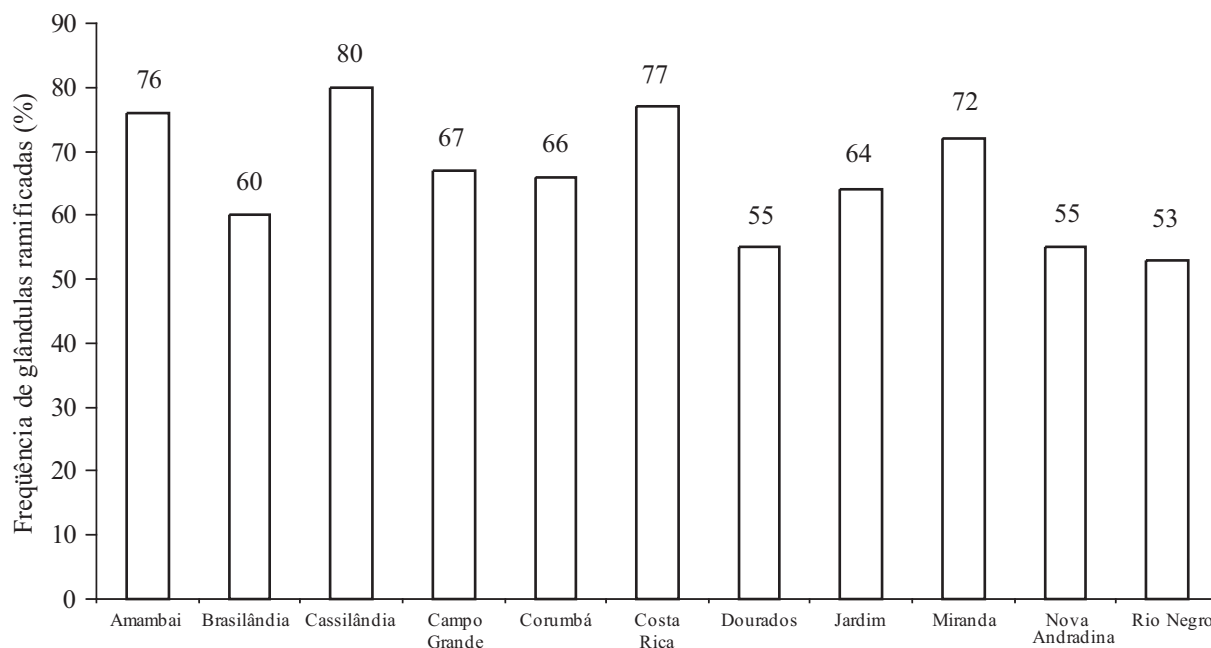


Fig. 2. Frequência de glândulas ramificadas em operárias *A. mellifera* para as colônias analisadas nas onze localidades avaliadas do Mato Grosso do Sul.

As abelhas das colônias provenientes de Dourados apresentaram glândula com comprimento total inferior a 8,15 mm, que podem ser consideradas pequenas, segundo os critérios utilizados por Arruda *et al.* (2006). Por outro lado, as abelhas das colônias das demais localidades (Amambai, Brasilândia, Cassilândia, Campo Grande, Corumbá, Costa Rica, Jardim, Miranda, Nova Andradina e Rio Negro), apresentaram glândulas de veneno grandes (maiores que 8,15 mm).

Os agrupamentos A, B e C apresentaram áreas de sobreposição (Fig.4) e abrangeram praticamente todo o Mato Grosso do Sul. Nos três grupos consideramos predominou o fenótipo glândula grande.

Esses resultados indicam uma predominância de populações com características fenotípicas semelhantes, em dez das onze localidades consideradas. A elevada frequência de operárias

com glândulas de veneno grande nas localidades estudadas (Amambai, Brasilândia, Cassilândia, Campo Grande, Corumbá, Costa Rica, Jardim, Miranda, Nova Andradina e Rio Negro) torna viável o desenvolvimento de um programa de seleção massal dirigida, para a obtenção de abelhas com glândulas de veneno mais longas, visando à produção comercial de veneno pelos apicultores do Pantanal Sul-Mato-Grossense.

Essas observações são concordantes com aquelas feitas em operárias de *A. mellifera* africanizadas, originárias da região do pantanal Sul-Mato-Grossense, onde a maioria das populações analisadas era composta por abelhas com glândula grande (Arruda *et al.* 2006).

O isolamento do agrupamento D (Fig. 4), constituído por operárias com glândulas pequenas, observadas apenas na região de Dourados, sugere a formação de um “bolsão genético” diferente dentro do Mato Grosso do Sul.

Tabela 2. Coeficientes Canônicos da Análise de Funções Discriminantes para variáveis morfométricas da glândula de veneno de operárias de *A. mellifera* considerando-se as onze localidades avaliadas no estado de Mato Grosso do Sul.

Variáveis	Raiz ₁	Raiz ₂
Comprimento do ducto desde o reservatório até a inserção da ramificação	0,953353	-0,29328
Comprimento da ramificação	0,540218	0,841358
Comprimento do ducto principal	0,989623	-0,13783
Comprimento glandular total	0,998454	-0,03858
Variável explicativa	3,176981	0,814381
Percentual da explicação dos fatores	0,794245	0,203595

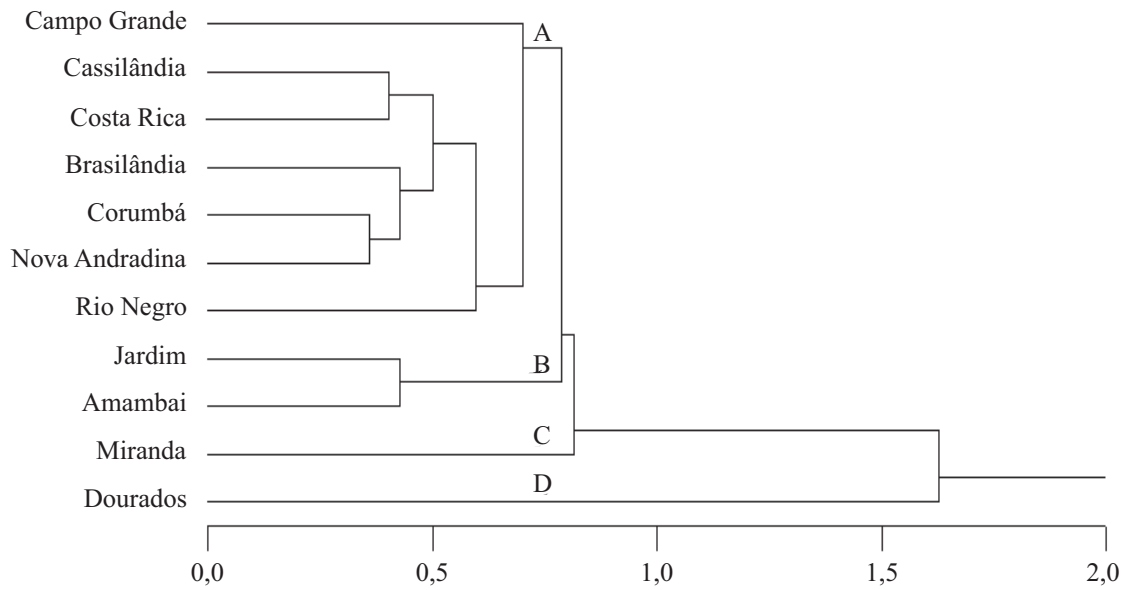


Fig. 3. Dendrograma de similaridade resultante da análise morfológica da glândula de veneno em operárias de *A. mellifera* considerando-se onze localidades do Mato Grosso do Sul.

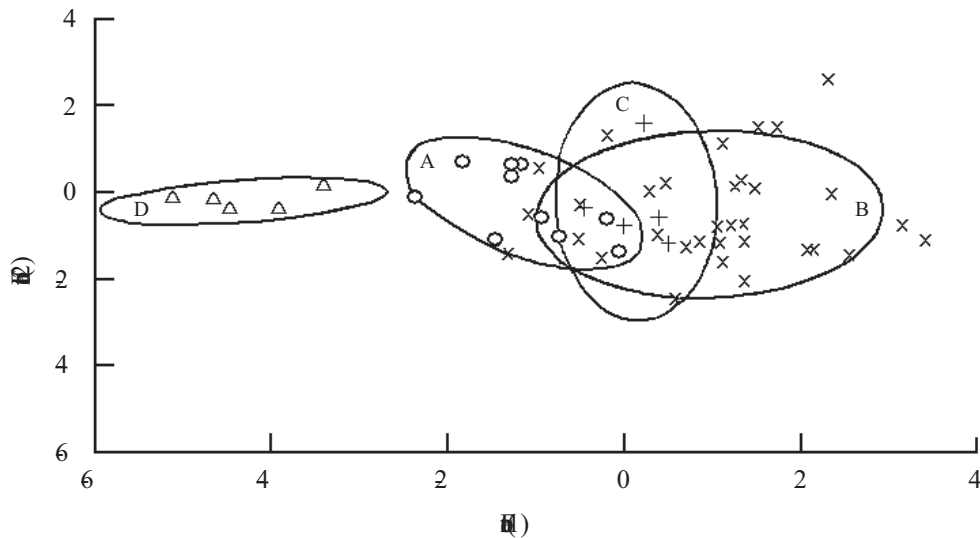


Fig. 4. Agrupamentos resultantes da Análise de Funções Discriminantes, de acordo com a Raiz F_1 , e áreas de sobreposição entre os mesmos.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Embrapa Pantanal (Fazenda Nhumirim), à Unidade de Cassilândia da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul e aos apicultores, pelo fornecimento das abelhas. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudo concedida ao primeiro autor.

Referências

- Abreu, R.M.M., F.H. Caetano, R.L.M.S. Moraes & M.I. Camargo-Mathias. 2005. Ultramorphology and histology of the venom gland of workers of *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae) before and after an electrical shock treatment. *Sociobiology* 46: 289-298.
- Arêdes, M. 2000. Apitoxina: O veneno que cura. *Escala Rural* 17: 50-54.

- Arruda, V.M., V.V. Alves Jr & J. Chaud Netto. 2006. Morphometric Analysis of the venom gland in worker bees of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) from the Pantanal Region of Mato Grosso do Sul. *Sociobiology* 47: 859-872.
- Arruda, V.M., V.V. Alves Jr & M.M.B.M.V. Alves. 2005. Análise morfológica e variações fenotípicas observadas na glândula ácida em operárias de *Apis mellifera* L. (1758) africanizadas (HYM.: Apidae) na região de Dourados – Mato Grosso do Sul, Brasil. *Biotemas* 18: 99-115.
- Beçak, W. & J. Paulete. 1976. Técnicas de citologia e histologia. Livros Técnicos Ltda., Rio de Janeiro, Brasil, v. 1, 574p.
- Bridges, A.R. & M.D. Owen. 1984. The morphology of the honey bee (*Apis mellifera* L.) venom gland and reservoir. *J. Morphol.* 181: 69-86.
- Brizola-Bonacina, A.K., V.V. Alves Jr & M.M.B. Moraes. 2006. Relação entre o tamanho da glândula ácida e a quantidade de veneno produzido em abelha africanizada, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae), na região de Dourados, MS. *Neotrop. Entomol.* 35: 210-214.
- Cruz-Landim, C. & S. Baldissera. 1967. Diferenças entre as glândulas veneníferas da rainha e das operárias de *Apis mellifera*. *Cienc. Cult.* 19: 556-561.
- Cruz-Landim, C., S. Baldissera & D. Beig. 1967. Degeneração da glândula de veneno de *Apis* durante o verão e inverno. *Rev. Bras. Biol.* 27: 355-361.
- Cruz-Landim, C. & E.W. Kitajima. 1966. Ultraestrutura do aparelho venenífero de *Apis* (Hymenoptera, Apidae). *Mem. Inst. Butantan: Simp. Inter.* 33: 701.
- Funari S.R.C., P.R. Zeidler, H.C. Rocha & J.M. Sforcin. 2001. Venom production in Africanized honeybees (*Apis mellifera*) and Africanized-European hybrids. *J. Venom. Anim. Toxins* 7: 190-198.
- Gonçalves, L.S. & A.C. Stort. 1994. A africanização das abelhas *Apis mellifera* nas Américas-II, p.49-63. In B. Barraviera (ed.), *Venenos animais: Uma visão integrada*. Rio de Janeiro, EPUC, 387p.
- Guimarães, J.V., R.S. Costa, B.H. Machado & M.A. Reis. 2004. Cardiovascular profile after intravenous injection of Africanized bee venom in aware rats. *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo* 46: 55-58.
- Hermann, H.R. & M.A. Mullen. 1974. The hymenopterous poison apparatus. XI. *Xylocopa virginica* (Hymenoptera: Xylocopidae). *J. Ga. Entomol. Soc.* 9: 246-252.
- Kerr, W.E. 1967. The history of the introduction of African bees to Brazil. *South. Afric. Bee J.* 39: 3-5.
- Kerr, W.E. & E. Lello. 1962. Sting glands in stingless bees: A vestigial character (Hym.: Apidae), *J. N. Y. Entomol. Soc.* 70: 190-214.
- Lello, E. 1976. Adnexal glands of the sting apparatus of bees. *Anatomy and histology: V. (Hymenoptera, Apidae)*. *J. Kans. Entomol. Soc.* 49: 85-99.
- Lima, P.R.M. De, M.R. Brochetto-Braga & J. Chaud Netto. 2000. Proteolytic activity of Africanized honeybee (*Apis mellifera*: Hymenoptera, Apidae) venom. *J. Venom. Anim. Toxins* 6: 64-76.
- Lipps B.V. & A.A. Khan. 2001. The presence of pharmacological substances myoglobin and histamine in venoms. *J. Venom. Anim. Toxins* 7: 45-55.
- Nogueira Neto, P. 1972. Notas sobre a história da apicultura brasileira, p.17-32. In J.M.F. Camargo (org.), *Manual de apicultura*. Piracicaba, Editora Agronômica Ceres Ltda, 252p.
- Nogueira, R.H.F. 1976. Estudo e seleção para redução do tamanho da glândula ácida de *Apis mellifera* (abelhas africanizadas) (Hym.: Apidae). Dissertação de Mestrado, Faculdade de Medicina, USP, Ribeirão Preto, SP, 98p.
- Nogueira, R.H.F. & L.S. Gonçalves. 1978. Nota prévia sobre a seleção unidirecional para redução do tamanho da glândula ácida de *Apis mellifera*. *Apiário* 4: 51-59.
- Oliveira Jr, W.P., M.A.M. Brandeburgo & M.T. Marcolino. 2000. Morphometrics and adaptatives aspects in africanized honeybees (*Apis mellifera*). *Rev. Bras. Biol.* 60: 307-314.
- Pardo, A.M., M.C. Cortes, D.P. Armstrong, E.A.M. Orellana, G.M. Soto & J.P. Prieto. 1988. Manejo y control de la abeja africanizada. El Salvador, 229p.
- Robertson, P.L. 1968. A morphological and functional study of the venom apparatus representatives of some major groups of Hymenoptera. *Aust. J. Zool.* 1: 133-166.
- Ruttner, F. 1986. Geographical variability and classification, p.23-56. In T.E. Rinderer (ed.), *Bee genetics and breeding*. Orlando, Academic Press, 282p.
- Seeley, T.D. 1985. *Honeybee ecology: A study of adaptation in social life*. Princ. Univ. Press, New Jersey, USA, 201p.
- Snodgrass, R.C. 1956. *Anatomy of the honey bee*. Comstock Publishing, New York, USA, 334p.
- Stort, A.C. 1972. Estudo genético da agressividade de *Apis mellifera*. *Cien. Cult.* 24: 208.
- Villa, J.D. 1987. Africanized and European colony conditions at different elevations in Colombia. *Am. Bee J.* 127: 7-53.

Received 23/VI/05. Accepted 28/VIII/06.