

DETERMINAÇÃO DO INTERVALO ENTRE MEDIÇÕES PARA AVALIAÇÃO DE COLÔNIAS DE *Apis mellifera*¹

Rodrigo Diniz Silveira²

José Tadeu de Oliveira Lana³

Lúcio Antônio de Oliveira Campos³

Cosme Damião Cruz³

1. INTRODUÇÃO

Apesar da grande importância da apicultura, sabe-se que, com relação ao melhoramento genético, praticamente nada tem sido feito no Brasil, e isto é, no momento, uma séria limitação ao incremento da apicultura em nível regional. A necessidade de um programa de melhoramento é evidente, pois grandes diferenças existem entre a produtividade das colméias de um mesmo apiário.

Diferentes metodologias podem ser utilizadas no melhoramento de abelhas. KERR e VENCOSKY (5) sugerem a identificação de 25% das melhores e piores colméias e posterior produção de novas rainhas a partir das melhores, para substituir as piores. Outra metodologia baseia-se na

¹ Aceito para publicação em 23.10.1997.

² Departamento de Biologia Animal. Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG. E-mail: rds@alunos.ufv.br.

³ Departamento de Biologia Geral. Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG. E-mail: cdcruz@mail.ufv.br.

adição de quadros com cera moldada de zangões nas 25% melhores colméias, aumentando assim a proporção de machos com material genético superior, disponíveis para a fecundação de novas rainhas e pode-se ainda usar conjuntamente as duas primeiras metodologias. PAGE JUNIOR e LAIDLAW JUNIOR (6) sugerem o uso da inseminação artificial a partir de mistura de sêmen de zangões das melhores colméias.

Um dos problemas encontrados em um programa de melhoramento de abelhas, visando ao aumento da produção de mel, é a grande demora, embora necessária, para que se possa avaliar o potencial genético das colméias. SILVEIRA *et alii* (7) mostraram que os problemas ocasionados pela falta de flores durante certas épocas do ano poderiam ser solucionados com o uso do xarope de água e açúcar colocado em pequenos alimentadores. Estes autores mostraram também a necessidade de contornar as dificuldades experimentais criadas pela substituição das filhas de rainhas a serem testadas e o período de avaliação no campo.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a estratégia mais adequada (número e intervalo de medições) para obtenção de dados, em ensaios comparativos de produção de mel.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliadas 20 colméias de *Apis mellifera*, coletadas em um apiário experimental da Universidade Federal de Viçosa. As colméias eram constituídas de cinco quadros, nas quais as rainhas utilizadas eram filhas daquelas consideradas superiores em experimento anterior SILVEIRA *et alii* (7). As avaliações foram iniciadas após a substituição natural das operárias já existentes pelas da nova rainha, o que ocorre em cerca de 30 dias.

O ensaio foi realizado em apiário localizado na Estação de Estudos Florestais, no município de Viçosa, MG.

A alimentação, constituída de xarope de água e açúcar (1:1 volume/peso), foi distribuída em 50 alimentadores colocados em semicírculo a aproximadamente 40 metros do apiário, pela manhã. As colméias foram pesadas à noite.

Os alimentadores utilizados, construídos com gomos de bambu-gigante cortados ao meio, longitudinalmente, foram pendurados nos galhos de árvores a aproximadamente um metro do chão. Cada alimentador recebeu 400 ml de xarope, sobre o qual colocaram-se pequenos pedaços de madeira, para facilitar o pouso das abelhas.

Deve-se lembrar de que alguns fatores inerentes à metodologia, previamente adotados por SILVEIRA *et alii* (7), foram considerados: a) as

medições foram realizadas no período noturno, com o objetivo de obter maior confiabilidade dos dados, pois, nesse horário, a população de abelhas encontra-se dentro da colméia e, conseqüentemente, as influências ambientais externas são minimizadas.

No ensaio, foram obtidos os pesos de cada colméia durante 29 dias consecutivos, excluindo-se, posteriormente, o peso das colméias vazias. Para as análises estatísticas utilizaram-se as informações das seguintes avaliações:

- a) Coletados diariamente (29 observações)
- b) Coletados a cada 2 dias (15 observações)
- c) Coletados a cada 3 dias (10 observações)
- d) Coletados a cada 4 dias (8 observações)
- e) Coletados a cada 5 dias (6 observações)

A partir dos dados experimentais, estimou-se o coeficiente de repetibilidade, considerando o modelo estatístico

$$Y_{ij} = m + c_i + p_j + E_{ij}$$

em que

Y_{ij} = ganho de peso da i -ésima colméia na j -ésima medição;

m = média geral;

C_i = efeito aleatório da i -ésima colméia ($i = 1, 2, \dots, c$), atribuído a causas genéticas e aos efeitos permanentes do ambiente comum;

P_j = efeito da j -ésima medição ($j = 1, 2, \dots, n$); e

E_{ij} = erro aleatório.

O esquema da análise de variância, com as respectivas esperanças de quadrados médios, é apresentado no Quadro 1.

QUADRO 1 - Esquema da análise de variância e esperança de quadrados médios			
FV	GL	QM	E(QM)
Medição	$n - 1$	QMM	
Colméia	$c - 1$	QMC	$\sigma^2 + n\sigma_c^2$
Resíduo	$(n - 1)(c - 1)$	QME	σ^2

em que

$$\hat{\sigma}^2 = QME$$

$$\hat{\sigma}_c^2 = \frac{QMC - QME}{n}$$

$$\hat{\sigma}_y^2 = \hat{\sigma}^2 + \hat{\sigma}_c^2$$

O coeficiente de repetibilidade foi estimado por:

$$r = \frac{\hat{\sigma}_c^2}{\hat{\sigma}_y^2}$$

O número de repetições adequado para se ter um determinado nível de confiabilidade do valor real da colméia, com base em n_0 medições, foi obtido pela solução da equação (1):

$$R^2 = \frac{rn_0}{1 + r(n_0 - 1)}$$

em que

R^2 = coeficiente de determinação;

r = coeficiente de repetibilidade; e

n_0 = número de medições para se ter a determinação preestabelecida.

Foram também estimados os coeficientes de variação experimental (CV_e) e genético (CV_g):

$$CV_e = \frac{100\sqrt{QME}}{\bar{X}} \quad \text{e} \quad CV_g = \frac{100\sqrt{\hat{\sigma}_c^2}}{\bar{X}}$$

em que \bar{X} é a média geral do experimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode ser verificado no Quadro 2 que, para todos os intervalos entre medições, detectaram-se diferenças significativas entre os efeitos de colméia

QUADRO 2 - Análise de variância do peso de colméias coletado diariamente e com 1, 2, 3 e 4 dias de intervalo entre pesagens

Fonte de variação	Intervalo entre avaliações														
	Ausente			1 Dia			2 Dias			3 Dias			4 Dias		
	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	GL	QM	
Colméia	19	22,7570**	19	11,8320**	19	7,6043**	19	6,3313**	19	6,3313**	19	4,4220**	19	4,4220**	
Intervalo	28	4,2019**	14	4,1886**	9	4,4966**	7	4,5290**	5	3,5273**	5	3,5273**	5	3,5273**	
Resíduo	532	0,1086	266	0,1160	171	0,1196	133	0,1293	95	0,1293	95	0,1127	95	0,1127	

** significativo a 1% de probabilidade.

e de intervalo de medição, indicando que, com qualquer um dos intervalos de tempo estudados, é possível distinguir as melhores colméias das piores.

Tem-se ainda no Quadro 3 que o coeficiente de variação, que é a medida da precisão do experimento, variou entre 6,63 e 7,21, o que pode ser considerado baixo, segundo critérios adotados por GOMES (3). Esse baixo coeficiente indica que houve bom controle das condições externas que influenciaram as colméias durante a condução do experimento.

Quando se faz a seleção de uma colméia com características superiores, avaliado por um número limitado de medições, espera-se que essa característica apresentada preliminarmente perdure durante toda a sua vida. Isso, segundo FALCONER (2) e CRUZ e REGAZZI (1), pode ser comprovado, estatisticamente, pelo coeficiente de repetibilidade. No Quadro 3, tem-se o coeficiente de repetibilidade variando entre 0,8579 e 0,8778. Esse valor é ainda maior que o encontrado por SILVEIRA *et alii* (7), mostrando que, para o material estudado, houve maior consistência do desempenho e, conseqüentemente, pode-se predizer o valor real de cada colméia com maior precisão.

O número de repetições necessárias para se ter uma precisão ao nível de significância de 95% variou entre 2,64 ($\cong 3$) e 3,36 ($\cong 4$), e ao nível de significância de 99% deve-se ter no mínimo 13,89 ($\cong 14$) medições (Quadro 3). Portanto, o tempo mínimo para se avaliar a capacidade de ganho de peso de uma colônia seria de três dias ($ns=95\%$), fazendo as avaliações diárias, ou 29 dias ($ns=99\%$), usando intervalos de um dia entre as avaliações.

Pode-se ainda verificar no Quadro 3 que o coeficiente de variação genético ficou entre 17,25 e 17,77. Estes valores elevados, segundo VENCOVSKY (8), são indicativos de condições bastante favoráveis ao melhoramento, mostrando que há predominância da variabilidade genética entre as colméias, o que é um ponto importante para a continuidade do trabalho de seleção. Já o coeficiente de variação experimental, como relatado anteriormente, apresentou baixa magnitude, indicando que as variações devido ao acaso, que comprometem a precisão do experimento, foram relativamente baixas.

Os desempenhos médios das colméias podem ser verificados no Quadro 4. Constata-se que as colméias 1 e 3 foram consistentemente superiores às demais, nos 5 intervalos de tempo estudados, devido à superioridade genética expressada. Já as colméias 6, 12, 13 e 20 obtiveram desempenho inferior ao das melhores colméias, demonstrando que existe variação genética entre as populações estudadas, uma vez que as condições iniciais eram semelhantes. Esta variação entre colméias corrobora os resultados do Quadro 3.

QUADRO 3 - Estimativa da variância entre colméias devido a causas genéticas e do ambiente permanente (σ_c^2), dos coeficientes de repetibilidade (r), da relação entre o coeficiente de variação genética e experimental (CV_g/CV_c) e do número de medições (n_0) necessários para a predição do valor real das colméias com coeficiente de determinação (R^2) de 95 e 99% de probabilidade

Estimadores	Intervalo entre avaliações				
	Ausente	1 Dia	2 Dias	3 Dias	4 Dias
σ_c^2	0,7809	0,7810	0,7484	0,7752	0,7180
r	0,8778	0,8708	0,8622	0,8579	0,8632
CV_g	17,77	17,75	17,51	17,64	17,25
CV_e	6,63	6,84	6,99	7,21	6,86
CV_g/CV_c	2,68	2,59	2,50	2,45	2,51
n	29,0	15,0	10,0	8,0	6,0
n_0 ($R^2=95\%$)	2,640	2,818	3,360	3,170	3,008
n_0 ($R^2=99\%$)	13,896	14,713	15,860	16,519	15,757

QUADRO 4 - Médias do peso de colméias (em kg) avaliadas em experimento com alimentação artificial

Colméia	Intervalo entre avaliações				
	Ausente	1 Dia	2 Dias	3 Dias	4 Dias
01	7,29	7,31	7,23	7,32	7,20
02	4,10	4,12	4,10	4,12	4,10
03	6,40	6,41	6,33	6,43	6,24
04	4,63	4,65	4,62	4,66	4,58
05	4,44	4,45	4,40	4,46	4,39
06	3,99	3,99	3,99	4,00	3,99
07	6,04	6,04	5,99	6,04	5,95
08	4,76	4,78	4,78	4,78	4,71
09	5,06	5,08	5,02	5,09	5,00
10	4,43	4,44	4,39	4,43	4,37
11	5,29	5,29	5,27	5,30	5,25
12	3,96	3,97	3,92	3,98	3,92
13	4,24	4,25	4,21	4,25	4,20
14	4,43	4,44	4,38	4,45	4,35
15	5,73	5,74	5,68	5,76	5,63
16	4,33	4,34	4,33	4,34	4,31
17	5,65	5,66	5,59	5,68	5,53
18	5,29	5,30	5,28	5,30	5,25
19	4,96	4,97	4,92	5,00	4,80
20	4,33	4,33	4,32	4,35	4,30

A rainha é fecundada naturalmente por até 17 machos (Adams *et alii*, 1977, citados por 4), e atinge em média 10 meses de vida em nossas condições (4), logo, devem-se obter dados de um período de tempo, de modo que a rainha possa realmente expressar suas características. O ideal seria avaliar o desempenho de uma rainha durante toda a sua vida, pois seriam avaliadas a sua expressão genotípica e a dos zangões. Também não se conhece bem o mecanismo de distribuição do esperma na fecundação dos ovos ao longo da vida da rainha, e, como o período de vida dela é relativamente grande, acredita-se que o tempo mínimo de 29 dias possa ser o suficiente para este tipo de estudo genético.

4. RESUMO

Este experimento teve como objetivo estudar o número mínimo e o melhor intervalo de medições para a comparação do desempenho de colméias de abelhas da espécie *Apis mellifera*. Foram avaliadas 20 colméias, em condições artificiais, em que a alimentação suplementar consistia de xarope de água e açúcar (1:1), fornecido durante o período diurno. O experimento foi conduzido durante 29 dias consecutivos, e as análises estatísticas foram realizadas com base em informações diárias, além das obtidas nos intervalos de 1, 2, 3 e 4 dias. O período mínimo, de aproximadamente um mês, foi utilizado para que as variações genéticas, proporcionadas por diferentes zangões na fecundação da rainha, fossem expressas. Constatou-se que o coeficiente de repetibilidade do peso da colméia variou de 0,8579 a 0,8778. Para se ter uma confiabilidade de 99% a respeito do valor real da colméia, fez-se necessário o número mínimo de 15 medições. Assim, concluiu-se que as medições diárias ou aquelas com intervalo de um dia são as que proporcionam melhor segurança no processo de seleção de materiais genéticos superiores. Medições em intervalos maiores poderão ser recomendadas, desde que se façam avaliações além dos 29 dias utilizados no presente trabalho.

5. SUMMARY

(DETERMINATION OF INTERVAL MEASUREMENTS FOR *Apis mellifera* COLONIES EVALUATION)

The objective of this experiment was to study the minimum number and the best interval of measurement for comparing the performance of the beehives of the *Apis mellifera* species. Twenty hives were evaluated in artificial conditions, in which supplementary nourishment consisted of water

and sugar syrup (1:1), provided during the morning period. The experiment was conducted during 29 consecutive days and the statistical analyses were accomplished from daily information as well as those obtained in the intervals of 1, 2, 3 and 4 days. The minimum period, of about one month, was used so that the genetic variations, caused by different drones in the fertilization of the queen, could be expressed. It was observed that the repeatability coefficient of the weight of the hive varied between 0.8579 and 0.8778. To achieve a statistical significance of 99% on the real value of the hive, a minimum number of 15 measurements was necessary. Thus, it was concluded that the daily measurements, or those with an interval of 1 day, are the ones which offer more accuracy for selecting superior genetic materials. Measurements of longer intervals could be recommended if further evaluations are made, surpassing the 29 days used in this experiment.

6. LITERATURA CITADA

1. CRUZ, C.D. e REGAZZI, A.J. *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. Viçosa, UFV. Imprensa Universitária, 1994. 378 p.
2. FALCONER, D.S. *Introdução à Genética Quantitativa*. Tradução de SILVA, M.A. & SILVA, J.C. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1981. 279 p.
3. GOMES, F.P. *Curso de Estatística Experimental*. 7ª ed. São Paulo, Editora Nobel, 1977. 430 p.
4. KERR, W.E. Melhoramento genético de população de abelhas. *Inf. Agropec.*, 9 (106): 37-45, 1983.
5. KERR, W.E. & VENCOVSKY, R. Melhoramento genético em abelhas. I. Efeito do número de colônias sobre o melhoramento. *Rev. Brasil. de Genética*, 5 (2): 279-285, 1982.
6. PAGE JUNIOR, R.E. & LAIDLAW JUNIOR, H.H. Closed population honey bee breeding. 2. Comparative methods of stock maintenance and effective breeding. *Jour. Apic. Research*, 21(1): 38-44, 1982.
7. SILVEIRA, R.D.; LANA, J.T.O.; CAMPOS, L.A.O. & CRUZ, C.D. Desempenho das colônias de *Apis mellifera* em condições de alimentação natural e artificial. *Rev. Ceres*, 40 (230): 405-412. 1993.
8. VENCOVSKY, R. Herança Quantitativa. In: PATERNIANI, E. & VIÉGAS, G.P. (ed.). *Melhoramento e Produção do Milho*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. p.137-214.