

# VARIAÇÃO MORFOMÉTRICA ENTRE POPULAÇÕES DISJUNTAS DE

## *Melipona scutellaris* LATREILLE, 1811 (HYMENOPTERA: APIDAE)

Cristovam Alves De Lima Junior, Carlos Alfredo Lopes De Carvalho, Lorena Andrade Nunes e Wyratan Da Silva Santos

### RESUMO

O manejo inadequado de colônias de *Melipona scutellaris*, além da fragmentação de seus habitats pode diminuir suas populações e conseqüentemente levar a perda de diversidade que é um fator primordial para a manutenção dessa espécie no ecossistema. O objetivo deste estudo foi avaliar a variação morfométrica em populações de *M. scutellaris* oriundas de duas localidades do Estado da Bahia: um fragmento de Mata Atlântica e um fragmento de mata semidecidual. Foram coletadas operárias de 20 colônias, sendo 10 por localidade e 10 abelhas por colônia, totalizando 200 indivíduos. Para análise morfométrica foram utilizados 13 caracteres das asas anterior-

es direitas. Foram empregadas análises de variância univariada e multivariada, análise de componentes principais, análise discriminante e de agrupamento. Com as funções discriminantes foi possível classificar corretamente 93,5% dos indivíduos nas respectivas localidades e pela validação cruzada a taxa de identificação correta alcançou média de 92,5%. Houve diferença morfométrica significativa entre as colônias ( $\lambda$  de Wilks = 0,00149;  $p < 0,00001$ ), além da formação de nove grupos na análise de agrupamento, evidenciando a diversidade morfométrica existente tanto entre as colônias dentro da mesma localidade quanto entre colônias de localidades diferentes.

### Introdução

A *Melipona scutellaris* encontra-se distribuída na região Nordeste do Brasil desde a Bahia até o Rio Grande do Norte. No Estado da Bahia a sua área de ocorrência está restrita a municípios da área costeira e da Chapada Diamantina, habitando áreas de floresta úmida, sendo uma espécie importante na geração de renda da agricultura familiar, além da manutenção de áreas com vegetação natural através da polinização (Alves *et al.*, 2012).

Os meliponíneos são considerados os principais agentes polinizadores de espécies florestais tropicais, e conforme

Araújo *et al.* (2004), a extinção diferencial dessas espécies pode conduzir a uma mudança em abundância e diversidade de plantas. A fragmentação de habitats, além do manejo inadequado de espécies de abelhas nativas podem contribuir para a diminuição da diversidade dessas espécies e comprometer a manutenção desses indivíduos na natureza, sendo necessário o desenvolvimento de estudos populacionais desses indivíduos para subsidiarem planos de manejo e conservação dessas espécies (Nunes *et al.*, 2007).

Considerando a utilização de métodos que visam avaliar a diversidade populacional

em meliponíneos destacam-se estudos com ferramentas morfométricas (Mendes *et al.*, 2007; Nunes *et al.*, 2008; Carvalho *et al.*, 2011; Franco *et al.*, 2011). Estas ferramentas são baseadas no estudo estatístico da covariância entre mudanças de forma e fatores casuais e a análise das diferenças de forma entre organismos, sejam elas ecológicas ou filogenéticas (Monteiro e Reis, 1999).

De acordo com Roubik (1989), o tamanho do corpo, a extensão, largura e forma das asas das abelhas são considerados passíveis de variação e por isso podem ser utilizados para diferenciar populações e compreender a dispersão e

fluxo gênico. Em meliponíneos as asas de operárias são comumente utilizadas para estudos morfométricos (Nunes *et al.*, 2008; Franco *et al.*, 2009; Lima Junior *et al.*, 2012) por serem planas e pela facilidade de mensuração do tamanho e da forma (Diniz-Filho e Bini 1994, Nunes *et al.*, 2007).

Neste contexto, duas populações isoladas de *M. scutellaris* oriundas de duas áreas de mata no Estado da Bahia, um fragmento de Mata Atlântica e um fragmento de mata semidecidual, foram avaliadas quanto à variação morfométrica de suas populações, de forma a identificar possíveis variações biogeográficas dessa espécie.

### PALAVRAS CHAVE / Abelha sem Ferrão / Diversidade / *Melipona scutellaris* / Morfometria Convencional /

Recebido: 04/02/2014. Modificado: 12/03/2015. Aceito: 16/03/2015.

**Cristovam Alves de Lima Junior.** Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal de Bahia (UFBA), Brasil. Mestre e Doutorando em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Brasil. Endereço: Rua Ruy Barbosa, 710, Centro, Campus Universitário, Cruz das Almas - BA, Brasil. CEP

44380-000. e-mail: cristovamalves@yahoo.com.br  
**Carlos Alfredo Lopes de Carvalho.** Engenheiro Agrônomo e Mestre em Ciências Agrárias, UFBA, Brasil. Doutor em Entomologia, Universidade de São Paulo (USP), Brasil. Professor, UFRB, Brasil. e-mail: calfredo.carvalho@gmail.com

**Lorena Andrade Nunes.** Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Brasil. Mestre em Ciências Agrárias, UFRB, Brasil. Doutora em Entomologia, USP, Brasil. Pesquisadora, visitante. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, (UESB), Brasil. e-mail: lorenunesl@yahoo.com.br

**Wyratan da Silva Santos.** Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil. Mestre em Ciências Agrárias, UFBA, Brasil. Doutor em Entomologia, USP, Brasil. Professor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Brasil. e-mail: wyratan@yahoo.com.br

## MORPHOMETRIC VARIATION BETWEEN DISJUNCT POPULATIONS OF *Melipona scutellaris* LATREILLE, 1811 (HYMENOPTERA: APIDAE)

Cristovam Alves De Lima Junior, Carlos Alfredo Lopes De Carvalho, Lorena Andrade Nunes and Wyratan Da Silva Santos

### SUMMARY

The inadequate management of colonies of *Melipona scutellaris*, in addition to fragmentation of their habitats, can reduce their populations and thus lead to loss of diversity which is a key factor in maintaining this species in the ecosystem. The objective of the present study was to evaluate the morphometric variation in populations of *M. scutellaris* from two locations in the State of Bahia, Brazil: a fragment of the Atlantic Forest and a fragment of a semideciduous forest. Working bees were collected from 20 colonies, whereas 10 by location and 10 bees per colony, in a total of 200 individuals. For the morphometric analysis, 13 characteristics of the right

forewing were used. Uni- and multivariate variance analysis as well as principal components, discriminating and cluster analysis, were carried out. With the discriminating functions it was possible to correctly classify 93.5% of the individuals in their respective localities and by cross validation the rate of correct identification reached an average of 92.5%. There was significant difference between the colonies (Wilks'  $\lambda = 0.00149$ ;  $p < 0.00001$ ), and the formation of nine groups by cluster analysis showing the morphometric diversity present between the colonies within the same location as well as between colonies of different locations.

## VARIACIÓN MORFOMÉTRICA ENTRE POBLACIONES DISYUNTAS DE *Melipona scutellaris* LATREILLE, 1811 (HYMENOPTERA: APIDAE)

Cristovam Alves De Lima Junior, Carlos Alfredo Lopes De Carvalho, Lorena Andrade Nunes y Wyratan Da Silva Santos

### RESUMEN

El manejo inadecuado de colonias de *Melipona scutellaris*, además de la fragmentación de sus hábitats puede disminuir sus poblaciones y consecuentemente llevar a la pérdida de diversidad que es un factor primordial para la manutención de esa especie en el ecosistema. El objetivo de este estudio fue evaluar la variación morfométrica en poblaciones de *M. scutellaris* oriundas de dos localidades del Estado de Bahía: un fragmento de Mata Atlántica y un fragmento de mata semidecidual. Fueron recolectadas operarias de 20 colonias, a razón de 10 por localidad y 10 abejas por colonia, totalizando 200 individuos. Para el análisis morfométrico fueron utilizadas 13 caracteres de las alas

anteriores derechas. Se aplicó análisis de variancia uni- y multivariada, análisis de componentes principales, análisis discriminantes y de agrupamiento. Con las funciones discriminantes fue posible clasificar correctamente 93,5% de los individuos en las respectivas localidades y por la validación cruzada la tasa de identificación correcta alcanzó una media de 92,5%. Hubo diferencia morfométrica significativa entre las colonias ( $\lambda$  de Wilks = 0,00149;  $p < 0,00001$ ), además de la formación de nueve grupos en el análisis de agrupamiento, evidenciando la diversidad morfométrica existente tanto entre las colonias dentro de la misma localidad cuanto entre colonias de localidades diferentes.

### Material e Métodos

As populações de *M. scutellaris* foram amostradas entre janeiro e fevereiro 2009, em duas áreas de mata do Estado da Bahia, sendo uma no fragmento de Mata Atlântica, zona litorânea, município de Vera Cruz-BA, Ilha de Itaparica (12°57'37"S; 38°36'31"O; 13msnm) com clima úmido a subúmido com pluviosidade média anual de 1800mm e temperatura média de 24,5°C (Sei, 2002) e a outra em um fragmento de mata semidecidual (contornada por Caatinga), na região da Chapada Diamantina, no município de Mundo Novo (12°02'59"S e 40°29'43"O; 604msnm) com clima subúmido a seco, pluviosidade de 700-900mm e temperatura

média anual de 27°C (Sei, 2002). Estas áreas encontram-se a uma distância de 230km entre si.

Para a análise morfométrica foram utilizados caracteres das asas anteriores direitas de 10 indivíduos (operárias) de cada colônia. As colônias foram nomeadas conforme o local de origem, sendo para o fragmento de Mata Atlântica as colônias FMA 01 a 10, e para o fragmento de mata semidecidual as colônias FMS 01 a 10. As asas foram retiradas e dispostas entre duas lâminas para a captura das imagens com o programa Motic 2.0 ML utilizando câmara digital acoplada em um estereomicroscópio com aumento 7,5x. As medidas dos caracteres das asas anteriores foram realizadas conforme a

Figura 1 utilizando o programa Motic 2.0 ML.

### Análise estatística

Foi realizada uma análise de variância para cada variável com todas as colônias utilizadas no estudo. As análises de variância foram realizadas com o programa SISVAR (Ferreira, 2008).

Para verificar a existência de diferenças entre as colônias de *M. scutellaris*, os dados foram analisados empregando a análise de variância multivariada (MANOVA), análise de componentes principais (ACP), análise discriminante com o software XLSTAT Versão 2011.1.02 (Addinsoft, 2011) e análise de agrupamento por UPGMA (*unweighted pair-group*

*method using arithmetic average*) através da matriz de dissimilaridade ( $D^2$  de Mahalanobis). Para o cálculo da contribuição relativa de cada variável no agrupamento foi utilizado o critério de Singh (1981) e esta análise foi realizada pelo programa Genes (Cruz, 2006).

### Resultados e Discussão

Na análise de variância (Tabela I) considerando apenas as médias das medidas dos caracteres por cada localidade houve diferença significativa em 12 variáveis, sendo que somente na nervura cubital 4 (AC4) não existiu diferença significativa das colônias por localidade pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nota-se também

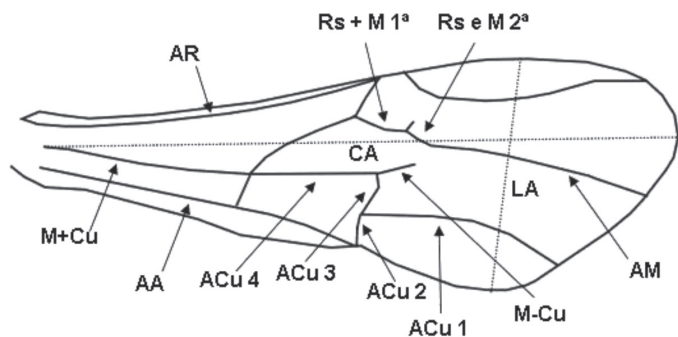


Figura 1. Caracteres utilizados para a morfometria da asa anterior da *Melipona scutellaris*. Largura (LA) e comprimento máximo da asa (CA), comprimentos das nervuras radial (AR), radio sectar + medial 1ª (RS+M1ª), radio sectar + medial 2ª (RS+M2ª), medial (AM), medial-cubital (M-Cu), cubital 1 (ACu1), cubital 2 (ACu2), cubital 3 (ACu3), cubital 4 (ACu4), anal (AA), medial + cubital (M+Cu).

TABELA I  
MÉDIAS DAS VARIÁVEIS MORFOMÉTRICAS DE ASAS DE *Melipona scutellaris* COMPARADAS ENTRE LOCALIDADES

Variável	FMA (Média)	FMS (Média)	Média geral	Desvio padrão	Coefficiente de variação (%)
AR	4,2278b	4,3073a	4,2676	0,0898	2,1
Rs+M1ª	0,6401a	0,6051b	0,6226	0,0314	5,04
Rs+M2ª	0,3129a	0,2980b	0,3055	0,0236	7,72
LA	2,9459b	3,0840a	3,0149	0,0914	3,03
CA	8,0655b	8,2323a	8,1489	0,181	2,22
AM	2,8122b	2,9003a	2,8563	0,0775	2,71
M-Cu	0,4752b	0,5115a	0,4933	0,0262	5,3
ACu1	2,5535b	2,6634a	2,6085	0,0901	3,45
ACu2	0,2806b	0,2903a	0,2854	0,0124	4,34
ACu3	0,4763a	0,4671b	0,4717	0,0185	3,91
ACu4	1,6056a	1,6063a	1,6059	0,041	2,55
AA	4,2820b	4,3409a	4,3115	0,0765	1,78
M+Cu	2,5373b	2,6041a	2,5707	0,062	2,41

Comprimentos (mm) das nervuras radial (AR), radio sectar + medial 1ª (RS+M1ª), radio sectar + medial 2ª (RS+M2ª), largura (LA) e comprimento máximo da asa (CA), medial (AM), medial-cubital (M-Cu), cubital 1 (ACu1), cubital 2 (ACu2), cubital 3 (ACu3), cubital 4 (ACu4), anal (AA), medial + cubital (M+Cu). Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si teste de Tukey a 5% de probabilidade. FMA: fragmento de Mata Atlântica; FMS: fragmento de mata semidecidual.

que, na maioria das variáveis que apresentaram diferença significativa os maiores valores pertencem às colônias localizadas na área de fragmento de mata semidecidual.

Considerando as medidas de comprimento e largura por localidade verifica-se que as asas das colônias residentes no fragmento de mata semidecidual são mais compridas e mais largas (Figura 2), sendo consequentemente maiores que as asas das operárias das colônias do fragmento de Mata Atlântica. Isto pode ser atribuído às diferenças ambientais

entre as localidades onde foram coletadas as amostras, principalmente a diferença de altitude existente entre estes ambientes (591m), sendo encontrados maiores tamanhos de asas nas abelhas residentes no fragmento de mata semidecidual que possui a maior altitude entre as localidades estudadas (604m). Estes resultados corroboram com os encontrados por Nunes *et al.* (2007) que verificaram diferenças entre colônias de *M. scutellaris* amostradas no Estado da Bahia a partir de diferentes condições ambientais como gradientes de altitude.

Na MANOVA verificou-se a existência de diferença altamente significativa entre as colônias de áreas diferentes ( $\lambda$  de Wilks=

0,00149;  $p < 0,00001$ ) e que todas as variáveis analisadas contribuíram significativamente para a separação a nível de colônia, evidenciando a existência de variabilidade morfométrica entre as localidades.

Com a ACP pode-se verificar a separação entre os indivíduos pertencentes às respectivas áreas, ou seja, existe naturalmente a separação de grupos por localidade, uma vez que na ACP os grupos não são identificados *a priori*. Esta separação é representada graficamente num espaço bidimensional formado pelos escores dos dois primeiros componentes principais (Figura 3).

Os três primeiros componentes principais explicaram 67,58% da variação, sendo que o primeiro explicou 46,13%, seguido pelo segundo e terceiro com 13,14% e 8,31% respectivamente (Tabela II).

As variáveis que mais contribuíram para o primeiro componente principal (Tabela III) foram o comprimento da asa (CA), cubital 1 (ACu1) e comprimento da nervura radial (AR). Para o segundo componente principal as variáveis que mais contribuíram foram radio sectar + medial 1ª (Rs+M1ª) e cubital 3 (ACu3).

Peres-Neto (1995) ressalta que em morfometria convencional o primeiro componente

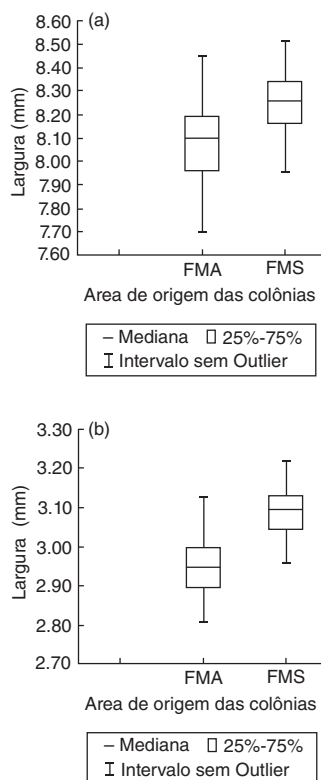


Figura 2. Comprimento (a) e largura (b) das asas de *Melipona scutellaris* provenientes de duas áreas restritas no Estado da Bahia, Brasil. FMA: fragmento de Mata Atlântica, FMS: fragmento de mata semidecidual.

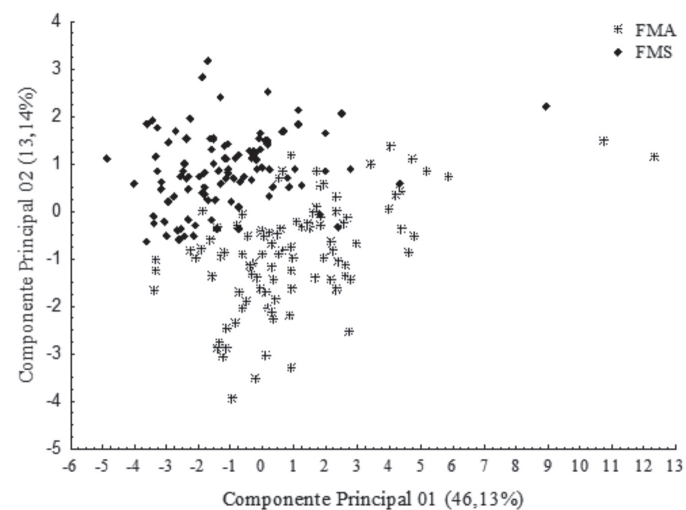


Figura 3. Dispersão das populações de *Melipona scutellaris* de duas áreas restritas no Estado da Bahia com análise de componentes principais. Pontos com mesmo formato no gráfico representam as operárias pertencentes às respectivas áreas como apresentado na legenda. FMA: fragmento de Mata Atlântica; FMS: fragmento de mata semidecidual.

TABELA II  
AUTOVALOR, VARIAÇÃO TOTAL E ACUMULADA DOS  
COMPONENTES PRINCIPAIS OBTIDOS DE 13  
CARACTERES DE ASAS DE *Melipona scutellaris*

Componente principal	Autovalor	Varição total (%)	Autovalor acumulado	Varição acumulada (%)
1	5,9969	46,1303	5,9969	46,13
2	1,7083	13,1405	7,7052	59,27
3	1,0808	8,3137	8,7860	67,58
4	0,9841	7,5699	9,7701	75,15
5	0,7982	6,1397	10,5682	81,29
6	0,7090	5,4542	11,2773	86,75
7	0,5024	3,8647	11,7797	90,61
8	0,3386	2,6047	12,1183	93,22
9	0,2947	2,2667	12,4130	95,48
10	0,2049	1,5758	12,6178	97,06
11	0,1519	1,1686	12,7698	98,23
12	0,1291	0,9930	12,8988	99,22
13	0,1012	0,7781	13,0000	100,00

TABELA III  
CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS (*SCORE*) PARA OS  
COMPONENTES PRINCIPAIS OBTIDOS DE 13  
CARACTERES DE ASAS DE *Melipona scutellaris*

Variável	Componente Principal	
	CP01	CP02
Nervura radial (AR)	<b>-0,852889</b>	-0,071070
Radio sectar + medial 1 <sup>a</sup> (Rs+M1 <sup>a</sup> )	-0,115903	<b>-0,687888</b>
Radio sectar + medial 2 <sup>a</sup> (Rs+M2 <sup>a</sup> )	-0,372087	-0,505937
Largura (LA)	-0,813721	0,347925
Comprimento da asa (CA)	<b>-0,918926</b>	0,016285
Medial (AM)	-0,689225	0,385227
Medial-cubital (M-Cu)	-0,459367	0,311400
Cubital 1 (ACu1)	<b>-0,860488</b>	0,170762
Cubital 2 (ACu2)	-0,322494	0,128279
Cubital 3 (ACu3)	-0,433584	<b>-0,629831</b>
Cubital 4 (ACu4)	-0,718136	-0,402085
Anal (AA)	-0,819184	-0,044310
Medial + cubital M+Cu	-0,840123	0,037838

CP01: componente principal 01, CP02: componentes principal 02.

principal é interpretado como uma variável que representa o tamanho e que o segundo componente e os demais são considerados normalmente como dimensões que representam a forma dos indivíduos analisados. Como neste estudo o primeiro componente principal explicou uma elevada porção da variação total encontrada e a variável que mais influenciou para a formação deste componente foi o comprimento da asa, pode-se destacar que a maior variação entre as colônias esta mais relacionada ao tamanho dos indivíduos do que à forma das asas. Isto também foi evidenciado por Lima Junior *et al.* (2012) que compararam o tamanho do centroide das asas (medida de tamanho com a

morfometria geométrica) das mesmas amostras de *M. scutellaris* e constataram diferenças relacionadas ao tamanho das asas, sendo que as abelhas do fragmento de mata semidecidual apresentaram asas maiores que as abelhas do fragmento de Mata Atlântica.

Uma análise discriminante foi realizada tendo como grupo para a classificação dos indivíduos, as suas colônias. Nesta análise 78,50% das abelhas foram classificadas corretamente dentro das suas respectivas colônias, destacando-se as colônias do fragmento de Mata Atlântica que obtiveram os maiores valores de classificação correta, enquanto que as colônias do fragmento de mata semidecidual apresentaram as menores taxas de classificação

como a colônia FMS 04 com apenas 40,0% dos seus respectivos indivíduos classificados corretamente (Tabela IV). Além de ser um fragmento, a área da mata semidecidual, encontra-se isolada sendo contornada por uma vasta área de caatinga, o que favorece a restrição das colônias às mesmas condições ambientais, principalmente de forrageamento favorecendo a maior semelhança encontrada entre os indivíduos. Diferente do fragmento de Mata Atlântica que apresenta uma área superior e não encontra-se isolado por um outro bioma, apresentando assim maior diversidade.

Com o teste de validação cruzada, a média de identificação correta dos indivíduos foi de 58,0%, destacando-se as colônias FMA 01 e 04 que obtiveram 100,0% dos indivíduos identificados corretamente. Os testes de validação cruzada são importantes para a verificação da eficiência das equações geradas para classificação correta dos indivíduos nos seus

respectivos grupos (Francoy e Imperatriz-Fonseca, 2010).

Na análise discriminante realizada para classificação de indivíduos entre as localidades, o fragmento de Mata Atlântica obteve uma taxa de classificação correta de 92,0%, já para o fragmento de mata semidecidual a taxa foi de 95,0%, sendo que a média geral foi de 93,5%. Pela validação cruzada, as dois localidades tiveram, respectivamente, identificação correta de seus indivíduos com taxas de 91,0 e 94,0%. A média geral da validação cruzada foi de 92,5%. Maiores taxas de classificação e identificação considerando como unidade grupal as áreas em relação às taxas obtidas quando são consideradas as colônias como um grupo é evidenciada pelas diferenças morfológicas que são mais visíveis entre as localidades do que entre colônias individualmente, uma vez que as variações das condições ambientais que influenciam as variações de tamanho são

TABELA IV  
CLASSIFICAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS INDIVÍDUOS  
DE *Melipona scutellaris* DENTRO DAS RESPECTIVAS  
COLÔNIAS E DAS ÁREAS DE ORIGEM DAS COLÔNIAS  
ATRAVÉS DE ANÁLISES DISCRIMINANTES E  
VALIDAÇÃO CRUZADA, RESPECTIVAMENTE

Colônias	Classificação correta	Identificação correta
FMA01	100,00	100,00
FMA02	80,00	80,00
FMA03	90,00	50,00
FMA04	100,00	100,00
FMA05	80,00	70,00
FMA06	90,00	70,00
FMA07	70,00	30,00
FMA08	90,00	90,00
FMA09	70,00	60,00
FMA10	70,00	50,00
FMS01	70,00	40,00
FMS02	90,00	80,00
FMS03	70,00	40,00
FMS04	60,00	10,00
FMS05	80,00	60,00
FMS06	90,00	70,00
FMS07	70,00	40,00
FMS08	40,00	20,00
FMS09	80,00	50,00
FMS10	80,00	50,00
Média	78,50	58,00
Área	Classificação correta	Identificação correta
FMA (média)	92,00	91,00
FMS (média)	95,00	94,00
Média	93,50	92,50

FMA: fragmento de Mata Atlântica, FMS: fragmento de mata semidecidual.

maiores entre as localidades e menores dentro delas.

As distâncias  $D^2$  de Mahalanobis (Tabela V) calculadas a partir das 13 variáveis analisadas foram utilizadas como matriz na análise de agrupamento pelo método de UPGMA. No dendrograma obtido (Figura 4), considerando como parâmetro de formação de grupos (ponto de corte) a média das distâncias de ligação (fusão), pode-se observar nove grupos (I a IX).

O coeficiente de correlação cofenética (CCC) para este dendrograma foi de 0,76 ( $p < 0,01$ ). Em análise de agrupamento, valores de CCC em torno de 0,80 já podem ser considerados como bons ajustes entre a matriz de distância original e a representação gráfica do agrupamento, possibilitando a realização de inferências por meio da avaliação visual do dendrograma que é da figura do agrupamento (Bussab *et al.*, 1990).

Dentre as variáveis que mais contribuíram para a divergência entre as colônias

destacam-se a largura (L),  $R_s+M_1$ ,  $Cu_1$ ,  $Cu_4$  e comprimento (C), que foram responsáveis por mais de 75% dessa divergência (Tabela VI).

A formação de grupos ilustra a diversidade morfológica existente entre as colônias. Deve-se ressaltar que também não houve a formação de grupo

composto por colônias de origem diferente, o que comprova também a diversidade morfológica entre as localidades, ou seja, existem variações biogeográficas entre as colônias de localidades diferentes.

Esta diversidade morfológica é decorrente das variações de tamanho que são bastante

influenciadas por condições ambientais como altitude, clima, vegetação (Nunes *et al.*, 2007, 2008; Francoy e Imperatriz-Fonseca, 2010). Além do isolamento geográfico entre os locais de origem das colônias utilizadas nesse estudo (230km), existem diferenças de condições ambientais marcantes, que somadas ao isolamento, provavelmente são os principais fatores responsáveis pela existência das diferenças entre as colônias.

## Conclusão

Existe divergência morfológica nas populações disjuntas de *Melipona scutellaris*, confirmando a existência de variações biogeográficas dessa espécie.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Proc. 303237/2010-4) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

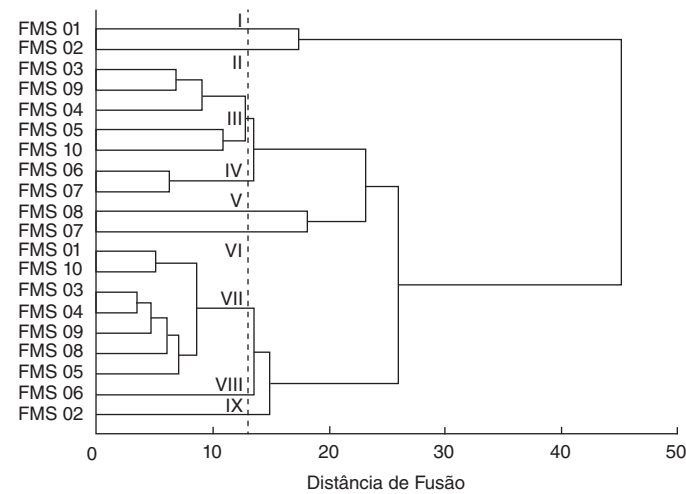


Figura 4. Dendrograma gerado por UPGMA através das distâncias de Mahalanobis entre colônias de *Melipona scutellaris* de um fragmento de Mata Atlântica (FMA) e de um fragmento de mata semidecidual (FMS). Os números romanos representam os grupos formados.

TABELA V  
DISSIMILARIDADE ENTRE COLÔNIAS DE *Melipona scutellaris*  
ORIUNDAS DE DUAS ÁREAS RESTRITAS DO ESTADO DA BAHIA\*

Colônia	FMA01	FMA02	FMA03	FMA04	FMA05	FMA06	FMA07	FMA08	FMA09	FMA10	FMS01	FMS02	FMS03	FMS04	FMS05	FMS06	FMS07	FMS08	FMS09	FMS10
FMA01		17,37	14,10	27,23	27,23	35,87	43,01	57,18	24,82	34,62	67,60	61,58	62,70	67,38	78,73	80,58	68,44	55,17	55,73	69,54
FMA02	0,00		8,53	15,08	22,55	27,79	32,98	37,49	16,33	27,40	52,13	45,87	46,97	48,04	56,60	62,73	53,10	40,03	48,88	50,96
FMA03	0,00	0,00		8,97	10,45	11,08	14,21	25,86	6,88	11,73	31,72	29,56	29,65	29,03	35,18	38,58	29,18	27,21	25,78	33,49
FMA04	0,00	0,00	0,00		14,47	11,59	15,06	20,05	9,30	19,05	30,45	26,77	26,83	28,27	33,28	35,49	19,85	21,30	30,89	27,36
FMA05	0,00	0,00	0,00	0,00		18,83	11,13	39,62	12,74	10,87	16,96	22,44	13,37	16,37	19,79	23,87	31,36	10,52	12,42	20,19
FMA06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		6,24	10,84	15,61	14,78	32,88	25,45	26,09	27,04	23,12	30,62	12,41	28,62	25,91	38,31
FMA07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		18,91	12,87	10,13	21,63	21,93	13,25	15,22	11,45	20,28	18,76	16,98	16,76	28,24
FMA08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		20,48	21,01	44,43	33,47	33,67	31,58	31,44	49,05	18,16	37,81	39,98	46,84
FMA09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		9,02	26,07	26,63	21,42	19,94	28,60	38,54	30,26	16,94	22,79	24,50
FMA10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		21,33	27,93	10,90	10,45	16,54	31,30	24,35	14,66	10,42	22,14
FMS01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		7,30	8,13	6,63	9,46	7,64	28,81	7,03	5,89	5,15
FMS02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		16,43	18,18	15,06	15,17	25,45	14,73	16,73	15,99
FMS03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		3,46	4,36	15,15	25,52	3,91	5,38	9,24
FMS04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,25		5,41	14,39	24,99	6,31	4,19	8,03
FMS05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,03		11,12	21,72	9,86	8,70	15,61
FMS06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		29,07	17,38	12,67	16,71
FMS07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		30,62	26,52	26,90
FMS08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,01	0,00	0,00	0,00		8,17	6,89
FMS09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00		9,54
FMS10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

\* Na parte superior da tabela encontram-se as distâncias  $D^2$  de Mahalanobis e na parte inferior a significância estatística (P).

FMA: fragmento de Mata Atlântica, FMS: fragmento de mata semidecidual. Em destaque encontram-se as distâncias entre os pares de colônias que foram não significativas.

TABELA VI  
CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DAS VARIÁVEIS  
PARA A DIVERGÊNCIA ENTRE AS  
COLÔNIAS DE *Melipona scutellaris*

Variável	Contribuição relativa (%)
Largura (LA)	29,98
Radio sectar + medial 1 <sup>a</sup> (Rs+M1 <sup>a</sup> )	13,20
Cubital 1 (Acu1)	12,53
Cubital 4 (Acu4)	10,12
Comprimento máximo da asa (CA)	10,03
Medial + cubital (M+Cu)	5,70
Medial-cubital (M-Cu)	5,37
Radio sectar + medial 2 <sup>a</sup> (Rs+M2 <sup>a</sup> )	4,80
Cubital 3 (ACU3)	3,34
Cubital 2 (ACU2)	2,03
Medial (AM)	1,47
Anal (AA)	1,23
Nervura radial (AR)	0,20

(CAPES) (AUX-PE-PNPD-1598/2008) pelas bolsas e apoio financeiro.

#### REFERÊNCIAS

- Addinsoft (2011) *XLSTAT versão 2011.1.02. para Windows*.
- Alves RMO, Carvalho CAL, Souza BA, Santos WS (2012) Areas of natural occurrence of *Melipona scutellaris* Latreille, 1811 (Hymenoptera: Apidae) in the state of Bahia, Brazil. *Anais Acad. Bras. Cs.* 84: 679-688.
- Araújo ED, Costa M, Chaud-Netto J, Fowler HG (2004) Body size and flight distance in stingless bees (Hymenoptera: Meliponini): Interference of flight range and possible ecological implications. *Braz. J. Biol.* 64: 563-368.
- Bussab WO, Miazaki ES, Andrade DF (1990) *Introdução à Análise de Agrupamentos*. IME/USP. São Paulo, Brasil. 105 pp.
- Carvalho CAL, Santos WS, Nunes LA, Souza BA, Carvalho-Zilse GA, Alves RMO (2011) Offspring analysis in a polygyne colony of *Melipona scutellaris* (Hymenoptera: Apidae) by means of morphometric analyses. *Sociobiology* 57: 347-354.
- Cruz CD (2006) *Programa Genes - Biometria*. Vol. 1. 1<sup>a</sup> ed. Universidade Federal de Viçosa, Brasil. 382 pp.
- Diniz-Filho JAF, Bini LM (1994) Space-free correlation between morphometric and climatic data: a multivariate analysis of africanized honey bees (*Apis mellifera* L.) in Brazil. *Global Ecol. Biogeogr. Lett.* 4: 195-202.
- Ferreira DF (2008) SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Symposium* 6: 36-41.
- Francoy TM, Grassi ML, Imperatriz-Fonseca VL, May-Itzá, WJ, Quezada-Euán JJG (2011) Geometric morphometrics of the wing as a tool for assigning genetic lineages and geographic origin to *Melipona beecheii* (Hymenoptera: Meliponini). *Apidologie* 42: 499-507.
- Francoy TM, Imperatriz-Fonseca VL (2010) A morfometria geométrica de asas e a identificação automática de espécies de abelhas. *Oecol. Austr.* 14: 317-321.
- Francoy TM, Silva RAO, Nunes-Silva P, Menezes C, Imperatriz-Fonseca VL (2009) Gender identification of five genera of stingless bees (Apidae, Meliponini) based on wing morphology. *Genet. Molec. Res.* 8: 207-214.
- Lima Junior CA, Carvalho CAL, Nunes LA, Francoy TM (2012) Population divergence of *Melipona scutellaris* (Hymenoptera: Meliponina) in two restricted areas in Bahia, Brazil. *Sociobiology* 59: 107-121.
- Mendes MFM, Francoy TM, Nunes-Silva P, Menezes C, Imperatriz-Fonseca VL (2007) Intra-population variability of *Nannotrigona testaceicornis* Lepelletier 1836 (Hymenoptera, Meliponini) using relative warp analysis. *Biosci. J.* 23: 147-152.
- Monteiro LR, Reis SF (1999) *Princípios de Morfometria Geométrica*. Holos. Ribeirão Preto, Brasil. 188 pp.
- Nunes LA, Araujo ED, Carvalho CAL, Waldschmidt AM (2008) Population divergence of *Melipona quadrifasciata anthidioides* (Hymenoptera: Apidae) endemic to the semiarid region of State of Bahia, Brazil. *Sociobiology* 52: 81-93.
- Nunes LA, Pinto MFFC, Carneiro P, Pereira DG, Waldschmidt AM (2007) Divergência genética em *Melipona scutellaris* Latreille (Hymenoptera: Apidae) com base em caracteres morfológicos. *Biosci. J.* 23: 1-9.
- Peres-Neto PR (1995) Introdução a análises morfométricas. *Oecol. Bras.* 2: 57-89.
- Roubik DW (1989) *Ecology and Natural History of Tropical Bees*. Cambridge Tropical Biology Series. Nova Iorque, EEUU. 514 pp.
- Sei (2002) *Anuário Estatístico da Bahia*. Vol. 16. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia: Salvador, Brasil.
- Singh D (1981) The relative importance of characters affecting genetic divergence. *Ind. J. Genet. Plant Breed.* 41: 237-245.