

APLICAÇÃO DE PRINCÍPIOS MODERNOS À SISTEMÁTICA DO GÊNERO *MELIPONA* ILLIGER, COM A DIVISÃO EM DOIS SUBGÊNEROS (HYMENOPTERA, APOIDEA)WARWICK ESTEVAM KERR<sup>1</sup>  
JOSÉ FURTADO PISANI<sup>2</sup>  
DAIR AILY<sup>3</sup>

## ABSTRACT

Two main lines are suggested as aid to the study of the systematics of stingless bees (Meliponini): inclusion of more biological data, mainly the ones implying sexual isolation, and the use of numeric taxonomy, as a method to avoid subjectivity. The methods described by Michener & Sokal (1957) and Sokal & Sneath (1963) were applied to eleven species of *Melipona*. The correlation matrix is shown in table 1. The species segregated in two different groups; *M. quinquefasciata* was found somehow aberrant; since it had  $n = 18$  chromosomes, rather than  $n = 9$ , as the other species, *quinquefasciata* was put in the group (fig. 1) which contained the species it likely originated from (*M. favosa*). A new diagram (fig. 2) was made for these species, leaving *quinquefasciata* out. A division of the genus *Melipona* in two subgenera is proposed: *Melipona s. str.* contains *favosa* (type-species of the genus), *marginata*, *schwarzi*, *puncticollis*, *quinquefasciata* and *mandaçaia*; and *Micheneria*, subgen. nov., is proposed for the other group containing *interrupta*, *flavipennis*, *scutellaris* (type-species), *rufiventris* and *quadrifasciata*.

## INTRODUÇÃO

O progresso dos estudos taxonômicos sobre os Meliponini vem sendo assegurado pelo emprêgo cada vez maior de dados biológicos e, recentemente, da taxonomia numérica.

Em 1950, Moure & Kerr apresentaram duas sugestões básicas para uma melhor estruturação sistemática do gênero *Melipona* Illiger. A primeira referia-se ao uso de dados biológicos para dirimir dúvidas sobre relações entre pares de formas: sempre que

1. Catedrático de Genética na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, São Paulo.

2. Catedrático de Estatística na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, São Paulo.

3. Instrutora de Estatística na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, São Paulo.

fôsse possível detectar híbridos férteis, seriam consideradas como subespécies da espécie em questão; sempre que fôsse constatada a existência de mecanismo de isolamento, seriam consideradas espécies diferentes. A segunda sugestão indicava o uso da genitália masculina, que se verificara variar muito pouco dentro de uma mesma espécie, como elemento morfológico principal na identificação de espécies em grupos muito homogêneos. Segundo êsses critérios, Moure & Kerr (1950) conseguiram distinguir pelo menos 8 espécies diferentes entre as 22 subespécies descritas por Schwarz (1932) para *Melipona fasciata* Latr.

Dentro da mesma ordem de idéias, Portugal-Araujo & Kerr (1959) fizeram voar, na mesma área, rainhas virgens de diversas colônias órfãs de *Trigona (Hypotrigona) braunsi* Kohl e *Trigona (Hypotrigona) araujoii* Michener. Constatada a ausência de híbridos, ficou claro que, ao contrário do que até então se acreditava, tratava-se de duas espécies diferentes.

Lindauer & Kerr (1958) demonstraram que as abelhas de *Trigona (Geotrigona)* têm um sistema de comunicação muito evoluído, completamente diverso do que possuem as espécies de *Trigona (Tetragona)* justificando-se, assim, biologicamente, a iniciativa de Moure (1943) conceituando os 2 subgêneros, ao contrário do que propunha Schwarz (1948).

Kerr (1960), Cruz (1960) e Kerr & Lello (1962) concluíram, de estudos de anatomia interna e bionomia, que os subgêneros *Nannotrigona* e *Scaptotrigona* de *Nannotrigona* são muito afastados um do outro, não podendo ser colocados em um só como o faz Moure (1960). Nogueira-Neto (1950) conseguiu fazer uma rainha de *Nannotrigona* desovar, ao ser tratada por operárias de *Plebeia*.

Um trabalho específico sôbre a morfologia de *M. marginata* foi feito por Camargo, Kerr e Lopes (1966) e dêle extraímos as seguintes observações: a) *Melipona marginata* Lep. é a espécie de mais ampla distribuição geográfica dentro do gênero, o que sugere sua maior primitividade, e apresenta algumas características peculiares que a afastam do restante dos congêneres. As mais importantes são: o tamanho diminuto e a grande variabilidade, que tornam extremamente difícil a identificação de suas subespécies. b) Consideramos, com base na biologia, as abelhas de *Trigona (Frieseomelitta)* e *Meliponula* como as mais primitivas entre os Meliponíneos. Com isso em mente, encontramos em *Melipona marginata* uma série de caracteres que devem ser considerados primitivos; por exemplo, o escutelo (ou ápice do escutelo) amarelo, ou mais claro que as partes próximas do tórax, e o clipeo amarelo dos machos. Sua braveza é mais ao estilo das *Trigona* do que das calmas *Melipona*. c) Kerr (1950, 1950 a, 1964) verificou que algumas das espécies "grandes" de *Melipona* apresentavam as seguintes proporções de rainhas: em condições muitíssimo favoráveis. 25%; em condições favoráveis, aproximadamente 12%; em condições de fome e frio, 0 a 3%. *M. marginata* tinha cerca de 25% em condições normais e descia a cerca de 6% em condições desfavoráveis.

Inicialmente, Kerr (1946, 1948, 1950) aventou a hipótese de que existiriam 2 tipos de determinação de castas no gênero *Melipona*; posteriormente Kerr, Stort & Montenegro (1966) verificaram que tal não se dá. O mecanismo é um só: tôdas as rainhas são

duplamente heterozigotas (Aa Bb) e as operárias homozigotas para um ou ambos genes. As rainhas nascem em excesso e são mortas poucos dias após o nascimento. Isto ocasiona uma perda de energia e trabalho para a comunidade, tornando-se evidente a vantagem de um meconismo controlador. Êste existe, e é muito eficiente em algumas espécies de *Melipona*, porém ineficiente em *M. marginata* Lep. o que lhe dá também um cunho de primitivismo. As pré-pupas Aa Bb, geneticamente habilitadas a se tornarem rainhas, tornam-se operárias se não alcançarem um peso mínimo que, no caso de *M. quadrifasciata*, é ao redor de 80 mg. (Kerr & Nielsen, 1966).

#### TAXONOMIA NUMÉRICA

Com a finalidade de eliminar a subjetividade nas classificações em sistemática, Michener & Sokal (1957) elaboraram um método de agrupamento de espécies baseado na quantificação do grau de similaridade entre elas. Êsses novos procedimentos de avaliação numérica da afinidade ou similaridade entre unidades taxonômicas, tendo como fundamento alguma medida objetiva de suas afinidades foram reunidos por Sokal & Sneath (1963) sob a rubrica de "taxonomia numérica".

Os procedimentos de agrupamento da taxonomia numérica dependem essencialmente da obtenção de uma matriz de correlação entre espécies. Fundamentando-se nessa matriz, forma-se, inicialmente, um núcleo de agrupamento, ao qual se vão incluindo outras espécies. Os resultados obtidos são exibidos em um diagrama em forma de árvore, que sugere a hierarquia filogenética do grupo considerado que, aliada a dados biológicos, paleontológicos e citogenéticos, deverá produzir um diagrama bem próximo da realidade filogenética.

Obedecendo as diretrizes gerais da taxonomia numérica, procuramos estabelecer a posição de afinidade de *Melipona marginata marginata*, quando comparada com uma amostra de dez outras espécies de meliponas. Assim, investigamos onze espécies de meliponas neste assunto:

1. *Melipona favosa favosa* (Fabricius, 1798)
2. *Melipona quadrifasciata anthidiodes* Lepeletier, 1836
3. *Melipona quinquefasciata* Lepeletier, 1836
4. *Melipona marginata marginata* (Lepeletier, 1836)
5. *Melipona schwarzi* Moure, 1963
6. *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811)
7. *Melipona rufiventris rufiventris* Moure & Kerr, 1950
8. *Melipona mandaçaia* Smith, 1863
9. *Melipona interrupta grandis* Guérin, 1844
10. *Melipona puncticollis* Friese, 1902
11. *Melipona flavipennis* Smith, 1854

Procuramos ao escolher estas espécies, neste estudo preliminar, incluir as espécies mais parecidas com a *marginata* (a nosso ver, seria a *Melipona schwarzi*) e a mais distante dela (a nosso ver a

*M. flavipennis*) e as principais intermediárias. Aliás, a nossa suposição baseada no aspecto externo, grosseiramente, foi confirmada, o que se pode ver pela matriz de correlação (Tabela 1).

Para fornecer informações sobre as similaridades entre as espécies consideradas, dois tipos de caracteres foram usados:

Caracteres quantitativos, que são os que resultaram de alguma mensuração feita diretamente na abelha; e,

Caracteres qualitativos, que são as categorias resultantes da consideração de algum caráter nos seus atributos (pilosidade, coloração, pontuação, etc.).

Para os caracteres quantitativos, as mensurações foram inicialmente padronizadas, usando-se a média e o desvio padrão gerais para as onze espécies. Em seguida as variáveis reduzidas foram transformadas em números códigos de 1 a 9.

Para se atribuir números códigos aos caracteres qualitativos, usou-se o número de categorias com que o atributo apareceu no observador.

A partir dos números código assim obtidos, calcularam-se os coeficientes de correlação,  $r$  de Pearson entre espécies relacionando cada espécie com todas as demais. A matriz de correlação obtida, resumo das similaridades verificadas entre as espécies, e fundamento inicial para o agrupamento das espécies, é a que se mostra na tabela 1.

Para os detalhes de aplicação do procedimento usado para o agrupamento das espécies, método W. V. C. de Sokal, consulte-se Sokal (1958). Uma explicação sumária é feita a seguir. Inicialmente, constitui-se o "núcleo" do grupo a ser formado, procurando na matriz de correlação as duas espécies que tenham entre si o mais alto coeficiente de correlação que, neste estudo, foram *M. marginata marginata* e *M. schwarzi* ( $r = 0,550$ ). Em seguida, uma terceira espécie é incluída ao grupo: a que tenha com os membros do "núcleo", a mais alta correlação média, que neste estudo foi a *M. puncticolis*. Depois, uma quarta espécie é incluída, e assim por diante. Alcança-se um limite para a inclusão, de novas espécies ao grupo, quando a queda do valor médio dos coeficientes de correlação, se admitida uma nova espécie, excede um valor empiricamente determinado (0,050, neste estudo). Semelhantemente, com as espécies restantes formam-se novos grupos até que se esgotem as espécies consideradas para agrupamento. Quando os limites são atingidos para todos os grupos assim formados, calculam-se então as correlações entre os grupos, segundo a fórmula de Sokal (1958):

$$r_{pq} = \frac{\sigma_{pq}}{\sqrt{p + 2\Delta p} \sqrt{q + 2\Delta q}}$$

onde,

$\square pq$  : é a soma de tôdas as correlações entre os membros de um com outro;

$\Delta p$  e  $\Delta q$  : são somas de tôdas as correlações entre os membros do 1.º e do 2.º grupos respectivamente;

$p$  e  $q$  : são os números totais de membros nos respectivos grupos.

Um estudo preliminar, feito a fim de construir um diagrama de relações, apontou a *M. quinquefasciata* como aberrante. Não obstante ter, individualmente, maior afinidade com *M. favosa*, tinha também afinidades com *interrupta*, *scutellaris* e *flavipennis*. Nessa mesma época, terminamos um estudo cromossômico de *M. quinquefasciata*, que revelou-se uma espécie de origem poliplóide, pois tinha  $n = 18$ , quando as demais espécies conhecidas tinham  $n = 9$  cromossomas. Assim, por força de interpretação biológica, *M. quinquefasciata* deveria ficar integrada ao grupo que contivesse *M. favosa*.

As relações de similaridade e afinidade entre as espécies consideradas no estudo são resumidas e ilustradas em um diagrama de relações, figura 1, onde se pode ler na ordenada a correlação entre duas espécies ou grupos de espécies.

Um exame do diagrama de relações da figura 1, mostra que existem dois principais conglomerados de espécies: um, que tem como núcleo as espécies *M. marginata marginata* e *M. schwarzi* e inclui as espécies *M. quinquefasciata*, *M. puncticolis*, *M. favosa favosa* e *M. mandaçaia*; e outro, que tem como núcleo as espécies *M. interrupta grandis* e *M. flavipennis* e reúne as espécies *M. scutellaris*, *M. rufiventris rufiventris* e *M. quadrifasciata anthidioides*.

Apenas para termos uma idéia mais exata das afinidades entre os dois grupos, retiramos a espécie aberrante (*quinquefasciata*) e construímos o diagrama da figura 2.

Como se percebe, há dois grupos distintos de espécies. O grupo em que está *Melipona marginata* forma o subgênero *Melipona*, já que contém o tipo do gênero, *Melipona favosa* (Fabricius, 1798). Para o outro subgênero, que consideramos novo, propomos o nome

#### **Micheneria**, subgen. nov.,

espécie-tipo, *Melipona scutellaris* (Latreille, 1811), a mais antiga do grupo. O nome é dado em homenagem ao Dr. Charles Duncan Michener, Professor de Entomologia da Universidade do Kansas. As descrições dos tipos já existem na literatura (Schwarz, 1932).

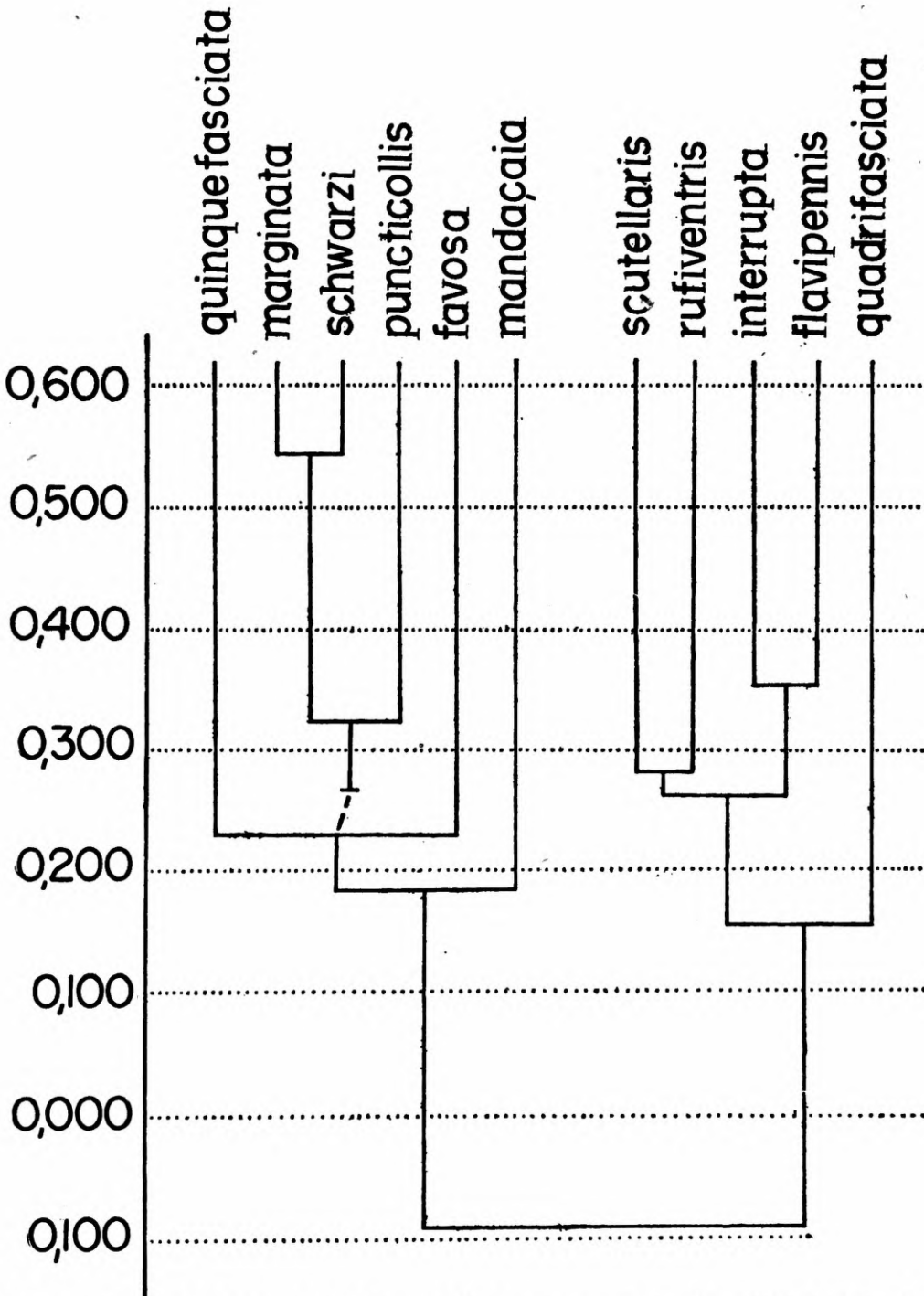


Fig. 1: Diagrama de relações entre um grupo de melíponas obtido segundo procedimentos de taxonomia numérica (baseado em 194 caracteres). A opção para a colocação de *M. quinquefasciata* no agrupamento à esquerda foi influenciada pelo seu número de cromossomas.

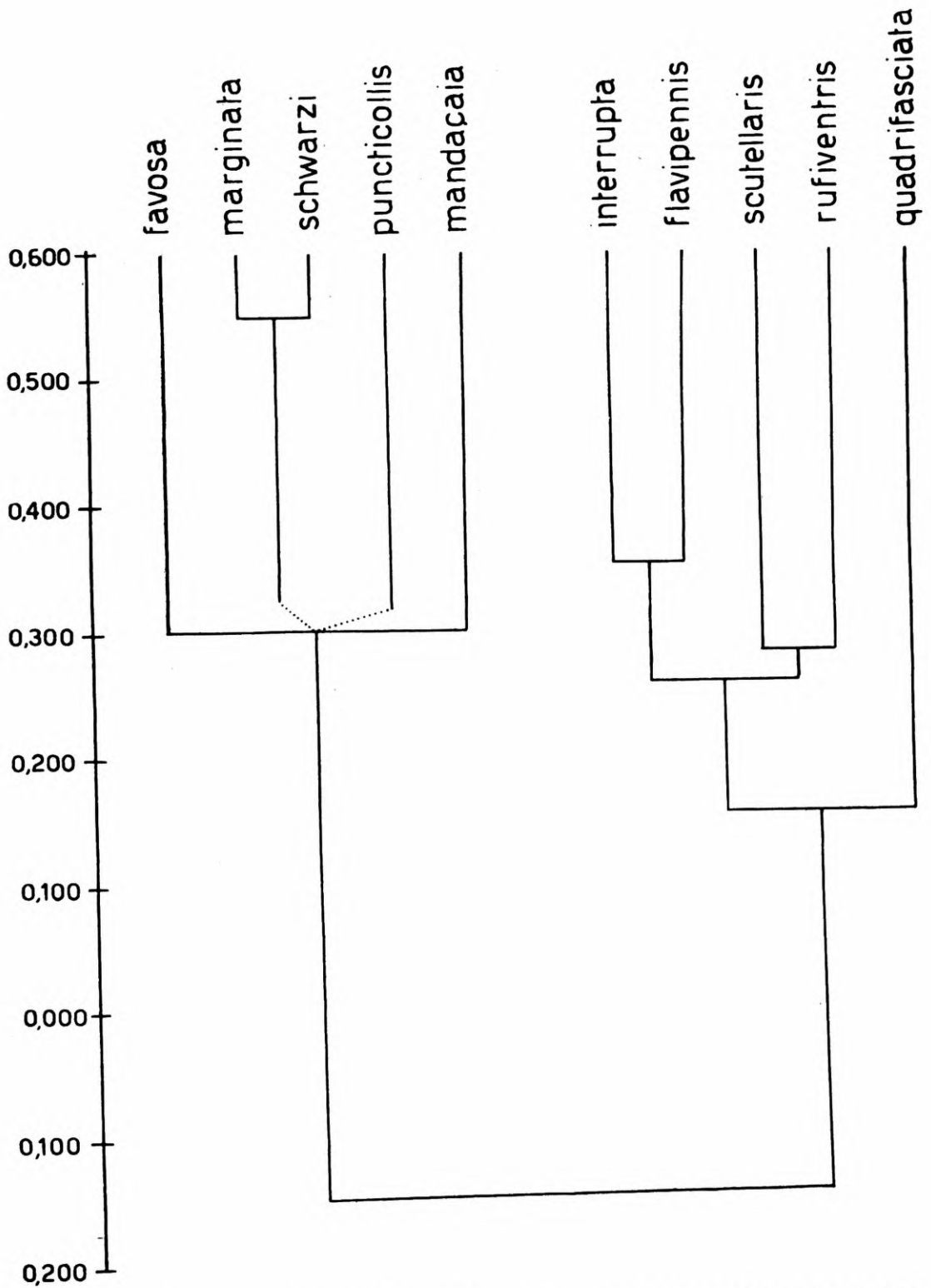


Fig. 2: Diagrama de relações entre um grupo de melíponas obtido segundo procedimentos de taxonomia numérica (baseado em 194 caracteres). Neste estudo retiramos a espécie aberrante, poliplóide, *Melipona quinquefasciata*.

Os seguintes dados morfométricos permitem separar os dois subgêneros propostos:

Caráter	<i>Melipona</i>	<i>Micheneria</i>
Comprimento total da antena	<4,575 mm	>4,700 mm
Comprimento do escapo	<1,45 mm	>1,52 mm
Largura do escapo	<0,20 mm	>0,22 mm
Comprimento total do flagelo	<2,875 mm	>2,975 mm
Distância alveolorbital	<0,62 mm	>0,66 mm
Área malar	Pequena	Grande (exceto <i>rufiventris</i> )
Distância clipeorbital	<0,272 mm	>0,272 mm
Largura do tórax	<2,750 mm	>0,750 mm
Comprimento do prestigma	<0,150 mm	>0,150 mm
Largura da tíbia da perna posterior	<0,665 mm	>0,665 mm
Comprimento do fêmur da perna média	<2,125 mm	>2,200 mm
Largura do trocânter da perna média	<0,550 mm	>0,600 mm
Largura do 3.º mediotarso da perna posterior	<0,20 mm	>0,22 mm
Largura da tíbia da perna anterior	<0,575 mm	>0,575 mm
Comprimento da tíbia da perna média	<1,825 mm	>1,850 mm
Largura do pterostigma	<0,175 mm	>0,175 mm
Comprimento da nervura média da asa anterior	<1,10 mm	>1,11 mm
Distância ocelorbital	<0,620 mm	>0,660 mm
Comprimento da parte livre da gálea	<2,000 mm	>2,156 mm

#### AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi feito com auxílio dado a W. E. Kerr, pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (Public Law 480) e Conselho Nacional de Pesquisas, e auxílio dado a J. F. Pisani pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo. O equipamento ótico usado na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro foi doado pela Fundação Rockefeller.

Agradecemos ao Prof. Pe. Jesus Santiago Moure, da Universidade do Paraná e ao Dr. P.E. Vanzolini, Diretor do Departamento de Zoologia muitas sugestões e discussões proveitosas.

TABELA 1

Matriz de correlação entre espécies de *Melipona*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. <i>M. favosa favosa</i>	1,000	0,060	0,228	0,296	0,368	0,171	-0,160	0,299	-0,044	0,261	-0,121
2. <i>M. quadrifasciata anthidioides</i>	0,060	1,000	0,054	-0,118	-0,159	0,188	0,062	0,113	0,019	0,005	0,127
3. <i>M. quinquefasciata</i>	0,228	0,054	1,000	-0,041	-0,003	0,126	0,074	-0,036	0,159	0,064	0,119
4. <i>M. marginata marginata</i>	0,296	-0,118	-0,041	1,000	0,550	0,228	-0,134	0,127	-0,482	0,260	-0,566
5. <i>M. schwarzi</i>	0,368	-0,159	-0,003	0,550	1,000	-0,240	-0,184	0,003	-0,360	0,296	-0,320
6. <i>M. scutellaris</i>	0,171	0,188	0,126	0,228	-0,240	1,000	0,279	0,040	0,308	-0,076	0,238
7. <i>M. rufiventris rufiventris</i>	-0,160	0,062	0,074	-0,134	-0,184	0,279	1,000	-0,027	0,036	-0,130	0,098
8. <i>M. mandacaia</i>	0,299	0,113	-0,036	0,127	-0,003	0,040	-0,027	1,000	-0,030	0,131	-0,197
9. <i>M. interrupta grandis</i>	-0,044	0,019	0,159	-0,482	-0,360	0,308	0,036	-0,030	1,000	-0,124	0,347
10. <i>M. puncticolis</i>	0,261	0,005	0,064	0,260	0,296	-0,076	-0,130	0,131	-0,124	1,000	-0,119
11. <i>M. flavipennis</i>	-0,121	0,127	0,119	-0,566	-0,320	0,238	0,098	-0,197	0,347	-0,119	1,000

## REFERÊNCIAS

CAMARGO, JOÃO M. F., WARWICK E. KERR & CATALINA LOPES

- 1967: Morfologia externa de *Melipona (Melipona) marginata* Lep. (Hymenoptera, Apoidea). *Papéis Avulsos Zool. S. Paulo* 20:229-258.

CRUZ, CARMINDA DA COSTA

- 1960: *Contribuição ao estudo da evolução das abelhas (Hymenoptera, Apoidea)*. 75 páginas. Edição da autôra. Rio Claro, São Paulo.

KERR, WARWICK ESTEVAM

- 1946: Formação das castas no gênero *Melipona* (Illiger 1806). *An. Esc. Agric. "L. de Queiroz"* 3:299-312, 3 figs.  
 1948: Estudos sobre o gênero *Melipona*. *Ibidem* 5:181-276, 51 figs.  
 1950: Genetic determination of castes in the genus *Melipona*. *Genetics* 35:143-152.  
 1950a: Evolution of the mechanism of caste determination in the genus *Melipona*. *Evolution* 4(1):7-13.  
 1960: Evolution of communication in bees and its role in speciation. *Ibidem* 14(3):386-387.

KERR, WARWICK E. & EDY DE LELLO

- 1962: Sting glands in stingless bees — A vestigial character (Hymenoptera, Apoidea). *Journ. New York Ent. Soc.* 70:190-214, 33 figs.

KERR, WARWICK E. & ROSS A. NIELSEN

- 1966: Evidences that genetically determined *Melipona* queens can become workers (no prelo).

KERR, WARWICK E., A. C. STORT & M. J. MONTENEGRO

- 1966: Importância de alguns fatores ambientais na determinação das castas no gênero *Melipona*. *An. Acad. Bras. Ciên.* (no prelo).

LINDAUER, M. & WARWICK E. KERR

- 1958: Die Gegenseitige Verständigung bei den Stachellosen Bienen. *Zeits. f. verg. Physiol.* 41:405-434.

MICHENER, C. D. & R. R. SOKAL.

- 1957: A quantitative approach to a problem in classification. *Evolution* 11:130-162.

MOURE, J. S.

- 1934: As abelhas de Batatais (Hym., Apoidea) *Arq. Mus. Paranaense* 3:145-203, est. 11.  
 1961: A preliminary supraspecific classification of the Old World Meliponine bees, (Hym. Apoidea). *Studia Ent.* 4(1-4):181-242.

MOURE, J. S., & WARWICK ESTEVAM KERR

- 1950: Sugestões para modificação da sistemática do gênero *Melipona* (Hym. Apoidea). *Dusenía* 1(2):105-129, est. 2, 3, 5 figs.

NOGUEIRA-NETO, P.

- 1950: Notas bionômicas sobre Meliponíneos (Hym. Apoidea). IV. Colônias mistas e questões relacionadas. *Rev. Ent.* 21:305-367, 2 figs.

PORTUGAL-ARAÚJO, V. & WARWICK ESTEVAM KERR

- 1959: A case of sibling species among social bees. *Rev. Bras. Biol.* 19(3):223-228, 2 figs.

SCHWARZ, H. F.

- 1932: The Genus *Melipona*. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 43(4): 348-413.  
1948: Stingless bees (Meliponidae) of the Western Hemisphere. *Ibidem* 90:XVII + 546 pp.; 87 figs.

SOKAL, R. R.

- 1958: A statistical method for evaluating systematic relationships. *Univ. Kansas Scien. Bull.* 38 (part II): 1409-1438, 6 figs.

SOKAL, R. R., & P. H. A. SNEATH

- 1963: *Principles of Numerical Taxonomy*. 339 pp. W. H. Freeman, Co., San Francisco.

