

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

Valeska Marques Arruda*
Valter Vieira Alves Júnior
Mônica Maria Bueno de Moraes

Departamento de Ciências Biológicas – DCB – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul Campus Universitário de Dourados – Unidade II, Rodovia Dourados/Ithaum Km 12
Caixa Postal 322 – CEP: 79.825-070, Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil

*Autora para correspondência
varruda@ceud.ufms.br

Submetido em 30/11/2004

Aceito para publicação em 03/05/2005

Resumo

Em *Apis mellifera* a glândula ácida pode apresentar bifurcação apical. É composta por células secretoras que circundam um canal que desemboca num reservatório sem musculatura. Procurou-se avaliar a morfologia da glândula em operárias de colônias geneticamente distintas, quanto à presença e tamanho da ramificação; comprimento do ducto principal; comprimento do reservatório até a ramificação e o comprimento total glandular. Observou-se que a presença da ramificação variou de 30% a 76% com $\bar{X} = 59 \pm 11,5\%$ e seu comprimento de $0,13\text{mm} \pm 0,24\text{mm}$ a $1,03\text{mm} \pm 1,54\text{mm}$ e $\bar{X} = 0,53 \pm 0,27\text{mm}$; a variação do tamanho do ducto principal foi de $5,97\text{mm} \pm$

1,61mm a 20,95mm \pm 6,66mm e $\bar{X} = 12,3 \pm 5,7$ mm; e do reservatório até a ramificação de 5,52mm \pm 1,84mm a 19,53mm \pm 6,42mm com $\bar{X} = 11,42 \pm 5,31$ mm, e o comprimento glandular total ficou entre 6,22mm \pm 1,60mm e 21,98mm \pm 7,40mm e $\bar{X} = 12,86 \pm 5,88$ mm. Evidenciou-se grande variabilidade fenotípica. As amostras apresentaram ramificação em pelo menos 30% dos indivíduos, sendo essa característica, considerada de primitividade. Entretanto, glândulas sem ramificação sugerem evolução nesse sentido para esse caráter nas abelhas da região. Quanto às características genéticas da glândula, 31% das colônias apresentam operárias com glândulas de veneno pequenas: genótipo homozigoto recessivo $g^{m1}g^{m1}$ e $g^{m2}g^{m2}$; em 69% as operárias apresentaram glândulas grandes em heterozigose $G^{m2}g^{m1}$ e homozigose dominante $G^{m1}G^{m1}$, $G^{m2}G^{m2}$. Esses resultados indicam concentração de abelhas com glândula ácida grande na região, favorecendo um processo de seleção para a produção de veneno.

Unitermos: glândula ácida, abelhas, *Apis mellifera*

Abstract

Morphologic analysis and phenotypic variations observed in the acid glands of *Apis mellifera* L. (1758) africanized worker bees (HYM.: Apidae) in the region of Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil. In *Apis mellifera*, the acid gland can present atypical branching. It is composed of secretor cells that surround a canal leading into a non-muscular reservoir. We proposed to evaluate the morphology of the gland in worker bees of genetically distinct colonies, in terms of the presence and size of branching, the length of the main duct of the reservoir up to the branching point, and the total length of the gland. It was observed that the presence of branching varied from 30% to 76% with $\bar{X} = 59\% \pm 11.5\%$, and its length varied from 0.13mm \pm 0.24mm to 1.03mm \pm 1.54mm with $\bar{X} = 0.53$ mm \pm

0.27mm; the variation in size of the main duct was from 5.97mm \pm 1.61mm to 20.95mm \pm 6.66mm with \bar{X} = 12.3mm \pm 5.7mm; the distance from the reservoir to the branching point was from 5.52mm \pm 1.84mm to 19.53mm \pm 6.42mm with \bar{X} = 11.42mm \pm 5.31mm, and the total length of the gland varied from 6.22mm \pm 1.60mm and 21.98mm \pm 7.40mm with \bar{X} = 12.86mm \pm 5.88mm. A large phenotypic variation was evident. The samples presented branching in at least 30% of the individuals, this characteristic being considered primitive. However, glands without branching suggest an evolution in that direction for this type of bee in the region. Concerning the genetic characteristics of the gland, in 31% of the colonies the workers presented small poison glands, genotype recessive homozygotes $g^{m1}g^{m1}$ and $g^{m2}g^{m2}$; in 69%, the workers presented large glands in heterozygote $G^{m2}g^{m1}$ and dominant homozygotes $G^{m1}G^{m1}$ and $G^{m2}G^{m2}$. These results indicate a concentration of bees with large acid glands in the region, favoring a selection process for the production of poison.

Key words: acid gland, bees, *Apis mellifera*

Introdução

Na América do Sul a abelha melífera (*Apis mellifera* L.), principalmente as subespécies *Apis mellifera ligustica*, *Apis mellifera mellifera* e *Apis mellifera iberica* foram introduzidas por volta do século XVII, estabelecendo-se em regiões temperadas, subtropicais e em menor grau nas regiões tropicais (Seeley, 1985 e Villa, 1987).

Na década de 50 o Brasil ocupava o 27º lugar na produção de mel, apesar das ótimas condições apícolas que possuía. Procurando melhorar essa situação, uma comissão chefiada pelo professor Dr. Warwick Estevam Kerr, foi requisitada para buscar uma abelha mais produtiva e melhor adaptada às condições tropicais do país. Assim, em 1956 essa equipe trouxe para o

Brasil 47 rainhas de abelhas africanas *Apis mellifera scutellata* (Kerr, 1967 e Morini, 1990).

A subespécie africana introduzida no Brasil, bem como os seus híbridos, apresentam uma capacidade defensiva de grande intensidade, bem mais vigorosa quando comparada com as outras subespécies que já existiam no Brasil (Stort, 1971).

Segundo Snodgrass (1956) o aparelho ferroador dos Aculeata, pode ser dividido em duas partes principais: a primeira é constituída por uma estrutura muscular e quitinosa responsável pela introdução do ferrão e a injeção do veneno; a segunda, composta por uma porção glandular responsável pela produção de veneno.

A glândula de veneno em *A. mellifera* localiza-se na região posterior do abdômen, entre o reto e os ovários. Histologicamente 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 denominado reservatório (Lello, 1968 apud Cruz-Landim e Abdalla, 2002; Hermann e Mullen, 1974). Segundo Snodgrass (1956), a bifurcação final pode ser considerada como a glândula propriamente dita, e o túbulo único que a liga ao reservatório, como o canal excretor. No entanto, a bifurcação, o túbulo único e inclusive o reservatório apresentam a mesma constituição celular (Cruz-Landim e Kitajima, 1966; Cruz-Landim e Baldissera, 1967; Abreu, 1996). De acordo esses autores, ao longo de toda a glândula de veneno encontram-se duas camadas celulares formadas por células epiteliais de origem ectodérmica: a camada íntima formada por um epitélio pavimentoso simples, coberto na face luminal por cutícula, a qual apresenta uma camada epicuticular distinta e uma endocutícula multilaminada, e externamente a esta camada está o epitélio glandular que recobre a íntima ao longo de todo o túbulo glandular e muitas vezes também do reservatório, de forma total ou parcial neste caso. Ainda conforme os mesmo autores o epitélio secretor

é formado por células com altura variável, sendo geralmente muito baixas no reservatório (quando presentes). Segundo Cruz-Landim e Baldissera (1967) o epitélio secretor é mais alto na bifurcação terminal e muito baixo no reservatório, mas a sua altura também aumenta pelo acúmulo de secreção no interior das células e diminui quando estas entram em fase regressiva.

Em *A. mellifera*, as células secretoras ocupam apenas a região distal do reservatório (Kerr e Lello, 1962). Entretanto, Cruz-Landim e Kitajima (1966) verificaram que toda a extensão da glândula em indivíduos jovens é secretora, incluindo uma região posterior do saco de veneno. Posteriormente, outros trabalhos reforçaram essa afirmativa, tais como Cruz-Landim et al. (1967), Bridges e Owen (1984) ao estudar a morfologia das glândulas de veneno com microscopia eletrônica.

Nogueira (1976) verificou que em abelhas africanizadas, o desenvolvimento máximo da glândula ocorre em operárias com 8 dias de idade pós-emergência, e que estão completamente degeneradas aos 20 dias, sendo que em indivíduos recém-emergidos essa estrutura apresenta-se com o desenvolvimento mais homogêneo.

Segundo Owen (1983) o comprimento da glândula de veneno não varia com a idade do indivíduo. Esse mesmo autor registrou um tamanho médio de $11,7\text{mm} \pm 2,2\text{mm}$ para as glândulas de operárias de *A. m. adansonii*.

Alves-Junior (1987) desenvolveu um programa de seleção e reduziu em 54% o comprimento médio da glândula de veneno em operárias de abelhas africanizadas, tendo demonstrado ainda que o tamanho da glândula influencia na quantidade de veneno encontrado no reservatório de operárias com 28 dias de idade pós-emergência.

Ainda Nogueira (1976) e Alves-Junior (1987) observaram que 50% das operárias são portadoras de glândula com alguma

ramificação em sua extremidade, em abelhas africanizadas de diferentes colônias na região de Rio Claro, SP.

Dessa forma, os objetivos deste trabalho foram: verificar a frequência de ramificações na glândula de veneno em diferentes populações de abelhas africanizadas na região de Dourados-MS; analisar as relações entre o tamanho da ramificação e o comprimento total da glândula e determinar os prováveis genótipos observados nas diferentes populações analisadas.

Material e Métodos

Foram coletadas 30 operárias recém-emergidas de cada uma das 13 colônias de abelhas africanizadas capturadas em diferentes locais, provenientes do apiário Flor Selvagem, situado nas imediações da cidade de Dourados-MS (Fazenda Azulão, Rodovia MS 162, Km 22, no sentido Dourados-Maracajú; 22° 12' 5", 54° 54' W-Gr., 430m de altitude – Global Positioning System), próximo a UFMS/Unidade II.

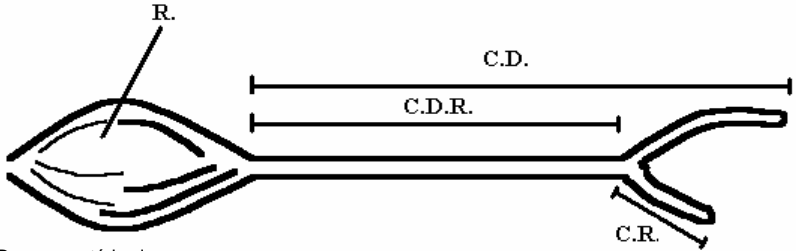
As abelhas coletadas foram fixadas em Dietrich por 24 horas, de acordo com Beçak e Paulete (1976), sendo posteriormente mantidas em álcool 70% até o momento da dissecação nos laboratórios do Departamento de Ciências Biológicas-DCB/UFMS/Campus Universitário de Dourados, Unidade II.

As operárias foram presas dorso-ventralmente e os esternitos seccionados na sua região mediana para que a glândula de veneno pudesse ser extraída sem se romper.

Após sua extração, a glândula foi disposta retilinearmente sobre uma lâmina histológica contendo uma fina camada de esmalte incolor para sua fixação. Após a secagem do esmalte a glândula foi medida com auxílio de uma ocular micrométrica inserida em um estereomicroscópio ZEISS, com aumento de 24 vezes.

Nessa glândula, que pode apresentar-se com ramificação extra (bifurcada) ou sem ramificação (simples), a morfologia foi

avaliada quanto ao comprimento do ducto glandular principal; comprimento do ducto principal da glândula ácida até a ramificação, comprimento da ramificação extra (quando presente) e, tamanho total da porção secretora da glândula, que inclui o ducto principal e a ramificação, quando presente (Figura 1).



R.: reservatório de veneno.

C.D.: Comprimento do ducto principal da glândula ácida.

C.R.: Comprimento da ramificação extra.

C.D.R.: Comprimento do ducto principal da glândula ácida até a ramificação.

C.T.: Comprimento glandular total (ducto principal + ramificação).

FIGURA 1: Esquema da glândula de veneno de *A. mellifera* apresentando as regiões morfológicas aferidas.

Resultados e Discussão

Na tabela 1 pode-se observar os resultados obtidos para as abelhas das colônias analisadas. A frequência de glândulas com ramificação variou de 77% na colônia nº 11 a um mínimo de 30% na colônia nº 2; enquanto que, o comprimento médio das ramificações variou de $0,13\text{mm} \pm 0,24\text{mm}$ observado para as abelhas da colônia nº 2 a $1,03\text{mm} \pm 1,54\text{mm}$ na colônia nº 7; e as variações médias de comprimento do ducto principal ficaram entre $5,97\text{mm} \pm 1,61\text{mm}$ na colônia nº 6 e $20,95\text{mm} \pm 6,66\text{mm}$ na colônia de nº 7. Analisando-se a porção da glândula ácida situada entre o reservatório de veneno e o ponto de inserção da ramificação quando presente, observaram-se variações médias da ordem de $5,52\text{mm} \pm 1,84\text{mm}$ na colônia nº 6 a $19,53\text{mm} \pm 6,42\text{mm}$ na colônia nº 7; e considerando-se toda a porção secretora glandular, isto é, o ducto principal mais a ramificação,

o tamanho da glândula de veneno variou em média de $21,98\text{mm} \pm 7,40\text{mm}$ na colônia nº 7 a um mínimo observado de $6,22\text{mm} \pm 1,60\text{mm}$ na colônia nº 6.

Na tabela 2 e figuras 2 a 7, estão representados os valores de correlação de Pearson obtidos entre as secções morfológicas analisadas para a glândula ácida, onde se verificou a existência de dependência entre todas as variáveis. De acordo com os resultados obtidos nas análises morfológicas, as abelhas africanizadas da região de Dourados – MS têm apresentado grandes variações fenotípicas em relação as diferentes secções avaliadas da glândula de veneno. Tais variações refletem uma intensa variabilidade genética para a estrutura analisada, que de acordo com Alves-Junior (1987), devem influenciar nessas abelhas na quantidade final de veneno produzido, podendo-se sugerir então que um programa de seleção para aumentar a produção de veneno, visando sua exploração racional, obteria sucesso em um tempo relativamente curto.

A presença de ramificação na glândula de veneno dos Hymenoptera é considerado um caráter de ancestralidade, mantido ainda pelo grupo e, quanto maior o número de filamentos glandulares ou mais próximo do reservatório ocorrer a união dos filamentos com o canal central, maior seria o grau de ancestralidade (Kerr e Lello, 1962; Robertson, 1968).

Dentre as amostras analisadas, pelo menos 30% dos indivíduos possuíam a glândula exibindo ramificação na sua extremidade distal, sugerindo que essas abelhas ainda apresentam glândulas de veneno com características primitivas. Entretanto, a presença de glândulas sem ramificações extras, indica ser esta a direção na qual o processo evolutivo que age sobre esse fenótipo está encaminhando as abelhas africanizadas da região, sugerindo assim no futuro, uma possível predominância das glândulas sem ramificação.

As características genéticas da glândula de veneno foram analisadas utilizando-se a proposta de Alves-Junior (1992) baseada nos trabalhos desenvolvidos por Rothenbuhler (1960).

TABELA 1 – Valores médios e respectivos desvios padrões obtidos para cada secção morfológica avaliada da glândula de veneno, bem como a frequência de ramificações extras encontradas, para 30 abelhas de cada uma das 13 as colônias analisadas.

Colônia	Comprimento Ducto Principal (mm)	Comprimento Ramificação (mm)	Distância Reservatório/Ramificação (mm)	Comprimento Glandular Total (mm)	Frequência Glândulas Ramificadas (%)
01	7,93 ± 3,03	0,52 ± 0,52	7,53 ± 2,79	9,07 ± 2,47	63
02	7,72 ± 1,65	0,13 ± 0,24	7,52 ± 1,79	7,86 ± 1,62	30
03	7,62 ± 1,38	0,46 ± 0,42	6,52 ± 1,89	8,08 ± 1,48	74
04	6,73 ± 1,15	0,25 ± 0,32	6,28 ± 1,44	6,97 ± 1,04	50
05	8,56 ± 1,86	0,33 ± 0,59	8,15 ± 1,89	8,89 ± 1,93	63
06	5,97 ± 1,61	0,25 ± 0,26	5,52 ± 1,84	6,22 ± 1,60	63
07	20,95 ± 6,66	1,03 ± 1,54	19,53 ± 6,42	21,98 ± 7,40	53
08	16,50 ± 4,43	0,49 ± 0,64	14,90 ± 2,97	16,90 ± 4,49	57
09	19,05 ± 3,92	0,61 ± 0,82	17,99 ± 4,12	19,62 ± 4,12	57
10	20,77 ± 6,63	0,80 ± 0,06	19,52 ± 6,72	21,59 ± 6,64	57
11	17,36 ± 3,82	0,97 ± 1,00	15,84 ± 3,29	18,33 ± 4,34	77
12	10,83 ± 2,53	0,46 ± 0,49	9,91 ± 2,61	11,29 ± 2,59	60
13	9,94 ± 2,36	0,59 ± 0,60	9,29 ± 2,18	10,53 ± 2,63	63

TABELA 2 – Valores de correlação de Pearson obtidos nas comparações realizadas entre as diferentes variáveis morfológicas analisadas para a glândula de veneno de operárias de *A. mellifera* africanizadas da região de Dourados-MS.

	Valor de Correlação de Pearson	Figuras
C.D.R. X C.D.	0,998	2
C.R. X C.D.	0,867	3
C.D. X C.T.	1,000	4
C.R. X C.T.	0,874	5
C.R. X C.D.R.	0,847	6
C.T. X C.D.R.	0,997	7

C.D. = Comprimento do ducto principal da glândula ácida; C.R. = Comprimento da ramificação extra; C.D.R. = Comprimento do ducto principal da glândula ácida até a ramificação; C.T. = Comprimento glandular total (ducto principal + ramificação).

Alves-Junior (1992) estudou os componentes genéticos que estariam envolvidos na variação do comprimento da glândula ácida e sugeriu que as diferenças fenotípicas observadas são devidas à ação de um par de genes alelos (G e g) com características mendelianas de ação (dominância e recessividade) dando origem a glândulas grandes ou pequenas. Entretanto o fenótipo final observado dependeria da atividade de genes modificadores (m1 e m2) de pequeno efeito, que modelariam a ação dos genes principais, produzindo pequenas variações nas glândulas grandes ou nas glândulas pequenas. Assim, de acordo com esse autor, as glândulas de comprimento igual ou superior a 8,15mm (ponto intermediário) seriam consideradas grandes, e as abaixo desse valor, glândulas pequenas.

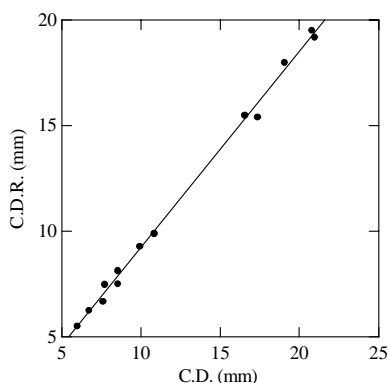


FIGURA 2: Resultante da análise de regressão e correlação de Pearson (0,998) entre o comprimento do ducto principal da glândula ácida até a ramificação (CDR) e o comprimento do ducto principal da glândula (CT).

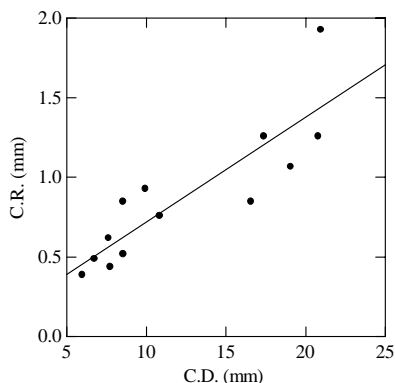


FIGURA 3: Resultante da análise de regressão e correlação de Pearson (0,867) entre o comprimento da ramificação (CR) e o comprimento do ducto principal da glândula (CD).

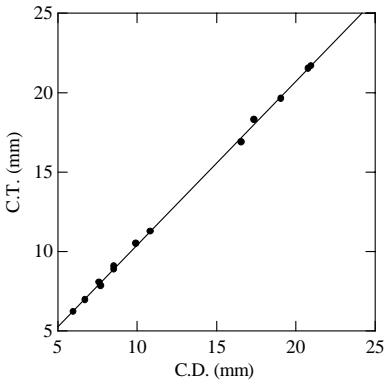


FIGURA 4: Resultante da análise de regressão e correlação de Pearson (1,000) entre o comprimento do ducto principal (CD) e o comprimento glandular total da glândula (CT).

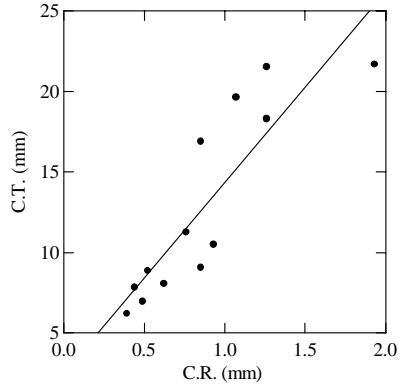


FIGURA 5: Resultante da análise de regressão e correlação de Pearson (0,874) entre o comprimento da ramificação (CR) e o comprimento glandular total da glândula (CT).

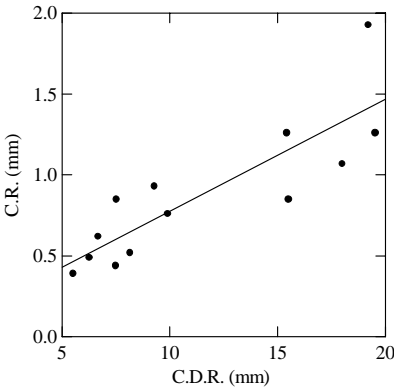


FIGURA 6: Resultante da análise de regressão e correlação de Pearson (0,847) entre o comprimento da ramificação (CR) e o comprimento do reservatório até a ramificação da glândula (CDR).

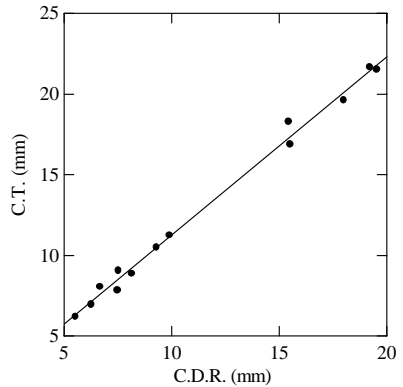


FIGURA 7: Resultante da análise de regressão e correlação de Pearson (0,997) entre o comprimento glandular total (CT) e o comprimento do reservatório até a ramificação da glândula (CDR).

De acordo com os valores médios apresentados na da tabela 3, pode-se sugerir haver uma predominância de operárias nas colônias 2 e 3; 4 e 6 respectivamente, que seriam portadoras dos genótipos $g^{m1}g^{m1}$ e $g^{m1}g^{m2}$, sendo homozigotas recessivas para os alelos principais. Com esses genótipos, as operárias dessas colônias podem ser classificadas como portadoras de glândula de veneno pequenas, de acordo com a proposta de Alves-Junior (1992) para o estabelecimento dos genótipos que controlam o fenótipo comprimento da glândula ácida.

TABELA 3 – Distribuição genotípica, de acordo com Alves-Junior (1992) e respectivos fenótipos para as operárias, baseando-se na média obtida do comprimento glandular, nas colmeias analisadas.

Colônia	Comprimento glandular total (mm)	Genótipo	Fenótipo da glândula
1	9,07 ± 2,47	$G^{m2}G^{m2}$	Grande
2	7,86 ± 1,62	$g^{m1}g^{m1}$	Pequena
3	8,08 ± 1,48	$g^{m1}g^{m1}$	Pequena
4	6,97 ± 1,04	$g^{m1}g^{m2}$	Pequena
5	8,89 ± 1,93	$G^{m2}G^{m2}$	Grande
6	6,22 ± 1,60	$g^{m1}g^{m2}$	Pequena
7	21,98 ± 7,40	$G^{m1}G^{m1}$	Grande
8	16,90 ± 4,49	$G^{m1}G^{m1}$	Grande
9	19,62 ± 4,12	$G^{m1}G^{m1}$	Grande
10	21,59 ± 6,64	$G^{m1}G^{m1}$	Grande
11	18,33 ± 4,34	$G^{m1}G^{m1}$	Grande
12	11,29 ± 2,59	$G^{m1}G^{m1}$	Grande
13	10,53 ± 2,63	$G^{m1}G^{m1}$	Grande

Na figura 8 são apresentados em ordem crescente os valores médios para o comprimento de toda porção secretora da glândula por colônia, sugerindo ainda os fenótipos e genótipos correspondentes. De acordo com os resultados, na região de Dourados – MS, o fenótipo mais freqüente para a estrutura estudada é o da glândula de veneno grande.

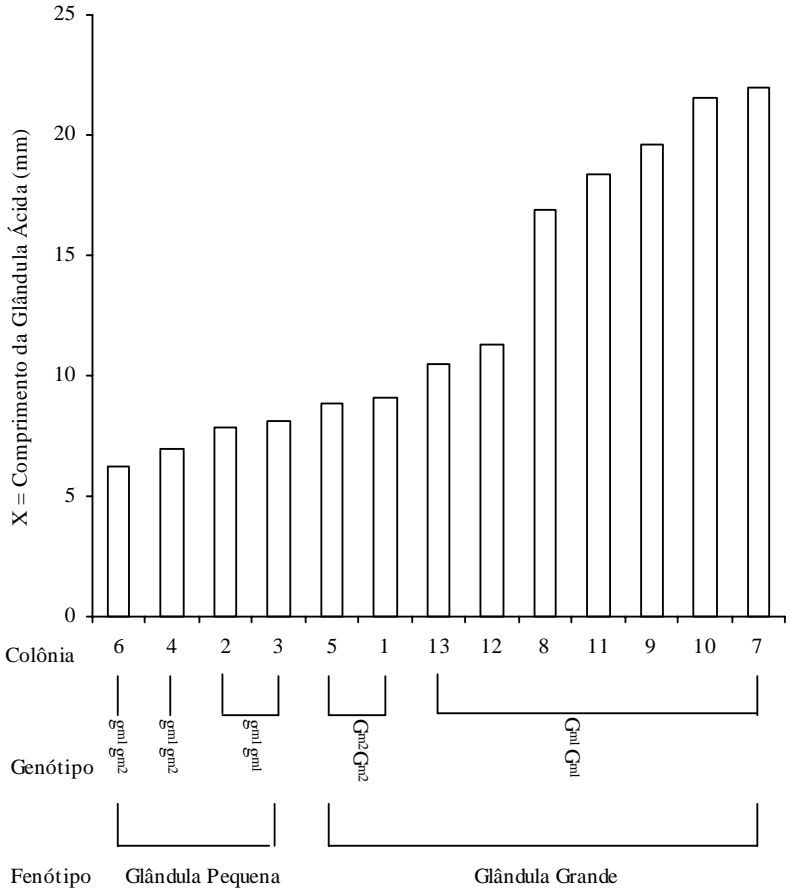


FIGURA 8: Distribuição dos fenótipos e genótipos propostos para o comprimento glandular total nas amostras de operárias analisadas, dispostos em ordem crescente, considerando cada colônia na região de Dourados/MS.

A relação entre a quantidade de operárias portadoras de glândulas ácidas grandes e pequenas para cada uma das colônias estudadas, permite inferir que dentre as populações analisadas a grande maioria das operárias são portadoras do genótipo homocigoto dominante para os alelos principais, determinando a presença das glândulas grandes (70 % das colônias). Essas

observações são concordantes com as obtidas para as operárias de *A. mellifera* africanizadas, originárias de Rio Claro-S.P., onde a maioria das populações analisadas apresentavam indivíduos com glândula grande (Alves-Junior, 1992). Esses resultados indicam a predominância de populações geneticamente semelhantes entre as duas regiões para o fenótipo em questão.

Assim, de acordo com os resultados obtidos para o comprimento da glândula nas operárias das colônias analisadas, pode-se inferir que:

1. A análise morfológica das diferentes porções consideradas da glândula de veneno em operárias de *A. mellifera* na região de Dourados-MS, apresentam grandes variações fenotípicas, refletindo intensa variabilidade genética para a estrutura analisada;
2. As abelhas apresentam glândula com ramificação na extremidade distal em pelo menos 30% dos indivíduos, sugerindo que as abelhas melíferas encontram-se em estado de primitividade para essa estrutura; entretanto a presença de glândulas sem ramificação (70%) sugere ser essa direção para onde o processo evolutivo estaria encaminhando as abelhas africanizadas da região de Dourados, MS;
3. Todas as secções da glândula de veneno apresentam uma relação de dependência entre si quanto ao desenvolvimento, indicando a contribuição das mesmas com maior ou menor intensidade, para a composição do fenótipo final observado, devendo influenciar na quantidade do veneno produzido;
4. As populações de abelhas africanizadas na região de Dourados-MS apresentam freqüência elevada do genótipo homozigoto dominante para as glândulas de veneno, determinando alta incidência do fenótipo glândula grande, semelhante ao observado para a região de Rio Claro-SP. e considerando o processo de irradiação da abelha africanizada a partir daí, torna-se possível aceitar a presença de populações genotípica e fenotipicamente semelhantes em ambas as regiões.

5. A maior frequência do fenótipo glândula grande pode favorecer a exploração comercial de mais esse produto das abelhas pelos apicultores, o veneno.

Referências

- Abreu, R. M. M. 1996. **Efeito de choques elétricos no comportamento das glândulas de veneno de operárias de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Brasil, 120 pp.
- Alves-Junior, V. V. 1987. **Estudo do tamanho da glândula ácida em operárias de *Apis mellifera* (L.) descendentes de rainhas cruzadas com um zangão**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Brasil, 99 pp.
- Alves-Junior, V. V. 1992. **Estudo da herança do caráter comprimento da glândula ácida em operárias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) (Hymenoptera: Apidae)**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Brasil, 143 pp.
- Beçak, W.; Paulete, J. 1976. **Técnicas de Citologia e Histologia**. Livros Técnicos Ltda, Rio de Janeiro, Brasil, vol.1, 574 pp.
- Bridges, A. R.; Owen, M. D. 1984. The morphology of the honey bee (*Apis mellifera* L.) venom gland and reservoir. **Journal of Morphology**, **181**: 69-86.
- Cruz-Landim, C.; Abdalla, F. C. 2002. **Glândulas exócrinas das abelhas**. FUNPEC, Ribeirão Preto, Brasil, 181 pp.
- Cruz-Landim, C.; Baldissera, S. 1967. Diferenças entre as glândulas veneníferas da rainha e das operárias de *Apis mellifera*. **Ciência e Cultura**, **19** (3): 556-561.

Cruz-Landim, C.; Baldissera, S.; Beig., D. 1967. Degeneração da glândula de veneno de *Apis* durante o verão e inverno. **Revista Brasileira de Biologia**, **27** (4): 355-361.

Cruz-Landim, C.; Kitajima, E. W. 1966. Ultraestrutura do aparelho venenífero de *Apis* (Hymenoptera, Apidae). **Memórias do Instituto Butantan: Simpósio Internacional**, **33** (3): 701.

Hermann, H. R.; Mullen, M. A. 1974. The hymenopterous poison apparatus. XI. *Xylocopa virginica* (Hymenoptera: Xylocopidae). **Journal of the Georgia Entomological Society**, **9** (7): 246-252.

Kerr, W. E. 1967. The history of the introduction of African bees in Brazil. **South Africa Bee Journal**, **9**: 3-5.

Kerr, W. E.; Lello, E. 1962. Sting glands in stingless bees a vestigial character (Hym.: Apidae). **Journal of the New York Entomology Society**, **70**: 190-214.

Morini, M. S. de C. 1990. **Capacidade reprodutiva de rainhas da *Apis mellifera* L. (Hym.: Apidae) e sua relação com alguns fatores ambientais**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Brasil, 155 pp.

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, Universidade de São Paulo, Brasil, 98 pp.

Owen, M. D. 1983. The venom system and venom hyaluronidase of the african honey bee (*Apis mellifera adansonii*). **Toxicon**, **21** (1): 171-174.

Robertson, P. L. 1968. A morphological and functional study of the venom apparatus representatives of some major groups of hymenoptera. **Australian Journal of Zoology**, **16**: 133-166.

Rothenbuhler, W. C. 1960. A technique for studying genetics of colony behaviour in honey bees. **American Bee Journal**, **100**: 78-176.

Seeley, T. D. 1985. **Honeybee ecology: a study of adaptation in social life**. Princeton University Press, New Jersey, USA, 201 pp.

Snodgrass, R. C. 1956. **Anatomy of the honey bee**. Comstock Publishing, New York, USA, 334 pp.

Stort, A. C. 1971. **Estudo genético da agressividade de *Apis mellifera***. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil, 166 pp.

Villa, J. D. 1987. Africanized and european colony conditions at different elevations in Colombia. **American Bee Journal**, **127**: 7-53.