

MELHORAMENTO GENÉTICO DA PRODUÇÃO DA PRÓPOLIS VERDE NA APICULTURA COMERCIAL

Martínez, C. O.A¹ & Soares, A. E. E²

1- Universidade de São Paulo, Avenida dos Bandeirantes 3900 – Departamento de Genética Bloco A
Ribeirão Preto, (16) 3602 3153, omarapis@yahoo.com.br

2- Universidade de São Paulo, Avenida dos Bandeirantes 3900 – Departamento de Genética Bloco A
Ribeirão Preto, (16) 3602 3155, aesoares@fmrp.usp.br

Resumo

Já tem passado mais de 50 anos desde a entrada das abelhas africanas e o início do processo de africanização no Brasil, fato que mudou e reestruturou a apicultura praticada na maior parte da América do Sul, Central e parte da América do Norte. Atualmente o Brasil é reconhecido mundialmente devido à qualidade dos seus produtos. Nas últimas décadas a apicultura brasileira tem apresentado um grande interesse na produção de própolis verde, este produto tem chamado o interesse de países como Japão e a China, os quais atualmente são os principais responsáveis pela comercialização deste produto. O melhoramento genético focado para uma seleção de colmeias que apresentem características de importância para produtores de própolis verde, associado com práticas de manejo como a troca de rainhas e a inseminação instrumental podem incrementar os níveis produtivos além de manter colônias fortes e homogêneas durante a maior parte do ano.

Palavras-chave: Produção de rainhas, propolis verde, melhoramento genético, inseminação instrumental, seleção.

O território brasileiro apresenta características especiais de flora e clima que, aliados à presença das abelhas africanizadas proporcionam um potencial fabuloso para a atividade apícola. A produtividade brasileira por colmeia ainda se encontra reduzida, quando comparada com a produção internacional (kg/colmeia). Porém, nos últimos anos, com ajuda de pesquisadores, governo e principalmente os próprios apicultores, este setor tem ganhado importância em nível nacional e internacional.

Hoje, as abelhas africanizadas são as responsáveis pelo desenvolvimento apícola do país, tem a vantagem de serem tolerantes a várias pragas, não acarretando impacto econômico no Brasil, ao contrário do que acontece em outras partes do mundo. O país também conquistou posição de destaque no mercado externo, passando de 2400 toneladas de mel exportadas em 2001, para mais de 25 mil toneladas de mel exportadas em 2009. Até agosto deste ano, já foram exportadas 13,84 mil toneladas de mel, gerando uma receita de US\$ 39,79 milhões. O preço médio foi de US\$ 2,88/kg de mel, superior aos US\$ 2,48/kg pagos no mesmo período de 2009. Em agosto de 2010, a “Exportação de outras ceras de abelhas” (NCM 1521.9019), US\$ 330.106,00, referente a 4.584 kg, cresceu 44,8% em valor e 45,3% em peso, em relação a agosto de 2009. O preço médio foi de US\$ 72,01/kg. O Japão foi

o destino de 49,0% das nossas exportações, com US\$ 161.783,00, seguido da China com US\$ 112.959,00 [1].

O melhoramento genético de abelhas *Apis mellifera* é uma ferramenta essencial e de caráter obrigatório para o sucesso e desenvolvimento da indústria apícola. Práticas de manejo, troca das rainhas e Inseminação Instrumental se constituem em pilares fundamentais num programa que vise o aumento de determinada característica quantitativamente. A diversidade de climas no Brasil junto com a possibilidade de direcionar a produção para diferentes produtos fazem do Brasil um país com ótimas oportunidades no campo Internacional da Apicultura.

A própolis é uma substância coletada e processada pelas abelhas a partir de resinas vegetais, botões florais e brotos de determinadas árvores e arbustos, na própolis também podemos encontrar secreções das próprias abelhas, pólen e cera. A própolis verde tem como principal origem botânica o Alecrim do Campo (*Baccharis dracunculifolia*) e é produzido principalmente na região sudoeste do Brasil [2].

Em condições normais, a rainha é a única fêmea que põe ovos fecundados na colmeia. Assim temos que todas as operárias dentro de uma colmeia são filhas da rainha, em consequência, é fácil para o apicultor trocar a

genética e desempenho reprodutivo e produtivo das colmeias. Para esta prática, é só substituir a rainha velha por uma nova, de preferência já selecionada e fecundada. Desta forma, a população da colmeia será trocada pela população da nova rainha.

Deste ponto de vista, o desempenho produtivo numa colmeia é o reflexo da genética da rainha da qual as operárias são filhas, assim, como estas operárias são igualmente o reflexo da estrutura genética dos zangões com a qual esta rainha se acasalou.

Nas abelhas, os embriões diplóides se desenvolvem de ovócitos fertilizados, tornando-se fêmeas; e os embriões que se desenvolvem de ovócitos não fertilizados, tornar-se-ão machos. O fato de determinada fêmea desenvolver-se ou não em uma forma reprodutiva (RAINHA) dependerá de como a larva foi alimentada durante o desenvolvimento. Em um sistema haplo-diplóide de determinação sexual, ovócitos fertilizados (32 cromossomos) terão um número cromossômico diplóide e ovócitos não fertilizados terão o número haplóide (16 cromossomos) [3].

Nas abelhas melíferas a rainha é quase duas vezes maior que as operárias. Tem como única função biológica a postura dos ovos. Do ponto de vista social, é responsável pela harmonia e ordenação dos trabalhos da colônia. Nasce de um ovo fecundado e é criada numa célula especial, denominada realeira, na qual recebe uma alimentação diferenciada, a base de geléia real, que é responsável pela diferenciação fisiológica e comportamental da abelha rainha em relação às operárias.

Na rainha, o aparelho reprodutor é bem desenvolvido em razão de sua função procriatória. Seu abdômen é bem mais longo que o das operárias. O órgão reprodutor feminino de principal importância é a espermateca, sua principal função é a de estocagem e manutenção dos espermatozoides após o acasalamento. Três dias após a fecundação, inicia-se a postura.

Os machos da colmeia são os zangões. Nascem de ovos não-fecundados depositados pela rainha, 24 dias após a postura. São dotados de aparelhos sensitivos excepcionais e podem identificar, pelo olfato ou pela visão, rainhas virgens a quilômetros de distância.

O primeiro vôo das rainhas virgens ocorre geralmente entre 5 e 6 dias após o nascimento. Os primeiros vôos de orientação podem variar

de 2 a 5 minutos. Posteriormente a rainha iniciará os vôos de acasalamento [4].

A maioria dos zangões realiza seus primeiros vôos entre 6 a 8 dias de vida, podendo ocorrer entre 4 e 14 dias. Normalmente os vôos são realizados no período da tarde entre 13:00 e 16:00h. A duração do primeiro vôo varia entre 6 e 16 minutos e geralmente é conhecido como vôo de orientação; vôos de acasalamento variam de 25 a 57 minutos e são realizados principalmente por zangões com uma idade superior a 12 dias [4].

O acasalamento em *Apis mellifera* ocorre em vôo livre quando a rainha tem ao redor de 5 e 10 dias de idade, acasalando-se, em média, com 7 a 17 machos diferentes. Cada macho se acasala uma única vez, depositando 6 a 10 milhões de espermatozoides no oviduto médio da rainha, e morrendo após o vôo nupcial [5].

Em condições naturais uma colônia pode gerar novas rainhas por diversos motivos: A falta ou uma diminuição na produção dos feromônios por parte da rainha (rainha muito velha), super oferta de alimento e a colônia se prepara para enxamear ou quando por algum motivo a rainha morre.

Com a troca de rainhas os apicultores poderão incrementar os níveis produtivos nas colmeias e manter as populações produtivas ao longo do ano. Quando esta prática é desenvolvida é comum observar um aumento na produção dos apiários além de manter colônias fortes e homogêneas durante a maior parte do ano.

O melhoramento genético de *Apis mellifera* é uma ferramenta essencial e de caráter obrigatório para o sucesso e desenvolvimento da indústria apícola em geral. Práticas de manejo como a troca anual de rainhas e a inseminação instrumental se constituem em pilares fundamentais para um programa que vise o aumento produtivo de determinada característica.

Os fundamentos da seleção baseiam-se nas disciplinas matemáticas da genética quantitativa e de populações. O ponto de partida básico para compreender a seleção é o conceito do fenótipo (as características de um animal que podem ser observadas), o qual resulta das influências da genética do animal, do ambiente onde o animal se encontra e as interações entre estes dois fatores. Este conceito pode ser estendido a populações de animais. A variação de genótipos resultantes da genética pode ser

subdividida em vários tipos diferentes de eventos genéticos. A variância devido a eventos genéticos aditivos é especialmente importante. A variância aditiva é a causa genética principal da semelhança entre parentes e, portanto, o determinante principal de como facilmente uma população pode ser melhorada por seleção [6].

O caminho mais utilizado no melhoramento genético de abelhas é a seleção das melhores colmeias produtivas (o qual varia segundo o interesse do apicultor e as características selecionadas) e a multiplicação ou produção de rainhas virgens para troca ou substituição nas colmeias produtivas.

A produção de rainhas deve estar acompanhada de uma seleção do material que está sendo utilizado como colmeias matrizes. Entre as principais características de seleção podemos encontrar: Alta produção de mel; alta produção de própolis; alta produção de pólen; alto comportamento higiênico; baixa tendência enxameatória; baixa agressividade, entre outras.

As características de seleção variam de apicultor para apicultor, porém sempre podemos encontrar como característica de principal importância os níveis de produção. No melhoramento de abelhas africanizadas focado para a produção de própolis verde podemos destacar as seguintes características de seleção:

- Produção de própolis por intervalo de tempo
- Qualidade da própolis coletada e qualidade da lamina de própolis
- Comportamento Higiênico
- Agressividade

Para que um programa de melhoramento genético seja bem sucedido deve ser realizada uma seleção em massa de colmeias, porém, esta tem que ser contínua, geração após geração, para manter os níveis atingidos pelo programa [7].

Trabalhos relatam que somente o fato de se realizar trocas de rainhas velhas por rainhas recém fecundadas, mesmo que elas não sejam melhoradas geneticamente, mantêm a produção ou geram um pequeno incremento em comparação a produções anteriores. Os principais fatores pelos quais os apicultores não realizam este tipo de atividade é a falta de conhecimento e a prática na “troca das rainhas dos apiários”, já que um resultado negativo na

introdução da rainha e um manejo inadequado pode levar a colmeia a fins desastrosos.

Existem várias técnicas que podem ser usadas na hora de realizar a troca das rainhas, algumas delas dependem do tipo de rainha que será introduzida na colmeia (virgem ou fecundada). Desenvolver o hábito de trocar as rainhas anualmente é um passo essencial a ser tomado na implementação de um programa de melhoramento produtivo.

Uma pergunta que deve ser esclarecida é a seguinte, **QUANDO OU COM QUANTO TEMPO ANTES DA SAFRA É PRECISO TROCAR AS RAINHAS?** Para deixar clara esta resposta é preciso lembrar tanto da biologia, quanto do comportamento reprodutivo de rainhas e operárias; mas tudo isto por que: Como já foi mencionado aqui o período de desenvolvimento de uma rainha é de 16 dias; após o nascimento, a rainha se acasala aproximadamente a partir do quinto dia de vida; a nova rainha inicia o processo de postura aproximadamente a partir do décimo dia de vida; o período de desenvolvimento de uma operária africanizada é de 19 dias; esta operária só vai realizar tarefas de coleta de alimento na sua vida adulta, aproximadamente a partir do décimo dia de vida

Assim e segundo estes dados é comum observar que se recomenda iniciar o processo de produção de rainhas pelo menos com dois meses ou mais antes da safra produtiva, isso nos permite garantir que todas as abelhas encontradas nas colmeias de produção sejam filhas da nova rainha introduzida.

Existem vários tipos de seleção que podem ser aplicados ao melhoramento de abelhas. Porém, quatro estratégias de seleção têm dado os melhores resultados em populações fechadas e que também podem ser aplicadas às populações abertas com bons ganhos genéticos. Estes são: 1. Seleção dentro da família, na qual se escolhe a rainha filha com o valor fenotípico mais alto de cada rainha matriz; 2. Seleção em massa, as novas rainhas matrizes são escolhidas independentes de relações familiares; 3. Seleção em massa combinada com seleção para alta viabilidade da cria; 4. Seleção ao acaso para as novas matrizes [8].

O tipo de seleção mais comum e praticada pelos apicultores é a escolha dos indivíduos de uma população que serão utilizados para a reprodução e formação da próxima geração. Por ser orientada racionalmente, a seleção

artificial imprime maior progresso genético por unidade de tempo que a seleção natural. Assim podemos obter o diferencial de seleção (DS) o qual é definido como a diferença entre a média de produção do grupo selecionado para a reprodução e a média da população base. Ou seja, sendo o DS igual ao desvio da média dos selecionados em relação à média da população, quanto maior o DS, maior será a pressão de seleção.

A medida acurada das características é essencial para o sucesso de um programa de seleção. A via mais importante para incrementar a acurácia é tomar medidas nas abelhas que se encontram em um ambiente comum e com histórias de manejo semelhante. Medidas mais precisas ou medidas repetidas como método para aumentar a precisão pode melhorar a acurácia [9].

Um programa de melhoramento produtivo precisa de vários passos a ser seguidos para alcançar os objetivos estabelecidos. Pode se destacar: a) o uso de cavaletes individuais como suporte para as colmeias; b) a alimentação energética e/ou protéica nas épocas de baixa disponibilidade destes recursos na natureza; c) não usar rainhas de subespécies européias especialmente quando importadas diretamente dos Estados Unidos ou da Europa, (Esta prática traz grandes riscos de introdução de doenças não presentes no Brasil) e d) troca anual de rainhas. O estabelecimento correto destas práticas junto com uma capacitação de manejo geral das abelhas irá moldar uma base forte para o estabelecimento de programas rigorosos de melhoramento genético.

Entre as ferramentas para o melhoramento produtivo, está a técnica da Inseminação Instrumental, que permite agilizar os programas de melhoramento genético, permitindo o controle dos cruzamentos e propiciando a formação de matrizes de boa qualidade e um completo controle da contribuição parental [10]. A Inseminação instrumental é uma técnica na qual se transfere instrumentalmente esperma do macho para o sistema reprodutivo da fêmea.

Na inseminação são depositados 8 microlitros (μ l) de sêmen no oviduto médio, o qual tem se mostrado suficiente para encher completamente a espermateca das rainhas virgens [11].

Esta ferramenta é essencial para o pesquisador que precisa de cruzamentos específicos e para o apicultor envolvido em um

programa de melhoramento produtivo. As diferentes contribuições de especialistas e cientistas nos últimos 60 anos possibilitaram o aperfeiçoamento da técnica [12]. A habilidade de controlar os acasalamentos permite a seleção, desenvolvimento e manutenção de características desejadas. A indústria apícola se beneficiaria caso desejasse manter as linhagens “resistentes” que estão sendo desenvolvidas, justificando que esta tecnologia deva ser incorporada aos programas comerciais de criação de abelhas [13; 14].

Porém, a Inseminação Instrumental no Brasil não tem se desenvolvido muito devido ao alto custo dos aparelhos e ao pouco treinamento no procedimento. Enquanto, em países industrializados a técnica está muito bem desenvolvida a ponto de praticamente não existirem diferenças entre rainhas acasaladas naturalmente e rainhas inseminadas obtendo assim colônias altamente produtivas as quais podem ser avaliadas diretamente. A Inseminação Instrumental esta tão bem desenvolvida que atualmente se faz inseminação em rainhas de *Bombus spp* [15].

Moreno 2006, observou que a inseminação é uma técnica viável, mas, altamente especializada e detalhada que requer experiência e cuidados na execução. Comprovou ser uma ferramenta essencial no melhoramento genético que permite avanços rápidos nas características desejadas. A produção de um número grande de rainhas inseminadas permite a avaliação destas no campo e facilita o estudo da herdabilidade de características quantitativas. Este mesmo autor ressalta que a nova técnica de inseminação com o aparelho criado pelo Dr Peter Schley é minimamente invasiva e de rápida execução. Isto diminui os danos físicos causados às rainhas. Portanto, estas rainhas são perfeitamente viáveis, sem diferenças evidentes no desempenho, produzindo enxames populosos e geneticamente superiores nas características selecionadas.

Hoje, as melhorias nas técnicas e no desenho dos equipamentos possibilitaram que o procedimento se tornasse mais fácil de aprender e de aplicar; conseguindo altas taxas de sucesso e níveis de desempenho das rainhas inseminadas similares aos das rainhas fecundadas naturalmente. As diferenças entre rainhas acasaladas naturalmente e rainhas inseminadas deve-se principalmente a: quantidade de sêmen utilizado; idade das

rainhas; métodos de introdução, cuidados pré e pós-inseminação [14].

Não podemos esquecer que os zangões também são responsáveis pela contribuição genética nas operárias de uma colmeia. É importante que o apicultor permita a produção natural de zangões nas suas colmeias, preferencialmente naquelas que apresentam melhores níveis de produção. Isto aumenta o número de zangões em condições ambientais e aumenta a chance de acasalamentos com estes zangões (selecionados). A qualidade e quantidade de zangões na hora de realizar as inseminações recebem e requerem a mesma atenção que a produção de rainhas [16].

Técnicas de criopreservação do sêmen estão sendo desenvolvidas [17; 18]. Estes autores testando diferentes métodos de congelamento, diferentes diluentes e diferentes criopreservadores têm alcançado altas porcentagens de viabilidade dos espermatozoides, criando assim uma nova alternativa de armazenamento e conservação de sêmen em abelhas *Apis mellifera*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FUNDAÇÃO SEBRAE. <http://www.apis.sebrae.com.br/>. 2010.
2. BASTOS, E. M. A. F. Origem botânica e indicadores de qualidade da “própolis verde” produzida no Estado de Minas Gerais. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo/Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, 2001. 137 f. Tese de Doutorado.
3. SNUSTAD, D. P & SIMMONS, M. J. *Fundamentos de Genética: A base cromossômica do Mendelismo*. 2. ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan S. A. p. 114. 2001.
4. KOENIGER, G. Reproduction and Mating Behavior. In RINDERER, T. E. (Ed.). **Bee genetics and breeding**. Orlando, Florida: Academic Press, Inc, p. 255-280, 1986.
5. PAGE, R. E & LAIDLAW, H. H. Honey bee genetics and breeding. In GRAHAM, J. M. **The Hive and the Honey Bee**. Hamilton, Illinois: Dadant & Sons, Inc, p. 235-267. 1992.
6. RINDERER T. E., Selection. in **Bee genetics and breeding**. Academic Press, Inc. 1986. p. 305-321
7. MORENO U. V. Inseminação instrumental em rainhas africanizadas de *Apis mellifera* (Apidae: Apini) como subsídio para o melhoramento genético. **Dissertação de Mestrado**. FMRP-USP, Ribeirão Preto. 65p. 2006.
8. OMHOLT S. W., ÅDNØY T., Effects of various breeding strategies on diploid drone frequency and quantitative traits in a honey bee population. **Theoretical and Applied Genetis**. 89:687-692. 1994
9. RINDERER T. E., Selection. in **Bee genetics and breeding**. Academic Press, Inc. P. 305-321. 1986.
10. MANRIQUE A. J., Seleção de abelhas africanizadas para a melhoria na produção de própolis. **Tese de Doutorado**, FMRP-USP, Ribeirão Preto, 108 p. 2001.
11. PAGE R. E., LAIDLAW H. H., Honey bee genetics and breeding. in **The hive and the honeybee**. Ed. Bookcrafters. p. 235-267. 2000.
12. SCHLEY P., Short instructions to instrumental bee insemination. http://www.besamungsgeraet.de/shorti_n.phtml. 2005.
13. COBEY S., SCHLEY P. Innovations in instrumental insemination. The compact, versatile right and left handed Schley model II instrument. **American Bee Journal**. 2002. p 433-435.
14. COBEY S. Comparison studies of instrumentally inseminated and naturally mated honey bee queens and factors affecting their performance. **Apidologie**. v. 38. 2007. p. 390-410.
15. BAER B., SCHMID H. P., The artificial insemination of bumblebee queens. **Insects Sociaux**. 47, 183-187. 2000.
16. FERT, G. El rol de la crianza de zánganos en el manejo de la cría de reinas para mejorar la calidad de las reinas. 2nd World Symposium of Queen Bees and Artificial Insemination. **Apimondia 2008**. Nuevo Vallarta, Nayarit. Mexico. p. 101.
17. ALMEIDA R & SOARES, A. E. E (2002). Usage of green coconut water and different tissue culture media for the in vitro honey bee semen storage (*Apis mellifera*; Hymenoptera:Apoidea). **Interciencia** 27(6): 317-321. Venezuela.
18. GUZMAN-NOVOA, E., TAYLOR, M., BENÍTEZ, A. C & RAMÍREZ, N. M. Avances recientes en la criopreservación de semen de la abeja melífera. 2nd World Symposium of Queen Bees and Artificial Insemination. **Apimondia 2008**. Nuevo Vallarta, Nayarit. Mexico. p. 103-107.