

# Desenvolvimento de colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas na região de Maringá, Estado do Paraná

Fabiana Martins Costa<sup>1</sup>, Sidnei Bueno de Miranda<sup>2</sup>, Vagner de Alencar Arnaut de Toledo<sup>2\*</sup>, Maria Cláudia Colla Ruvolo-Takasusuki<sup>3</sup>, Wainer César Chiari<sup>1</sup> e Juliano Hideo Hashimoto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900. <sup>3</sup>Departamento de Biologia Celular e Genética, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: abelha.vagner@gmail.com

**RESUMO.** O objetivo deste experimento foi estimar o desenvolvimento das colônias de *Apis mellifera* africanizadas no período de julho de 1999 a junho de 2000, na Fazenda Experimental, quanto às porcentagens de ocupações por cria, alimento e total dos favos, correlacioná-las com variáveis ambientais e determinar o teor de proteína bruta no pólen estocado pelas abelhas. Foram utilizadas cinco colônias de abelhas *A. mellifera* africanizadas, realizando-se mapeamentos e coletas de pólen mensalmente. Foram obtidos dados climáticos de temperatura máxima e mínima, umidade relativa máxima e mínima do ar e precipitação pluviométrica de cada mês, coletados na própria Fazenda Experimental. As porcentagens médias de ocupação com cria (ovo-larva + pupa de operárias e zangões), com alimento (mel e pólen) e da área total não foram diferentes entre as colônias ( $p > 0,05$ ). As abelhas africanizadas diminuíram sua população com temperaturas externas baixas (inverno) e também com excesso de umidade relativa do ar (verão). O teor médio de proteína bruta presente no pólen durante o ano foi de 24,51%, sendo este valor aceitável para um bom desenvolvimento das colônias.

**Palavras-chave:** mapeamento de favos, nutrição de abelhas, manejo apícola, tecnologia.

**ABSTRACT.** Growing of Africanized honeybee colonies in Maringá region, State of Paraná. This research was carried out to evaluate the growing of Africanized honeybee colonies from July 1999 to June 2000, as for the percentages of occupation area with brood, food, occupied total area, to correlate them with environmental variables and to determine the tenor of crude protein in the pollen stocked in the combs by workers. Five colonies were mapped monthly, which were made the counting of the occupied area with brood, food, occupied total area and also the pollen was collected and submitted to the bromatological analysis to determine the tenor of crude protein. The medium percentages of occupation with brood (egg-larvae plus workers pupa and drones), with food (honey and pollen) and of the occupied total area they were not also different among the treatments ( $p > 0.05$ ). The Africanized honeybee colonies reduced their population with low external temperatures (winter) and also with excess of relative humidity of the air (summer). The medium tenor of crude protein in the pollen during the year was 24.51%, and this value is acceptable for a good development of the colonies.

**Key words:** comb mapping, honeybee nutrition, management in beekeeping, technology.

## Introdução

Dentro do ninho, as abelhas constroem favos de cera com células hexagonais, que alojam as crias e onde são estocados o pólen, mel e néctar (Winston, 1987). As características produtivas e reprodutivas de colônias de abelhas são influenciadas pelo clima e disponibilidade de alimento na região. Núñez (1979) analisando a área total ocupada pelas abelhas híbridas, em cada mapeamento, concluiu que as africanizadas são mais sensíveis a modificações do

meio ambiente apresentando grandes flutuações no período em relação às européias híbridas.

A variação climática pode influenciar na saída das abelhas campeiras para a coleta de alimento nas plantas nectaríferas e poliníferas e, indiretamente na produtividade da colônia. Segundo Allen (1965) as temperaturas elevadas favorecem a atividade de voo, se estão acompanhadas por ventos de pouca velocidade. Esta temperatura alta pode favorecer a floração de plantas apícolas, aumentando o desenvolvimento das colônias.

A disponibilidade de recursos alimentares determina a quantidade de crias produzidas (Toledo, 1991). Com o aumento de cria produzida, Filmer (1932) afirmou que a proporção de coletoras de pólen e néctar também aumenta. Segundo Free (1980), a disponibilidade de recursos alimentares (néctar e pólen) está na dependência direta das condições ambientais, além do número de operárias e as variações das condições ambientais afetarem o aspecto produtivo e reprodutivo das colônias.

As abelhas necessitam de proteínas, carboidratos, minerais, lipídios, vitaminas e água para seu completo desenvolvimento e crescimento, que são obtidos por meio da coleta de pólen, néctar e água. O pólen das plantas é fonte de proteína, minerais, lipídios e vitaminas e o néctar fornece energia.

O pólen é coletado de uma grande variedade de plantas e segundo Maurizio (1954), a composição química e o valor nutritivo variam de acordo com a fonte, podendo apresentar níveis de proteína na faixa de oito a 40%. Anualmente, uma colônia consome de 40 a 60 kg de pólen (Nogueira-Couto e Couto, 2006).

Durante os primeiros cinco ou seis dias de vida adulta, as operárias consomem grandes quantidades de pólen para obter proteína e aminoácidos que vão garantir seu completo crescimento e desenvolvimento. O nível insuficiente de proteína na alimentação das abelhas é problemático, uma vez que o desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas, responsáveis pela formação do alimento para as crias, não é completo (Standifer, 1967). Conseqüentemente, o ciclo de produção e reprodução da colônia é prejudicado.

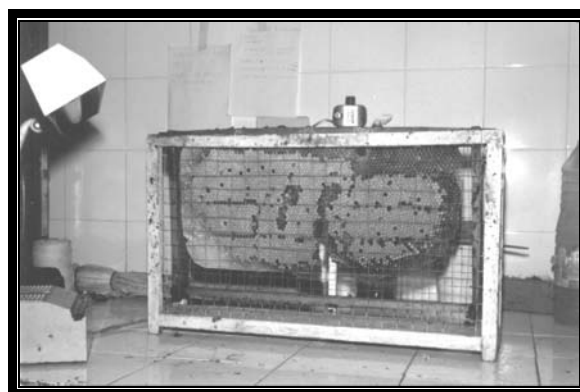
Para a melhoria da produção apícola, estudos relacionados às variações climáticas sobre o desenvolvimento das colônias africanizadas e sobre o nível de proteína presente no pólen disponível na flora da região durante todo o ano são muito importantes, pois os apicultores preferem estas abelhas por serem mais produtivas (De Jong, 1984).

O objetivo desse experimento foi estimar o desenvolvimento das colônias de *A. mellifera* africanizadas, quanto às porcentagens de ocupações por cria, alimento e total dos favos, correlacioná-las com variáveis ambientais e determinar o teor de proteína bruta no pólen estocado pelas abelhas.

## Material e métodos

Foram utilizadas cinco colônias de abelhas *A. mellifera* africanizadas, no período de julho de 1999 a junho de 2000, na Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná, alojadas em colméias tipo

Langstroth, submetidas a avaliações mensais quanto à área ocupada e tamanho do enxame. A avaliação da área ocupada foi realizada com mapeamentos segundo o método adaptado de Al-Tikrity *et al.* (1971), que consiste em introduzir os favos dentro de um suporte de madeira, com quadrados de arame, de 4 cm<sup>2</sup> de área (Figura 1). O número de quadrados correspondentes à área ocupada com ovo-larva e pupa de operárias e de machos, separadamente, mel, pólen, cria total, alimento e área total ocupada em relação à área total disponível na colônia foram contados e, posteriormente, transformados em porcentagem.



**Figura 1.** Técnica de mapeamento dos favos de acordo com Al-Tikrity *et al.* (1971).

*Figure 1.* Technique of comb mapping according to Al-Tikrity *et al.* (1971).

Uma vez ao mês retiraram-se as abelhas de cada colméia, colocando-as em uma caixa vazia, obtendo o peso da colméia sem abelhas. Os favos foram mapeados, em seguida, as abelhas foram devolvidas à colônia. No período da noite, quando todas as abelhas estavam na colméia, esta foi devidamente fechada e pesada, obtendo-se o peso com abelhas. Pela diferença entre peso da colméia com abelhas e peso da colméia sem abelhas, obteve-se o peso do enxame. Sabendo que uma abelha operária adulta pesa em média 65 mg (Winston, 1987), foi estimada a quantidade de abelhas nas colônias pelo peso do enxame.

Foram obtidos dados climáticos de temperatura máxima e mínima, umidade relativa máxima e mínima do ar e precipitação pluviométrica de cada mês, coletados na própria Fazenda Experimental.

Foram também realizadas coletas mensais do pólen estocado nos favos, com o auxílio de uma espátula plástica até se obter aproximadamente 15 g de amostra. O pólen foi armazenado em recipiente plástico, devidamente identificado (número da colméia e data) e mantido a 18°C negativos para posterior análise. Ao final do experimento, as amostras foram submetidas à

análise bromatológica conforme descrito por Silva (1990) para a determinação da matéria seca (MS), teor de cinzas e método de Kjeldahl para determinação da proteína bruta (PB).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Para verificar a influência das condições climáticas sobre o desenvolvimento das colônias, foi feita uma análise de correlação parcial e regressão múltipla dos dados climáticos com os parâmetros de produção de cria (ovo-larva e pupas de operárias e machos) e alimento (mel e pólen), com o software Statistical Analysis System (SAS, 1998). Foi feita análise de regressão por polinômios ortogonais nos programas estatísticos ESTAT e REGPOL para avaliar a qualidade do pólen ao longo dos meses. O mês foi utilizado como covariável para diminuir sua interferência nos parâmetros analisados. Em todas as análises, o nível de significância considerado foi de 5%.

## Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta um resumo da análise de variância e as percentagens médias de ocupação de ovo-larva, pupa, mel e pólen não foram diferentes entre as colônias ( $p>0,05$ ). As médias gerais e os erros-padrão da área ocupada em porcentagem com ovo-larva, pupa, mel e pólen foram  $8,71 \pm 0,69$ ;  $9,57 \pm 0,85$ ;  $15,35 \pm 1,35$  e  $3,70 \pm 0,37$ , respectivamente. Isto mostra que durante o período analisado as colônias apresentaram o mesmo comportamento de desenvolvimento em relação à porcentagem de

ocupação com ovo-larva, pupa, mel e pólen. As médias gerais e erros-padrão do peso do enxame e da estimativa do número de abelhas adultas foram  $1488 \pm 0,10$  g e  $24802,78 \pm 1646,71$ , respectivamente. Este número de abelhas ocupou dos 10 favos disponíveis na colônia, quase um favo com ovo-larva, praticamente um favo com pupa, um favo e meio com mel e menos da metade de um favo com pólen, mostrando que as abelhas africanizadas estão adaptadas às condições da região onde existe pouco alimento disponível.

As percentagens médias de ocupação com cria (ovo-larva + pupa de operárias e zangões), com alimento (mel e pólen) e da área total também não foram diferentes entre as colônias ( $p>0,05$ ), conforme ilustra a Tabela 2. Esse resultado concorda com Durán (1991) que, trabalhando com *A. mellifera carnica*, *A. mellifera ligustica* e *A. mellifera* africanizada, também não encontrou diferença significativa para as percentagens de ocupação com cria e alimento dentro da mesma subespécie e das africanizadas, nem entre as subespécies e africanizadas. As médias gerais e erros-padrão da área ocupada em porcentagem com cria, alimento e área total foram  $19,13 \pm 1,41\%$ ;  $19,05 \pm 1,48\%$  e  $38,18 \pm 2,30\%$ , respectivamente. Porém, os dados obtidos neste experimento são inferiores aos de Seeley e Morse (1976) – abelhas européias e Nogueira-Couto e Couto (1996) – abelhas africanizadas, que obtiveram, respectivamente, taxas de ocupação de 25 e 30% com cria, 55 e 31% para alimento e 20 e 38% vazia.

**Tabela 1.** Valores de F com suas respectivas probabilidades, coeficientes de variação (CV%) e médias da porcentagem de ocupação com ovo-larva, pupa, mel e pólen e seus respectivos erros-padrão em colônias de *A. mellifera* africanizadas no período de julho de 1999 a junho de 2000. Dados transformados em arcoseno  $\sqrt{[(x+\alpha)/100]}$  com  $\alpha=0,5$ .

**Table 1.** F Values with their respective probabilities, coefficient of variation (CV%) and means of percentage of occupation with egg-larvae, pupae, honey and pollen and their respective standard error in Africanized honeybee colonies from July 1999 to June 2000. Data converted in arcsin  $\sqrt{[(x+\alpha)/100]}$  with  $\alpha=0.5$ .

| Fonte de variação<br>Variation source | Ovo-larva<br>Egg-larvae                            | Pupa<br>Pupae                        | Mel<br>Honey                         | Pólen<br>Pollen                     |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Colônia<br>colony                     | 0,57 p=0,6868                                      | 2,09 p=0,0989                        | 1,07 p=0,3809                        | 0,61 p=0,6542                       |
| Mês<br>month                          | 2,18 p=0,0339                                      | 2,54 p=0,0140                        | 5,01 p=0,0001                        | 4,78 p=0,0001                       |
| CV%<br>CV (%)                         | 31,41                                              | 34,97                                | 28,48                                | 26,96                               |
| Médias - Colônia 9<br>means Colony 9  | 0,36 $\pm$ 0,06 a <sup>1</sup> (10,33 $\pm$ 1,48)* | 0,34 $\pm$ 0,10 a (9,90 $\pm$ 1,82)  | 0,38 $\pm$ 0,16 a (13,16 $\pm$ 3,31) | 0,23 $\pm$ 0,05 a (4,19 $\pm$ 0,67) |
| Colônia 11<br>Colony 11               | 0,29 $\pm$ 0,09 a (8,04 $\pm$ 1,01)                | 0,27 $\pm$ 0,14 a (7,89 $\pm$ 1,70)  | 0,43 $\pm$ 0,11 a (14,53 $\pm$ 2,60) | 0,20 $\pm$ 0,07 a (3,54 $\pm$ 0,83) |
| Colônia 36<br>Colony 36               | 0,30 $\pm$ 0,14 a (8,92 $\pm$ 1,98)                | 0,28 $\pm$ 0,16 a (9,54 $\pm$ 2,22)  | 0,40 $\pm$ 0,15 a (16,25 $\pm$ 2,51) | 0,20 $\pm$ 0,10 a (3,76 $\pm$ 1,10) |
| Colônia 38<br>Colony 38               | 0,33 $\pm$ 0,04 a (8,26 $\pm$ 1,07)                | 0,38 $\pm$ 0,07 a (12,96 $\pm$ 1,36) | 0,45 $\pm$ 0,21 a (19,37 $\pm$ 3,85) | 0,21 $\pm$ 0,04 a (3,76 $\pm$ 0,41) |
| Colônia 101<br>Colony 101             | 0,30 $\pm$ 0,15 a (8,02 $\pm$ 2,01)                | 0,28 $\pm$ 0,15 a (7,58 $\pm$ 2,15)  | 0,36 $\pm$ 0,15 a (13,46 $\pm$ 2,74) | 0,19 $\pm$ 0,08 a (3,28 $\pm$ 1,05) |

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ( $p>0,05$ ); \*Números entre parênteses indicam as médias sem transformação e seus respectivos erros-padrão.

<sup>1</sup>Means followed by equal small letters, in the same column, do not differ statistically ( $p>0,05$ ). \*Numbers between parentheses point out the means without conversion and their respective standard error.

**Tabela 2.** Valores de F com suas respectivas probabilidades, coeficientes de variação (CV%) e médias da porcentagem de ocupação com cria (ovo-larva + pupa de operárias e zangões), com alimento (mel e pólen) e da área total em colônias de *A. mellifera* africanizadas no período de julho de 1999 a junho de 2000. Dados transformados em arcosseno  $\sqrt{[(x+\alpha)/100]}$  com  $\alpha=0,5$ .

**Table 2.** F values with their respective probabilities, coefficient of variation (CV%) and means of percentage of occupation with brood (egg-larvae + worker and drone pupae), food (honey and pollen) and total area in Africanized honeybee colonies from July 1999 to June 2000. Data converted in arcsin  $\sqrt{[(x+\alpha)/100]}$  with  $\alpha= 0.05$ .

| Fonte de variação<br>Variation source | Cria<br>brood                              | Alimento<br>food             | Total<br>Total area          |
|---------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Colônia<br>colony                     | 0,86 p=0,4928                              | 0,86 p=0,4945                | 1,32 p=0,2774                |
| Mês<br>month                          | 3,87 p=0,0006                              | 4,35 p=0,0002                | 5,92 p=0,0001                |
| CV(%)<br>CV (%)                       | 25,78                                      | 27,26                        | 20,26                        |
| Médias - means                        | 0,46 ± 0,04 a <sup>1</sup> (20,57 ± 3,27)* | 0,42 ± 0,04 a (17,35 ± 3,51) | 0,66 ± 0,07 a (37,92 ± 6,04) |
| Colônia 9<br>Colony 9                 |                                            |                              |                              |
| Colônia 11<br>Colony 11               | 0,41 ± 0,04 a (16,46 ± 2,51)               | 0,43 ± 0,04 a (18,07 ± 3,08) | 0,63 ± 0,04 a (34,53 ± 3,42) |
| Colônia 36<br>Colony 36               | 0,45 ± 0,05 a (19,83 ± 3,94)               | 0,45 ± 0,04 a (19,98 ± 2,91) | 0,68 ± 0,05 a (39,81 ± 5,15) |
| Colônia 38<br>Colony 38               | 0,48 ± 0,03 a (21,38 ± 2,24)               | 0,49 ± 0,05 a (23,13 ± 3,97) | 0,73 ± 0,05 a (44,51 ± 5,04) |
| Colônia 101<br>Colony 101             | 0,42 ± 0,05 a (17,41 ± 3,77)               | 0,41 ± 0,04 a (16,74 ± 3,26) | 0,62 ± 0,06 a (34,15 ± 5,93) |

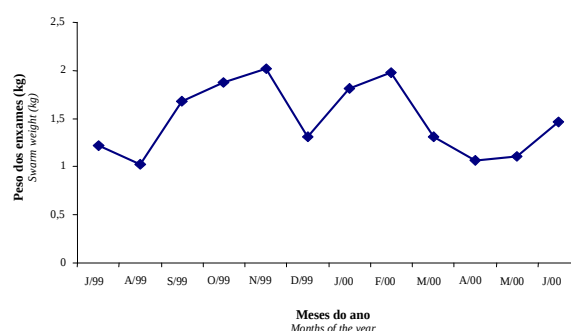
<sup>1</sup>Médias seguidas por letras iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ( $p>0,05$ ); \*Números entre parênteses indicam as médias sem transformação e o erro-padrão da média.

<sup>1</sup>Means followed by equal small letters, in the same column, do not differ statistically ( $p>0.05$ ); \*Numbers between parentheses point out the means without conversion and their respective standard error.

Segundo Winston (1987), para as colônias serem consideradas produtivas, a ocupação da área total disponível deve ser no mínimo 59,17%, portanto, neste experimento a ocupação total de 38,18% não as caracterizam como colônias produtivas de acordo com este autor. O comportamento da abelha africanizada mostrou-se evidente com a relação alimento/cria encontrada neste experimento (1:1), concordando com Núñez (1974) que relatou em colônias africanizadas a rápida conversão de alimento em cria, ou seja, maior capacidade de multiplicação com pouca reserva de alimento quando comparada às abelhas italianas. Winston *et al.* (1981) encontraram para abelhas africanizadas, maior investimento em reprodução, Nogueira-Couto (1991) obteve uma relação de 0,61 para africanizadas e Nogueira-Couto e Couto (1996), 1,04.

Na Figura 2 é apresentada a variação mensal do peso médio dos enxames de abelhas africanizadas. Os enxames diminuíram basicamente quando ocorreu uma queda na temperatura externa (agosto de 1999, abril e maio de 2000) e na época das chuvas (dezembro de 1999). Nos meses de setembro a novembro de 1999 (primavera) houve aumento do número de abelhas, assim como nos meses de janeiro e fevereiro. Esta baixa na temperatura externa, assim como o período prolongado de chuvas causaram uma mortalidade repentina nas operárias adultas que controlam a temperatura interna (Levin e Collinson, 1990; Garcia e Nogueira-Couto, 1999) e nas nutrizes (Büdel, 1955). Conseqüentemente, a morte da cria e a diminuição do ritmo de postura da rainha, uma vez

que as africanizadas não são tão eficientes no processo de termorregulação quando comparadas com as européias (Darchen, 1973; Garcia e Nogueira-Couto, 1999). Toledo e Nogueira-Couto (1999) verificaram que o tamanho da colméia – ninho ou núcleo não teve influência na termorregulação das colônias de africanizadas, mas encontraram grandes variações entre a máxima e a mínima, dentro da colméia; esta grande variação também foi obtida por Garcia e Nogueira-Couto (1999) que trabalharam com colméias pequenas.



**Figura 2.** Variação do peso dos enxames durante o período de julho de 1999 a junho de 2000.

**Figure 2.** Variation in swarm weight thought from July 1999 to June 2000.

A Tabela 3 apresenta a correlação das variáveis independentes (Temperatura externa máxima e mínima-°C, umidade relativa do ar máxima e mínima-% e precipitação pluviométrica-mm) com as variáveis dependentes (peso do enxame, número de operárias adultas, áreas ocupadas por ovo-larva, pupa, mel, pólen, ovo-larva macho, pupa macho, área total ocupada, área de cria e de alimento).

**Tabela 3.** Coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) com sua respectiva probabilidade ( $P$ ) entre as variáveis independentes: Temperatura máxima ( $T_{\text{máx}}$ ) e mínima ( $T_{\text{mín}}$ ), Umidade relativa do ar máxima ( $U_{\text{máx}}$ ) e mínima ( $U_{\text{mín}}$ ), Precipitação pluviométrica ( $P_{\text{precip}}$ ), e as variáveis dependentes Peso do enxame, Número operárias adultas, Porcentagem de ocupação com Ovo-larva de operárias, Pupa de operárias, Mel, Pólen, Ovo-larva de macho, Pupa de macho, Total, Cria e Alimento, no período de julho de 1999 a junho de 2000.

**Table 3.** Pearson correlation coefficient ( $r$ ) with their respective probability ( $P$ ) between independent variables: maximum temperature ( $\text{max-t}$ ) and minimum ( $\text{min-t}$ ), maximum relative humidity of air ( $\text{max-u}$ ) and minimum ( $\text{min-u}$ ), pluvial precipitation ( $\text{Precip}$ ), and dependent variables: swarm weight, adult workers number, percentage of egg-larvae, worker pupae, honey, pollen, drone egg-larvae, drone pupae, total, brood and food occupation from July 1999 to June 2000.

| Variáveis<br>Variables   | $T_{\text{máx}}$<br>( $\text{max-t}$ ) | $T_{\text{mín}}$<br>( $\text{min-t}$ ) | $U_{\text{máx}}$<br>( $\text{max-u}$ ) | $U_{\text{mín}}$<br>( $\text{min-u}$ ) | $P_{\text{precip}}$<br>( $\text{Precip}$ ) |
|--------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|
| Peso                     | $r = 0,1232$                           | $r = 0,1136$                           | $r = 0,0706$                           | $r = 0,0235$                           | $r = 0,0455$                               |
| Weight                   | $p = 0,0001$                           | $p = 0,0001$                           | $p = 0,0032$                           | $p = 0,3284$                           | $p = 0,0581$                               |
| Número operárias adultas | $r = 0,1232$                           | $r = 0,1136$                           | $r = 0,0706$                           | $r = 0,0235$                           | $r = 0,0455$                               |
| Adult workers number     | $p = 0,0001$                           | $p = 0,0001$                           | $p = 0,0032$                           | $p = 0,3284$                           | $p = 0,0581$                               |
| Ovo-larva                | $r = 0,0528$                           | $r = -0,0104$                          | $r = -0,0497$                          | $r = -0,0564$                          | $r = 0,0243$                               |
| Egg-larvae               | $p = 0,0277$                           | $p = 0,6651$                           | $p = 0,0383$                           | $p = 0,0186$                           | $p = 0,3111$                               |
| Pupa                     | $r = 0,0263$                           | $r = 0,0125$                           | $r = -0,0037$                          | $r = -0,0111$                          | $r = 0,0233$                               |
| Pupae                    | $p = 0,2726$                           | $p = 0,6031$                           | $p = 0,8772$                           | $p = 0,6453$                           | $p = 0,3309$                               |
| Mel                      | $r = -0,0087$                          | $r = -0,1350$                          | $r = -0,0625$                          | $r = -0,1256$                          | $r = -0,0734$                              |
| Honey                    | $p = 0,7181$                           | $p = 0,0001$                           | $p = 0,0092$                           | $p = 0,0001$                           | $p = 0,0022$                               |
| Pólen                    | $r = -0,1441$                          | $r = -0,1969$                          | $r = -0,1231$                          | $r = -0,0558$                          | $r = 0,0092$                               |
| Pollen                   | $p = 0,0001$                           | $p = 0,0001$                           | $p = 0,0001$                           | $p = 0,0199$                           | $p = 0,7024$                               |
| Ovo-larva macho          | $r = 0,1436$                           | $r = -0,0662$                          | $r = -0,0306$                          | $r = -0,0778$                          | $r = -0,0099$                              |
| Drone egg-larvae         | $p = 0,0001$                           | $p = 0,0058$                           | $p = 0,2018$                           | $p = 0,0012$                           | $p = 0,6816$                               |
| Pupa macho               | $r = -0,0742$                          | $r = -0,0336$                          | $r = -0,0904$                          | $r = -0,1219$                          | $r = -0,0308$                              |
| Drone pupae              | $p = 0,0020$                           | $p = 0,1609$                           | $p = 0,0002$                           | $p = 0,0001$                           | $p = 0,1989$                               |
| Total                    | $r = 0,0280$                           | $r = -0,1097$                          | $r = -0,1060$                          | $r = -0,1454$                          | $r = 0,0330$                               |
| Total area               | $p = 0,2427$                           | $p = 0,0001$                           | $p = 0,0001$                           | $p = 0,0001$                           | $p = 0,1685$                               |
| Cria                     | $r = 0,0709$                           | $r = 0,0029$                           | $r = -0,0515$                          | $r = -0,0660$                          | $r = 0,0229$                               |
| Total                    | $p = 0,0031$                           | $p = 0,9043$                           | $p = 0,0317$                           | $p = 0,0059$                           | $p = 0,3405$                               |
| Alimento                 | $r = -0,0403$                          | $r = -0,1665$                          | $r = -0,0838$                          | $r = -0,1249$                          | $r = -0,0615$                              |
| Total food               | $p = 0,0927$                           | $p = 0,0001$                           | $p = 0,0005$                           | $p = 0,0001$                           | $p = 0,0103$                               |

A temperatura externa máxima apresentou correlação positiva com o peso do enxame, estimativa do número de abelhas adultas, áreas de ovo-larva de operárias, ovo-larva de macho e área de cria total e negativa com área de pólen e pupa de macho. A temperatura externa mínima correlacionou-se positivamente com o peso do enxame e a estimativa do número de abelhas adultas, negativamente com as áreas ocupadas por mel, pólen, ovo-larva de macho, área total de ocupação e alimento (Tabela 3).

Em relação à umidade relativa do ar máxima, pode-se observar a correlação positiva com o peso do enxame e a estimativa de abelhas adultas, negativa com as áreas ocupadas por ovo-larva de operárias, mel, pólen, pupa de macho e área total ocupada, área de cria e de alimento total. A umidade relativa do ar mínima está correlacionada de forma negativa com as áreas ocupadas por ovo-larva de operárias, mel, pólen, ovo-larva de macho, pupa de macho, área total ocupada, cria e alimento total (Tabela 3).

A precipitação pluviométrica apresentou correlação negativa com as áreas ocupadas por mel e alimento total (Tabela 3).

A temperatura máxima externa correlacionou-se positivamente com a área de ovo-larva de macho (Tabela 3), discordando de Toledo (1997) que encontrou correlação negativa entre estas variáveis trabalhando com abelhas híbridas em 1995 na mesma região deste experimento. A temperatura mínima externa correlacionou-se negativamente com as áreas de pólen, alimento e ocupação total, concordando com os dados obtidos por Toledo (1997) e com as áreas ocupadas por mel concordando com Durán (1991).

Nesta mesma tabela, pode-se notar que a umidade relativa máxima do ar correlacionou-se positivamente com o peso do enxame, discordando de Durán (1991) e Nogueira-Couto (1991), e negativamente com a área ocupada com mel, concordando com Message (1986), Durán (1991), Nogueira-Couto (1991) e Toledo (1991 e 1997). A umidade relativa mínima do ar correlacionou-se negativamente com a área de pólen, cria, alimento e área total ocupada, concordando com Toledo (1997).

A precipitação pluviométrica correlacionou-se negativamente com as áreas ocupadas por mel e alimento, concordando com os resultados obtidos Durán (1991) na região de Jaboticabal-SP e Toledo (1997) na mesma região deste trabalho (Tabela 3). É importante salientar que na Tabela 3 correlações existentes só são válidas considerando-se duas variáveis de cada vez, uma dependente (variável analisada na colônia de abelhas) e outra independente (climática).

Pode-se notar de acordo com a Tabela 4, que a temperatura máxima correlacionou-se positivamente com o peso e número das abelhas, mel, ovo-larva e pupa de macho, área e alimento totais; uma correlação negativa da temperatura externa mínima com as áreas de mel, pólen, ovo-larva de macho, pupa de macho, área total ocupada e alimento total; uma correlação negativa da umidade relativa do ar mínima com as áreas de ovo-larva de operárias, pupa, mel e áreas totais de cria e alimento; correlação negativa da umidade relativa do ar máxima com as áreas de pólen, pupa de macho e área total ocupada e positiva com o peso do enxame e a estimativa do número de abelhas adultas. A precipitação se correlacionou positivamente com as áreas de ovo-larva de operárias, pólen e cria total. Observa-se, também, em todas as equações de predição que o  $R^2$  ajustado apresenta valores muito baixos, provavelmente, porque outras variáveis não envolvidas na análise exerceram uma influência maior. Mais estudos para identificar estas possíveis influências devem ser desenvolvidos.

**Tabela 4.** Análise de regressão múltipla pelo método “Step Wise”, com os modelos selecionados, no período de julho de 1999 a junho de 2000, para *Apis mellifera* africanizadas, com dados de porcentagem de ocupação das áreas de cria ovo-larva e pupa de operárias e de machos, mel, pólen, cria total, alimento e área total.

**Table 4.** Multiple regression analysis by Step Wise method, with selected models from July 1999 to June 2000 for Africanized honeybees with percentage data of worker egg-larvae and pupae, drone egg-larvae and pupae, honey, pollen, total brood, food and total occupied area.

| Modelo final selecionado<br>Selected finishing model          | Valor de F<br>F value | Probab.<br>Probability | CV (%)<br>CV (%) | R <sup>2</sup> ajustado<br>Adjusted R <sup>2</sup> |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|------------------|----------------------------------------------------|
| Pe = 0,2036 + 0,0269 (tmax) + 0,0063 (umax)                   | 25,05                 | 0,0001                 | 49,95            | 0,0269                                             |
| NA = 3394 + 448 (tmax) + 104 (umax)                           | 25,05                 | 0,0001                 | 49,95            | 0,0269                                             |
| OL = 9,87 - 0,0322 (umin) + 0,0267 (precip)                   | 6,84                  | 0,0011                 | 60,14            | 0,0067                                             |
| Pu = 10,46 - 0,0212 (umin)                                    | 4,26                  | 0,0392                 | 67,54            | 0,0019                                             |
| M = 19,71 + 0,3134 (tmax) - 0,6478 (tmin) - 0,0592 (umin)     | 26,01                 | 0,0001                 | 65,73            | 0,0414                                             |
| Po = 9,2595 - 0,1619 (tmin) - 0,0364 (umax) + 0,0236 (precip) | 41,90                 | 0,0001                 | 74,13            | 0,0659                                             |
| OLm = - 0,4618 + 0,0562 (tmax) - 0,0433 (tmin)                | 14,28                 | 0,0001                 | 312,01           | 0,0150                                             |
| Pm = 0,6197 + 0,0457 (tmax) - 0,0591 (tmin) - 0,0066 (umax)   | 12,71                 | 0,0001                 | 337,69           | 0,0198                                             |
| T = 44,5681 + 0,8168 (tmax) - 1,3087 (tmin) - 0,0970 (umax)   | 27,64                 | 0,0001                 | 45,39            | 0,0440                                             |
| C = 22,0877 - 0,0783 (umin) + 0,0559 (precip)                 | 9,27                  | 0,0001                 | 56,26            | 0,0094                                             |
| A = 32,8635 - 0,5276 (tmin) - 0,1213 (umin)                   | 46,71                 | 0,0001                 | 58,29            | 0,0500                                             |

Pe = peso das abelhas; NA = estimativa do número de abelhas adultas; OL = ovo-larva de operária; P = pupa de operária; M = mel; Po = pólen; OLm = ovo-larva de macho; Pm = pupa de macho; T = área total ocupada; C = área total de cria; A = área total de alimento; precip = precipitação pluviométrica; tmax = temperatura máxima externa; tmin = temperatura mínima externa; umax = umidade relativa máxima; umin = umidade relativa mínima.

Pe = swarm weight; NA = estimate of adult worker honeybees; OL = worker egg-larvae; P = worker pupae; M = honey; Po = pollen; OLm = drone egg-larvae; Pm = drone pupae; T = total occupied area; C = total brood area; A = total food area; precip = pluvial precipitation; tmax = environmental maximum temperature; tmin = environmental minimum temperature; umax = maximum relative humidity; umin = minimum relative humidity.

Pode-se observar pela Tabela 4 que a temperatura máxima externa correlacionou-se positivamente com a área de mel, concordando com Durán (1991) e Nogueira-Couto (1991) que trabalharam com várias subespécies de abelhas *A. mellifera* na região de Jaboticabal, Estado de São Paulo, porém discorda dos dados obtidos por Nogueira (1983). A temperatura mínima externa correlacionou-se negativamente com as áreas de pólen, alimento e ocupação total, concordando com Toledo (1997) e com as áreas ocupadas por mel concordando com Durán (1991). Entretanto, Toledo (1991) não encontrou correlação destes parâmetros com a temperatura mínima externa. Isto significa que quanto maior a temperatura externa maior será a área ocupada pelas abelhas com mel.

A umidade relativa do ar máxima correlacionou-se negativamente com a área ocupada com pólen concordando com Toledo (1997) que trabalhou com abelhas africanizadas e italianas inseminadas instrumentalmente. A umidade relativa do ar mínima correlacionou-se negativamente com áreas ocupadas por mel, cria total e alimento e, também com a área total concordando com os dados obtidos por Toledo (1991 e 1997) com abelhas inseminadas. Nogueira-Couto (1991) encontrou correlação negativa da umidade mínima somente com a área de mel. Isto significa que a alta umidade é prejudicial ao armazenamento de pólen, pois facilita o aparecimento de fungos neste pólen.

Toledo (1991) encontrou que esta mesma umidade mínima também se correlacionou negativamente com as áreas ocupadas por ovo-larva de operárias de *A. mellifera caucasica* e pupas de operárias de *A. mellifera ligustica* concordando com os dados obtidos neste experimento para abelhas africanizadas. Isto mostra que além de ser prejudicial ao pólen, o excesso de umidade

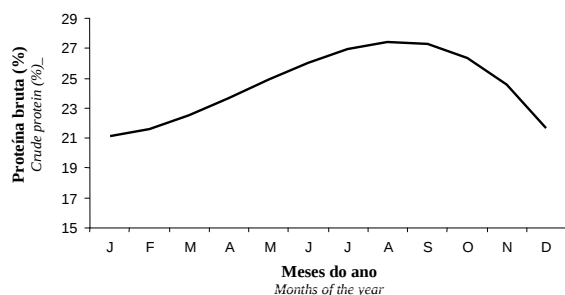
prejudica as crias de abelhas indicando que deve existir um limite máximo de umidade que as crias de africanizadas suportam.

A precipitação pluviométrica correlacionou-se positivamente com as áreas de ovo-larva de operária, pólen e cria total. Entretanto, Nogueira-Couto (1991) e Toledo (1991 e 1997) encontraram correlação negativa desta variável com a área ocupada com mel. Ou seja, a precipitação favorece o aumento da população das abelhas como consequência de um aumento da quantidade de alimento disponível na natureza.

Na Figura 3 pode-se observar a variação do teor de proteína bruta do pólen ao longo dos meses do ano. A equação foi derivada para estimar os teores de proteína do pólen, ao longo dos meses do ano os quais apresentaram valores máximo e mínimo. A estimativa do valor máximo de proteína bruta no pólen foi 27,39% e ocorreu no mês de agosto, o teor mínimo estimado foi 21,14% no mês de janeiro. O pólen é coletado de uma grande variedade de plantas e segundo Maurizio (1954), a composição química e o valor nutritivo variam de acordo com a fonte, podendo apresentar níveis de proteína na faixa de oito a 40%. Neste experimento, o período do inverno, mais especificamente no mês de agosto, a florada apícola presente na região apresentou um teor de proteína bruta estimado (27,39%) considerado acima da média para o desenvolvimento das abelhas. Pela variação pode-se observar que a média do teor de proteína estimado no pólen foi de 24,51% durante os meses do ano.

As africanizadas utilizadas neste experimento são híbridas que apresentaram comportamento constante em relação às porcentagens de ocupações com cria e alimento. Observando a Figura 3, notou-se um fato interessante, o maior teor de proteína bruta obtido no pólen dos favos foi exatamente nos

meses de inverno da região. Isto pode ser explicado porque a fazenda em questão foi, ao longo dos anos, promovendo um plantio em grande quantidade e diversidade de plantas apícolas com florescimento nos meses de junho a setembro, o que contribuiu e contribui para um melhor desenvolvimento das colônias nesta época do ano.



**Figura 3.** Curva de regressão obtida através da equação  $Y = 21,2402 - 0,4448X + 0,3750X^2 - 0,2790X^3$ , (onde Y = teor de proteína bruta e X = meses do ano) do teor de proteína bruta ao longo dos meses do ano, no Setor de Apicultura.

**Figure 3.** Regression curve marked by equation  $Y = 21,2402 - 0,4448X + 0,3750X^2 - 0,2790X^3$ , (Y = crude protein tenor and X = months of the year) of crude protein tenor during months of the year in Apiculture sector.

## Conclusão

Quando as porcentagens de ocupação com cria e alimento foram correlacionadas com as variáveis ambientais, pôde-se concluir que, as abelhas africanizadas diminuíram sua população com temperaturas externas baixas (inverno) e também com excesso de umidade relativa do ar (verão). Além de ter sido prejudicial ao pólen estocado, o excesso de umidade prejudicou as crias de abelhas indicando que deve existir um limite máximo de umidade que as crias de africanizadas suportam. Conclui-se também que na região de Maringá, apesar da alta densidade de colônias e a baixa disponibilidade de alimento, o teor médio de proteína bruta presente no pólen durante os meses do ano foi de 24,51%, sendo este o valor a médio para o desenvolvimento das colônias.

## Agradecimentos

Ao Edson Perini por realizar mensalmente o transporte das colônias, ao Roberto Alvarez, Adriana de Franco Alves, Fábio Luiz Buranelo Toral, Karina Perehouskei Albuquerque e Priscila Juliana Pinsetta Sales pela ajuda na coleta de dados.

## Referências

ALLEN, M.D. The production of queen cups and queen cells in relation to the general development of honeybee colonies, and its connection with swarming and supersedure. *J. Apic. Res.*, Cardiff, v. 4, n. 3, p. 121-141, 1965.

AL-TIKRITY, W.S. *et al.* A new instrument for brood measurement in a honeybee colony. *Am. Bee J.*, Hamilton, v. 111, n. 1, p. 20-21 e 26, 1971.

BÜDEL, A. Variações na temperatura do ar entre os favos em uma colônia com cria. *Zeitschrift für Bienenforsch.*, Berlin, v. 3, p. 88-92, 1955.

DARCHEN, R. La thermorégulation et l'ecologie di quelques espèces d'abeilles sociales d'Afrique (Apidae, Trigonini et *Apis mellifica* var. *adansonii*). *Apidologie*, Les Ulis, v. 4, p. 341-370, 1973.

DE JONG, D. Africanized bees now preferred by Brazilian beekeepers. *Am. Bee J.*, Hamilton, v. 124, p.116-118, 1984.

DURÁN, J.E.T. *Estudo das variáveis ambientais e do ácaro Varroa jacobsoni na produção de geléia real em colméias de Apis mellifera*. 1991. Dissertação (Mestrado)–Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1991.

FILMER, R.S. Brood area and colony size as factors in activity of pollination units. *J. Econ. Entomol.*, Lanham, v. 25, p. 336-334, 1932.

FREE, J.B. *A organização social das abelhas (Apis)*. São Paulo: Edusp, 1980.

GARCIA, R.C.; NOGUEIRA-COUTO, R.H. Termorregulação e longevidade de operárias em pequenas colônias de *Apis mellifera*. *Rev. Unimar*, Marília, v. 8, p. 85-92, 1999.

LEVIN, C.G.; COLLISON, C.H. Broodnest temperature differences and their possible effect on drone brood production and distribution in honeybee colonies. *J. Apic. Res.*, Cardiff, v. 29, p. 35-45, 1990.

MAURIZIO, A. Pollen: its composition, collection, utilization and identification. *Bee World*, Cardiff, v. 35, p. 49-50, 1954.

MESSAGE, D. *Aspectos reprodutivos do ácaro Varroa jacobsoni e seus efeitos em colônias de abelhas africanizadas*. 1986. Tese (Doutorado)–Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1986.

NOGUEIRA, R.H.F. *Relatório trienal encaminhado à C.P.R.T.* Jaboticabal: Unesp, 1983.

NOGUEIRA-COUTO, R.H. *Produção de alimentos e cria em colméias de Apis mellifera infestadas com Varroa jacobsoni, em regiões canavieiras*. 1991. Tese (Livre Docência em Apicultura)–Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1991.

NOGUEIRA COUTO, R.H.; COUTO, L.M. Desenvolvimento de colméias de *Apis mellifera* (Africanizadas), infestadas com o ácaro *Varroa jacobsoni*. *ARS Veterinária*, Jaboticabal, v. 12, n. 1, p. 95-103, 1996.

NOGUEIRA COUTO, R.H.; COUTO, L.M. *Apicultura: manejo e produtos*. 3. ed. Jaboticabal: Funep, 2006.

NÚÑEZ, J.A. Estudio cuantitativo del comportamiento de *Apis mellifera ligustica* Spinola, y *Apis mellifera adansonii* Latreille. Factores energéticos e informacionales condicionantes y estrategia del trabajo recolector. *Cienc. Cult.*, São Paulo, v. 26, n. 8, p. 786-797, 1974.

NÚÑEZ, J.A. Time spent on various components of

- foraging activity: comparison between European and Africanized honeybees in Brazil. *J. Apic. Res.*, Cardiff, v. 18, n. 2, p. 110-115, 1979.
- SAS Institute. *User's guide*. Cary, 1998.
- SEELEY, T.D.; MORSE, R.A. The nest of the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Insectes Sociaux*, Salem, v. 23, n. 4, p. 495-512, 1976.
- SILVA, J.D. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa: UFV-Imprensa Universitária, 1990.
- STANDIFER, L.N. Honey bee nutrition. Beekeeping in United States. *Agr. Handbook*, Washington, D.C., v. 335, 1967.
- TOLEDO, V.A.A. *Desenvolvimento de colméias híbridas de Apis mellifera e seu comportamento na aceitação e manejo da cera*. 1991. Dissertação (Mestrado)–Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1991.
- TOLEDO, V.A.A. *Estudo comparativo de parâmetros biológicos e de produção de cera e geléia real em colônias de abelhas Apis mellifera africanizadas, cárnicas, italianas e seus híbridos*. 1997. Tese (Doutorado)–Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.
- TOLEDO, V.A.A.; NOGUEIRA-COUTO, R.H. Thermoregulation in colonies of Africanized and hybrids with Caucasian, Italian and Carniolan *Apis mellifera* honey bees. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, Curitiba, v. 42, n. 4, p. 425-431, 1999.
- WINSTON, M.L. et al. Demography and life history characteristic of two honey bee races (*Apis mellifera*). *Oecologia*, Berlin, v. 48, p. 407-413, 1981.
- WINSTON, M.L. *The biology of the honey bee*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1987.

Received on September 20, 2006.

Accepted on December 06, 2006.