

INFLUÊNCIA DA TROCA DE RAINHAS ENTRE COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS NA PRODUÇÃO DE PÓLEN

INFLUENCE OF DIFFERENT QUEENS BETWEEN COLONIES OF THE AFRICANIZED HONEY BEES IN PRODUCTION OF POLLEN

Vânia Maria de Oliveira FONSECA¹, Warwick Estevam KERR²

RESUMO: Este trabalho de pesquisa teve como objetivo estudar colméias de abelhas africanizadas quanto à produção de pólen quando se realiza uma troca de rainhas entre as colméias. A coleta de pólen foi realizada em quinze colônias, em dois períodos anuais distintos os quais foram denominados de 1ª e 2ª fases experimentais. Com a coleta de dados de produção de pólen da 1ª fase experimental foi possível selecionar quatro colônias mais produtivas e quatro colônias menos produtivas que tiveram suas rainhas trocadas entre si na 2ª fase experimental. A análise dos dados da 2ª fase experimental mostrou uma diminuição de 17,93% na produção média de pólen das colônias mais produtivas e um aumento de 62,53% na produção média de pólen das colônias menos produtivas indicando uma diferença significativa com a permuta de rainhas. No entanto, quando estes dados foram submetidos à análise, a colônia n.º 9 continuou sendo a mais produtiva na 2ª fase experimental. O efeito de anos, quando na troca de rainhas entre as colônias, foi estatisticamente significativo, indicando que para o período estudado a mudança do ambiente para as rainhas influenciou o desempenho em produtividade das colônias. Conclui-se pelos resultados da herdabilidade (0,72) que a variação na produção de pólen por colônia depende em 72% de variações genéticas e em 28% de variações ambientais.

UNITERMOS: Rainha; Pólen; Colméia.

INTRODUÇÃO

Qualquer espécie animal, planta, fungo ou microorganismo, assim que é domesticada pelo homem começa a ser modificada para melhor servir à espécie que a domesticou. Essas modificações podem ser genéticas ou do meio ambiente. O mesmo sucede com as abelhas. Segundo Kerr (informação verbal)*, as grandes modificações sofridas pelas abelhas *Apis mellifera* quanto ao seu meio ambiente foram: colméias racionais (tipo *Langstroth*), métodos de se fazer rainhas (método *Doolittle*), extração de mel por centrifugação, apicultura migratória e seleção. As modificações genéticas implicaram na maior produção de mel, de geléia real, de pólen, na seleção para polinização de flores de alfafa e na produção de própolis. O que, realmente, tem sido bem sucedido em abelhas é o estudo de métodos para se proceder à seleção visando maior produção de mel.

Existem diversos trabalhos relativos ao estudo comportamental da abelha do gênero *Apis*, tanto em seu aspecto descritivo como no estudo genético desses caracteres. Sobre o aspecto genético, as pesquisas têm-se voltado para as análises do comportamento de higiene no interior da colônia, tolerância ao DDT e Carbaril, atividade de vôo, agressividade (NEVES; STORT, 1980). Em abelhas melíferas, a maioria dos caracteres de importância econômica é quantitativa (geralmente, caracteres controlados por vários genes e cada um com um pequeno efeito). Aplicando-se um programa de melhoramento genético, pode-se prever o resultado baseando-se em observações de populações existentes. Em *Apis mellifera* uma colméia é tipicamente um conjunto misto de progênies de operárias irmãs-completas e meias-irmãs já que a rainha pode ser fecundada por vários zangões. Colméias assim são, em si mesmas, testes de progênies em que se avalia, por meio da produtividade,

* KERR, W. E. (Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais), Informação Verbal, 1999.

¹ Mestranda, Instituto de Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia

² Professor, Doutor, Instituto de Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia

Received: 06/05/05

Accepted: 05/09/05

o valor genético aditivo da rainha (VENCOVSKY; KERR, 1982). O pólen é um produto altamente protéico sem interesse econômico pela maioria dos apicultores e, no entanto, as floradas melíferas, geralmente, são muito poliníferas e as abelhas não deixam de coletá-lo. O pólen proporciona ao apicultor uma rentabilidade muitas vezes maior do que o mel. No entanto, para que isto aconteça é necessário a dedicação do apicultor tanto na manutenção dos enxames como no processamento da produção. E, dentro da manutenção dos enxames, é fator primordial a renovação anual de rainhas (SOSNOWSKI, [19—]). O pólen, gameta masculino das plantas, tem interesse na apicultura, além da polinização, como principal fonte de proteínas para as abelhas e como um dos produtos rentáveis no apiário. As abelhas operárias adultas de *Apis mellifera* coletam e armazenam pólen por dois motivos: para alimentação de larvas de operárias e zangões com mais de três dias de idade e para sua própria alimentação para terem condições de produzir cera e geléia real (Moreti, 1994). Brandeburgo (1985) concluiu que as variáveis mel, pólen e número de tipos de pólen apresentam correlação positiva entre si, o que mostra o efeito do aumento do número de espécies com flores na produção de mel e pólen. Esse conjunto de influências gera uma variação bastante complexa do comportamento ao longo do tempo, devendo então ser considerada sempre a interação de todos os fatores, inclusive fatores genéticos, na manifestação comportamental. Abelhas coletoras decidem o tipo de alimento que coletarão e, segundo Free (1980), elas mudam rapidamente da coleta de pólen para a de néctar e vice-versa, à medida que mudam as exigências de sua colônia. Com o aumento na quantidade de cria, também aumenta a proporção de coletoras e a quantidade de pólen coletado. Por outro lado, a perda de cria pela colônia faz com que muitas coletoras de pólen mudem e colem néctar. As coletoras de pólen depositam suas cargas diretamente nas células de armazenamento e, portanto, não podem receber informações das abelhas sobre as necessidades em pólen, como o fazem as coletoras de néctar. No entanto, a avidez com que as cargas de pólen de uma coletora que retorna são examinadas pelas abelhas do ninho pode influenciar seu comportamento de coleta subsequente e encorajá-la a recrutar mais coletoras de pólen (Free, 1980). Ainda, segundo o mesmo autor, o simples odor da cria de todas as idades estimula a coleta de pólen. Dietz (1969) demonstrou que em uma colônia normal, as abelhas adultas iniciam o consumo de pólen em torno de duas horas após a emergência. Geralmente, há uma área de 2,5 a 5,0 cm de pólen armazenada em cima e nos lados das células da câmara de cria (Butler, 1975). Jordan (1961)

viu que uma colônia recém estabelecida, sem cria, coleta pólen, porém não tanto como uma colônia com cria. Por outro lado, segundo Barcker (1971) o grau de atividade coletora de pólen se encontra em relação com a quantidade de cria não operculada ou seja cria em célula aberta. Newton e Micht (1973) pesquisaram o canibalismo entre as *Apis* como uma indicação de falta de pólen. Trabalhando com pupas e pré-pupas manualmente expostas e, a partir daí, ou ingeridas, ou recobertas e criadas, eles verificaram que a proporção de indivíduos ocupantes de células descobertas destruídas crescia com o grau de privação de pólen na colônia. Os coletores de pólen são aparelhos que retiram as bolotas de pólen das patas traseiras das abelhas que regressam à colméia. São constituídos essencialmente por uma barreira (denominada “tela” ou “trampa”) com perfurações bastante largas para permitir que as abelhas as atravessem e suficientemente estreitas para retirarem as bolotas presas em suas patas. Essas bolotas são recolhidas em uma bandeja (caixa, cocho ou gaveta) que é recoberta por uma tela de arame, de forma que permaneçam isoladas da colméia e as abelhas não possam recolhe-las novamente. As bandejas coletoras em geral têm o fundo constituído por uma tela mosquiteiro, de modo que tenham boa ventilação, impedindo que o pólen mofe. O pólen ao ser retirado das colméias apresenta 20% de umidade, fato este que propicia sua rápida degradação devido à presença de grande quantidade de enzimas e microorganismos que o levam a fermentar. Para que possa ser conservado, deve ser desidratado, ficando com 2 - 8% de umidade. Enquanto isto não ocorre, deve ser conservado sob refrigeração ou congelado, acondicionado em sacos plásticos (Root, 1984). É objetivo deste trabalho estudar colônias de abelhas africanizadas quanto à produção de pólen quando se realiza uma troca recíproca de rainhas entre colônias menos e mais produtivas. Foram estudadas as conseqüências teóricas de um método de seleção em que se seleciona rainhas filhas de colméias mais produtivas em pólen, introduzindo-as em colméias menos produtivas. Qual a melhoria que este método de seleção trará à pior colônia coletora de pólen?

MATERIAL E MÉTODOS

Este é um estudo de natureza quantitativa onde foram utilizados o raciocínio indutivo e procedimentos estatísticos na apresentação e discussão dos resultados. A parte experimental deste trabalho foi realizada em apiário da Fazenda da Escola Agrotécnica Federal de Uberaba, em Uberaba/M.G. Foram utilizadas 15 colméias completas (modelo *Langstroth*), ou seja, cada colméia

composta de 01 ninho e 01 sobre-ninho, de dimensões iguais, com 10 quadros cada, totalizando 400 quadros, povoados com abelha africanizada. As colônias ficaram bem próximas do estado natural, não sendo, portanto, alimentadas artificialmente e antes de se iniciar o experimento, foram homogeneizadas, isto é, todas ficaram, aproximadamente, com o mesmo número de quadros de mel, de cria, mesmo espaço para progredirem e populações equivalentes. As revisões foram feitas quinzenalmente. Na revisão, foi verificada a presença de rainha, quantidade de cria operculada ou não operculada e quantidade de alimento de reserva, sendo os favos velhos ou escuros substituídos por novos ou por quadros com placas de cera alveolada. Neste manejo, os favos contendo cria aberta foram transferidos das laterais para o centro da colméia e a cria fechada, do centro para as laterais da mesma, possibilitando que uma quantidade menor de operárias se dedicasse ao aquecimento das crias, liberando as demais para o trabalho de campo. Ao término da preparação das colméias, os coletores de pólen foram instalados permanecendo nas colméias de segunda à sexta-feira, semana sim, semana não. Utilizou-se coletor do tipo frontal ou de alvado, retirando-se a sua gaveta com pólen coletado às 17:00 horas de cada dia. Despeja-se o conteúdo das gavetas em sacos plásticos marcados com o número da colméia para ser, posteriormente, identificado e pesado. Embora o suprimento de pólen flutue com as épocas do ano e com as diversas floradas, ao tentar controlar as variações decorrentes deste tipo de efeito ambiental, optou-se por realizar este experimento nos mesmos meses de anos diferentes, ou seja, comparar genótipos diferentes em ambientes semelhantes. O delineamento experimental utilizado neste trabalho foi um DIC - Delineamento Inteiramente Casualizado, em arranjo fatorial 8x2, ou seja, oito colônias foram pesquisadas, efetuando-se trocas entre as rainhas, com trinta repetições por colméia, em 2 anos consecutivos de estudo. Este experimento foi subdividido em duas fases como a seguir:

1ª FASE EXPERIMENTAL: Esta fase teve por objetivo coletar dados de produção de pólen das colônias que foram submetidos à análise de variância e Teste de Tukey para médias de colônias a fim de se escolher as quatro colônias mais produtivas e as quatro menos produtivas em pólen. **2.1.1 - Colheita de pólen:** A colheita de pólen foi efetuada em 15 colônias, com populações equivalentes, totalizando 30 amostras por colônia, utilizando-se coletor de pólen colocado no alvado da colméia. A colheita foi feita às 17:00 horas de cada dia, de segunda-feira a sexta-feira, semana sim, semana não. O período de colheita de pólen foi de 06/06/94 a 27/08/94, durante seis semanas. O pólen coletado nas gavetas

foi despejado em sacos plásticos marcados com os números das colméias e conservado sob refrigeração (10°C).

Secagem do pólen: Para se reduzir a umidade a 2 – 8%, fez-se a desidratação do pólen coletado em estufa, por 6 horas, a uma temperatura de 46°C. Cada amostra de pólen coletado foi acondicionada em saco de papel que após secagem pesou 2,65 gramas.

Limpeza do pólen: O conteúdo em pólen de cada amostra foi despejado em bandeja, fazendo-se, manualmente, a limpeza por meio de uma pinça. Impurezas como fragmentos de abelhas, resíduos vegetais, própolis, foram eliminadas.

Pesagem do pólen: A pesagem do pólen de cada amostra foi realizada utilizando-se balança de precisão apropriada. Secagem, limpeza e pesagem das amostras de pólen coletadas foram realizadas no Laboratório de Virologia e Bacteriologia da EPAMIG - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais em Uberaba-MG.

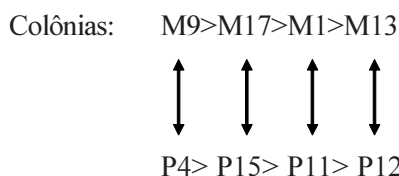
Seleção das colônias: Encerrando-se o período de colheita das amostras de pólen, os dados obtidos foram submetidos a uma Análise de Variância e ao Teste de Tukey para médias de colônias. Assim, foram escolhidas as 04 colônias mais produtivas e as 04 colônias menos produtivas em pólen. As colônias não selecionadas foram descartadas. No alvado das colméias selecionadas colocou-se “tela excludora de rainha”.

Análise dos dados: Para análise dos resultados deste experimento, utilizou-se o Sistema de Análise Estatística SANEST, de Hélio Paulo Zonta e Amauri Almeida Machado, SEAGRO, da Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP-SP.

Os dados resultantes da 1ª fase experimental foram submetidos a uma Análise de Variância, considerando como fontes de variação: colméia e erro experimental ou resíduo. A transformação dos dados foi realizada segundo raiz quadrada de $x + 0,5$ visando a homogeneização dos dados, muito utilizada em trabalhos com insetos. O objetivo desta análise foi selecionar as 4 colméias mais produtivas e as 4 menos produtivas em pólen.

2ª FASE EXPERIMENTAL: Esta fase teve por objetivo coletar dados de produção de pólen das oito colônias selecionadas na 1ª fase experimental, submetendo-os à Análise de Variância e Teste de Tukey para médias de rainhas, a fim de se comprovar ou não a viabilidade de se usar a técnica de troca de rainhas entre colônias para melhorar a produção de pólen do apiário. Em meados de Janeiro/1995 as rainhas das 8 colônias selecionadas foram eliminadas, permitindo a produção

natural de rainhas. Antes do nascimento das rainhas, os quadros com as realeiras foram transferidos de uma colméia para outra da seguinte forma:



Onde: M = Mais Produtiva
P = Menos Produtiva

Ou seja: Quadro com realeiras da colônia mais produtiva em pólen foi introduzido na colônia menos produtiva em pólen e vice-versa.

Após a introdução das realeiras, a tela excludora de rainha colocada no alvado da colméia foi retirada permitindo a fecundação natural das rainhas. De Março a Maio/1995 houve renovação da população de abelhas. Em Junho/1995, começou a 2ª fase de colheita de pólen que se estendeu pelo mesmo período da 1ª fase experimental, pretendendo-se, dessa forma, anular as interferências de meio ambiente. Secagem, limpeza e pesagem das amostras foram realizadas seguindo a mesma metodologia da 1ª fase experimental. Os dados resultantes da 2ª fase experimental foram submetidos à Análise de Variância, considerando como fontes de variação: rainhas e resíduo. Para o estudo dos componentes de variância foi necessário definir um modelo descritivo do rendimento da produção de pólen das colméias e para tanto utilizou-se um modelo definido por Vencovsky e Kerr (1982). Segundo estes autores, o rendimento de uma colônia de *Apis mellifera* em um dado período de tempo, é fruto da atuação de operárias, filhas de uma rainha acasalada com vários zangões, podendo-se definir:

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + r_i + z_{ij} + g_{ijk} + e_{ijk}$$

como sendo a contribuição dada pela operária k , filha do zangão j que foi acasalado com a rainha da colméia i , à produção de pólen dessa colméia. Nesse modelo, a_i é o efeito do ambiente específico à colméia i que afeta todos os seus habitantes; r_i é o efeito genético inerente à rainha i , transmitido a todos os seus descendentes; z_{ij} o efeito do zangão j manifestado nos seus descendentes, g_{ijk} o efeito genético específico do genótipo da operária k e e_{ijk} o efeito do erro experimental.

Com esse modelo operacional, pode-se definir o coeficiente de herdabilidade relativo à produção de pólen

considerando apenas as diferenças genéticas maternas entre as colônias, pois não se pode, segundo Vencovsky e Kerr (1982), exercer controle sobre a contribuição de cada operária e nem sobre a paternidade delas. As colônias de *Apis mellifera* consistem de grupos de subfamílias com parentesco entre si. Isto é devido ao sistema haplo-diplóide e ao número variado de zangões com que a rainha é acasalada para dar origem aos indivíduos da colônia, que, em média, é de 15 (Lobo e Kerr, 1993) a 18 zangões (Adams et al., 1977). A herdabilidade expressa a proporção da variância total atribuída ao efeito médio dos genes e este é determinante do grau de semelhança entre parentes. Tem como principal função o seu papel preditivo expressando a confiança do valor fenotípico como um guia para o valor genético (Falconer, 1987). É uma propriedade não somente de um caráter, mas também da população e das circunstâncias de ambiente às quais os indivíduos estão sujeitos. A variância devida ao ambiente está na dependência das condições de criação ou manejo. Uma maior uniformidade das condições ambientais torna mais preciso o cálculo da herdabilidade (Falconer, 1987). A obtenção de estimativas da herdabilidade em abelhas torna-se complexa, em razão das diferenças morfológicas, fisiológicas e comportamentais estabelecidas entre suas castas, bem como em virtude do sistema haplo-diplóide de determinação do sexo (Rinderer, 1977). Um outro ponto que contribui para a complexidade das estimativas é o fato de que muitas das características de interesse econômico, as quais se desejam selecionar, como por exemplo, a produção de mel, são resultantes da ação combinada de muitas operárias, casta não-reprodutiva (Collins et al., 1984; Rinderer, 1977). Dentro de uma colônia, as operárias produzidas a partir do sêmen de um único zangão constituem uma sub-população de irmãs completas. Como a rainha possui sêmen de mais de um zangão armazenado dentro de sua espermateca, as sub-populações derivadas de zangões diferentes formam uma sub-família de meias-irmãs (Page e Metcalf, 1982). Segundo Vencovsky e Kerr (1982), a análise de variância e o cálculo da herdabilidade se prestam para se poder quantificar a variabilidade genética existente na produção e se entender quanto dessa variabilidade pode ser explorada na seleção. Calculou-se a herdabilidade no sentido amplo, segundo Falconer (1987), que é razão da variância genética aditiva para a variância fenotípica ($h^2 = V_A/V_P$). Com os dados obtidos nas duas fases experimentais, mediu-se o ganho de produção de pólen para o apiário. A diferença de produção média de pólen medida em dois períodos distintos produzirá um ganho positivo ou negativo pela alteração de fatores de ambiente,

de colméia e de genética, pela importância que estes exerçam na produção e pela magnitude de alteração de cada um deles (ALMEIDA, 1995). Ainda, segundo a mesma autora, para estimar estes fatores é preciso medir o ganho pela diferença de produção em dois momentos.

$$\text{Ganho} = \text{Produção}_2 - \text{Produção}_1$$

Para realizar esse ganho:

$$\Delta_G = \text{Ganho}/\text{Produção}_1$$

Δ_G será máximo se os fatores (ambiente e genético) forem positivos e tiverem crescimento máximo.

RESULTADOS

Produção de pólen por colônia nas duas fases experimentais: Os resultados das 1ª e 2ª fases deste trabalho encontram-se sumariados nas Tabelas 1 e Tabela 2, respectivamente. A Tabela 1 mostra a produção de pólen, em gramas por colônia, após processamento, fornecendo os dados necessários à seleção das 04 colônias mais produtivas e das 04 colônias menos produtivas da primeira fase experimental. A Tabela 2 mostra a produção de pólen, em gramas, por colônia, obtida após a realização de troca de rainhas entre as colônias mais produtivas e as colônias menos produtivas.

Tabela 1. Produção de pólen, em gramas por colônia de *Apis mellifera*, da 1ª fase experimental

<i>Número das colônias</i>	<i>Total</i>
1	317,10
2	186,80
3	124,60
4	59,39
5	132,00
6	249,60
8	234,10
9	602,50
10	175,50
11	91,55
12	95,10
13	281,75
15	80,55
16	170,25
17	366,55

Tabela 2. Produção de pólen, em gramas por colônia de *Apis mellifera*, da 2ª fase experimental

<i>Número das Colônias</i>	9	17	1	13	4	15	11	12
TOTAL	449,33	340,72	239,74	256,89	136,53	145,42	133,99	114,83

Medição do ganho de produção para o apiário em dois períodos: A Tabela 3 mostra os valores da produção média de pólen das 04 colônias mais produtivas nas duas fases do experimento.

Tabela 3. Produção de pólen, em gramas, das colônias mais produtivas de *Apis mellifera*

Número da Colônia	1ª Fase Experimental	2ª Fase Experimental
09	602,50	449,33
17	366,50	340,72
13	281,75	256,89
1	317,10	239,74
N = 4	X' = 391,96	X'' = 321,67

N = número total de colônias X' = média da 1ª fase X'' = média da 2ª fase

O ganho de produção de pólen é a diferença entre a produção média da primeira fase do experimento menos a produção média da segunda fase do experimento:

$$\text{Ganho de produção das colônias mais produtivas} = -0,1793$$

Ou seja, as colônias mais produtivas, em conjunto, diminuíram a sua produção em 17,93% após se efetuar a troca de rainhas com as colônias menos produtivas.

A Tabela 4 mostra os valores da produção média de pólen das 04 colônias menos produtivas nas duas fases do experimento.

Tabela 4. Produção de pólen, em gramas, das colônias menos produtivas de *Apis mellifera*

Número da Colônia	1ª Fase Experimental	2ª Fase Experimental
12	95,10	114,83
11	91,55	133,99
04	59,39	136,53
15	80,55	145,42
N = 4	X' = 81,64	X'' = 132,69

N = número total de colônias X' = média da 1ª fase X'' = média da 2ª fase

$$\text{Ganho de produção das colônias menos produtivas} = 0,6253$$

Concluindo, as colônias menos produtivas, em conjunto, aumentaram a sua produção em 62,53% após se efetuar a troca de rainhas com as colônias mais produtivas.

Análise de Variância para produção de pólen da 1ª fase experimental: Os resultados estão na Tabela 5 e

indicam uma probabilidade de 0,001% de se errar em afirmar que existe uma grande variabilidade para produção de pólen entre as 15 colônias. O coeficiente de variação (49,14%) é considerado alto, no entanto, segundo Kerr (informação verbal)** é comum em trabalhos com insetos.

** KERR, W. E. (Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais), Informação Verbal, 1999.

Tabela 5. Análise de Variância para produção de pólen da 1ª fase experimental

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Colônias	14	209,58	14,97	8,28	0,00001
Resíduo	435	786,43	1,80		
Total	449	996,02			

Média Geral = 2,73 Coeficiente de variação = 49,14%

Teste de Tukey para produção média de pólen das colônias da 1ª fase experimental: O Teste de Tukey indicou para as médias de produção de pólen por colônia, na 1ª fase experimental, os resultados contidos na Tabela 6.

Tabela 6. Teste de Tukey para produção média de pólen, em gramas, das colônias de *Apis mellifera* da 1ª fase experimental

Num. Ordem	Número Colônia	Médias(2)	Médias(1)	5%	1%
1	9	4,44	19,25	a	A
2	17	3,54	12,05	ab	AB
3	1	3,39	11,05	bc	ABC
4	6	3,15	9,43	bcd	BCD
5	13	3,02	8,66	bcde	BCDE
6	2	2,81	7,41	bcdef	BCDE
7	8	2,80	7,39	bcdef	BCDE
8	3	2,58	6,16	bcdef	BCDE
9	10	2,53	5,91	bcdef	BCDE
10	5	2,48	5,66	bcdef	BCDE
11	16	2,33	4,94	cdef	BCDE
12	11	2,26	4,62	def	CDE
13	4	1,99	3,48	ef	DE
14	15	1,87	3,02	f	E
15	12	1,78	2,68	f	E

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado D.M.S. 5% = 1,12 - D.M.S. 1% = 1,25

(1): Médias de 30 repetições

(2): Médias obtidas após dados originais transformados segundo raiz quadrada de $x + 0,5$

De acordo com a Tabela 6, fez-se a seleção das 4 colônias produtivas (de números 9,17,13,1) e das 4 colônias menos produtivas (de número 12,11,4, 15).

Análise de Variância para produção de pólen da

2ª fase experimental: Os resultados estão na Tabela 7 e indicam uma probabilidade de 0,015% de se errar em afirmar que existe uma grande variabilidade de potencial entre as rainhas para a produção de pólen.

Tabela 7. Análise de Variância para produção de pólen, em gramas, em relação às rainhas das colônias de *Apis mellifera* da 2ª fase experimental

Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Valor F	Prob.>F
Rainhas	7	58,91	8,41	4,73	0,00015
Resíduo	232	412,17	1,77		
Total	239	471,08			

Média Geral = 2,98 Coeficiente de Variação = 44,67%

Teste de Tukey indicou para médias de rainhas os resultados contidos na Tabela 8 que mostram não haver diferença significativa entre as rainhas das colônias mais produtivas em pólen e, também, entre as das colméias

menos produtivas (excetuando a de número 4). No entanto, mostram a diferença significativa existente entre rainhas de colônias mais produtivas quando comparadas às rainhas de colônias menos produtivas.

Tabela 8. Teste de Tukey para médias de rainhas

Num. Ordem	Número Colônia	Médias (2)	Médias (1)	5%	1%
1	4	3,95	15,11	a	A
2	15	3,58	12,38	ab	AB
3	12	3,07	8,93	abc	AB
4	11	2,89	7,90	bc	AB
5	1	2,72	6,91	bc	B
6	9	2,55	6,03	bc	B
7	17	2,55	6,01	bc	B
8	13	2,52	5,88	c	B

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado

D.M.S. 5% = 1,04 - D.M.S. 1% = 1,21

(1): Médias de 30 repetições

(2): Médias obtidas após dados originais transformados segundo raiz quadrada de $x + 0,5$

Análise conjunta dos dados obtidos nas duas fases experimentais, considerando a produção de pólen das 8 colônias selecionadas em dois anos consecutivos, objetivando isolar o efeito de rainha:

Análise de Variância dos dados de produção de pólen das 8 colônias selecionadas em 2 anos consecutivos, considerando como fontes de variação: rainhas, anos, interação rainhas x anos e erro médio. Os resultados estão contidos na Tabela 9 e mostram que o efeito de rainha foi significativo indicando que as rainhas têm potencial

diferenciado para a produção de pólen. Também, pode-se concluir que o efeito de anos foi significativo indicando que o ambiente foi diferenciado nas duas fases experimentais interferindo na produção de pólen pelas colônias. Quanto à interação rainhas x anos foi significativa indicando que houve diferentes respostas das rainhas diante da mudança de anos. Desta forma, algumas rainhas melhoraram o seu desempenho de um ano para outro enquanto outras pioraram. A mudança de rainhas de uma colméia para outra pode explicar parte desta interação.

Tabela 9. Análise de Variância

Causas da Variação	GL	S.Q.	Q.M	Valor F	Q.M x30
Rainhas	7	1,55	0,22	3,66	6,6
Anos	1	0,14	0,14	2,33	4,2
Rainhasx Anos	7	6,89	0,98	16,33	29,4
Erro Médio	688	1,23	1,80		

O Teste de Tukey indicou para médias de rainhas os resultados contidos na Tabela 10 que mostram ser a colônia de número 9 a mais produtiva enquanto que as

demais não diferiram entre si. Conclui-se, também, que as colônias mais produtivas na 2ª fase experimental não foram as mais produtivas na média dos 2 anos.

Tabela 10. Teste de Tukey para médias de rainhas após a troca de colméias

Num. Ordem	Número Colônia	Médias (1)	5%
1	9	3,50	a
2	1	3,06	ab
3	17	3,04	ab
4	4	2,97	ab
5	13	2,77	ab
6	15	2,73	b
7	11	2,58	b
8	12	2,42	b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado D.M.S.

5% = 0,75

(1): Médias de duas repetições

Herdabilidade: A herdabilidade foi calculada, segundo Falconer (1987), como abaixo e analisando-se os componentes de variância pertinentes à Tabela 9, conclui-se que é igual a 0,72, significando que a variação

na produção de pólen por colônia depende em 72% de variações genéticas e em 28% de outras variações ambientais.

$$h^2 = V_A/V_p$$

$$V_p = QM_r/RA \rightarrow V_p = 6,64/60 = 0,11$$

$$V_G = QM_r - QM_e/RA \quad V_G = 6,6 - 1,8/60 = 0,08$$

Onde:

r = rainha

R = número de repetições

A = número de anos

e = erro médio

Portanto: h^2 (aditiva) = $0,08/0,11 = 0,72$

DISCUSSÃO

Quando se analisa o efeito da transferência de uma rainha de uma colônia muito produtiva para uma colônia pouco produtiva, o efeito genético de rainha é significativo, mas não único. Há potencial diferenciado para produção de pólen entre as rainhas, no entanto, também há a influência de efeitos de ambiente. O ambiente foi diferenciado nas duas fases experimentais interferindo na produção de pólen pelas colônias. Não houve diferença significativa entre rainhas de mesmo grupo (muito produtivas ou pouco produtivas), mas sim entre rainhas de grupos diferentes. Embora não se possa exercer controle sobre a contribuição de cada operária e nem sobre a paternidade delas, não considerar o efeito de zangões é cair em erro. Quando na análise do efeito de anos, conclui-se sua significância na variabilidade existente na produção de pólen; incluem-se outros efeitos de ambiente tais como os diferentes micro-climas (diferentes temperaturas, por exemplo, devidas às diferentes populações de abelhas) existentes em diferentes colméias quando na troca de rainhas entre colméias diferentes. Houve diferentes respostas das rainhas diante da mudança de anos, podendo-se explicar pela mudança de espaço-colméia ou pelo fato de a rainha do 2º ano (2ª fase experimental) ser filha da rainha do 1º ano (1ª fase experimental). Ao se introduzir rainhas virgens de colônias muito produtivas em colônias pouco produtivas, não se está avaliando o potencial genético da rainha da colônia muito produtiva em uma nova colméia, mas sim os efeitos genéticos de sua filha que de acordo com os resultados apresentados anteriormente, não terá o desempenho esperado de sua mãe. Não há melhoramento genético de uma colônia pouco produtiva em pólen, mas sim formação de uma nova colméia mais produtiva em seu espaço-colméia. Há melhoramento do

apiário! Já não se pode comparar a produção em pólen desta nova colônia com a existente anteriormente à troca de rainhas, mas sim, comparar os efeitos genéticos de operárias “sobrinhas” com operárias “tias”. No entanto, é viável a troca de rainhas entre colônias visando um incremento na produção de pólen de um apiário. Embora haja formação de uma nova colônia no espaço-colméia da existente anteriormente à troca de rainhas, qual a influência do comportamento coletor de pólen das antigas operárias sobre as novas operárias emergentes? Segundo Brandeburgo (informação verbal)***, talvez exista uma cultura de informações entre as operárias que é passada de geração a geração que, também, poderia explicar o resultado significativo do efeito de colméia encontrado neste trabalho. Embora seja comum em trabalhos com insetos encontrar altos coeficientes de variação, conclui-se que uma coleta de dados por um período maior de tempo poderá levar a uma maior precisão experimental reduzindo seus valores.

CONCLUSÕES

Quando se analisa o efeito da transferência de uma rainha de uma colônia muito produtiva para uma colônia pouco produtiva, o efeito genético de rainha é significativo, mas não único. Não houve diferença significativa entre rainhas de mesmo grupo (muito produtivas ou pouco produtivas), mas sim entre rainhas de grupos diferentes. Houve diferentes respostas das rainhas diante da mudança de anos. O ambiente foi diferenciado nas duas fases experimentais, interferindo na produção de pólen pelas colônias. Diante dos altos coeficientes de variação encontrados neste estudo, conclui-se que uma coleta de dados por um período mais longo pode proporcionar maior precisão experimental.

ABSTRACT: This experiment was carried out in order to test the genetic variability of pollen harvest of the africanized honey bees. The pollen harvest was measured in fifteen colonies, in two different periods, named first phase and second phase. After yielding the pollen production of first phase, the four best (collected more pollen) and the four worst colonies (collected less pollen) were selected and they have exchanged queens. The queen of the best hive was introduced in the worst hive and vice-versa. The analysis of the data of this second phase showed a diminution of 17,93% in average production of pollen in the four colonies that where the best hives but that received the worst queens. Otherwise, there was an increase of 62,53% in average production of pollen in the hives that were bad but received the best queens showing a significative difference between queens. However, when these data were analyzed, hive 9 continued being the best in pollen production in the second phase. The results suggest that further

*** BRANDEBURGO, M. A. M. (Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais), Informação Verbal, 1999.

collection of data is necessary. Also, the analysis shows that the “year effect” was significant demonstrating that the place of the hive, the hive itself, the flowering period and the others interfere in the production of pollen. Finally, the heritability (0,72%) becomes stronger those conclusions.

UNITERMS: Colonie; Harvest; Hive; Queen; Pollen.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, J. E.; ROTHMAN, D. E.; KERR, W. E.; PAULINO, L. Z. Estimation of the number of sex alleles and queen matings from diploid male frequencies in a population of *Apis mellifera*. **Genetics**, n. 86, p. 583- 596, 1977.

ALMEIDA, M. J. O. F. **Avaliação de fatores genéticos e ambientais interferentes na produtividade em *Apis mellifera***. 1995, 65p. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1995.

BARKER, R. J. The influence of food inside the on pollen collection by a honeybee colony. **J. Apic. Res.**, n. 10, p. 23 – 26, 1971.

BRANDEBURGO, M. A. M. **Comportamento de defesa e aprendizagem de abelhas africanizadas: Análise de correção entre variáveis biológicas e climáticas, herdabilidade e observações em colônias irmãs**. 1985. (Tese de Doutorado). Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, São Paulo, 1985.

BUTLHER, C. G. **La colonia de las abejas melíferas: historia de su vida in la colmena y la abeja melífera**. Dadant: Hemisfério Sur, 1975.

COLLINS, A. M. Quantitative genetics. In: RIDERER, T.E. (Ed.). **Bee genetics and breeding**. Academic Press, Inc., 1986. p. 283-303.

DIETZ, A. Initiation of pollen consumption and pollen movement through the alimentary canal of newly emerged honeybees. **Ann. Entomol. Soc. Amer.**, n. 62, p. 43 – 46, 1969.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Tradução de Martinho de Almeida e Silva e José Carlos Silva. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1987. cap. 10.

FREE, J. B. **A organização social das abelhas (*Apis*)**. São Paulo: EDUSP, 1980. 79p.

JORDAN, R. Auch brutlose Völker tragen Pollen. **Bienenvater**, n. 82, p. 305 – 306, 1961.

LOBO, J. A.; KERR, W. E. Estimation of the number of matings in *Apis mellifera*: extension of the model and comparison of different estimates. **Ethology Ecology & Evolution.**, n. 5, p. 337 – 345, 1993.

MORETI, A. E. de C. C. A coleta e utilização do pólen pelas abelhas. In: **Produção de pólen**. Pindamonhangaba, SP, 1994. p. 1-13.

NEVES, L. H. M.; STORT, A. C. O. O comportamento de coleta de alimento em *Apis mellifera*. In: Congresso Brasileiro de Apicultura, 5., Congresso Latino-Íbero-Americano de Apicultura, 3., 1980, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1980. p.70-75.

NEWTON, D. C.; MICHT, D. J. Cannibalism as an indication of pollen insufficiency in honeybees: ingestion or recapping of manually exposed pupae. **J. Apic. Res.**, v. 13, n. 4, p. 234- 241, 1973.

PAGE, R. E. J. R.; METCALF, R. A. Multiple mating, sperm utilization and social evolution. **Am. Nat.**, v. 119, n. 2, p. 263-281, 1982.

RINDERER, T. E. Measuring the heritability of characters of honeybees. **J. Apic. Res.**, v. 16, n. 1, p. 95-98, 1977.

ROOT, A. I. Polen. **ABC Y XYZ de la Apicultura**. Buenos Aires: Hemisfério Sur, 1984. p. 548-555.

SOSNOWSKI, L. A. **Pólen**. Águas Mornas, [19—]. p. 3-14.

VENCOVSKY, R.; KERR, W. E. Melhoramento genético em abelhas: teoria e avaliação de alguns métodos de seleção. **Rev. Brasil. Genet.**, n. 3, p. 493-502, 1982.