

FORUM

MÉTODO DE SELEÇÃO PARA MELHORAMENTO GENÉTICO EM ABELHAS

Warwick Estevam Kerr¹

¹Instituto de Genética e Bioquímica, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Umuarama, Bloco 2E, Sala 20, CEP: 38400-902, Uberlândia-MG. e-mail: kerr@ufu.br

A criação racional de abelhas sem ferrão pode, em muito, contribuir para a salvação das espécies, pois é uma atividade potencial de desenvolvimento sustentável já que adota formas de consumo, produção e reprodução que respeitam e salvaguardam os direitos humanos e a capacidade regeneradora da terra.

Estamos baseando uma parte de nossos estudos e esperanças nos trabalhos que Carvalho-Zilse, Kerr, Coletto, Cláudio, Graça, José Ribamar, Vânia, Cristiano, Francisco Raimundo, Jamil, Rogério Marcos, Norma, Schwaden, Oliveira, Lúcio, Vera, Mauricio, Nogueira-Neto, Nunes da Silva, Gonzaga, Breno, Espencer, Aidar, Cristiano, Camargo e outros fizeram na Amazônia onde, em 3 anos, de 1999 a 2001, já contribuíram para aumentar o número de colônias de meliponínios de 363 para 1071 (em 58 famílias de comunitários, ribeirinhos e produtores rurais) (Kerr et al., 2001). Após março de 2003, continuado por Gislene e seu grupo de 300 meliponicultores aumentaram para 5214 colônias, de 2003 a 2005 (Carvalho-Zilse, 2006), todas colocadas em colméias artificiais feitas com taboas de 2,5 a 3 cm de espessura.

Cada espécie visita no mínimo 120 espécies de flores por ano. Além disso, com o Cláudio Franco Muniz (nessa época aluno da Universidade Federal de Uberlândia), verificamos que diariamente saem de uma colméia de *Melipona scutellaris* forte 1900 operárias para o trabalho e retornam 1700 (200 morrem trabalhando). Se dessas 1700 apenas 800 visitassem 10 flores por visita (as 900 restantes seriam campeiras, trariam própolis, barro, água) e 10 visitas por dia, em 300 dias seriam 24.000.000 visitas. Logo as 5214 colméias fariam 125.136.000.000, ou seja, cerca de 120 bilhões de flores que teriam sua capacidade reprodutiva aumentada. A floresta teria mais frutas, mais sementes, mais mudinhas, mais mudonas, mais árvores, mais aves, mais cotias, pacas, pacaranas, tamanduás, carnívoros, mais peixes (segundo Goeldem todos os peixes da Amazônia dependem da floresta), enfim mais uma bicharada. Seria o lucro ecológico de qualquer projeto de meliponicultura. Mas constatamos que ao ter de 120 a 200 colméias o ribeirinho, o índio, o lavrador aumentará sua renda de 120 a 200 reais por mês. Como fazendo farinha seu salário é de R\$60,00 mensais ele seria acrescido de R\$120,00 a R\$200,00 mensais (com a venda de mel, de cera e de colônias). É o lucro econômico do projeto. Mas verificamos que quando eles vêm às reuniões para aprender, compram mais utilidades para a casa e, como essas abelhas não têm ferrão, em muitos lugares as mulheres e crianças ajudam na extração de mel - algumas senhoras são as técnicas principais - e as vi trocando receitas, experiências, remédios, ensinando meliponicultura. É o lucro social do projeto.

Se aliado a esse projeto houver plantação de mudas de plantas frutíferas e melíferas, não podemos imaginar melhor casamento para recuperar nossas matas e os espaços arrasados pelos desmatamentos de madeiras havidas por dinheiro e pouco se lixando pelo mal que fazem à nação e ao mundo.

Diante de tais aspectos, as abelhas sem ferrão devem ser destacadas não apenas como parte integrante da biodiversidade e de sua conservação, mas também como uma alternativa economicamente viável para complementação de renda do produtor rural no Brasil.

Desse modo, há que se ter uma ampla dedicação à questão da capacitação técnica dos interessados bem como uma visão profissionalizante da atividade. Nesse sentido, um aspecto básico e relevante em prol da consolidação e expansão da meliponicultura é o conhecimento sobre a reprodução dessas abelhas e o seu manejo adequado a fim de promover a seleção para o melhoramento genético na produtividade de mel, pólen, cria ou própolis.

Vamos tratar aqui sobre como fazer melhoramento em abelhas sem inseminação artificial. Iniciaremos, pois com uma proposta para melhoramento genético em *Apis mellifera* e posteriormente em meliponíneos.

Melhoramento em *Apis mellifera*

As populações das abelhas *Apis mellifera* têm seis aspectos da sua biologia que precisam ser considerados ao fazermos seleção para o seu melhoramento:

1º) Constituem populações haplodiplóides, isto é, desde Dzierzon (1845) sabe-se que os machos são provenientes de ovos não fecundados (cujo número de cromossomos constatou-se ser 16, e as operárias e rainhas originam-se de ovos fecundados ($2n = 32$). Os machos são verdadeiros desenvolvimentos dos óvulos da rainha, ou seja, geneticamente são a segregação gônica da rainha voando. Por isso são muito importantes neste sistema de seleção usar machos das melhores colônias.

2º) As rainhas podem durar de 2 a 3 meses até 3 a 4 anos, porém o que importa é a duração média de suas vidas. Essa média é de 7 meses e meio (Gonçalves e Kerr, 1970; Kerr et al., 1971) ou seja, em média as rainhas são substituídas em 7 meses e meio por uma nova rainha, sua filha, produzida naquela colônia. A rainha velha, conforme a época, enxameia com parte das operárias e assim, a rainha nova faz um (mais comumente), dois, três ou até 5 vôos nupciais iniciando a postura em 3 a 8 dias.

3º) A grande maioria de apicultores usa cera moldada com células para operárias, isto é, quando o favo estiver completo a rainha apenas põe ovos fecundados, que originarão operárias. Não há lugar para postura de ovos que originarão machos, ou seja, as rainhas nascidas a cada 7,5 meses serão fecundadas, obrigatoriamente, por machos presentes na mata, cupins, buracos, o que estragará qualquer seleção para alta produção.

4º) O sistema de determinação do sexo tem, acoplado à haplodiploidia, um conjunto de cerca de 15 a 25 alelos no loco *csd* (que são as iniciais para complementary sex determiner gene = gene determinador complementar do sexo), descoberto por Whiting (1943) para *Bracon hebetor* e aplicado por Mackensen (1951) às abelhas. Constatamos que o menor número que uma população pode ter para se manter é de 6 alelos *csd* (Kerr, 1985).

5º) Populações menores que 44 colméias na sua área de reprodução não conseguem manter 6 alelos *csd*, o que ocasionará a perda dessa população em menos de 15 gerações (Vencovsky e Kerr, 1982). Para estimar o número destas populações temos de considerar todas as colônias existentes na área de 5 quilômetros de raio.

6º) As rainhas são fecundadas, em média, por 16 a 17 machos (Lobo e Kerr, 1993) segundo os dados obtidos em uma amostra de 200 colméias de abelhas africanizadas no Estado de São Paulo.

A solução está em produzir machos nas

melhores colônias. Para isso achamos que o método usado por Ernesto Paterniani em milho é o melhor: seleção massal estratificada, que é o que descreveremos agora. Conforme a florada podemos ter apiários de 20 a 100 colméias. Esta última quantidade (100), no Brasil, podemos ter em poucas floradas, como em grandes laranjais, algodoads, macieirais, cafezais, pereirais, cajuzais, eucaliptais, macadamias etc. ou em grandes floradas de assapeche (*Vernonia polianthes*), caqui, cambará, angico, vassourinha = alecrim (*Bacharis dracunculifolia*), cipó-uva, capixingui etc. Esse método, explicado o mais simplesmente possível pode ser assim resumido para o milho: plante com sua técnica usual (de controle de erosão, de distância entre covas, de adubação, cuidado com pragas e ervas más) uma semente por cova. Suponhamos que você semeou 5000 plantas e chegou a época da colheita. Examine de 10 em 10 plantas. Agora examine cada grupo de 10 plantas quanto a: 1) produção; 2) ataque por fungos, bactérias e vírus; 3) ataque por insetos e outros artrópodos; 4) resistência à seca; 5) altura; 6) outros caracteres que deseje (sempre que possível). Imagine que a planta de nº 7 foi a melhor - guarde essa espiga no "saco de sementes selecionadas". Siga para as de número 11 a 20 e que após a seleção, suponhamos, a 22 foi a melhor, e depois de 21 a 39, e assim seguidamente até as últimas 10 plantas (4991ª a 5000ª). Você terá então 500 plantas selecionadas que serão as sementes para a próxima geração. A melhora a cada geração é nítida, observável.

Nas abelhas esse método é ainda mais evidente porque os machos são haplóides e representam os gametas das rainhas selecionadas. Como aplicaremos?

1º) Vamos iniciar com um apiário como o meu, de 50 colônias, numeradas de 1 a 50. Todas as 50 precisam ser pesadas e ser homogêneas (completadas com quadros com cria, mel e pólen, de modo que cada uma tenha um ninho com quadros completos e um sobreninho).

2º) Cada colônia será examinada 1 vez por mês, durante 3 meses, e o experimento de seleção terá início ao começar uma florada, e terminará ao fim de um período de secreção nectarífera. Quando estiver próximo do término desse período de florada, o criador examina as colônias de 1 a 50 selecionando-se de cada 5 colônias a melhor colônia dentre elas, ou seja, a melhor entre as de número 1 a 5, de 6 a 10, de 11 a 15 e assim por diante até da 46 a 50.

3º) Para selecionar as colônias levam-se em conta as seguintes características:

a) A produção de mel, que pode ser obtida pela diferença de peso entre a primeira pesagem registrada na ficha (antes da florada) e a obtida na 2ª pesagem (após a florada). Ao findar as pesagens, neste momento o apicultor já terá (pela diferença de peso) quais são as

10 colônias com maiores aumentos de peso em cada conjunto de cinco colméias;

b) Resistência às doenças: se vê pelo número de larvas mortas nos favos de cria. Um exame ao microscópio nos habilitará a dizer qual é a bactéria. Às vezes temos em algumas colméias a Cria Pútrida Brasileira - usualmente nossas abelhas apresentam com baixa frequência - e a Nosemose, que não é perigosa, mas às vezes aumenta em gravidade. Seleção contra é a melhor medida;

c) *Varroa destructor* - é um ácaro que é sério para as abelhas italianas e caucasianas, mas não é sério para as africanizadas. Mas é sempre bom saber quais africanizadas têm maior susceptibilidade a *Varroa* para não ser selecionada. Principalmente, devemos ter muito cuidado de não "importar" o perigosíssimo besourinho africano *Aethina tumida* Murray, ao que eu saiba ainda não introduzido no Brasil. Ele, junto com a *Varroa*, causa destruição total na colônia nos Estados Unidos;

d) Suponhamos que as colônias 3, 9, 12, 19, 24, 30, 33, 39, 42, 47, sejam em cada grupo de cinco, as melhores. Retiramos o 7º quadro de cada uma dessas 10 colônias e cortamos um pedaço desse favo (contendo cria) de 5 X 12 cm. Esses pedaços de favos podem ser introduzidos na colônia mais fraca (ou às duas mais fracas), bem amarrados;

e) No próximo dia, ou nos próximos, as operárias começarão a fabricar células de cria para machos nos locais vazios dos quadros em que foram retirados. Em 30 dias já teremos machos das colônias selecionadas fecundando as 5 a 8 rainhas novas que estarão substituindo naturalmente as antigas (que são mortas ou saíram a cada 7,5 meses);

f) Mas, além de fecundarem as nossas rainhas novas os machos também estarão em enxames fecundando as rainhas novas do matos e as dos vizinhos, que também são substituídas em média a cada 7 a 8 meses e produzirão o melhoramento das rainhas do apiário e fora do apiário num raio de 2 a 4 km;

g) Importante: ao completar dois anos procede-se novamente a seleção massal estratificada e assim sucessivamente, a cada três anos. A população ficará tão boa que nenhum apicultor inteligente pensará em importar rainhas.

Melhoramento em espécies de *Melipona*

Em 1982, montei o meliponário da Universidade Federal do Maranhão e constatei que as colônias do Maranhão, da *Melipona compressipes fasciculata*, eram mais produtivas que as do Piauí, Mato Grosso e Pará da mesma espécie. Foi fácil identificar os métodos de reprodução das colônias usadas pelos Timbira como tive oportunidade de ver nos meliponários de Dª Florzinha nas proximidades do Rio Mearim, MA.

Em 1987 constatei em uma colônia de *Melipona (Melikerria) compressipes fasciculata* Smith 1854, a tiúba do Maranhão, que as operárias aceitaram a troca de uma rainha velha por uma nova sem tumulto. Em *Apis mellifera* o "boleamento" é imediato (a nova rainha é atacada e morta por 5 a 20 operárias). Fiz mais dois experimentos, com a tiúba tendo o mesmo resultado. Escolhi uma aluna, Cristina Monteiro de Andrade, para fazermos um experimento preliminar, que foi sua monografia de término de Curso (Monteiro de Andrade, 1988). Iniciamos outro experimento em que trocamos as rainhas de 34 colônias da minha casa; obtivemos 32 colônias com rainhas trocadas: rainhas da colônia 1 ia para a 2, e a rainha da 2 ia para a 1; a da 3 ia para a 4 e a 4 ia para a 3 até o último par, a 33 ia para a 34 e a 34 para a 33. Apenas uma rainha morreu devido ter sido esmagada pelo pesquisador. A maioria das rainhas iniciou postura no mesmo dia e as restantes nos dois próximos.

Estes fatos indicaram-me um novo método de melhoramento para as espécies de *Melipona* que tivessem o comportamento da *Melipona compressipes fasciculata* (Monteiro de Andrade e Kerr, 1990a; Monteiro de Andrade e Kerr, 1990b).

A descrição do método é:

a) Suponhamos uma população de 100 colméias.

Facilmente o meliponicultor poderá alinhar suas 100 colméias da 1ª a 100ª quanto a produtividade e a resistência às várias pragas (ácaros, dípteros, lepidópteros, coleópteros, etc).

b) Dividimos as colméias em 3 partes: Grupo Ótimo (1ª a 33ª), Grupo Médio (34ª a 66ª) e Grupo Ruim (67ª a 100ª).

c) Retiramos, cuidadosamente, a rainha da 1ª colméia. Matamos (ou fixamos para estudar) a rainha da 100ª colméia e introduzimos a rainha da 1ª colméia na 100ª. Retiramos a rainha da colméia nº 2 e a introduzimos na colméia 99ª, cuja rainha será morta. Ou seja, as rainhas melhores, das colméias 1ª a 33ª serão introduzidas nas colméias piores (67ª a 100ª).

d) Usualmente as piores colônias não produzem machos, logo as colônias órfãs, que são as melhores, terão a probabilidade de serem fecundadas por um ou dois machos bons.

Este método foi aplicado por Barros (2006) com sucesso em *Melipona scutellaris*.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CNPq pelo apoio nestes 40 anos e a FAPEMIG nestes últimos 10 anos. Agradeço uma aula do Prof. Dr. Ernesto Paterniani em que explicou o método de seleção massal estratificada para milho.

REFERÊNCIAS

- BARROS, J. R. S. Genetic Breeding on the bee *Melipona scutellaris* (Apidae, Meliponini). **Acta Amazônica**, v. 36, n. 1, p. 116-120, 2006.
- CARVALHO-ZILSE, G.A. Meliponicultura na Amazônia. VII ENCONTRO SOBRE ABELHAS. Ribeirão Preto, **Anais** ...p. 360-365, 2006.
- DZIERZON, J. Gutachten über die von Herrn Direktor Stöhr im ersten und zweiten Kapitel des General - Gutachtens aufgestellten Fragen. **Eichstädter Bienenzeitung**, v. 1, n. 109 - 113, p. 119 - 121. 1845.
- GONÇALVES, L. S.; KERR, W. E. Noções sobre genética e melhoramento em abelhas. 1º CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, Florianópolis-SC. **Anais...** p. 8-36, 1970.
- KERR, W. E. Número máximo e mínimo de colônias de Meliponídeos que devem ser colocados em um local. **Boletim Capel**, v. 40, p. 7-8, 1985.
- KERR, W. E.; CARVALHO, G. A.; SILVA, A. C.; ASSIS, M. G. P. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Parcerias Estratégicas**, v. 12, n. 2, p. 20-41.
- KERR, W. E.; GONÇALVES, L. S.; BLOTTA, L. F.; MACIEL, H.B. Biologia comparada entre abelhas italianas, africanas e suas híbridas. **Boletim Informativo C.P.D.** (São Carlos-SP), v. 4, n. 4, p. 324-352, 1971.
- LOBO, J. A.; KERR, W. E. Estimation of the number of matings in *Apis mellifera*: extensions of the model and comparison of different estimates. **Ethology, Ecology & Evolution**, v. 5, n. 3, p. 337-345, 1993.
- MACKENSEN, O. Viability and sex determination in the honey bee (*Apis mellifera* L.). **Genetics**, v. 36, p. 500-509, 1951.
- MONTEIRO DE ANDRADE, C. **Troca de rainhas de *Melipona compressipes***. Monografia de Término de Curso. Universidade Federal do Maranhão. 1988. 28p.
- MONTEIRO DE ANDRADE, C.; KERR, W. E. Melhoramento Genético em abelhas. III - Troca de rainha fisogástrica. **Apicultura e Polinização**, v. 6, n. 36, p. 25-26, 1990a.
- MONTEIRO DE ANDRADE, C.; KERR, W. E. Experimental exchange of queens between colonies of *Melipona compressipes* (Apidae, Meliponini). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 50, n. 4, p. 975-981, 1990b.
- VENCOVSKY, R.; KERR, W. E. Melhoramento genético em abelhas. II. Teoria e avaliação de alguns métodos de seleção. **Brazilian Journal of Genetics**, v. 5, n. 3, p. 493-502, 1982.
- WHITING, P. Multiple alleles in complementary sex determination of *Habrobracon*. **Genetics**, v. 28, p. 365-382, 1943.