UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
DOUTORADO EM CIÊNCIA ANIMAL

RENATA VALÉRIA REGIS DE SOUSA GOMES

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* L.) IMPORTANTES NA SELEÇÃO DE RAINHAS MATRIZES PARA A PRODUÇÃO DE MEL

MOSSORÓ
2016

RENATA VALÉRIA REGIS DE SOUSA GOMES

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* L.) IMPORTANTES NA SELEÇÃO DE RAINHAS MATRIZES PARA A PRODUÇÃO DE MEL

Tese apresentada ao Doutorado em Ciência Animal do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Lionel Segui Gonçalves

Co-orientadora: Profa. Dra. Kátia Peres Gramacho

MOSSORÓ

2016

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido.O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

G633a Gomes, Renata Valéria Regis de Sousa.
AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS (Apis mellifera L.) IMPORTANTES NA SELEÇÃO DE RAINHAS MATRIZES PARA A PRODUÇÃO DE MEL / Renata Valéria Regis de Sousa Gomes. - 2016.
125 f. : il.
Orientador: Lionel Segui Gonçalves.
Coorientadora: Kátia Peres Gramacho.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, 2016.
1. Melhoramento. 2. Índice de Seleção. 3. Apicultura. 4. Comportamento higiênico. 5. Produção de mel. I. Gonçalves, Lionel Segui, orient. II. Gramacho, Kátia Peres, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC´s) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

RENATA VALÉRIA REGIS DE SOUSA GOMES

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* L.) IMPORTANTES NA SELEÇÃO DE RAINHAS MATRIZES PARA A PRODUÇÃO DE MEL

Tese apresentada ao Doutorado em Ciência Animal do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Produção Animal

Defendida em: 02 / 05 / 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Lionel Segui Gonçalves

Prof. Dr. Jean Berg Alves da Silva

Prof. Dr. Gerbson Azevedo de Mendonça

Prof. Dr. Dejair Message

Prof. Dr. Katia Peres Gramacho

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

RENATA VALÉRIA REGIS DE SOUSA GOMES – Nasceu no dia 31 de março de 1983, no município de Limoeiro do Norte, Estado do Ceará. Iniciou os estudos em 1989 no Colégio Centro Educacional São Vicente de Paulo – antigo Patronato, onde concluiu o ensino fundamental em 1997. Cursou o 1º ano científico no Colégio Diocesano Padre Anchieta no ano de 1998, e o 2º e 3º ano científico na Escola Estadual Lauro Rebouças de Oliveira, concluindo o ensino médio no ano de 2000. Foi aprovada no seu primeiro vestibular em 2003 e ingressou no Curso de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Regional do Cariri – URCA, no município do Crato – CE. No 4º semestre da graduação enveredou no caminho da pesquisa, apresentando em 2005 seu primeiro trabalho científico no Encontro Intercontinental Sobre a Natureza – O_2, em Fortaleza - CE. No mesmo ano, realizou estágios no Laboratório Escola de Análises Clínicas Profª Tereza Pinheiro Teles da URCA, participou de pesquisas na área de parasitologia humana e estagiou no Centro de Controle de Zoonoses – CCZ do Crato – CE. De março de 2006 a julho de 2007 foi bolsista de Iniciação Científica IC/CNPq, desenvolvendo atividades no projeto: "Avaliação do teor de colesterol total e HDL em soro de cobaias *Oryctolagus cuniculus* após dieta com *Solanum melongena*" sob a orientação do Prof. Dr. Hidemburgo Gonçalves Rocha, e concluiu a graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas em setembro de 2007. No mês subsequente a formatura, iniciou experiência no magistério superior ministrando a disciplina Bioestatística no Curso de Ciências Biológicas da Universidade Regional do Cariri – URCA, mantido pelo Projeto de Incentivo à Capacitação de Recursos Humanos para a Melhoria do Ensino Fundamental e Médio nos municípios de Caririaçu, Mauriti e Várzea Alegre no Estado do Ceará. Em março de 2008 iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, *Campus* de Patos, Estado da Paraíba, e em abril de 2009 concluiu defendendo a dissertação intitulada: "Estudo da eficácia de extratos botânicos sobre ovos e larvas de nematóides gastrintestinais de caprinos do sertão paraibano" sob a orientação da Profa. Dra. Ana Célia Rodrigues Athayde. Em maio de 2008, durante o período do mestrado, foi contratada como professora do magistério superior para ministrar aulas na Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA em convênio com a Universidade Aberta – UNAVIDA em Patos – PB. Nessa instituição, além de lecionar, orientou alunos, ministrou minicursos e palestras, atuando ininterruptamente até outubro de 2010. Ainda no ano de 2008, foi aprovada no concurso público para professor substituto do magistério superior na Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas, no Centro de Saúde e Tecnologia Rural, da Universidade Federal de Campina Grande – UACB/CSTR/UFCG, em Patos – PB, onde atuou até julho de 2010 ministrando disciplinas nos cursos de Ciências Biológicas, Odontologia, Medicina Veterinária e Engenharia Florestal; participou da comissão de elaboração da resolução de normatização do estágio supervisionado do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas; foi membro do núcleo docente estruturante (NDE); ministrou palestras, organizou eventos científicos, mesa-redonda, entre outros. Em novembro de 2009, foi aprovada em concurso público de provas e títulos para professor efetivo do magistério superior na Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC em Ilhéus, na área de estatística; e em março de 2010, foi aprovada em concurso público de provas e títulos para professor efetivo DE do magistério superior no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, para a área de Estatística Aplicada a Zootecnia e Melhoramento Genético Animal, onde exerceu o cargo de vice-diretora de 2012-2014, presidiu as comissões de ensino, de avaliação de trabalho de conclusão de curso (TCC), de infra-estrutura, comissão para escolha de representante de classe no conselho técnico

administrativo (CTA), e para coordenador e substituto eventual do curso de zootecnia; coordenou o laboratório de informática, foi membro titular do Conselho Técnico Administrativo (CTA), do Núcleo Docente Estruturante (NDE), da Comissão de Estágio Supervisionado Obrigatório (ESO), da Comissão de Divulgação e Eventos; participou de bancas, orientou alunos e em março de 2014 afastou-se das atividades docentes para dedicar-se ao doutorado. Em agosto de 2013 ingressou no doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, sob a orientação do Prof. Dr. Lionel Segui Gonçalves, onde até abril de 2016 apresentou 9 trabalhos em eventos científicos, um deles recebendo menção honrosa e submeteu dois artigos para revistas científicas com qualis A2 e B1.

Dedico ao meu pai José Rodrigues de Sousa – "Zé Viana" (In Memoriam) e a minha querida mãe Raimunda Regis de Sousa – "D. Didi"

Com todo amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

Nesse sucinto espaço tenho a feliz oportunidade de manifestar meu reconhecimento a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente, para que fosse possível hoje termos essa consistente obra pronta. Debrucei-me para não olvidar nenhum daqueles que foram de grande valor nesse momento de crescimento pessoal e profissional.

Agradeço a Deus por ter me ajudado, por ter sido meu provedor, pelas coisas maravilhosas que Ele fez para que todos os planos fossem cumpridos seguramente. Por me conceder a sabedoria e serenidade necessária para aceitar as coisas que não podemos modificar e coragem para modificar aquelas que podemos. Tu és Senhor meu protetor, um abrigo na tempestade e uma sombra no calor.

Ao meu estimado e querido Orientador Prof. Dr. Lionel Segui Gonçalves, pessoa a quem tenho grande admiração e consideração. Agradeço pelo crédito, orientação e oportunidade de estudar e conhecer as abelhas africanizadas, cuja sociedade matriarcal é um dos maiores exemplos de organização social, e que funciona. Por com seu exemplo, dedicação e palavras, me instigar e fazer entender que todos os desafios de um trabalho sério valem a pena. Professor Lionel, corri o grande risco e me apaixonei pelas abelhas. Obrigada por ter acreditado no meu potencial.

À minha querida e ilustre Co-orientadora Profa. Dra. Kátia Peres Gramacho, a quem tenho admiração, respeito e carinho, agradeço pelas muitas vezes que se disponibilizou a ensinar como uma mãe.

À querida e estimada Profa. Dra. Neide Malusá Gonçalves, que em muitas ocasiões foi madrinha, em outras conselheira, sempre grande incentivadora, e o mais importante, uma nobre amiga.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-árido – PPGCA/UFERSA, na pessoa do Prof. Dr. Jean Berg Alves da Silva, pela presteza e oportunidades durante o curso e a secretária Let Sandra Dias da Costa.

Ao Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte – CETAPIS/RN, pelo suporte com a cera entre outros materiais apícolas utilizados na pesquisa.

Ao Prof. Dr. Dejair Message, Professor Visitante Nacional Sênior da CAPES junto a UFERSA, pela amizade e apoio.

Aos queridos amigos do grupo de pesquisa das abelhas, Daiana da Silva Sombra, Hérica Girlane Tertulino Domingos, Ricardo Gonçalves Santos, Victor Hugo Pedraça Dias, Dayson Castilhos, e Nira Lopes de Lima (técnica apícola do CETAPIS), pela amizade, colaboração e disposição de sempre nos ajudar.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, a quem expresso minha gratidão especial à amiga e reitora Profa. Dra. Maria José de Sena, pelo apoio e incentivo constante.

Expresso meus agradecimentos ao Departamento de Zootecnia – DZ/UFRPE, onde foi possível executar essa pesquisa. Agradeço ao diretor do DZ Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Júnior, ao Prof. Francisco Fernando Ramos de Carvalho pelo apoio e incentivo. As minhas supervisoras de área Profa. Dra. Mércia Virginia Ferreira dos Santos e Profa. Dra. Lúcia Helena de Albuquerque Brasil, e aos colegas professores Dr. Márcio Vieira da Cunha, Dr. Alexandre Carneiro Leão, Dra. Andreia Fernandes Souza e Dra. Adriana Guim, que tornaram possível meu afastamento para dedicar-me inteiramente a esse curso de doutorado.

Agradeço especialmente a estimada Profa. Dra. Maria Norma Ribeiro pelos conselhos, por se dispor a indicar uma direção nos momentos de incertezas e pela sua preciosa amizade.

Agradeço ao Setor de Apicultura do DZ/UFRPE por disponibilizar a área para implantação do apiário experimental, na pessoa da Profa. MsC. Maria de Lourdes Queiroz e do técnico e biólogo Clemildo Santana Júnior. Agradeço especialmente o valoroso zootecnista e técnico apícola Carlos Frederico da Silva Costa, que não hesitou em me repassar com maestria suas habilidades e experiência de lidar com as abelhas africanizadas e pela dedicação para montarmos o apiário experimental do DZ/UFRPE. Muito obrigada meu amigo.

Agradeço carinhosamente aos técnicos do Departamento de Zootecnia Fátima Alves Sampaio, Maria Presciliana de Brito, Kamila Raphaele de Souza N. Xavier, Paulo Ricardo Lima Motta, Luiz Roberto Nunes da Paz, Maria Lúcia Silva dos Anjos, pela disponibilidade e colaboração.

Meus sinceros agradecimentos ao Sr. Genésio Evangelista Batista Filho e sua equipe do Setor de Divisão de Áreas Verdes e Vias (DAVV/UFRPE), pelo empenho na preparação e limpeza da área para implantação do Ápiário Experimental do Departamento de Zootecnia (AEDZ/UFRPE) e manutenção do mesmo. No setor de manutenção da UFRPE, agradeço a equipe da marcenaria e pintura na pessoa do Sr. Paulo Sérgio. Agradecemos também as auxiliares, que aqui estão representadas pela funcionária Sra. Maria José Freire, por tornarem o ambiente adequado para trabalhar.

Aos meus queridos alunos “abelhudos” Lidiany Barros Rocha, Maria Elaine de Miranda Alves e Ednilson Nogueira Lima Filho, todas as palavras são insuficientes para agradecê-los pelo empenho, dedicação e compromisso com essa pesquisa. Vocês me possibilitaram ter oito mãos e em tempo recorde estarmos com uma linda e rica área pronta para saborearmos o prazer de pesquisar. Obrigada queridos por terem embarcado nos meus sonhos, onde vivemos várias aventuras, entre elas desbravar altas horas da noite áreas de mata atlântica, mangue, ou ainda as altas plantações de cana-de-açúcar, levando no colo caixas pesadas, repletas de abelhas africanizadas. Mais do que alunos, hoje vocês são como filhos científicos.

Desejo expressar meu agradecimento a Associação de Apicultores e Meliponicultores do Cabo de Santo Agostinho, na pessoa do Sr. Antônio Muniz Júnior, que prontamente nos recebeu na associação. Agradeço especialmente aos apicultores Sr. Manoel Pessoa de Brito, sua esposa Sra. Alice Virginia Gouveia Mesquita de Brito e sua filha Maria Alice Mesquita de Brito; ao Sr. Obadias dos Santos Pereira e Sr. José Vieira de Miranda (Sr. Natal), que

confiando no meu trabalho doaram todo o material biológico (as abelhas), utilizadas nessa pesquisa. Agradecemos também aos apicultores Sr. Edvaldo Gerônimo da Silva (Sr. Nino), Sr. Israel Vasconcelos e seu filho Erick Lopes Vasconcelos por disponibilizarem seu apiário para introduzirmos as rainhas selecionadas.

Agradeço também o zootecnista Severino Santos de Santana (Bil), o agrônomo Heitor Albuquerque, o Sr. Fernando Fragoso Cavalcante, e o zootecnista Gustavo Vasconcelos pelo apoio na transferência dos enxames dos apiários dos apicultores para o apiário experimental DZ/UFRPE.

Quero expressar meu agradecimento especial ao meu esposo Escarião Gomes, que trabalhou arduamente em todas as etapas dessa pesquisa. Que mesmo tomando várias ferroadas não desistiu de me ajudar e de ser sempre meu incentivador. A cada ferroada tomada, mais intensa ficou a nossa união. Com muito amor agradeço as minhas filhas Anna Letícia e Anna Sophia, pela paciência e compreensão nos momentos de ausência.

Agradeço a minha mãe Raimunda Regis de Sousa, a minhas irmãs: Cidinha Sousa, Lunalva Sousa, Verônica Sousa, e irmãos: Rodrigues Sousa e João Sousa, ao meu cunhado Tadeu Holanda, e cunhadas Neuda Rodrigues e Carolina Sousa, por acreditarem e apoiarem meu trabalho. E aos meus queridos sobrinhos que sempre afagam meu coração.

À Fundação Coordenação Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo incentivo com o Prodoutoral.

Cordialmente agradeço a todos!!!

“Se o seu trabalho dá-lhe alguma alegria e satisfação, você deve cultivá-lo, assim como você deve cultivar tudo que dá alguma alegria de estar vivo.”

Carl Gustav Jung

AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GENÉTICAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*APIS MELLIFERA* L.) IMPORTANTES NA SELEÇÃO DE RAINHAS MATRIZES PARA A PRODUÇÃO DE MEL

GOMES, Renata Valéria Regis de Sousa. Avaliação das características genéticas de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) importantes na seleção de rainhas matrizes para a produção de mel. 2016. 125f. Tese (Doutorado em Ciência Animal: Sanidade e Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – RN, Brasil.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar as características fenotípicas de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) importantes na seleção de rainhas matrizes para a produção de mel. Foram transferidas 30 colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) dos apiários de apicultores colaboradores da região do litoral e zona da mata sul de Pernambuco para o apiário experimental do Departamento de Zootecnia (AEDZ/UFRPE). As colônias foram avaliadas quinzenalmente no período de janeiro de 2014 a fevereiro de 2016 e foram registrados dados de 89 rainhas de colônias ou famílias. Foi administrado alimentação energética e proteica no período de entressafra. Foi verificado o nível de infestação das colônias com *Varroa destructor* e *Nosema* e realizado os testes de comportamento higiênico, postura da rainha, defensividade e produção de mel na 1ª fase experimental e obteve-se o índice de seleção (IS) das colônias analisadas. Para 2ª fase experimental foram produzidas rainhas de 1ª, 2ª e 3ª geração filhas das matrizes com IS $\geq$ 8,0 e avaliou-se a produção de mel. Das 89 rainhas observadas, 62 morreram naturalmente apresentando longevidade média de 6,4 ± 2,9 meses. A época de pico da reprodução natural é entre os meses de setembro a dezembro. A rainha realiza postura todos os meses do ano, sendo que à medida que a temperatura aumenta e a umidade e o índice pluviométrico diminuem, maior é a intensidade de ovoposição da rainha, consequentemente aumenta o número de quadros com crias. A dieta utilizada apresentou viabilidade econômica, evitou a perda dos enxames e estimulou a postura da rainha. Foram encontrados um nível baixo de varroatose (2,92% ± 2,02%) e baixa intensidade de infecção por *Nosema*. O sucesso na produção de realeiras foi de 98% na aceitação das larvas transferidas. Observou-se um ganho genético de 0,7 Kg na produção de mel nas colônias com rainhas de 3ª geração, o que representa aumento de 5,4% na produção de mel em relação as colônias matrizes e 49,2% comparada a produção nos apiários dos apicultores parceiros. Esses resultados são muito estimulantes levando-se a acreditar no sucesso do programa de melhoramento aplicado, utilizando-se as variáveis e a forma de cálculo para o índice de seleção utilizados no presente trabalho e nos dá subsídios para possíveis adequações no manejo dos apiários de produção, em conformidade com as condições ambientais dessa região, visando o crescimento profissional da atividade apícola e o aumento da produção de mel.

Palavras-chave: Melhoramento. Índice de seleção. Apicultura. Comportamento higiênico. Produção de mel. Abelha africanizada. *Apis mellifera* L.

EVALUATION OF GENETIC CHARACTERISTICS OF AFRICANIZED BEES (*Apis mellifera* L.), IMPORTANT IN SELECTING MATRIX QUEENS FOR HONEY PRODUCTION

GOMES, Renata Valéria Regis de Sousa. Evaluation of genetic characteristics of africanized bees (*Apis mellifera* L.), important in selecting matrix queens for honey production. 2016. 125f. Thesis (Doctorate in Animal Science: Sanity and Animal Production) – Post-graduation in Animal Science, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – RN, Brasil.

ABSTRACT

This work aimed to evaluate africanized bee (*Apis mellifera* L.) phenotypic characteristics, important in selecting matrix queens for honey production. Thirty africanized bee (*Apis mellifera* L.) colonies were transferred from partner beekeeping apiaries in coastal zone and South Zona da Mata of Pernambuco to experimental apiary of Animal Science Department (AEDZ/UFRPE). Colonies were fortnightly evaluated in the period from January 2014 to February 2016 and data of 89 queens of colonies or families were recorded. Energy and protein food was provided in off-season period. Infestation rate in colonies with *Varroa destructor* and infection degree with *Nosema* were verified, as well as hygienic behavior, queen egg laying, defensiveness and honey production tests were carried out in the first experimental phase and selection index (IS) was obtained of analyzed colonies. For the 2nd experimental phase, 1st, 2nd and 3rd generation queens were produced; daughters of matrixes with IS $\geq$ 8.0 and honey production was evaluated. Sixty-two out of 89 queens observed died naturally, presenting average longevity of 6.4 ± 2.9 months. Natural reproduction peak period is between September and December. The queen perform egg laying all months of the year, and as temperature increases and humidity and rainfall decrease, queen oviposition intensity is higher; thus brood comb increases. The diet used showed economic viability, avoided swarm loss and stimulated queen egg laying. Low level of Varroatose (2.92% ± 2.02%) and low intensity of *Nosema* infection were found. Success in queen cell production was 98% in acceptance of transferred larvae. Genetic gain was observed of 0.7 Kg in honey production at colonies with 3rd generation queens; which represents increasing of 5.4% of honey production, related to matrix colonies and 49.2% compared to production in partner beekeeping apiaries. These results are very encouraging, leading us to believe in breeding program success, using the variables and calculation format for selection index used in this work and give us subsides for possible adjustments in management of production apiaries, in accordance with environmental conditions of this region, aiming at professional beekeeping growth and increased honey production.

Keywords: Improvement. Selection index. Beekeeping. Hygienic behavior. Honey production. Africanized bee. *Apis mellifera* L.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1a -	Área para instalação do apiário experimental AEDZ/UFRPE	45
Figura 1b -	Área para instalação do apiário experimental AEDZ/UFRPE	46
Figura 2a -	Apiário experimental do departamento de zootecnia - AEDZ/UFRPE	46
Figura 2b -	Apiário experimental do departamento de zootecnia - AEDZ/UFRPE ….....	47
Figura 3 -	1ª Reunião com os apicultores da AAMC.....	48
Figura 4 -	À esquerda: ração proteica em pasta; à direita: alimentação energética líquida constituída de mel e água para completar a alimentação das colmeias experimentais	49
Figura 5 -	Quadro com crias no suporte de madeira para mapeamento	51
Figura 6 -	Quadro com crias da colmeia C4b com as áreas de tratamento (A) e controle (B) demarcadas para teste de comportamento higiênico	52
Figura 7 -	Pesagem da melgueiras com favos de mel .....…….....	55
Figura 8a -	Coleta de amostras das larvas doentes na colmeia C1b …….....	58
Figura 8b -	Larva doente na colmeia C1b .....…….	59
Figura 9 -	Mini recria modelo Ribeirão Preto .....…….	60
Figura 10 -	Tela excluidora (a esquerda da foto) e núcleo (a direita da foto) da mini- recria modelo Ribeirão Preto	60
Figura 11 -	Cúpulas de acrílico com geleia real recebendo larvas de 1 a 2 dias ..	61
Figura 12 -	Favo com larvas de 1 a 2 dias para transferência .....…….....	61
Figura 13a -	Quadro porta-cúpulas com cúpulas vazias fixada na barra	62
Figura 13b -	Quadro porta-cúpulas com realeiras operculadas	62
Figura 14 -	Bolas de açúcar candi depositadas em tampas de madeira para serem introduzidas nas gaiolas (bobes) de proteção das realeiras contendo rainhas virgens ou princesas	63
Figura 15 -	Introdução da princesa na colônia receptora	63
Figura 16 -	Abelha rainha africanizada observada sobre quadro de cria de uma colmeia do apiário experimental do departamento de zootecnia – UFRPE	66
Figura 17 -	Realeiras observadas no quadro de cria de uma colmeia do apiário	

	experimental do Departamento de Zootecnia – UFRPE	72
Figura 18 -	Mapeamento do quadro do centro do ninho da colmeia C19, contendo crias aberta e operculada	81
Figura 19 -	Mapeamento do quadro do centro do ninho da colmeia C14, contendo crias operculada .....…….....	82
Figura 20 -	Mapeamento do quadro do centro do ninho da colmeia C15b, contendo crias operculada, néctar aberto e operculado, e pólen	82
Figura 21 -	Resultado teste CH colmeia C10b – colônia higiênica, obtido 24 horas após realização do teste. À esquerda: área de tratamento onde as células foram perfuradas e as crias mortas removidas totalmente. À direita: área do controle onde as células permaneceram intactas. ..	87
Figura 22 -	Resultado teste CH colmeia C24 – colônia não higiênica, obtido 24 horas após realização do teste. À esquerda: área de tratamento onde observa-se desoperculação e remoção parcial das crias mortas. À direita: área do controle onde as células permaneceram intactas	87
Figura 23 -	Presença do ácaro *Varroa destructor* no quadro teste CH da colmeia C12	88
Figura 24a -	Alvado repleto de larvas doentes removidas pelas operárias da colmeia C1b	89
Figura 24b -	Quadro com crias doentes da colmeia C1b .....…….....	90
Figura 25 -	Quadro da colmeia C1b com dezenas de alvéolos vazios após remoção das crias doentes .....…….....	90
Figura 26 -	Quadro porta cúpulas com realeiras operculada .....……..	94
Figura 27 -	A: Apicultor Sr. Israel Vasconcelos; B: Apicultor Sr. Edvaldo Gerônimo da Silva (Sr. Nino) recebendo as rainhas filhas das matrizes selecionadas para produção de mel	95
Figura 28 -	Postura da rainha selecionada (filha da matriz C7b), introduzida no apiário localizado na área de mangue. De cima para baixo: 1º quadro com crias na fase de ovo; 2º quadro com crias na fase de larva; 3º quadro com crias na fase de pupa .....…….....	96
Figuras 29ab -	Quadros das melgueiras rejeitadas pelas abelhas operárias das colmeias dos apicultores parceiros. A: cera não alveolada; B: quantidade inadequada de cera.	99

Figura 30 - Pesagem das 2 melgueiras com 16 quadros com mel e 4 vazios da colônia CRS4b com rainha selecionada de 2ª geração, sem a subtração dos 5Kg de cada melgueira vazia 100

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Índice pluviométrico (IP) mensal em Recife – PE – Brasil no período de janeiro/2014 a dezembro/2015 69

Gráfico 2 - Temperatura (TºC) média mensal em Recife – PE – Brasil no período de janeiro/2014 a dezembro/2015 69

Gráfico 3 - Umidade relativa do ar média mensal em Recife – PE – Brasil no período de janeiro/2014 a dezembro/2015 70

Gráfico 4 - Meses com incidência de morte das rainhas das colmeias do apiário experimental AEDZ/UFRPE de janeiro/2014 a dezembro/2015 70

Gráfico 5 - Realeiras observadas nos doze meses dos anos 2014 e 2015..... 72

Gráfico 6 - Realeiras observadas no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2015 e linha tracejada estimando a tendência de frequência de realeiras nos doze meses do ano .....…..... 73

Gráfico 7 - Média, desvio padrão (DP), valores máximo e mínimo mensal do número de quadros com crias observado nas colônias no período de janeiro/2014 a dezembro/2015 .....…..... 77

Gráfico 8 - Médias mensais de quadros com crias observados no período de janeiro/2014 a dezembro/2015 e valores médios estimados pelo modelo de regressão 78

Gráfico 9 - Médias da produção de mel (em Kg) das colônias com rainhas de 3ª e 2ª geração (RS3 e RS2), colônias com IS ≥ 8,0 (CS), colônias controle do apiário experimental, colônias sem estimativa de índice de seleção (SES) e colônias controle dos apicultores parceiros (AAP) 102

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Critérios para atribuição das notas das características comportamento higiênico (CH), postura da rainha (PR), produção de mel (PM) e defensividade (DE) 57

Tabela 2 - Registro dos meses de nascimento, morte e longevidade das rainhas do apiário experimental DZ/UFRPE 67

Tabela 3 - Percentual de ingredientes e composição nutricional da ração em pasta fornecida para as abelhas no apiário experimental AEDZ/UFRPE 75

Tabela 4 - Dados do mapeamento em % referente as áreas ocupadas por ovo, cria aberta (Cab), cria operculada (Cop), néctar aberto (Nab), néctar operculado (Nop) e pólen (Pol) no período de 25/11/2015 a 27/03/15 …. 80

Tabela 5 - Resumo da análise de variância e da comparação das médias de postura de rainhas das colônias classificadas como colônias com rainha selecionada (RS) e colônias com rainha não selecionada (NS) 83

Tabela 6 - Resumo da análise de variância e da comparação das médias do mapeamento interno das colônias classificadas como higiênicas (H), não higiênicas (NH) e intermediárias INT) 84

Tabela 7 - Médias, desvio padrão (DP), valores máximo e mínimo dos testes de comportamento higiênico (CH) em colônias higiênicas com valores CH ≥ 80%, intermediárias menor de 80% até 50%, e não higiênicas abaixo de 50% 86

Tabela 8 - Notas atribuídas às características comportamento higiênico (CH), postura da rainha (PR), produção de mel (PM) e defensividade (DE) e resultado do cálculo do índice de seleção (IS) para determinação das colmeias matrizes 93

Tabela 9 - Produção média de mel em Kg/colmeia de colônias do AEDZ/UFRPE classificadas como A= colônias com índice de seleção IS > 8,0; B= colônias sem estimativa de índice de seleção (SES); e C= colônias dos apiários dos apicultores parceiros (AAP) 98

Tabela 10 - Produção média de mel em Kg/colmeia das colônias do AEDZ/UFRPE com rainha de 2ª (RS2) e 3ª geração (RS3) e colônias utilizadas como controle 101

Tabela 11 - Médias, desvio padrão e comparação das médias pelo método dos mínimos quadrados da produção de mel (em Kg) das colônias com rainhas de 3ª e 2ª geração (RS3 e RS2), colônias com IS ≥ 8,0 (CS), colônias controle do apiário experimental, colônias sem estimativa de índice de seleção (SES), e colônias controle dos apicultores parceiros (APP) 102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAMC	Associação de Apicultores e Meliponicultores do Cabo de Santo Agostinho – PE
AAP	Colônia dos apiários dos apicultores parceiros
AEDZ	Apiário experimental do departamento de zootecnia
AFB	Cria pútrida americana
Cab	Cria aberta
CCD	Síndrome do desaparecimento das abelhas
CD	Célula desoperculada
CH	Comportamento higiênico
Cop	Cria operculada
CRP	Células removidas parcialmente
CS	Colônia matriz com IS $\geq$ 8,0
CV	Coeficiente de variação
DE	Defensividade
DP	Desvio padrão
Dr	Doutor
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
Form	Formiga
H	Colônia higiênica
INT	Colônia com nível de comportamento higiênico intermediário
IP	Índice pluviométrico
IS	Índice de seleção
MSc	Mestre
Nab	Mel desoperculado
Nasc	Nascimento
NF	Não fecundada
NH	Colônia não higiênica
Nop	Mel operculado
NS	Rainha não selecionada
Ocor	Ocorrências
Orf	Orfanamos

P	Probabilidade de um efeito de tratamento ser devido ao acaso
PE	Pernambuco
PM	Produção de mel
Pol	Pólen
PR	Postura da rainha
SD	Sem definição dos meses de vida
SES	Colônia sem estimativa de índice de seleção
SHB	Pequeno besouro da colmeia
SIE	Colônia sem índice de seleção estimado
SR	Sem registro do mês de nascimento
T	Temperatura
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
1ªG	Colônias com rainhas de 1ª geração
2ªG	Colônias com rainhas de 2ª geração
3ªG	Colônias com rainhas de 3ª geração

LISTA DE SÍMBOLOS

g	Gramas
Kg	Quilogramas
ºC	Grau Celsius
mm	Milímetros
%	Porcentagem
α	Nível de significância
≥	Maior igual
>	Maior
r	Coeficiente de correlação de Pearson
R^2	Coeficiente de determinação

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO ……..……**	24
2	**OBJETIVOS .....**	27
3	**REVISÃO DE LITERATURA .....**	28
3.1	**Apicultura no Brasil e sua importância social no Nordeste Brasileiro ..**	28
3.1.1	Apicultura no Estado de Pernambuco	30
3.2	**Características importantes das abelhas .....**	33
3.2.1	Comportamento higiênico	38
4	**MATERIAIS E MÉTODOS .....**	45
4.1	**Local do experimento .....**	45
4.2	**Localização dos apicultores parceiros .....**	47
4.3	**Período de avaliação e manejo .....**	48
4.4	**Inspeção das colônias e mapeamento da atividade de postura da rainha**	50
4.5	**Teste de avaliação do comportamento higiênico (CH) .....**	51
4.5.1	Analise da taxa de infestação com o ácaro *Varroa destructor* e o grau de infecção com *Nosema*	53
4.6	**Produção de mel (PM) .....**	54
4.7	**Defensividade (DE) .....**	55
4.8	**Índice de seleção (IS) .....**	56
4.8.1	Definição dos critérios para a nota de cada variável	56
4.8.2	Fórmula para o cálculo do índice de seleção	57
4.9	**Produção e introdução das rainhas .....**	59
4.10	**Acasalamentos na natureza .....**	64
4.11	**Dados das variáveis climáticas .....**	64
4.12	**Estatística .....**	64
5	**RESULTADOS E DISCUSSÃO .....**	66
5.1	**Longevidade da rainha .....**	66
5.2	**Época de reprodução natural .....**	71
5.3	**Desenvolvimento da colônia e postura da rainha .....**	76
5.4	**Monitoramento interno da colônia .....**	79
5.5	**Comportamento higiênico (CH) .....**	85
5.6	**Defensividade (DE) .....**	91

5.7 Produção de rainhas com base no índice de seleção (IS) 93
5.8 Produção de mel (PM) 96
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES 103
REFERÊNCIAS 107
APÊNDICE 123

1 INTRODUÇÃO

As abelhas do gênero *Apis*, em especial as *Apis mellifera*, são as espécies mais largamente conhecidas no mundo na exploração da apicultura. No Brasil, a introdução das abelhas pretas ou alemãs, às *Apis mellifera mellifera*, teve início em 1839 no Estado do Rio de Janeiro pelo Padre Antônio Carneiro. Posteriormente, foram introduzidas outras raças como as italianas (*Apis mellifera ligustica*), as carnicas (*Apis mellifera carnica*), as caucasianas (*Apis mellifera caucasica*) todas vindas da Europa (NOGUEIRA-NETO, 1972).

Em 1956, com o objetivo de expandir a atividade apícola no Brasil, foram introduzidas as abelhas africanas provenientes da África, às *Apis mellifera scutellata*, mais produtivas que as européias, porém mais defensivas (KERR, 1967). Devido a um acidente, essas abelhas africanas escaparam do apiário experimental onde estavam em quarentena no município de Rio Claro - SP e acabaram cruzando-se com as europeias importadas anteriormente, resultando nas poli-híbridas, que foram denominadas de abelhas africanizadas por Gonçalves (1974).

Em função da africanização das abelhas europeias que haviam sido introduzidas no Brasil, as abelhas africanizadas, também conhecidas como “Africanized Honey Bees” ou AHB (GONÇALVES, 1974), dominaram e substituíram totalmente as abelhas europeias tanto nos apiários como na natureza, graças à dominância dos genes africanos. A alta capacidade de reprodução, a resistência a doenças e a alta adaptabilidade dessas abelhas, fez com que elas em menos de 50 anos de introdução no Brasil já houvesse se disseminado por toda a América do Sul (GONÇALVES et al., 2010; GRAMACHO; GONÇALVES, 2002).

Antes da chegada das abelhas africanas em 1956, a apicultura brasileira era considerada mais como hobby, não profissional, de fundo de quintal, de tal forma que a produção nacional de mel na ocasião não ultrapassava as 4.000 toneladas/ano (GONÇALVES et al., 2010), chegando em 2010 a produção apícola nacional ultrapassar 50.000 toneladas de mel/ano (PORTAL BRASIL, 2011), passando o Brasil a ser conhecido como um importante exportador mundial de produtos apícolas.

O Nordeste brasileiro que até poucos anos não era conhecido como produtor de mel, hoje é considerado como região de alta produção apícola, sendo responsável por mais de 30% das exportações brasileiras de mel (GONÇALVES et al., 2010).

Apesar do grande potencial que essa região apresenta para o desenvolvimento e expansão da apicultura, devido ao tipo de clima e vegetação existente, em especial para a

implantação da apicultura orgânica, falta ainda muita infraestrutura para garantir esse desenvolvimento e expansão (GONÇALVES, 2004a).

Pernambuco, primeiro Estado da Federação a receber programas de apoio à apicultura do governo federal na década de 70, apresenta hoje seis polos que formam a rede produtiva de apicultura e meliponicultura no Estado, a saber: sertão do Araripe, sertão do Pajeú, sertão do Moxotó, sertão do São Francisco, agreste central e zona da mata sul. Sendo a região do Araripe a que recebe os maiores investimentos para o desenvolvimento da apicultura (PORTAL BRASIL, 2013).

Apesar do Estado de Pernambuco apresentar características especiais de flora e clima que, aliados à presença das abelhas africanizadas proporcionam um grande potencial para a atividade apícola, há uma grande carência de informações sobre a biologia das abelhas africanizadas, o que leva os apicultores a executarem um tipo de manejo inadequado nos apiários de produção.

Os principais problemas identificados entre os apicultores do litoral e zona da mata sul de Pernambuco pela falta de manejo adequado, é a baixa produtividade e o alto índice de perdas de enxames. Além disso, os apicultores ficam na dependência da captura de enxames migratórios na natureza para substituir as colônias perdidas, não conhecendo a procedência genética da rainha do novo enxame capturado.

Existe assim, a necessidade de estudos sobre as características genéticas das rainhas desse poli-híbrido, importantes para a produção de mel, nas condições climáticas e com o tipo de vegetação da região do litoral e zona da mata de Pernambuco, considerando também, a necessidade de conhecimentos das adaptações de comportamento dessas abelhas, o que fornecerá subsídios a programas de seleção e melhoramento genético em abelhas *Apis mellifera* L., o que é essencial para o aumento produtivo na apicultura.

Levando-se em conta que o tempo de vida dos indivíduos de uma colônia depende especialmente da região, condições climáticas e disponibilidade de pasto apícola, e face à alta capacidade de adaptação da abelha *Apis mellifera* L. a uma ampla diversidade de ambientes, existe a necessidade de estudos sobre as características genéticas das abelhas africanizadas. Desconhecem-se trabalhos no Estado de Pernambuco, que determine o tempo de vida das abelhas rainhas africanizadas, que identifique a época de maior atividade de postura destas rainhas, bem como a época de reprodução natural, ou seja, época de enxameação reprodutiva através do número de realeiras, a época de enxameação por abandono, os períodos de produção de mel, o grau de comportamento higiênico, as taxas de infestação pelo ácaro *Varroa*, e o nível de infecção por *Nosema* dessas colônias nas condições climáticas de Recife,

Pernambuco, Brasil. Características essas que são importantes para a produção de mel e outros produtos apícolas e consequentemente, um incentivo no desenvolvimento e aprimoramento do agronegócio apícola de Pernambuco.

Portanto, esse trabalho teve como objetivo, avaliar as características fenotípicas de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) importantes na seleção de rainhas matrizes para a produção de mel, nas condições climáticas de Recife – PE, Brasil.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar as características fenotípicas de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) importantes na seleção de rainhas matrizes para a produção de mel, nas condições climáticas de Recife – PE, Brasil.

2.2 Específicos

a) Avaliar, testar e escolher as melhores colônias de abelhas africanizadas de apiários de apicultores colaboradores da região do litoral e zona da mata sul de Pernambuco quanto a produção de mel, desenvolvimento da colônia e atividade de postura da rainha para instalação do Apiário Experimental do Departamento de Zootecnia – UFRPE (AEDZ/UFRPE).

b) Manter as 30 colônias no Apiário Experimental (AEDZ/UFRPE) e testá-las quanto as características: postura da rainha, comportamento higiênico, defensividade e produção de mel; a correlação entre essas características e obtenção de índices de seleção para formação do banco de rainhas matrizes selecionadas (BRMS).

c) Investigar qual a longevidade das abelhas rainhas africanizadas nas condições climáticas de Recife – PE.

d) Verificar o período de pico reprodutivo.

e) Analisar a interferência das condições ambientais.

f) Analisar a taxa de infestação das colônias pelo ácaro *Varroa destructor* e o grau de infecção com *Nosema*.

g) Produzir rainhas virgens filhas das rainhas matrizes selecionadas, acasaladas naturalmente com zangões selvagens e colocar à disposição dos apicultores do Estado de Pernambuco.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Apicultura no Brasil e sua importância social no Nordeste Brasileiro

Após a introdução das abelhas pretas ou alemãs, *Apis mellifera mellifera* no Estado do Rio de Janeiro, pelo Padre Antônio Carneiro, que trouxe essas abelhas de Portugal com o intuito de produzir velas para fins religiosos, por volta de 1870 a 1880, foram introduzidas outras raças como as italianas (*Apis mellifera ligustica*), as carnicas (*Apis mellifera carnica*) e as caucasianas (*Apis mellifera caucasica*), todas vindas da Europa (NOGUEIRA-NETO, 1972, 1997).

Em meados de 1950, a apicultura brasileira sofreu um grande baque em razão de problemas com a sanidade, em função do surgimento de doenças e pragas como a nosemose, acariose e cria pútrida europeia (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2003). Com o objetivo de melhorar a apicultura nacional, o pesquisador e geneticista brasileiro Dr. Warwick Estevam Kerr introduziu no Brasil em 1956, as abelhas africanas provenientes da África, as *Apis mellifera scutellata*, (anteriormente conhecidas como *Apis mellifera adansonii*) mais produtivas que as européias, porém mais defensivas (KERR, 1967).

Devido a um acidente provocado pela retirada das telas excluidoras da entrada das colônias por um apicultor, essas abelhas africanas escaparam do apiário experimental instalado em um horto florestal onde estavam em quarentena no município de Rio Claro-SP e acabaram cruzando-se com as europeias importadas anteriormente, resultando nas polihíbridas abelhas africanizadas (GONÇALVES, 1974). Desde então, as abelhas africanizadas se distribuíram por todo o Brasil, e por vários países da América do Sul, bem como em toda a América Central, México e o sul dos Estados Unidos (TAYLOR, 1977; TAYLOR; SPIVAK, 1984; GUZMAN-NOVOA; PAGE JR., 1994).

No Brasil, colônias de abelhas italianas puras são encontradas somente na Ilha de Fernando de Noronha em Pernambuco, as quais foram introduzidas lá em 1984 (GUERRA JR. et al., 2000), ou em instituições de pesquisa de algumas universidades, que normalmente são importadas para fins de pesquisa, porém essas colônias são de dificil manutenção uma vez que não competem com as abelhas africanizadas.

Apesar dos sérios problemas vividos pela apicultura brasileira, principalmente na década de 60, após o acidente do escape das abelhas africanas, é indiscutível o marco histórico de desenvolvimento e crescimento da apicultura no Brasil, após meio século de introdução da abelha africana.

Gonçalves e De Jong (2005), dividem a história da apicultura brasileira basicamente em três etapas distintas, a saber: a primeira etapa ou **“período de implantação”,** que corresponde ao período entre 1839 a 1955. Essa fase corresponde ao início da exploração da apicultura brasileira pelos colonizadores e é alicerçada nas tecnologias europeias, em especial alemã, destacando-se sua influência principalmente no sul do Brasil. A segunda etapa ou **“período de africanização”,** vai de 1956 até aproximadamente 1970, caracterizada principalmente pela série de acidentes ocorridos devido à elevada defensividade das abelhas africanas e ao desconhecimento sobre o manejo dessas abelhas e à falta de literatura sobre essas abelhas na ocasião. A partir de 1970, iniciava-se a terceira etapa da história da apicultura brasileira classificada como **o “período de recuperação e expansão da apicultura brasileira".** Esta fase se constituiu num grande desafio apícola para os pesquisadores, técnicos e apicultores brasileiros.

Conforme comentado anteriormente, antes de 1956 a apicultura brasileira não tinha características profissionais, era mais um hobby e a produção nacional de mel não ultrapassava as 4.000 toneladas/ano (GONÇALVES, et al., 2010). No entanto, a produção apícola nacional, após a africanização, passou a aumentar muito, sendo que em 2009 a produção brasileira de mel chegou a 38 mil toneladas, expandindo-se para 50 mil toneladas em 2010, colocando o País na 11ª posição no ranking dos produtores mundiais, tornando o Brasil o 5º maior exportador mundial de produtos apícolas (PORTAL BRASIL, 2011).

O Sul e Sudeste do Brasil por muitos anos foram as regiões maiores produtoras apícolas do país, talvez pela forte influência dos colonizadores alemães que foram os primeiros a introduzirem as metodologias de manejo racional da apicultura. Com a chegada das abelhas africanas em 1956, o Brasil passou por sérias mudanças. De 1970 até o presente, os apicultores brasileiros passaram a se adaptar ao manejo das abelhas africanizadas face ao domínio gradativo dessas abelhas sobre as demais abelhas europeias introduzidas anteriormente. Hoje não existe outra abelha do gênero *Apis* no País a não ser o híbrido africanizado.

Até o ano de 2000, o nordeste brasileiro não aparecia nas estatísticas brasileiras de exportação de mel, sendo que as regiões Sul e Sudeste do Brasil eram responsáveis por aproximadamente 80% do mel exportado (GONÇALVES; DE JONG, 2005). Entretanto, entre os anos 1999 e 2009, a produção nordestina de mel passou de 2.795 toneladas para 14.963 toneladas, um crescimento de 435% (VIDAL, 2013). A partir de 2005, entre as regiões brasileiras produtoras de mel, o Nordeste se destacou com aproximadamente 33% de participação na produção nacional (GONÇALVES, et al., 2010; IBGE, 2011).

Portanto, é notório o crescimento das atividades apícolas em todo o Brasil entre os anos 1970 e 2000, graças ao envolvimento conjunto dos apicultores, técnicos, pesquisadores, empresários e Governo, particularmente no Nordeste brasileiro (GONÇALVES, 2006; GONÇALVES et al., 2010; IBGE, 2011; PORTAL BRASIL, 2011; ROCHA, 2008; VIDAL 2013).

Embora a exploração da apicultura racional venha se desenvolvendo bastante no Nordeste após a entrada das abelhas africanizadas, nem todos os Estados tiveram o mesmo desenvolvimento, porém ficou clara a potencialidade dos estados nordestinos pela produção apícola, principalmente de alguns Estados como o PI, CE, BA, PE e RN, que a partir de 2005 passaram a se responsabilizar por aproximadamente 1/3 da produção apícola nacional sendo que os Estados do PI e CE foram os que mais se destacaram (GONÇALVES et al., 2010).

A apicultura nordestina é uma atividade de caráter eminentemente familiar. Atualmente, existem cerca de 46.356 apicultores em toda a Região e a maioria possui até 200 colmeias (VIDAL, 2013). A atividade apícola tem se consolidado como boa alternativa de geração de emprego e renda, tornando-se importante para os agricultores familiares do semiárido nordestino.

De acordo com Gonçalves (2006), a apicultura tem ocupado cada vez mais espaço no cenário econômico e consiste, ainda, em uma das atividades que mais promove a inclusão social do homem do campo, especialmente o pequeno produtor, na região Nordeste. No entanto, apesar da potencialidade do Nordeste brasileiro para apicultura, falta ainda muita infraestrutura para garantir esse desenvolvimento, sendo extremamente importante o apoio dos órgãos governamentais brasileiros como forma de intensificar e diversificar a produção apícola nordestina e aumentar a renda dos produtores rurais, o que certamente reverterá no incremento do agronegócio apícola nacional.

3.1.1 Apicultura no Estado de Pernambuco

As abelhas africanizadas, chegaram no Estado de Pernambuco na década de 70, face a sua alta taxa de enxameação, que aliadas as características especiais de flora e clima, proporcionam um grande potencial para a atividade apícola nessa região (GONÇALVES; DE JONG, 2005).

Os avanços iniciais para a criação racional das abelhas africanizadas no Nordeste, deu-se aproximadamente no mesmo período nos vários estados nordestinos, porém institucionalizou-se inicialmente no Estado de Pernambuco, em 1967, com a criação da

Cooperativa dos Apicultores de Pernambuco (CAPEL), primeira Cooperativa apícola do Brasil (PERNAMBUCO, 2008; ARAÚJO, 2006). Após a criação da CAPEL, as primeiras políticas para o Estado vieram em 1977, pelo Projeto Sertanejo/SUDENE, primeiro programa de apicultura do Governo Federal e que introduziu a cultura apícola na região e, em 1988, pelo Programa de Expansão da Atividade Apícola do Estado de Pernambuco – PROMEL (LEÃO et al., 2012).

Pernambuco foi o primeiro Estado da Federação a receber um programa de apoio à apicultura do Governo Federal, e o resultado dos programas foram apenas duas exportações, uma no ano de 1989 com 252 toneladas, e outra em 1991 com 16,8 toneladas (LEÃO, et al., 2012). O Estado retornou a exportar novamente somente em 2006 (SECEX/MDIC, 2010; PERNAMBUCO, 2008).

Já em 2010, de acordo com o registro da Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE (2011), a produção de mel no Estado foi de 2.094,4 toneladas, o que equivale a 5,5% da produção nacional, que foi de 38.017,4 toneladas, ficando três (03) municípios de Pernambuco entre os 20 municípios mais produtores de mel do país, sendo eles Araripina em 1º lugar, Bodocó 15º lugar e Ibimirim 18º lugar, com a quantidade de mel produzido no período de 655, 300 e 270 toneladas de mel, respectivamente. É nessa região, conhecida como rota do mel, que há os maiores investimentos, sendo que outras regiões do estado, como o litoral e a zona da mata, vem também demonstrando grande potencial para produção apícola, mas recebe menos investimento.

A carência de informações sobre a biologia das abelhas africanizadas, leva os apicultores a executar um tipo de manejo inadequado nos apiários de produção. Um fato que comprova essa realidade foi em 2012, que o clima em todo o Nordeste foi seco, a florada foi insuficiente, o que provocou elevada queda de produção em todas as áreas produtoras de mel, elevada perda de enxames por abandono da colmeia devido à alta temperatura aliada à falta de sombreamento e, manejo alimentar inadequado, o que demonstra que os apicultores vem convivendo com limitações estruturais e dificuldades de acesso à tecnologias e aos serviços de assistência técnica.

Em todo o Estado de Pernambuco, de um total de 300.000 colmeias com abelhas, no início de 2013, 240.000 estavam vazias, o que representa perdas de 80% (VIDAL, 2013), ficando o Estado em 11º lugar em produção entre as Unidades da Federação, com uma produção de apenas 636 toneladas de mel no ano de 2012 (IBGE, 2013).

A apicultura em Pernambuco enfrenta ainda hoje uma grande carência de estudos que forneçam subsídios a programas de seleção e melhoramento genético em abelhas *Apis mellifera* L., o que é essencial para o aumento produtivo na apicultura.

A região da zona da mata sul em Pernambuco, está localizada numa faixa litorânea, e possui na sua vegetação resquício de mata atlântica, áreas de manguezal e zona canavieira, que pela boa disponibilidade de pasto apícola, tem capacidade para desenvolvimento da apicultura. Nessa área, existe a Associação dos Apicultores e Meliponicultores do Cabo de Santo Agostinho (AAMC), que relatam que entre os principais problemas identificados está a baixa produtividade no período seco, que é o período de floração nessa região, e o alto índice de perdas de enxames no período de chuvas contínuas pela falta de acesso a novas tecnologias apícolas.

Outro fator que contribui significativamente para a baixa produção de mel, é o desconhecimento das vantagens que existem na troca contínua das rainhas, o que proporciona um aumento na produção dos apiários, além de manter as colônias fortes e homogêneas durante a maior parte do ano (CARANTÓN et al., 2010).

Quanto ao alto percentual de perdas de enxames todos os anos, que variam de 40% a 90% no período de entressafra (que coincide com o período chuvoso), e caracteriza grande prejuízo, poderia ser amenizado administrando-se alimentação artificial no período de escassez de alimento na natureza. Gomes et al. (2014), verificaram nessa região, viabilidade econômica na administração de alimentação artificial para abelhas africanizadas no período de entressafra, pelo baixo custo da ração e por reduzir significativamente as perdas de enxames e aumentar em 51% a postura das rainhas, tornando as colônias fortes e populosas.

Além disso, os apicultores ficam na dependência da captura de enxames migratórios na natureza para substituir as colônias perdidas, não conhecendo assim a procedência genética da rainha do novo enxame capturado, sendo a apicultura na região do litoral e zona da mata de Pernambuco caracterizada como não intensiva, não havendo influência de genes de rainhas compradas de outras regiões. De acordo com Seeley (2006), dentro de uma área desse tipo, as colônias selvagens estão, provavelmente, bem adaptadas às condições locais por terem experimentado muitos anos de forte seleção natural.

Existe assim, a necessidade de estudos sobre as características genéticas das rainhas do poli-híbrido africanizada, que são importantes para a produção de mel, nas condições climáticas e com o tipo de vegetação da região do litoral e zona da mata de Pernambuco, considerando também a necessidade de conhecimentos das adaptações de comportamento dessas abelhas.

3.2 Características importantes das abelhas

Durante séculos, os primeiros naturalistas e cientistas tinham o desejo de entender a hereditariedade das abelhas e como criá-las. Gregor Mendel, o fundador da genética moderna esforçou-se para criar abelhas em seu pequeno apiário em um Mosteiro na Austria Silésia, tentando acasalar, sem sucesso, rainhas e zangões confinados em ambiente fechado, o mesmo tendo sido feito por outros pesquisadores da época, também sem sucesso (PAGE JR.; LAIDLAW JR., 1992).

As abelhas melíferas são insetos sociais que vivem em colônias, com um sistema de determinação do sexo haplodiploide, em que os ovos não fertilizados postos pela rainha desenvolvem – se em zangões (machos) e ovos fertilizados se desenvolvem em operárias ou rainhas (fêmeas). A diferenciação entre rainha e operárias tem influência do ambiente onde a larva da rainha se desenvolve (realeira), e é determinada principalmente pela quantidade e qualidade dos alimentos que recebem antes do terceiro dia da fase larval (REMOLINA; HUGNES, 2008). O tempo total de desenvolvimento larval é apenas de 5-6 dias, por conseguinte, apenas 2-3 dias de alimentação diferencial pode conduzir a diferenças profundas no desenvolvimento e longevidade.

As rainhas apresentam o tamanho do corpo duas vezes maior que as operárias, um sistema reprodutor bem desenvolvido, vivem muito mais tempo, e um desenvolvimento mais rápido de ovo a adulto (PAGE; PENG, 2001). As abelhas rainha se tornam sexualmente madura 6 dias após a emergência e em seguida realizam voos de orientação, e dois ou três voos de acasalamento por dia (REMOLINA; HUGHES, 2008). Elas acasalam no ar com uma média de 7 - 17 zangões e armazenam os espermatozoides necessários para fertilizar ovos durante toda sua vida útil (WOYKE, 1960; ADAMS et al., 1977), e os espermatozoides desses diferentes machos ficam armazenados em pacotes dentro da espermateca da rainha (PAGE JR, 1986). Cada zangão que fecunda uma rainha dá origem a uma subfamília, portanto membros de uma subfamília são mais proximamente relacionados entre si do que com membros de outras subfamílias (GIRAY; ROBINSON, 1994). Após a rainha completar seus voos de acasalamento, ela retorna à colmeia, onde realiza atividade de postura, atingindo uma média de postura de 1000-2000 ovos por dia (WINSTON, 1987).

Em condições normais numa colônia de abelhas do gênero *Apis*, a rainha é a única fêmea fértil responsável pela postura e que comanda quimicamente mediante seus feromônios toda a atividade de uma colmeia. O desempenho de uma colônia de abelhas africanizadas *Apis mellifera* L. depende portanto, totalmente da rainha (GONÇALVES; KERR, 1970). Após os

voos de acasalamento no início da vida, as rainhas não deixam o ambiente protegido da colmeia, exceto durante a divisão da colônia na enxameação reprodutiva (CORONA et al., 2005; REMOLINA; HUGHES, 2008), ou por enxameação por abandono devido a condições adversas como por exemplo, período de seca, escassez de alimento, altas temperaturas, predadores, etc. A produção de uma nova rainha ocorre quando a colônia perde a sua rainha ou quando a que está presente fica velha (caracterizada pela postura irregular, sinalizando estoque reduzido de espermatozoides na espermateca), ou se a colônia vai enxamear (WINSTON, 1987; GILLEY; TARPY, 2005).

A enxameação em abelhas melíferas é uma estratégia reprodutiva necessária para a sobrevivência da espécie e que tem a finalidade de repor enxames perdidos na natureza por predação ou fome, e para dar continuidade ao povoamento dos nichos ecológicos (ROOT et al., 1990). Winston (2003), expõe que na enxameação reprodutiva ou enxameação por divisão da colônia, grande parte das operárias e a rainha velha, ou uma nova, saem do ninho para procurar uma casa nova. Alguns dias antes da enxameação reprodutiva, operárias saem em busca de um abrigo para escolha de um outro sítio de nidificação, e quando deixam a colônia parental, ou seja, quando a enxameação se inicia, as abelhas já sabem o local para onde vão, e ocorre geralmente quando as condições ambientais são ótimas (MORSE; HOOPER, 1985).

De acordo com Hepburn e Radloff (1998), além da enxameação reprodutiva existe a enxameação migratória e por abandono, na qual ocorre a saída em massa dos indivíduos da colônia, estimulada por algum “stress” generalizado. Fletcher (1978) explica que “migração” envolve colônias completas deixando uma área de poucas fontes de alimento, é sazonal e mais pronunciada em algumas áreas ecológicas do que em outras; e o termo “abandono” refere-se ao fato das abelhas abandonarem um local devido a condições adversas, como por exemplo, ameaça por predador natural como formiga e traça. Almeida (2008), correalizando monitoramento dos fatores que interferem no comportamento enxameatório de abelhas africanizadas, identificou que em condições normais na colônia, a manutenção da termorregulação interna ideal é com temperatura ao redor de 35ºC e umidade relativa a 80%, e que mudanças na temperatura interna elevando-a a 41ºC, as abelhas não mais conseguem termorregular e iniciam o comportamento enxameatório de abandono.

A termorregulação ou os mecanismos envolvidos na manutenção da temperatura interna da colônia, a temperatura durante o período relativo a ontogênese, a quantidade e a qualidade de alimento disponível, as diferenças genotípicas existente entre as abelhas, presença de parasitas e os fatores climáticos são elementos que atuam na longevidade destes insetos (SAKAGAMI; FUKUDA, 1968). Portanto, o tempo de vida dos indivíduos de uma

colônia, depende especialmente da região, condições climáticas e disponibilidade de pasto apícola, face à alta capacidade de adaptação da abelha *Apis mellifera* L. a uma ampla diversidade de ambientes.

Segundo BRIGHENTI et al. (2008), as abelhas *Apis mellifera*, sob as condições climáticas do Brasil, passam os 20 primeiros dias de sua vida (quase 50% do total) no interior da colmeia, que possui baixa ou mesmo nenhuma luminosidade. Um inseto exposto a menor quantidade de luz tem menor atividade e, consequentemente, um possível aumento de sua longevidade (SOUTHWICK, 1992).

Abelhas rainhas e operárias (*Apis mellifera*) desenvolvem - se a partir do mesmo genoma, mas o tempo de vida da rainha é cerca de 10 vezes mais longo em relação ao tempo de vida das operárias (PAGE; PENG, 2001), sendo a abelha rainha responsável pela reprodução e as operárias executam as tarefas não-reprodutivas relacionadas ao crescimento e desenvolvimento da colônia (CORONA et al., 2005).

Rainhas vivem em média 1-2 anos, sendo que em colmeias comerciais vivem menos de um ano (PAGE; PENG, 2001). Gonçalves e Kerr (1970) verificaram que a vida média das rainhas nas condições climáticas tropicais é de oito meses. Winston (2003) relatou que rainhas com maior espermateca possuem uma maior longevidade em função da maior capacidade de armazenamento de espermatozoides, sendo o diâmetro e volume da espermateca da rainha correlacionado positivamente com seu peso corporal na emergência, ou seja, uma rainha mais pesada ao emergir tem uma maior capacidade de armazenar esperma (WOYKE DE 1967, 1971; CORBELLA; GONÇALVES, 1982). Woyke, (1967, 1971) e Cobey, (2007), afirmaram que o maior componente da longevidade da rainha é a quantidade de espermatozoides que ela consegue armazenar na espermateca. Camargo; Gonçalves (1971) verificaram que uma rainha inseminada instrumentalmente, com o sêmen de um único zangão, apresentou atividade de postura, em média de apenas quatro meses.

Souza et al. (2013), avaliando experimentalmente a qualidade reprodutiva de abelhas rainhas africanizadas (*Apis mellifera*) com base no peso corporal na emergência, verificaram um melhor desempenho geral e longevidade das colônias com rainhas mais pesadas, recomendando o uso desse recurso como um indicador fenotípico de maior produtividade e melhores benefícios econômicos em abelhas (*Apis mellifera*).

A longevidade da abelha rainha depende em grande parte do desenvolvimento correto para a maturidade sexual e das adequadas alterações anatômicas e fisiológicas que ocorrem depois do acasalamento bem sucedido (WINSTON, 1987; NINO et al., 2013). Rueppel et al. (2015) sugeriram que a correlação positiva entre reprodução e longevidade em rainhas de

insetos sociais é devido a uma ligação direta que pode ativar mecanismos de sobrevivência intrínsecos para garantir a longevidade da rainha. Efeitos negativos sobre o sistema reprodutivo da rainha resultam em uma fisiologia ou anatomia anormal, prejudicando o armazenamento de espermatozoides, consequentemente na oviposição, podendo resultar na substituição da rainha que é dispendioso para a colônia (WINSTON, 1987).

Com o declínio dos polinizadores a nível mundial, surgiu a preocupação em identificar as causas do desaparecimento das abelhas, por elas serem vitais para a manutenção da biodiversidade e segurança alimentar (KLEIN et al., 2007). Apesar da possibilidade entre múltiplas e simultâneas causas, como parasitas, fungos e variações climáticas (WILLIAMS et al., 2010; POTTS et al., 2010; GONÇALVES, 2012), as mudanças no modo do uso do solo com a utilização dos pesticidas químicos da classe neonicotinoides, recebeu recentemente uma substancial atenção, por causa dos riscos potenciais que eles representam para o funcionamento do ecossistema e para as abelhas que desempenham o serviço de polinização, por esses produtos químicos serem sistêmicos, persistirem no ambiente e ser nocivos para os insetos não – alvo como as abelhas (CHAGNON et al., 2015; BONMATIN et al., 2015; VAN DER SLUIJS et al., 2015; PISA et al., 2015) diminuindo o sucesso no forrageamento e sobrevivência das abelhas (HENRY et al. 2012ab).

Estudos científicos indicam que a morte das abelhas no mundo todo é epidêmica, sendo esse fenômeno denominado de Colony Collapse Disorder ou Síndrome do Desaparecimento das Abelhas (CCD). No Brasil, foram registrados no aplicativo “Bee Alert” a morte de mais de 13.000 colônias de abelhas melíferas e 2.000 colônias de abelhas sem ferrão em 14 estados brasileiros, com maior frequência no estado de São Paulo (55%), totalizando a morte de mais de 900 milhões de abelhas, principalmente devido ao uso indiscriminado de pesticidas (GONÇALVES, 2015; GONÇALVES; CASTILHOS, 2015). Incidentes com abelhas africanizadas relacionado ao colapso das colônias, foram observados também por Message et al. (2015) na região nordeste do Estado de São Paulo, sendo as causas associadas com a aplicação de pesticidas, incluindo a utilização do fipronil e vários outros nenonicotinoides.

Williams et al. (2015), verificando os efeitos dos neonicotinoides em abelhas rainhas *Apis mellifera*, observaram hiperplasia nos ovaríolos das rainhas expostas ao neonicotinoides comparada ao grupo controle; uma redução significativa no número e qualidade dos espermatozoides armazenados dentro espermateca da rainha, devido à hiper-excitação neuronal (BELZUNCES et al., 2012), causando disfunção na fisiologia e anatomia da rainha responsável pelo armazenamento e transporte de espermatozoides recém recebidos do zangão

durante o acasalamento. O armazenamento apropriado e a quantidade adequada de espermatozoides é crucial para a sobrevivência da rainha, porque a rainha é rapidamente substituída numa colônia depois do esgotamento de espermatozoides saudáveis na espermateca (WINSTON, 1987).

Graças aos estudos realizados sobre biologia de abelhas, manejo e subsídios com vista ao melhoramento das abelhas africanizadas, a apicultura é uma das atividades agrícolas que mais tem se desenvolvido no Brasil nas últimas décadas (GONÇALVES, 1996). De acordo com Moreno e Soares (2006), o melhoramento genético de abelhas *Apis mellifera* é uma ferramenta essencial para o bom sucesso da indústria apícola.

Com o objetivo de desenvolver um programa de seleção e melhoramento genético, foi que Dr. Kerr em 1956, com o apoio do Ministério da Agricultura, introduziu as abelhas africanas no Brasil, por essas abelhas serem mais produtivas e resistentes a doenças que as abelhas europeias (KERR, 1967). Só que após o acidente de escape das 26 rainhas africanas com os enxames do apiário experimental em Rio Claro – SP foi gerado o poli-híbrido abelha africanizada, que por possuírem predominância do gene africano, além de serem mais produtivas, apresentam com maior frequência o comportamento de enxameação e são altamente defensivas (GUZMAN-NOVOA; PAGE JR, 1994). Vários estudos demonstraram que as abelhas africanizadas são mais defensivas do que as abelhas européias e que esta característica é hereditária (STORT, 1974; STORT, 1975; STORT; GONÇALVES, 1991II; GUZMAN-NOVOA; PAGE JR, 1994; GUZMAN-NOVOA et al., 2002).

Os primeiros estudos indicando o controle do comportamento defensivo das abelhas foram os de Rothenbuhler (1960; 1964ab), que analisando duas linhagens de abelhas com temperamentos diferentes (Van Scoy e Brown Lines), mostrou que a diferença de comportamento entre as duas linhagens eram controladas por dois loci.

As diferenças de temperamento entre as abelhas italianas e africanizadas foram estudadas em detalhe por Stort desde 1970, utilizando-se métodos para medir a defensividade das abelhas. Gonçalves e Stort (1977) concluíram que são oito o número de genes envolvidos no comportamento defensivo das abelhas; e a resposta defensiva das abelhas são influenciadas pelas condições ambientais, tais como alta umidade, calor e disponibilidade de néctar (SOUTHWICK; MORITZ, 1987). Ou seja, os genes para o comportamento defensivo interagem com fatores ambientais para produzir o fenótipo comportamental definitivo (GONÇALVES; STORT, 1977). Brandeburgo et al. (1976, 1982), observaram em Recife – Pernambuco – Brasil, que as altas temperaturas dessa região deixam as abelhas africanizadas

de 4 a 13 vezes mais defensivas do que na região sudeste do país onde a temperatura é mais amena.

Rubio et al. (2003), realizaram o primeiro estudo analisando a estimativa de correlação entre as características defesa e produção de mel, e verificaram que a produção de mel não se correlacionou com a defensividade. Isso significa que é possível encontrar colônias muito defensivas e produtivas ou muito defensivas e pouco produtivas, e vice-versa. Este resultado é desejável para o melhoramento genético, por possibilitar a seleção de abelhas produtivas e com baixo comportamento de defesa, o que também foi observado por Souza et al. (2012), que concluíram que é possível selecionar colmeias com baixa defensividade e com alta produtividade de mel.

Holanda Neto et al. (2008), relataram que um programa de melhoramento genético em abelhas melíferas é uma das políticas de inovação tecnológica mais importantes, sendo a seleção de colmeias geneticamente superiores a fase inicial, porém determinante, para o sucesso do programa de melhoramento genético para qualquer espécie a ser trabalhada, e consiste de três fases: seleção, produção e distribuição de rainhas.

De acordo com Gramacho (2004), o principal objetivo do melhoramento genético em abelhas, é a obtenção por meio de seleção, de linhagens que apresentem características desejáveis escolhidas pelos apicultores, sendo as características de maior interesse para os apicultores o aumento da produtividade de mel, própolis, geléia real, pólen ou cera, aumento da resistência a doenças, redução da atividade enxameatória, boa atividade de postura das rainhas, aumento da longevidade e baixa defensividade das operárias, considerando-se como mais importante a resistência a doenças e defesa contra parasitas.

3.2.1 Comportamento higiênico (CH)

Como mencionado anteriormente, as abelhas melíferas são insetos sociais que vivem em grupos familiares (colônias), e o enorme sucesso desses insetos geralmente é atribuído à divisão de trabalho (VÁTIMO, 2008). A divisão de trabalho entre as operárias das abelhas sociais é temporal, dinâmica e varia com a idade, necessidades da colônia e condições ambientais; envolve não apenas o comportamento, mas também a fisiologia dos indivíduos (MICHENER, 1974; CALDERONE, 1998). Além disso, muito da variabilidade observada no comportamento das operárias é consequência da variabilidade genética (ROBINSON et al., 1989).

Um exemplo das alterações comportamentais dentro da divisão de trabalho e relacionado ao componente genético é o comportamento higiênico, que consiste na capacidade das abelhas operárias detectarem e removerem crias mortas ou doentes do interior do ninho e detectarem a presença de parasitas no interior das células de cria, como os ácaros, e eliminarem mediante o comportamento de "grooming" (CORREA-MARQUES et al., 2000). Este comportamento é importante por retardar ou evitar o desenvolvimento de doenças nas colônias de abelhas (GRAMACHO; GONÇALVES, 2009).

A primeira observação sobre o comportamento higiênico em *Apis mellifera* foi registrada na década de 30, quando se tentava determinar se existia resistência à bactéria causadora da Cria Pútrida Americana (AFB) nas abelhas da colônia (GRAMACHO, 1999). Park (1936); Park et al. (1937), observaram que a resistência à Cria Pútrida Americana (AFB) era herdável e que consistia de resistência fisiológica com componente comportamental.

Após esses trabalhos iniciais na década de 30, as pesquisas só retornaram no início da década de 1960, quando W. C. Rothenbuhler conduziu seu estudo de comportamento higiênico como mecanismo de resistência à AFB (ROTHENBUHLER, 1964a,b; SPIVAK; GILLIAM 1993). Rothenbuhler (1964a,b) descreveu que o comportamento higiênico das abelhas consiste em uma defesa natural, dirigida principalmente contra as doenças de crias como a Cria Pútrida Americana, Cria Pútrida Européia, Cria Giz e contra parasitas como *Varroa destructor*. Posteriormente, foi indicado também como um dos mecanismos de defesa contra o ácaro *Varroa jacobsoni* (GRAMACHO, 1999). De acordo com Gramacho (2004) as abelhas que apresentam os genes para o comportamento higiênico possuem a capacidade de detectar as crias mortas, enfermas, com danos ou com parasitas que se encontram no interior de células de crias tanto de operárias como de zangões e eliminar tanto essas crias anormais como os parasitas.

A partir de diversos cruzamentos, as primeiras linhagens de abelhas resistentes a doenças foram desenvolvidas por Rothenbuhler e Thompson (1956). Tais linhagens foram nomeadas como "Brown" (resistente à AFB) e "Van Scoy" (susceptível à AFB). Rothenbulher (1964a,b), também demonstrou que a base deste comportamento é genética, sendo controlado por dois pares de genes recessivos (u= uncapping, que controla a abertura da célula com as crias; e r= removal, que controla a remoção das crias afetadas), os quais em homozigose (uu/rr) permitem que as abelhas sejam classificadas como higiênicas. Taber (1982), ao analisar os resultados descobertos por Rothenbuhler em 1964, observou que os dois genes descritos para o comportamento higiênico (r= removedor e d= desoperculador) conferem às abelhas uma resistência a todas as doenças de crias. Portanto, abelhas portadoras

desses dois genes em homozigose, são capazes de eliminar as crias doentes ou mortas de uma colônia.

Moritz (1988) propôs que a determinação genética do comportamento higiênico é provavelmente mais complexa, porque a remoção das crias das células seria controlada por mais de dois loci, talvez três. Gramacho (1999) apresentou a hipótese de 3 pares de genes recessivos (genes desoperculadores d_1 e d_2, e o gene removedor r) para controlar este comportamento, tendo concluído que são 3 as etapas principais do comportamento higiênico: a pontuação ou perfuração dos opérculos, desoperculação ou abertura dos opérculos e remoção das crias "anormais". Entretanto, Lapidge et al. (2002), utilizando metodologias envolvendo biologia molecular e mapas de ligação, encontraram sete loci, sugerindo que o comportamento higiênico tem multilocus, com herança de modo quantitativo, como proposto por Spivak e Reuter (1998a). Todavia, Oxley et al. (2010), por meio do mapeamento genômico, encontrou seis loci de caracteres quantitativo no genoma de abelhas melíferas que influenciam na tarefa de comportamento higiênico. Esse mapeamento fino próximo as regiões do DNA responsáveis pelo fenótipo, são definidas como QTL (Quantitative Trait Loci) e possui um grande potencial por fornecer características economicamente importantes na produção animal, como o aumento na resistência à doença (OLDROYD; THOMPSON, 2006).

No Brasil, o estudo do comportamento higiênico foi introduzido e incentivado pelo Prof. Dr. W. E. Kerr, que propôs uma nova técnica de matar as crias por congelamento (GONÇALVES; KERR, 1970). Outros trabalhos importantes sobre o tema foram os de Lengler (1976); Message e Gonçalves (1976, 1979, 1980, 1981, 1982, 1984); Modesto-Zampieron (1991); Moretto et al. (1991); Moretto (1993); Gramacho (1995, 1999).

A avaliação do comportamento higiênico consiste em matar as crias de operárias (pupas). De acordo com Gramacho (1999), os métodos para testar o comportamento higiênico de uma colônia podem ser: 1- através da inoculação direta de um agente etiológico de uma doença de cria, como por exemplo o *Bacillus larvae* e *Ascosphaera apis*; 2- por gás cianídrico; 3- por congelamento de crias de operárias por abaixamento de temperatura, método denominado por congelamento ou também como gelo seco; e 4- por perfuração de crias de operárias operculadas através de um alfinete entomológico, método denominado por perfuração. O método de perfuração de crias operculadas por meio de um alfinete entomológico foi descrito por Newton e Ostasiewski (1986) e modificado e adaptado por Gramacho e Gonçalves (1994).

Gramacho e Gonçalves (1994) trabalhando com abelhas africanizadas, testaram o comportamento higiênico, com crias mortas por congelamento e por perfuração com alfinete entomológico e não encontraram diferenças significativas entre os dois métodos. Eles consideraram o método de perfuração mais útil do que o método de congelamento, por ser mais fácil de utilizar no campo e no laboratório e menos dispendioso para implementar do que o método de congelamento. Woyke et al. (2012), analisando o comportamento higiênico de abelhas *Apis florea* na Tailândia e comparando os métodos de congelamento e de perfuração com alfinete de 0,2 mm e 0,7 mm de diâmetro, com intervalos entre 24 e 60 horas, também observaram que não há diferença significativa entre os métodos avaliados.

No método de perfuração das células de crias, de cada colônia a ser testada é retirado um quadro de crias operculadas de operárias com idade de 10 a 14 dias (pupa de olho rosa), com a finalidade de evitar que a variabilidade na quantidade de fluidos que vaza das pupas influenciem no resultado do teste (GRAMACHO et al., 1999). O fluido corporal da pupa, tem-se mostrado como um importante estímulo para incentivar o comportamento higiênico (GRAMACHO; SPIVAK, 2003) Além disso, as operárias que executam o comportamento higiênico, são mais capazes de distinguir entre os odores de crias saudáveis e doentes do que outras operárias (MASTERMAN et al., 2000; SWANSON et al., 2009), indicando que as vias olfativas desempenham um importante papel no comportamento higiênico.

De acordo com Gramacho e Gonçalves (1994) pode-se classificar uma colônia como higiênica ou não higiênica, em função da quantidade ou percentual de crias removidas 24 horas após a perfuração. Portanto, uma colônia poderá ser mais ou menos higiênica em função de sua capacidade de limpeza das crias mortas ou doentes no prazo de 24 horas. Para fins de seleção, as colônias que removem 80% ou mais das crias mortas, consideram-se como higiênicas e as demais devem ser descartadas como pouco ou não higiênicas (GONÇALVES; GRAMACHO, 1999). As colônias devem ser testadas no mínimo duas vezes, por conta do comportamento higiênico ser altamente influenciado pela umidade, temperatura e condições da colmeia (MESSAGE; GONÇALVES, 1984) e por fatores genéticos (RINDERER; COLLINS, 1986). A média dos testes será o diagnóstico final da colônia quanto ao comportamento higiênico. As abelhas africanizadas mostram-se mais higiênicas que as raças européias (COSENZA; SILVA, 1972; MESSAGE, 1979; GRAMACHO, 1995, 1999; GRAMACHO; GONÇALVES, 1996).

A composição genotípica de uma colônia pode afetar o desempenho do comportamento higiênico (ARATHI; SPIVAK, 2001), bem como o fluxo de néctar, a idade das abelhas e as raças também podem influenciar na expressão do comportamento higiênico

(THOMPSON, 1964; MOMOT; ROTHENBUHLER, 1971; MESSAGE; GONÇALVES, 1980). Thompson (1964), testando uma linhagem resistente, observou que a linhagem composta de abelhas com 3 a 5 dias de idade, removeram todas ou quase todas as larvas mortas pela cria pútrida europeia independente das condições de fluxo de néctar, enquanto que as colônias da mesma linhagem composta de abelhas com 29 a 31 dias de idade, apresentaram esse comportamento somente durante o fluxo de néctar.

Gramacho (1999), descreveu que as abelhas iniciam o comportamento higiênico pela atividade de pontuação das células operculadas, seguida da desoperculação e ou remoção das crias, tanto na forma parcial, como na remoção total da cria. Já Pereira (2008), monitorando as atividades das abelhas africanizadas, concluiu que além dos comportamentos de desoperculação e remoção da cria, etapas ou características do comportamento higiênico, as operárias ainda desempenham outros três comportamentos: inspeção pré-desoperculação na célula de cria que ainda se encontra operculada, introdução das antenas nos orifícios do opérculo após a perfuração ou pontuação da célula (evidenciando a percepção sensorial da cria morta pelas sensillas das antenas) e inspeção da cria que está sendo removida.

Além da remoção de crias dos alvéolos, para o controle do ácaro *Varroa*, as abelhas adultas apresentam um comportamento denominado de “grooming”. Este comportamento está associado à capacidade das abelhas operárias de atacarem as varroas, retirando-as do seu próprio corpo (alogrooming) ou de uma abelha vizinha (CASTAGNINO; ORSI, 2012). Em estudo de coleta da *Varroa* em colmeias de abelhas africanizadas, Côrrea-Marques et al. (2000) observaram que várias partes do corpo dos ácaros estavam mutiladas, o que indica comportamento de "grooming" das abelhas adultas.

Como já foi relatado, as abelhas do gênero *Apis* são susceptíveis a doenças e pragas apícolas, podendo ser atacadas tanto nas fases de crias como adultas. Segundo Pires (2008), a propagação das doenças das abelhas melíferas representa um crescente problema, devido a uma multiplicidade de fatores, entre os quais, salienta-se o transporte a nível mundial de abelhas e produtos apícolas. Uma das mais recentes pragas da apicultura é o besouro *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae), também conhecido como pequeno besouro da colmeia (SHB), originário da África do Sul, foi descrito pela primeira vez por Murray (1867) e descrito como parasita da abelha *Apis mellifera carpensis*, por Lundie (1940). Foi detectado nos Estados Unidos da América em 1996, no Egito no ano 2000 e na Austrália em 2002 (NEUMANN; ELLIS, 2008). Foram encontrados em diferentes regiões do Canadá em 2002, 2006 e de 2008 a 2012 (OIE, 2013). Em Portugal, foi identificado pela primeira vez em 2004, devido à importação de abelhas do Estados Unidos (PORTUGAL, 2005) e no sudoeste da

Itália em 2014, onde a legislação da União Europeia proíbe (à exceção da Nova Zelândia) a importação de pacotes de abelhas ou colônias de abelhas de países terceiros. A legislação para a importação e as medidas de proteção são as principais medidas contra introdução e a expansão do SHB na Europa (ANTIPOLIS et al., 2015).

No Brasil, a ocorrência de várias doenças e pragas se deu quando apicultores importaram ou introduziram clandestinamente rainhas de abelhas europeias no País, no intuito de reduzir a agressividade das abelhas africanizadas. De Jong (1994) evidencia que a falta de programas sanitários que possam controlar apiários, orientar apicultores e a abertura das fronteiras aos produtos apícolas relacionados ao Mercosul poderá trazer sérias consequências para a sanidade apícola nacional. Segundo o Prof. Dr. Lionel Segui Gonçalves (informação pessoal), o besouro *Aethina tumida* foi detectado em 2015 na região de Piracicaba-SP, sendo um grande motivo de preocupação dos apicultores brasileiros, uma vez que este coleóptero causa sérios problemas na colmeia, afetando as crias, o pólen e destruindo os favos com mel. Bernier et al. (2015), testando três tipos de armadilhas na colmeia para o controle de *Aethina tumida*, observaram que as armadilhas nas colmeias foram eficazes na redução das populações de SHB, sem comprometer a população ou ganho de peso das colônias de abelhas, sendo que as armadilhas seladas com própolis foram menos eficazes que as armadilhas que foram utilizadas óleo mineral e óleo mineral com vinagre de maçã.

As principais doenças de crias e parasitoses são: Cria Pútrida Americana (causada pela bactéria *Paenybacillus larvae*), Cria Pútrida Européia (causada pela bactéria *Melissococus pluton*), Cria Ensacada (causada por um vírus), Cria Giz (causada pelo fungo *Ascosphaera apis*) (ROTHENBUHLER, 1964ab; SPIVAK; GILLIAM, 1993), Varroatose (causada pelo ácaro *Varroa destructor*) (ALVES et al., 1978; MORSE; GONÇALVES, 1979; DE JONG; GONÇALVES, 1981; PENG et al., 1987; MORETTO, 1993; SPIVAK, 1996; GRAMACHO, 1995, 1999) e Nosemose (causada pelo fungo *Nosema apis* e *Nosema cerana*) (GONÇALVES, 2007; PUKER, 2011).

Quanto à cria ensacada, é importante ressaltar que no Brasil, testes em laboratório indicaram ser o pólen de *Stryphnodendron polyphyllum* Mart. 1837 (Mimosoideae), conhecida popularmente como Barbatimão, o responsável por essa doença (CARVALHO, 1998) que passou a ser chamada cria ensacada brasileira (MESSAGE, 1997).

A resistência a doenças em abelhas *Apis mellifera* é uma característica que está diretamente relacionada com o comportamento higiênico ou de limpeza da colônia uma vez que, quanto menos foco de infecção existir na colônia, mais sadias estarão as abelhas (GONÇALVES, 1994).

Como as doenças causam danos à colônia e prejuízos econômicos ao apicultor, torna-se importante a eliminação das doenças sem o uso de tratamento com produtos químicos, com a finalidade de não contaminar os produtos da colmeia. Recomenda–se assim, a aplicação de métodos de melhoramento que utilizam o comportamento higiênico como uma característica a ser adicionada para resistência à doenças.

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Local do experimento

A pesquisa foi realizada na cidade do Recife – PE, no apiário experimental situado dentro do *Campus* da Universidade Federal Rural de Pernambuco – AEDZ/UFRPE, localizado na microrregião fisiográfica do litoral e zona da mata Pernambuco.

. O processo de implantação do AEDZ/UFRPE iniciou-se em maio de 2013 com a definição da área (Figuras 1a e 1b). Em junho do referido ano deu-se início aos trabalhos de limpeza e fixação dos suportes para as colmeias. A efetivação da implantação do apiário experimental AEDZ/UFRPE deu – se em janeiro de 2014 com a transferência dos primeiros enxames e início dessa pesquisa (Figuras 2a e 2b).

Figura 1a - Área para instalação do apiário experimental AEDZ/UFRPE

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2013)

Figura 1b - Área para instalação do apiário experimental AEDZ/UFRPE

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2013)

Figura 2a – Apiário experimental do Departamento de Zootecnia – AEDZ/UFRPE

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2014)

Figura 2b – Apiário Experimental do Departamento de Zootecnia – AEDZ/UFRPE

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2014)

O Estado de Pernambuco possui as coordenadas geográficas de 07°15’45’’/ 09°28’18’’S e de 034°48’35’’/ 041°19’54’’W (VASCONCELOS et al., 2013). O relevo em sua maioria é linear e sua temperatura oscila bastante entre o agreste, sertão e zona da mata, que dependendo da estação que se encontre varia de 8ºC para 32ºC. Na hidrografia, existe a forte presença de rios, sobretudo na região metropolitana do Recife (PERNAMBUCO, 2014).

4.2 Localização dos apicultores parceiros

Foi firmado parceria com os apicultores da Associação de Apicultores e Meliponicultores do Cabo de Santo Agostinho – PE (AAMC) - (Figura 3) com o objetivo de formar um trabalho em colaboração, no sentido de se realizar um projeto de melhoramento genético envolvendo os apiários da associação e a instalação de um apiário no Departamento de Zootecnia, formado de colônias cedidas pelos apicultores.

Figura 3 – 1ª Reunião com os apicultores da AAMC

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2014)

Doaram enxames para a presente pesquisa os apicultores Sr. Manoel Pessoa de Brito, com apiário localizado no município do Cabo de Santo Agostinho e sua filha Sra. Maria Alice Mesquita de Brito, com apiário no município de São Lourenço da Mata; Sr. Obadias dos Santos Pereira, com apiário em Ponte dos Carvalhos – povoado pertencente ao município do Cabo de Santo Agostinho; e Sr. José Vieira de Miranda, conhecido como Sr. Natal, com apiário no Município de Jaboatão dos Guararapes. Todos esses apiários estão situados em municípios da região metropolitana do Recife – PE, pertencente a região do litoral e zona da mata sul de Pernambuco, os quais apresentam em sua vegetação resquício de mata atlântica, mangue e canavial.

4.3 Período de avaliação e manejo

No presente trabalho foram utilizadas 30 colmeias modelo Langstroth nas quais foram instaladas famílias ou colônias de abelhas do polihíbrido africanizada (*Apis mellifera* L.), com rainhas fecundadas naturalmente, no período de janeiro de 2014 a março de 2016.

As inspeções nas colmeias foram realizadas a cada quinze dias, sendo que no período de setembro a meados de novembro de 2014, houve um volume atípico de chuvas intensas, que algumas vezes impossibilitou o prosseguimento das inspeções nas datas programadas, alterando o intervalo das revisões e dos testes.

Durante o período de escassez de alimento na natureza, que corresponde aos meses de maio a agosto, as colônias foram alimentadas artificialmente com alimentação energética

(xarope) e proteica (ração em pasta), fornecidas em alimentadores individuais. O fornecimento da alimentação energética líquida (composta de mel e água na proporção 1:1), iniciava–se quando não havia mais reservas de alimento nas colmeias, sendo fornecida 500mL semanal para cada colmeia. Quando o estoque de mel para o preparo do xarope acabava, o mesmo era substituído por açúcar na mesma proporção.

A dieta proteica foi administrada a partir da segunda quinzena de julho 2014, simultânea à líquida, na forma de pasta. Os ingredientes utilizados na elaboração da ração proteica foram: 500g de milho, 500g de trigo, 500g de soja (o milho, a soja e o trigo, foram processados no moinho para que ficasse um pó bem fino), 3Kg de açúcar de confeiteiro, 600mL de mel e 200mL de água, sendo fornecida 50g para cada colmeia semanalmente (Figura 4). O fornecimento das dietas foram suspensas com a chegada do período de floração, quando passou a ocorrer sobras dos alimentos.

Foram coletadas amostras da ração e analisadas quanto à composição bromatológica conforme metodologias descritas por Detmann et al. (2012). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal DZ/UFRPE.

Figura 4 – À esquerda: ração proteica em pasta; à direira: alimentação energética líquida constituída de mel e água para completar a alimentação das colmeias experimentais

FONTE: GOMES, R.V. R. S. (2014)

Embora no presente projeto de doutorado tenha iniciado os trabalhos com 30 colmeias (caixas de madeira modelo Langstroth) contendo famílias ou colônias de abelhas africanizadas, obtidas de distintos apiários e apicultores conforme já informado,

convencionou-se nomear as colmeias com a numereção de C1 a C30. No entanto, à medida que as respectivas rainhas morriam ou eram substituídas ou quando ocorriam morte das abelhas ou enxameação por abandono, ocorria mudança na numeração uma vez que as colmeias passavam a ser ocupadas ou povoadas por novas colônias ou famílias com constituição genética totalmente diferente. Dessa forma, o número total de colônias do experimento foi sempre superior a 30 e a identificação ou numeração foi conforme esclarecido a seguir, sendo que a rainha de cada colônia foi identificada pelo número da colmeia.

Quando a rainha morria e emergia uma nova, filha da rainha que morreu, a colmeia permanecia com a numeração primária, seguida de uma letra do alfabeto, conforme a sequência de substituição da rainha ocorresse (Ex. C1, C1b, C1c). Quando ocorria perda da colônia e essa era substituída, fazíamos uma numeração secundária, separada por um ponto, seguida de uma letra que variava conforme a sequência de substituição da rainha ocorresse (Ex. C3.1, C3.1b, C3.1c). As colmeias que tiveram suas rainhas substituídas por rainhas filhas de colônias matrizes foram renomeadas acrescentando-se as letras RS em maiúsculo, antes da numeração (Ex. CRS4, CRS9, CRS17, CRS24), indicando que a colônia tinha uma rainha selecionada.

4.4 Inspeções das colônias e mapeamento da atividade de postura da rainha

Foram realizadas inspeções quinzenais de janeiro de 2014 a dezembro de 2015, registrados os números de quadros com: crias, alimento (mel e pólen), cera alveolada, quadro vazio; presença de: rainha e realeiras (Apêndice A). Quando a rainha de uma colônia morria naturalmente, eram registrados o mês da morte e que emergia a nova rainha. Foram registrados também a perda de enxames por predador natural ou enxameação.

Foram realizados sete mapeamentos em 34 colônias do projeto entre 25/11/2014 e 27/03/2015. Para o mapeamento da atividade de postura da rainha, foi utilizado o método adaptado de Al-Tikrity et al. (1971), na qual foram retirados dois quadros do centro do ninho, levados ao laboratório e avaliado os dois lados – A e B. Para essa avaliação, cada quadro de cria foi introduzido dentro de um suporte de madeira, tendo na parte anterior uma rede de arame dividida em 50 quadrantes de áreas idênticas, permitindo visualizar e avaliar nos quadros a área ocupada por ovos, crias abertas, crias operculadas, mel desoperculado, mel operculado, pólen e favo vazio por cada quadrante (Figura 5). Todos os dados foram registrados em um formulário previamente elaborado (Apêndice B).

Figura 5 – Quadro com crias no suporte de madeira para mapeamento

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

Os mapeamentos foram realizados nos dias: 25/11/14, 09/12/14, 23/12/14, 06/01/15, 20/01/15, 10/02/15, 27/03/15. Presença apenas de crias operculadas demonstra deficiência de postura ou ausência de rainha. Quando havia troca natural da rainha velha, esperava-se pelo menos 15 dias do início da postura da nova rainha para reiniciar o mapeamento novamente.

4.5 Teste de avaliação do comportamento higiênico (CH)

Os testes para avaliação do comportamento higiênico foram realizados no período de 26/03/2014 a 27/03/2015, em 9 testes. Foi baseado no "Método de Perfuração das Células de Crias" de acordo com a metodologia de Newton e Ostasiewski (1986), modificado e adaptado por Gramacho e Gonçalves (1994). De cada colônia testada foi retirado um quadro de crias operculadas de operárias com idade de 10 a 14 dias. Neste quadro foram escolhidas duas áreas vizinhas, contendo 100 células operculadas (10 linhas por 10 fileiras) sendo uma área para perfuração (Área A) e a outra área (Área B) para controle ou testemunho (sem perfuração) (Figura 6). O resultado do teste foi verificado 24 horas após a perfuração dos quadros. Em um formulário previamente elaborado, fora registrados os dados do quadro de cada colmeia antes do teste (0h) e depois do teste (24h) de comportamento higiênico (Apêndice C). Foram registrados como observação as colmeias que após 24 horas do teste apresentassem na área analisada células desoperculadas = CD ou células removidas parcialmente = CRP.

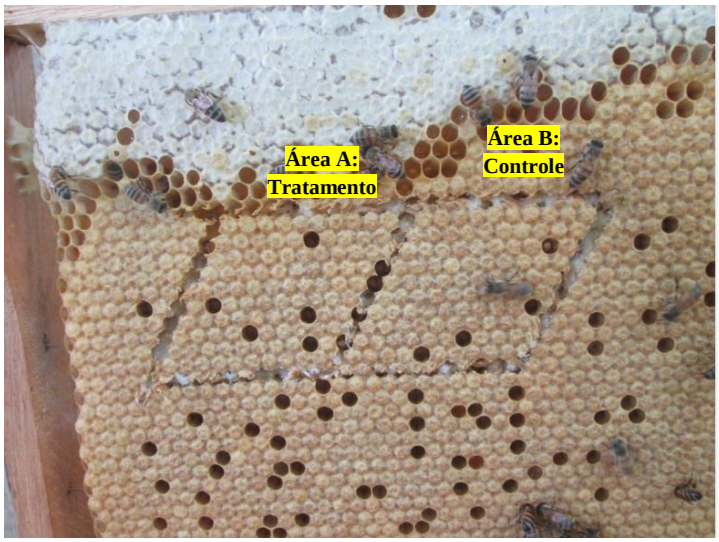


Figura 6 - Quadro com crias da colmeia C4b com as áreas de tratamento (A) e controle (B) demarcadas para teste de comportamento higiênico

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

Nos testes de comportamento higiênico foram testadas 51 colônias, nos dias 26/03/14, 07/10/14, 20/10/14, 18/11/14, 06/01/15, 20/01/15, 10/02/15, 24/02/15 e 27/03/15. Esse número de repetições do teste é justificado uma vez que o comportamento higiênico é altamente influenciado pela umidade, temperatura, condições da colmeia (MESSAGE; GONÇALVES, 1984) e por fatores genéticos (RINDERER; COLLINS, 1986). Não foram realizados os testes em colônias que estivessem sem rainha ou com rainha com menos de 2 meses de idade.

A frequência relativa do comportamento higiênico (CH) foi estimada utilizando-se a fórmula:

$$CH = \frac{CV(24h) - CV(0h) - Z}{\mathrm{CO(0h)}} x100$$

Onde:

CV(24h) = Nº de células vazias após 24h;

CV(0h) = Nº de células vazias antes da perfuração;

CO(0h) = Nº de células operculadas antes da perfuração;

Z = Fator de correção obtido no controle.

O “Fator de Correção Z” de acordo com Moretto (1993), corresponde ao % de células limpas pelas abelhas na área de controle ou testemunha, sendo calculado pela fórmula:

$$Z = \frac{Y}{\mathrm{A}} x100 \qquad \text{em que:} \quad Y = C - B$$

Onde:

Y = Nº de células vazias (ou limpas) naturalmente, sem terem sido perfuradas;

A = Nº de crias operculadas antes da perfuração no favo teste;

C = Nº de células vazias na área do controle, após o favo teste ter sido introduzido (24h);

B = Nº de células vazias na área do controle, antes do favo teste ter sido introduzido (0h);

No presente trabalho estabeleceu – se o critério de se considerar higiênicas as colônias cujo valor de CH fosse igual ou superior a 80%, e abaixo desse valor seriam consideradas de valores intermediários até 50%, e não higiênica abaixo de 50%.

4.5.1 Análise da taxa de infestação com o ácaro *Varroa destructor* e o grau de infecção com *Nosema*

Para a análise da taxa de infestação pelo ácaro *Varroa destructor* de cada colônia, foram coletadas abelhas adultas dos favos de crias do centro de cada colmeia e transferidas para um recipiente de plástico de boca larga contendo álcool a 70%. Os frascos foram devidamente identificados com etiquetas contendo o número da colmeia, apiário e data. As análises tanto para varroatose como para nosemose foram realizadas no laboratório da LPBN-ITP-UNIT (Aracaju, Sergipe, Brasil). Para a determinação da taxa de infestação do ácaro *Varroa destructor* em abelhas adultas por colônia, foram utilizadas aproximadamente 200 abelhas adultas, que foram transferidas para um becker contendo 200 mL de solução de álcool e água (na proporção de 1:1). O frasco com as abelhas foi agitado e o seu conteúdo transferido para um vasilhame para que fossem realizadas a remoção e a contagem das abelhas e dos ácaros *Varroa destructor*. A determinação da taxa de infestação (TI) por colônia, seguiu a metodologia de De Jong e Mantilla (1986) onde: TI = n° de *Varroa destructor* / n° de abelhas adultas x 100.

Para análise do grau de infecção com *Nosema*, do mesmo recipiente com álcool a 70% separou-se 25 abelhas adultas e destas foram retirados os abdomens, utilizando estilete e estes

foram depositados no cadinho. Em seguida, fez-se um macerado com 1mL de água destilada, depois que o material estava bem triturado e formado uma solução, adicionou-se mais 24 mL de água, totalizando 25mL, sendo 1mL para cada abdômen. Utilizou-se a pipeta de Ependorff para retirar 70uL da solução aquosa já preparada e transferiu-se para a câmara de Neubauer, cobrindo-se com uma lamínula. A análise da solução aquosa foi feita com aumento e em microscópio óptico com aumento de 400x - com óleo de imersão. Com o auxílio de um contador manual fez-se a contagem dos esporos encontrados em 5 quadrantes (quadro das esquinas e um no centro) e a seguir foi determinado o grau de infestação de cada colônia testada e a frequência de colônias com *Nosema*. A estimativa do grau de infecção com *Nosema* é baseada na escala de Cornejo e Rossi (1975) para milhões de esporos por mm^3 e determinada pela equação:

$$NEA(mm^3) = \frac{NTE}{80} x 4.10^6$$

Onde:

NEA = n° de esporos / abelha (mm^3).
NTE = n° total de esporos encontrados (unidades).

4.6 Produção de mel (PM)

A produção de mel de todas as colônias do projeto foi medida pelo ganho de peso das melgueiras instaladas em cada colmeia (Figura 7). A pesagem das melgueiras para a estimativa da produção de mel de cada colônia, foi realizada diretamente no campo. Para determinar a tara da melgueira, para posterior cálculo da produção de mel efetiva, uma melgueira vazia, com seus 10 quadros com cera alveolada, foi pesada e referenciada como tara.

Foi registrado no apiário experimental o peso das melgueiras das colônias classificadas como grupo controle, colônias matrizes e das colônias que tiveram suas rainhas substituídas por rainha selecionada com geração sucessiva às matrizes. O mesmo procedimento sucedeu-se também nos apiários dos apicultores parceiros, sendo a pesagem nesses, realizada nas colônias classificadas como grupo controle e nas colônias que tiveram suas rainhas substituídas por rainha selecionada, filhas das matrizes do apiário experimental.

A pesagem das colônias que tiveram suas rainhas substituídas por rainha selecionada só era realizada após 60 dias da introdução da nova rainha.

Figura 7 – Pesagem das melgueiras com favos de mel

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

4.7 Defensividade (DE)

O comportamento defensivo das abelhas das colônias do projeto foi avaliado por meio da metodologia de análise subjetiva de campo, no qual avaliou-se a reação das abelhas de cada colônia durante a manipulação destas. O grau de defensividade das colônias foi qualificado de acordo com a seguinte escala arbitrária: **Categoria 10** = colônia super mansa (as abelhas não atacam, não perseguem e não necessitam sequer de fumaça para seu controle); **Categoria 8** = colônia mansa (as abelhas não atacam, não perseguem e reagem perfeitamente a manipulação de fumaça, permitindo um controle perfeito da colônia); **Categoria 5** = colônia defensiva (as abelhas atacam, perseguem, porém reagem à manipulação de fumaça, tornando possível seu controle); **Categoria 0** = colônia super defensiva (as abelhas atacam, perseguem e não reagem à manipulação de fumaça).

4.8 Índices de seleção (IS)

Para realizar a seleção das rainhas matrizes da população de colônias do projeto, inicialmente foram avaliadas as características fenotípicas escolhidas para cada colônia e com a obtenção das medidas das características fenotípicas: comportamento higiênico (CH), atividade de postura da rainha (PR), produção de mel (PM) e defensividade (DE), foi possível calcular o índice de seleção (IS) de cada colmeia, para escolha das rainhas matrizes, para escolha das rainhas descendentes de cada geração.

Os índices de seleção foram obtidos com combinações das medidas fenotípicas das características analisadas, permitindo utilizar um único valor para efetuar a seleção de maneira mais eficiente, de tal forma que cada variável receberia uma nota ou peso pré-estabelecido, o qual seria aplicado numa fórmula para a obtenção do índice de seleção, ou nota final (IS = média final das variáveis da colmeia).

4.8.1 Definição dos critérios para a nota de cada variável

Para o comportamento higiênico (CH): **nota 10** = 95,1 a 100% de limpeza; **nota 9** = 85,1 a 95% de limpeza; **nota 8** = 80 a 85% de limpeza; **nota 0** = menos de 80% de limpeza (Tabela 1). Utilizou-se um critério de seleção bastante rigoroso ao atribuir nota zero às colônias com menos de 80% de limpeza. Esse rigor se deve ao fato do comportamento higiênico ser a característica genética mais importante levada em consideração na seleção de colônias para produção de rainhas matrizes.

Para a postura da rainha a nota ou peso equivaleria ao número de quadros com crias (ovos, larvas, pupas ou seja crias abertas e operculada) apresentados na colmeia (0 a 10).

Quanto ao peso da melgueira ou produção de mel (PM), foi estabelecido **nota 10** = mínimo de 10 Kg de mel; **Nota 9** = 8,0 a 9,9 Kg de mel; **nota 7** = 6 a 7,9 Kg de mel; **nota 5** = 3 a 5,9 Kg de mel; **nota 2** = 1 a 2,9 Kg de mel; **nota 0** = menor que 1 Kg de mel, sem mel na melgueira ou sem melgueira.

No comportamento defensivo: **nota 10** = colônia super mansa; **nota 8** = colônia mansa; **nota 5** = colônia defensiva; **nota 0** = colônia super defensiva; (vide descrição do comportamento defensivo em 4.7).

Tabela 1 – Critérios para atribuição das notas das características comportamento higiênico (CH), postura da rainha (PR), produção de mel (PM) e defensividade (DE)

	Nota	Critérios
CH	10	95,1 a 100% de limpeza
	9	85,1 a 95% de limpeza
	8	80 a 85% de limpeza
	0	Menos de 80% de limpeza
PR	0 à 10	Equivale ao número de quadros com crias
PM	10	Mínimo de 10 Kg de mel
	9	8,0 a 9,9 Kg de mel
	7	6,0 a 7,9 Kg de mel
	5	3 a 5,9 Kg de mel
	2	1 a 2,9 Kg de mel
	0	Menor que 1 Kg de mel
DE	10	Colônia super mansa
	8	Colônia mansa
	5	Colônia defensiva
	0	Colônia super defensiva

4.8.2 Fórmula para cálculo do índice de seleção

Como as características que foram analisadas têm importância relativa diferentes, para o cálculo da média ponderada de cada colônia, atribuímos o peso 40 para o comportamento higiênico (CH) e o peso 20 para cada uma das variáveis postura da rainha (PR), produção de mel (PM) e defensividade (DE), e estabelecemos a seguinte fórmula:

$$IS_{Cx} = \frac{\sum CH_x.40 + PR_x.20 + PM_{e\lg x}.20 + DE_x.20}{100}$$

Onde:

IS_{Cx} = Índice de seleção de cada colmeia, estabelecido pela média ponderada da colmeia$_x$ (colmeia$_1$, colmeia$_2$,..., colmeia$_x$).

CH_x = nota da colmeia$_x$ no teste de comportamento higiênico.

PR_x = nota da colmeia$_x$ referente ao nº de quadros com postura da rainha.

PM_{elgx} = nota da colmeia$_x$ referente ao peso da melgueira.

DE_x = nota da colmeia$_x$ no teste de defensividade.

Foram selecionadas para matrizes as colmeias que apresentaram índice de seleção (IS) superior a 70%, ou seja, média ponderada superior a 7. Foram classificadas como matrizes "Elite" as colmeias que apresentaram índice de seleção superior a 80% ou média ponderada superior a 8,0.

Em fevereiro de 2015, nove colônias (C1b, C5c, C6b, C8c, C18b, C19b, C21.1a, C23.1a e C24.1a), apresentaram sintomas de uma doença desconhecida. Para identificação do agente etiológico, foram coletados amostras em frascos de plástico estéril, conservados a baixas temperaturas e levados para o laboratório de apicultura da UFERSA para análise (Figuras 8a e 8b).

Figura 8a – Coleta de amostras das larvas doentes na colmeia C1b

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

Figura 8b – Larva doente na colmeia C1b

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

4.9 Produção e introdução das rainhas

Para produção das rainhas filhas das matrizes selecionadas, utilizou-se o método Doolitle (1899), também conhecido como método de transferência de larvas de 01 a 02 dias de vida, coletadas de quadros de crias de colônias selecionadas do apiário experimental DZ/UFRPE. Foram escolhidas as colmeias C12b e C30b como mini- recria para produção de rainhas de 1ª geração; C19c como mini- recria para produzir rainhas de 2ª geração; e C29.1a como mini recria para produzir rainhas de 3ª geração; essas colmeias estavam fortes e populosas para serem utilizadas como mini- recria modelo Ribeirão Preto (FRANCOY et al. 2005).

A colmeia tipo mini- recria modelo Ribeirão Preto (Figura 9), é constituída de um ninho com 10 quadros na parte inferior e um núcleo com 4 quadros na parte superior, sendo: 2 quadros com cria nascente, 1 com pólen e 1 com o quadro porta-cúpula. Entre o ninho e o núcleo colocamos uma tela excluidora de rainhas para impedir a passagem da rainha do ninho para o núcleo (Figura 10).

Figura 9 – Mini- recria modelo Ribeirão Preto

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

Figura 10 – Tela excluidora de rainhas (à esquerda da foto) e núcleo (à direita da foto) da mini- recria modelo Ribeirão Preto

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

Na mini- recria é possível a produção de várias rainhas de uma só vez. Como base para construção da célula real, foram utilizados cúpulas de acrílico, que após fixadas na barra porta-cúpulas, dava-se um banho com cera e colocava-se por 24 horas na colmeia, com a finalidade de otimizar a aceitação pelas operárias (Figura 11).

Figura 11 – Cúpulas de acrílico com geléia real recebendo larvas de 1 a 2 dias

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

Larvas de 1 a 2 dias foram utilizadas durante a transferência (Figura 12). Para a transferência, a geléia real utilizada foi diluída em água destilada na proporção 1:1.

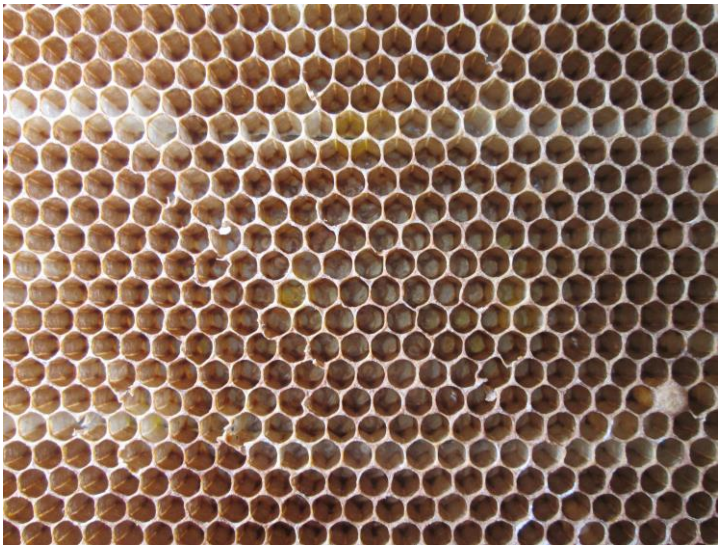


Figura 12 – Favo com larvas de 1 a 2 dias para transferência

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

Após a transferência, o quadro porta – cúpula (Figuras 13a e 13b) foi mantido nas recrias até as rainhas emergirem. Depois que as realeiras estavam fechadas, encaixavam-se as gaiolas, com uma pequena porção de açúcar candi no seu interior. Foram utilizados com função de gaiola, bobes de plástico comercialmente vendidos para “look” de cabelo. Decidiu-se utilizar os bobes como gaiolas, pela fácil disponibilidade no comércio local, por ser de baixo custo e seu formato permitir às operárias alimentarem as rainhas recém emergidas. O candi que é o alimento artificial da rainha, foi preparado com açúcar de confeiteiro, mel e água (Figura 14).

Figura 13a – Quando porta- cúpulas com cúpulas vazias fixada na barra

Figura 13b – Quando porta- cúpulas com realeiras operculada

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

Figura 14 – Bolas de açúcar candi depositadas em tampas de madeira para serem introduzidas nas gaiolas (bobes) de proteção das realeiras contendo rainhas virgens ou princesas

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

No dia da emergência das rainhas, as colônias receptoras foram orfanadas por 48 horas, para que as operárias percebessem a falta da rainha velha e aceitassem a nova. Para introdução da rainha nova nas colmeias receptoras, a gaiola (bobes) com a princesa dentro, era aderida a um quadro do ninho da colmeia receptora e após 2 dias era solta (Figura 15).

Figura 15 – Introdução da princesa na colônia receptora

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

Foram introduzidas no total 55 rainhas filhas das matrizes selecionadas do apiário experimental. Da 1ª geração de rainhas produzidas, introduziu-se 10 rainhas no apiário experimental e 17 rainhas nos apiários dos apicultores parceiros (distribuídos na zona da mata, mangue e zona canavieira). Essas rainhas eram filhas das rainhas matrizes selecionadas C7b, C10b, C14b e C30b. O número de rainhas introduzidas variava de acordo com o número de colmeias em cada apiário, preservando pelo menos 50% das rainhas já existente no apiário, as que eram consideradas pelos apicultores de boas características ou qualidade.

As rainhas de 2ª e 3ª geração foram produzidas a partir das larvas de 1 a 2 dias de vida originadas das rainhas das colmeias CRS24 e CRS4b respectivamente, das quais foram introduzidas 10 rainhas no apiário experimental e 18 nos apiários dos apicultores parceiros (localizados na área de mangue e zona canavieira), tendo sido introduzidos um total de 14 rainhas de 2ª geração e 14 rainhas de 3ª geração.

4.10 Acasalamentos na natureza

As rainhas selecionadas introduzidas no apiário experimental e nos apiários dos apicultores colaboradores foram fecundadas por meio de acasalamento natural, com os zangões disponíveis na natureza. Após 10 dias da soltura da rainha da gaiola, foi verificado se a rainha havia sido fecundada observando-se a presença de postura nova nos favos.

4.11 Dados das variáveis climáticas

Os dados utilizados referentes ao índice pluviométrico, umidade e temperatura, são dados secundários adquiridos pelo site da Agência Pernambucana de Água e Clima – APAC (www.apac.pe.gov.br) e pelo site do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (www.inmet.gov.br), respectivamente. Os dados utilizados da APAC foram os do posto Recife (Várzea) – Código 30 e os do INMET da estação climatológica automática A301 – Recife - PE.

4.12 Estatística

Todos os dados obtidos sobre as distintas variáveis estudadas no presente projeto foram inicialmente analisados descritivamente e quantificados com as respectivas médias e desvio padrão (DP). Para as análises de correlação foi utilizado o coeficiente de correlação de

Pearson. Na análise de variância o modelo utilizado foi o delineamento interiamente casualizado (DIC) e para os testes de comparação de médias o teste de Tukey a 5%.

Na análise de variância do número de quadros com cria pelos meses do ano, o modelo que melhor se ajustou foi o da regressão quadrática $Y= \beta o + \beta_1 X + \beta_2 X^2$.

Para análise de variância do mapeamento dos quadros com crias foi utilizado o PROC GLM do SAS e o modelo apropriado foi o one-way $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ onde: y_{ij} = ij-ésima observação; μ = média geral de todas as observações; τ_i = efeito do i-ésimo tratamento (1 = ovo; 2 = cria aberta – Cab; 3 = cria operculada – Cop; 4 = mel desoperculado – Nab; 5 = mel operculado – Nop; 6 = pólen - Pol); ε_{ij} = erro aleatório (erros de medida ou fatores não controláveis).

Os dados de produção de mel foram analisados pelo método dos quadrados mínimos segundo o procedimento LSMEANS do SAS. Devido ao grande coeficiente de variação observado, os dados de contagem foram transformados em logaritmos na base 10 pela fórmula: log (x + 1). Em todas as análises foi considerado nível de significância de 5%, e utilizou-se o teste de Tukey para a comparação das médias.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Longevidade da rainha

Nas coletas realizadas em 24 meses de observações, registrou-se dados de rainhas de 89 colônias (Figura 16), das quais 62 morreram naturalmente. As rainhas que viveram pelo maior período foram as rainhas C2, C14b e C18b apresentando longevidade de 12 meses e a que teve menor tempo de vida foi a rainha C5b, que morreu 01 mês após emergir.

Dessas 62 rainhas que morreram durante o período de janeiro de 2014 a dezembro de 2015, não tinha-se conhecimento do mês que emergiram 21 delas, por serem enxames oriundos dos apicultores e eles não possuírem essa informação. Com o registro dos meses que emergiram e morreram 41 rainhas, verificou-se uma longevidade média de 6,4 ± 2,9 meses, nas condições climáticas de Recife - PE (Tabela 2).

Figura 16 – Abelha rainha africanizada observada sobre quadro de cria de uma colmeia do apiário experimental do Departamento de Zootecnia – UFRPE

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

A maioria dos trabalhos publicados sobre a longevidade da rainha, referem-se a abelhas de raças europeias, sob clima temperado, que apresentam inverno com baixas temperaturas, levando a rainha a interromper a postura nesse período. De acordo com Moretto et al. (2007), em condições ambientais do sul do Brasil onde anualmente ocorre um período prolongado de redução da postura, as rainhas geralmente apresentam maior longevidade, o que é frequente em regiões com inverno mais rigoroso. Crane (1990), afirma que nas condições de clima temperado, a média de vida de uma rainha é de dois anos.

Tabela 2 – Registro dos meses de nascimento, morte, longevidade das rainhas e ocorrências de 89 colônias do apiário experimental DZ/UFRPE

Colmeia	**Mês Nasc.**	**Mês Morte**	**ID e Ocor.**	**Colmeia**	**Mês Nasc.**	**Mês Morte**	**ID e Ocor.**
C1	SR	dez/14	SD	C15c	fev/15	dez/15	10
C1b	dez/14	abr/15	4	C16	SR	dez/14	SD
CRS1	mai/15	ago/15	3	C16b	jan/15	nov/15	10
C2	abr/14	abr/15	12	C16c	nov/15		**Viva**
C2b	abr/15	dez/15	8	C17	SR	out/14	Traça
C3	abr/14	ago/14	4	C17.1a	out/14	fev/15	4
C3.1a	SR	mai/15	Orf	CRS17	mar/15	dez/15	9
CRS3	mai/15	jun/15	NF	C18	mar/14	out/14	7
C4	SR	jan/15	SD	C18b	nov/14	nov/15	12
C4b	jan/15	mai/15	4	**C18c**	nov/15		**Viva**
CRS4	mai/15	ago/15	3	C19	SR	out/14	SD
CRS4b	ago/15		**Viva**	C19b	out/14	set/15	11
C5	fev/14	out/14	8	**C19c**	set/15		**Viva**
C5b	nov/14	dez/14	1	C20	SR	fev/15	SD
C5c	dez/14	jun/15	6	C20b	fev/15	jul/15	5
C5d	jun/15	jul/15	NF	**C20c**	ago/15		**Viva**
C6	SR	dez/14	SD	C21	SR	out/14	Enx
C6b	jan/15	abr/15	3	C21.1a	SR	ago/15	SD
C6c	mai/15	jun/15	Enx	C22	SR	fev/15	SD
C7	SR	out/14	SD	C22b	fev/15	set/15	7
C7b	out/14	abr/15	6	**C22c**	set/15		**Viva**
C7c	mai/15	out/15	5	C23	SR	out/14	Form
C8	SR	fev/14	SD	C23.1a	SR	mai/15	Orf
C8b	mar/14	dez/14	9	CRS23	mai/15	jun/15	NF
C8c	dez/14	ago/15	8	C24	SR	out/14	Form
C9	mar/14	set/14	6	C24.1a	SR	abr/15	SD
CRS9	mar/15	set/15	6	CRS24	mai/15	dez/15	7
C9.1a	set/15		**Viva**	C25	SR	out/14	SD
C10	SR	set/14	SD	C25b	nov/14	mar/15	4
C10b	out/14	mar/15	5	C25c	abr/15		**Viva**
C10c	abr/15	jun/15	Enx	C26	SR	nov/14	SD
C11	SR	nov/14	SD	C26b	dez/14	set/15	9
C11b	nov/14	abr/15	5	**C26c**	out/15		**Viva**
CRS11	mai/15	jun/15	NF	C27	SR	nov/14	SD
C12	SR	out/14	SD	C27b	dez/14	fev/15	2
C12b	nov/14	abr/15	5	C27c	fev/15	out/15	8
CRS12	mai/15	jun/15	NF	C27d	out/15		**Viva**
C12.1a	nov/15		**Viva**	C28	SR	out/14	SD
C13	SR	fev/15	SD	C28b	out/14	fev/15	4
C13b	fev/15	set/15	7	C28c	fev/15	abr/15	2
C14	fev/14	dez/14	10	CRS28	mai/15	mai/15	NF
C14b	dez/14	dez/15	12	C29	SR	nov/14	Traça
C15	SR	set/14	SD	C29.1a	mar/15	dez/15	9
C15b	out/14	fev/15	4	C30	SR	dez/14	SD
				C30b	dez/14	jun/15	Enx
				n = 89		**Média**	**6,4**
						DP	**2,9**

Legenda: SR = sem registro do mês que emergiu; SD = sem definição dos meses de vida; CRS = colmeia com rainha selecionada; NF = não fecundada; Form = formiga; Orf = orfanamos; ID = idade das rainhas em meses; Ocor. = ocorrências; Enx = enxameou.

O trabalho pioneiro sobre longevidade da rainha nas condições climáticas tropical, é o de Kerr et al. (1970), que foi realizado em Piracicaba – SP, uma região de clima quente. Esses autores estudando a biologia comparada entre as abelhas italiana, africana e o poli-híbrido (africanizada), concluíram que as abelhas italianas viveram em média 4,77 meses, as africanas 8,40 meses, e as híbridas 7,40.

Em Recife - PE, como nas demais cidades do Nordeste brasileiro, o clima ou estações climáticas são caracterizadas por existir apenas duas estações no ano, a chuvosa (inverno) e a seca (verão), por não haver mudanças muito relevantes de temperatura ou de outras variáveis meteorológicas ao longo do ano. De acordo com a Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC (2015), o verão é a estação do ano caracterizada pelas temperaturas médias mais elevadas, principalmente no mês de fevereiro. Nesse período, a temperatura média na zona da mata e litoral chega a 27ºC e média pluviométrica de 515 mm. Por sua vez, o inverno é o período das temperaturas mais baixas do ano, com média de 24ºC e média pluviométrica de 725 mm na zona da mata e litoral pernambucano.

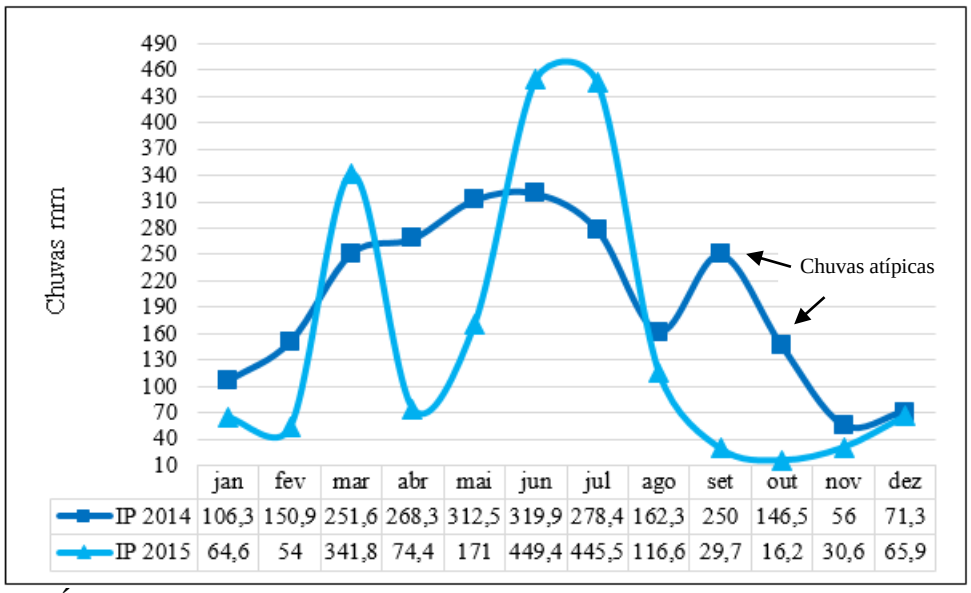
Observou-se que as rainhas que emergiram no período das chuvas contínuas, que corresponde aos meses de maio a agosto, apresentaram longevidade menor (4,5 ± 1,9) em relação as rainhas nascidas nos meses do período seco, que apresentaram longevidade média de 6,6 ± 3,0 meses.

Verificou-se também que existe forte correlação negativa significativa entre a morte das rainhas com o índice pluviométrico (r = -0, 65 e P = 0,02), ou seja, à medida que diminui o volume de chuvas, aumenta o número de morte das rainhas. Observa-se no gráfico 1, que no ano de 2014 houve um volume atípico de chuvas bem acima da média nos meses de setembro e outubro, que são considerados meses secos, sendo em setembro o início do verão.

Nos doze meses dos anos de 2014 e 2015, o volume de chuvas em Recife – PE foram de 2374 mm e 1859,7 mm respectivamente. Desses, 45,2% em 2014 e 63,6% em 2015, correspondem ao volume de chuvas nos meses de maio a agosto, que é historicamente os meses das chuvas contínuas.

Observou-se que não houve correlação significativa da morte da rainha com a temperatura (Gráfico 2), (r = 0,38 e P = 0,21). Quanto a associação entre a morte da rainha e a umidade relativa do ar (Gráfico 3), (r = - 0,55 e P = 0,06), mesmo não sendo estatisticamente siginificativa a correlação da morte das rainhas com a umidade, observou-se que o P = 0,06 foi muito próximo do estabelecido nessa pesquisa (P = 0,05), levando-se a considerar a importância em termos biológicos do animal estudado (abelhas africanizadas) e não descartar a hipótese que exista um efeito substantivo, levando-se a indicar apenas que não houve

evidência suficientemente forte para provar a correlação entre essas duas variáveis. De acordo com Santos et al. (2008), um erro encontrado com muita frequência é a indicação da ausência de relação funcional entre as variáveis quando o coeficiente de correlação linear for não significativo, pois duas variáveis podem apresentar forte associação não linear mesmo quando o coeficiente "*r*" for não significativo.



	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
IP 2014	106,3	150,9	251,6	268,3	312,5	319,9	278,4	162,3	250	146,5	56	71,3
IP 2015	64,6	54	341,8	74,4	171	449,4	445,5	116,6	29,7	16,2	30,6	65,9

Gráfico 1 – Índice pluviométrico (IP) mensal em Recife – PE – Brasil no período de janeiro/2014 a dezembro/2015

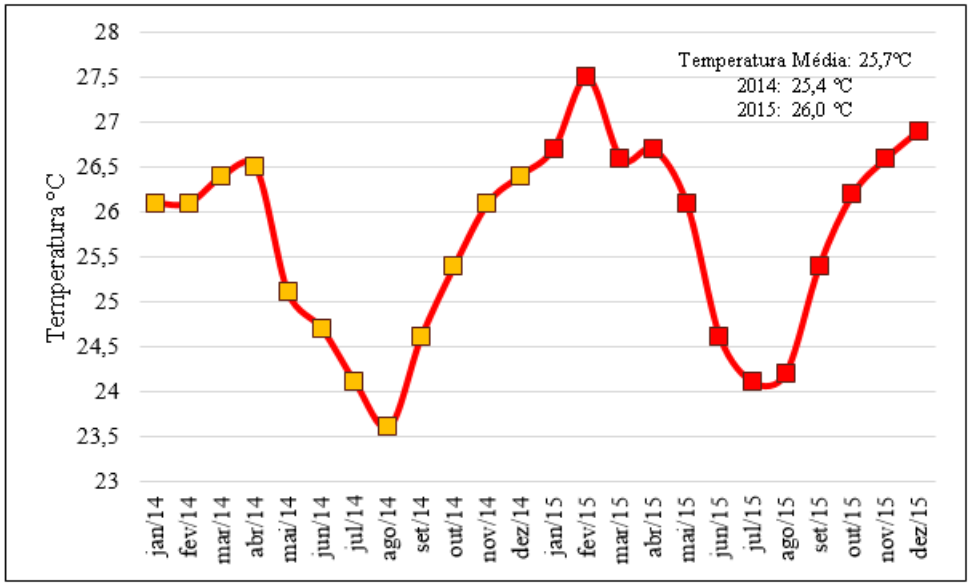


Gráfico 2 – Temperatura (TºC) média mensal em Recife – PE – Brasil no período de janeiro/2014 a dezembro/2015

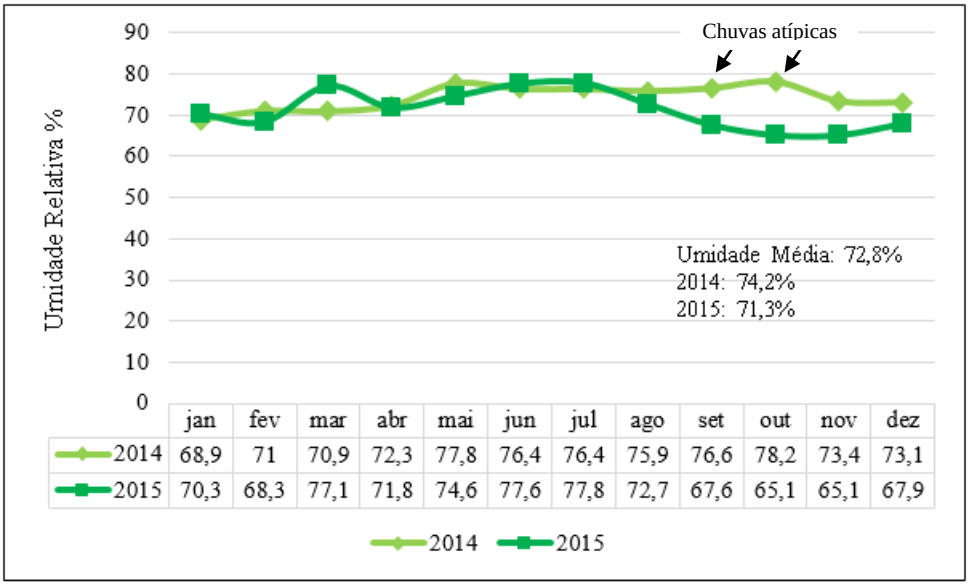


Gráfico 3 – Umidade relativa do ar média mensal em Recife – PE – Brasil no período de janeiro/2014 a dezembro/2015

Observou-se que os meses que ocorreram o maior percentual de morte ou substituição natural das rainhas foram os meses de fevereiro, abril e setembro com 12,9% cada, outubro 14,7% e dezembro com 21%. As menores taxas de morte das rainhas foram nos meses de janeiro, março, maio, junho e julho oscilando de 1,6% a 3% (Gráfico 4).

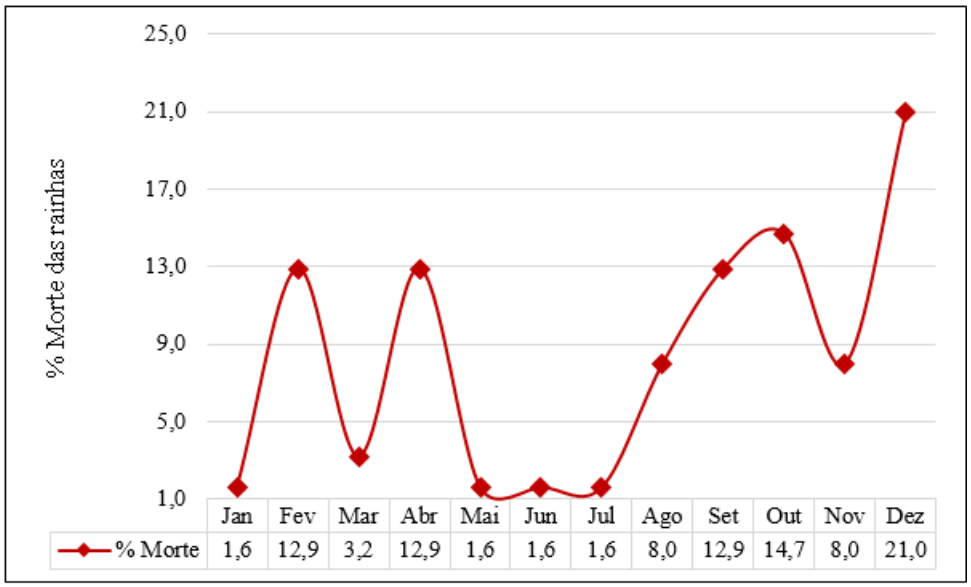


Gráfico 4 – Meses com incidência de morte das rainhas das colmeias do apiário experimental DZ/UFRPE de janeiro/2014 a dezembro/2015

5.2 Época de reprodução natural

Foram registrados nas 89 colônias analisadas presenças de 431 realeiras (Figura 17; Gráfico 5) durante o período de janeiro/2014 a dezembro/2015, com maior frequência no mês de dezembro com 130 realeiras em relação a média anual que é em torno de 36 realeiras, apresentando forte correlação positiva (r = 0,7 e P= 0,05) entre a presença de realeiras e os meses do ano. No gráfico 6, observou-se com precisão de 91% por meio da linha de tendência polinomial (R^2 = 0,91 > p-value = 0,0002; CV = 32,74), no qual obteve-se o modelo $Y = -16{,}505 + 30{,}758X - 6{,}6711X^2 + 0{,}4218X^3$, uma tendência de aumento crescente na frequência de realeiras entre os meses de setembro a dezembro, equivalendo nesses meses um percentual de 63,8% do total de realeiras registradas. Enquanto nos meses janeiro e julho, a presença de realeiras representou apenas 2,8% do total. Esses dados corroboram com o observado na realidade da apicultura local, onde no final do mês de setembro, os apicultores começam a distribuir caixas iscas na mata, para capturarem os enxames das primeiras divisões das colônias silvestres, para repovoar seus apiários.

O número de realeiras não apresentou correlação significativa com o número de quadros com cria na colmeia (r = 0,4 e P = 0,20), temperatura (r = 0,38 e P = 0,22), índice pluviométrico (r = -0,46 e P = 0,12), e com a umidade relativa (r = -0,34 e P = 0,27).

Reprodução pela divisão da colônia é generalizada entre os insetos sociais e ocorre em abelhas (WINSTON, 1987; VAN VEEN; SOMMEIJER, 2000). Segundo Seeley (2006), as abelhas apresentam anualmente o crescimento e reprodução de suas colônias atingindo o pico no início do verão ao se reproduzirem pela enxameação.

Gilley e Tarpy (2005), conceituam enxameação como uma forma de reprodução da colônia, pela qual há divisões da colônia em uma ou mais subunidades, cada uma contendo uma rainha e uma fração das operárias da colônia parental. Entende-se portanto, que na enxameação reprodutiva, a rainha velha deixa a colmeia com parte das abelhas adultas, formando um novo enxame, e na colônia de origem, uma nova rainha é produzida, oriunda das larvas que a rainha velha pôs antes de enxamear.

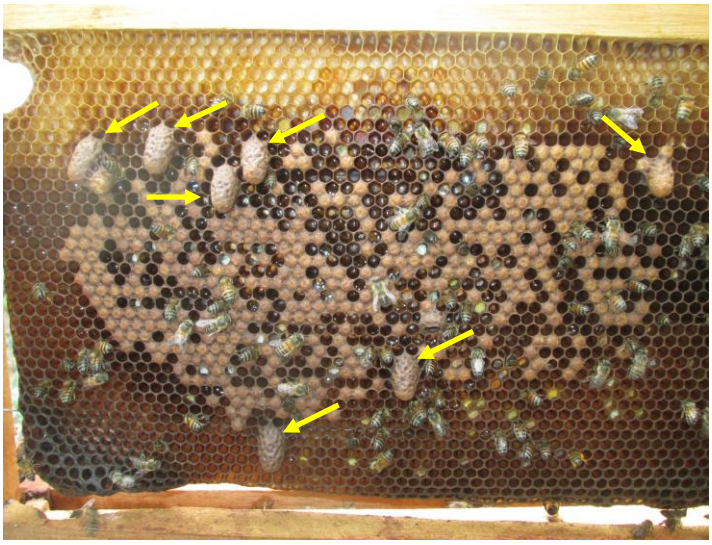


Figura 17 – Realeiras observadas no quadro de cria de uma colmeia do apiário experimental do Departamento de Zootecnia - UFRPE

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

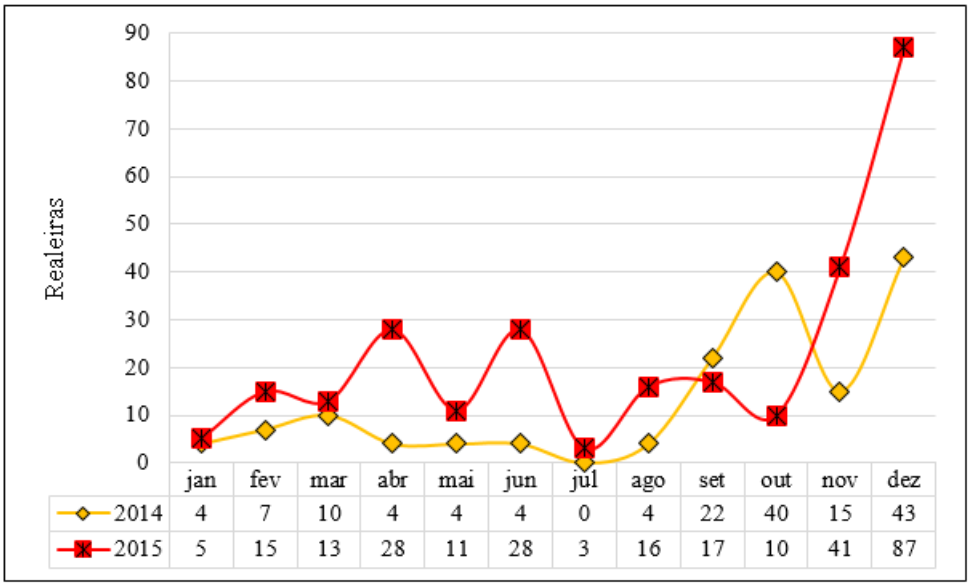


Gráfico 5 – Realeiras observadas nos doze meses dos anos 2014 e 2015

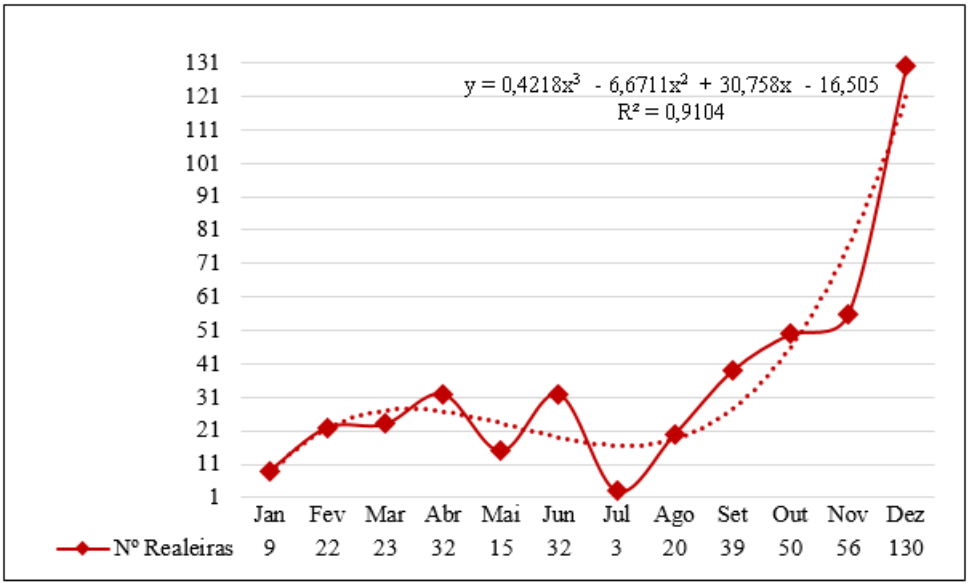


Gráfico 6 – Realeiras observadas no período de janeiro de 2014 a dezembro de 2015 e linha tracejada estimando a tendência de frequência de realeiras nos doze meses do ano

Toledo et al. (2012), verificando a produção de realeiras construídas naturalmente nas colônias ao longo do ano, verificaram que a produção de realeiras ocorreu em todas as colmeias, independente do seu estado, população, presença ou não da rainha, de alimento, e concluiram que a presença de rainha na colônia, não inibiu a construção de realeiras, tanto em épocas de abundância de alimento como de escassez.

Nesse trabalho observou-se a produção de realeiras em todos os meses do ano, com exceção no mês de julho que apresentou apenas 3 realeiras em 2015, sendo a média anual no ano de 2014 de 13 realeiras e em 2015 de 23 realeiras, com produção máxima em ambos os anos no mês de dezembro, totalizando 130 realeiras (Gráfico 5). Para controlar a enxameação, quando a colônia não estava órfã (devido a substituição natural), as realeiras eram destruídas, assim como foram substituídos os quadros com cera velha no ninho por quadros com cera alveolada nova e adicionado melgueiras, dando espaço para que as colônias crescessem, evitando assim a enxameação reprodutiva. De acordo com Seeley (2006), o manejo nas colmeias elimina um dos principais estímulos para a enxameação que é o congestionamento de abelhas dentro do ninho, e uma grande disponibilidade de favo vazio nas colmeias cria um estímulo poderoso para as abelhas acumularem mel (RINDERER; BAXTER, 1978; RINDERER, 1982).

Observou-se nas colmeias CRS1, C3, C7c, C8c, CRS9, C12b, C13b, C21.1a, e C24.1a (Tabela 1), que durante o processo de substituição natural das rainhas, ocorreu algum

problema no nascimento da nova rainha, tornando essas colônias órfãs. Foi verificado nas colônias C3 e C12b, que por estarem sem rainha, os ovários das operárias foram ativados, tornando - as colônias zanganeiras. De acordo com Gonçalves (2004b, 2009), se houver problemas na substituição natural de rainhas, o enxame pode ser enfraquecido e até extinto por falta de rainha.

Foram registrados perdas por enxameação por abandono das colônias C6c, C10c, C21 e C30b (Tabela 2) no período das chuvas contínuas, que coincide com o período de escassez de alimento na natureza, o que corresponde a 4% do total de colônias analizadas, inclusive a colônia C21 que enxameou em outubro de 2014, época que ocorreu um grande volume atípico de chuvas intensas (Gráfico 1). Essa taxa de perdas por enxameação considera-se baixa, quando comparada com os resultados obtidos pelos apicultores da região que registram perdas de 40% a 90% dos seus enxames todos os anos no período chuvoso. Supõe-se que o que proporcionou essa baixa taxa de enxameação por abandono está relacionado ao manejo praticado, pois a partir do mês de maio quando não havia mais reservas de alimento nas colmeias eram administrados semanalmente 500 mL de xarope de água com açúcar (na proporção 1:1) e 50 g da ração em pasta para cada colmeia em alimentadores individuais. Verificou-se que a alimentação artificial fornecida apresentava boa palatabilidade e aceitabilidade pelas abelhas, por só apresentar sobras no início de setembro, com a chegada das primeiras floradas na região.

De acordo com Andriguetto et al. (1981), um alimento possui certo teor de água, constituintes orgânicos e minerais, sendo os dois últimos contidos na chamada matéria seca. O teor de água e matéria seca de um alimento pode variar de 5% a 95%, sendo o valor nutritivo de um alimento dependente do teor de matéria seca, que é a fração do alimento, excluída a sua umidade natural, e onde estão contidos os nutrientes (carboidratos, proteínas, minerais, etc). A determinação da matéria seca tem grande importância na nutrição animal, pois está relacionada com a capacidade de consumo dos alimentos pelos animais.

Na tabela 3, apresenta-se as proporções dos ingredientes da ração em pasta fornecida para as abelhas no período de entressafra, bem como os resultados da análise bromatológica, por meio do qual foi possível verificar a composição nutricional da ração.

Tabela 3 – Percentual de ingredientes e composição nutricional da ração em pasta fornecida para as abelhas no apiário experimental AEDZ/UFRPE

Item	**Percentual (%)**
Milho	9,12
Soja	9,12
Trigo	9,12
Açúcar	54,75
Mel	14,24
Água	3,65
	Composição Nutricional
Matéria Seca (%)	88,09
Matéria Mineral	2,16
Proteína Bruta	1,72
FDN	11,54
FDA	3,31
Gordura	9,04

Legenda: FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido.

O bom resultado da administração da dieta no período chuvoso, que coincide com o período de entressafra, conclui-se pela baixa perda de enxames, pelo aumento na postura da rainha a partir da utilização do alimento proteico, e a viabilidade econômica, uma vez que os custos com os alimentos por colmeia, durante o período de entressafra, ter sido estimado em R$ 3,75 com alimentação energética e R$ 3,06 com a ração em pasta.

Brodschneider e Crailsheim (2010), indicam que onde não é possível uma dieta rica natural é recomendado a suplementação alimentar, mesmo se elas não apresentam a mesma qualidade do pólen natural, porque as dietas podem fornecer muitos nutrientes essenciais. A deficiência de nutrientes na dieta das abelhas compromete o desenvolvimento, manutenção e reprodução das colônias, além de reduzir o tempo de vida destes insetos e favorecer o estresse e o aparecimento de doenças (STANDIFER et al., 1977; SANFORD, 1996).

No período chuvoso, observou-se outro problema que levou à extinção de alguns enxames, que foi a não fecundação de rainhas selecionadas introduzidas nas colônias CRS3, CRS11, CRS12, CRS23 e CRS28, o que também ocorreu na substituição natural da rainha da colmeia C5d (Tabela 2), bem como uma longevidade média das rainhas que emergiram nesse período (4,5 ± 1,9 meses) menor em relação às rainhas emergidas nos meses do período seco, que apresentaram longevidade média de 6,6 ± 3,0 meses. O período chuvoso, por si já é um empecilho para o sucesso na fecundação natural da rainha. Além do mais, observou-se que entre os meses de maio a agosto, a presença de zangão nas colmeias é mínima, chegando a

inexistência, por consequência da grande escassez de néctar e pólen na natureza nessa época do ano, o que prejudica o desenvolvimento da colônia devido a falta de zangão para fecundar as rainhas. Segundo Ramos e Carvalho (2007), durante o período de escassez de alimento, as operárias costumam expulsar ou matar os zangões.

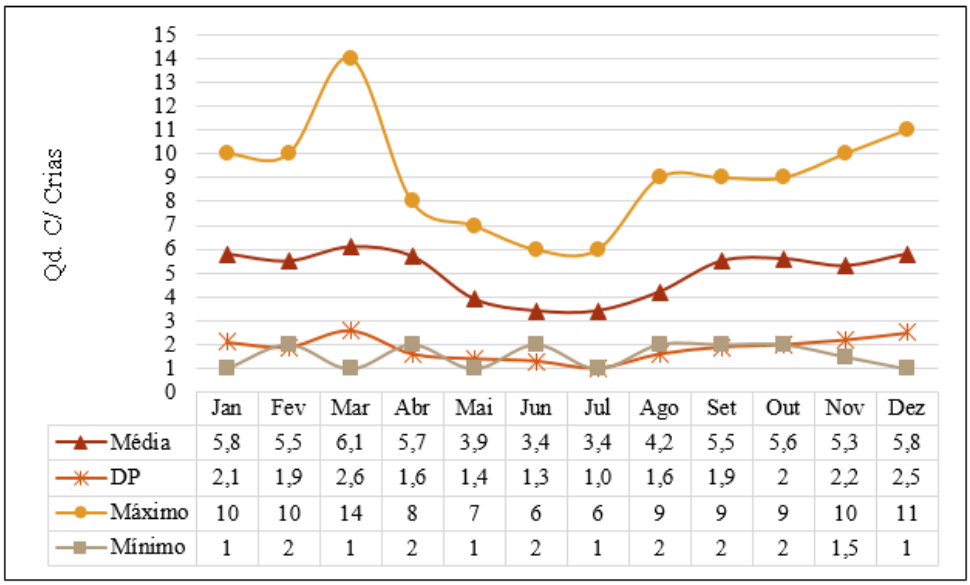
Quanto às perdas de enxames no período seco, as causas principais foram inimigo natural como à traça e as formigas predadoras generalistas. As colmeias perdidas por causa de traça foram as C17 e C29, já as que foram extinta por ataque de formigas predadoras foram as colmeias C23 e C24.

5.3 Desenvolvimento da colônia e postura da rainha

Analisando as colônias do AEDZ/UFRPE durante os 24 meses de experimento, observou-se uma forte correlação positiva significativa entre o número de quadros com crias e a temperatura (r = 0,79 e P = 0,0021) e correlação negativa significativa com a umidade relativa (r = -0,77 e P = 0,0034). Nesse sentido, a medida que a temperatura aumenta e a umidade diminui, maior é a intensidade de ovoposição da rainha, consequentemente aumenta o número de quadros com crias.

Interpretando os dados do gráfico 7, é possível determinar que as rainhas realizam postura todos os meses do ano, ocorrendo a redução na média do número de quadros com cria apenas nos meses de maio, junho, julho e agosto, que correspondem ao período de chuvas contínuas, o que foi comprovado na análise de correlação entre o número de quadros com cria e o índice pluviométrico, que apresentou significativa correlação negativa (r = -0,66 e P = 0,01), comportando - se essas variáveis em sentidos opostos, constatando-se que, à medida que ocorre aumento do volume de chuvas, diminui a postura da rainha, por sua vez diminui o número de quadros com cria. Assim, as condições climáticas da região do litoral e zona da mata Pernambucano estimulam as rainhas a realizarem postura o ano inteiro, diminuindo a intensidade de ovoposição no período das chuvas.

Segundo Machado (2013), o estado de desenvolvimento da colônia está associado às condições ambientais, pois a queda de temperatura e a escassez de recursos alimentares na natureza, reduz a área de cria e alimento, o qual é refletido na tamanho populacional da colônia, afirmação que é corroborada com os resultados da presente pesquisa.



	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Média	5,8	5,5	6,1	5,7	3,9	3,4	3,4	4,2	5,5	5,6	5,3	5,8
DP	2,1	1,9	2,6	1,6	1,4	1,3	1,0	1,6	1,9	2	2,2	2,5
Máximo	10	10	14	8	7	6	6	9	9	9	10	11
Mínimo	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	1,5	1

Gráfico 7 – Média, desvio padrão (DP), valores máximo e mínimo mensal do número de quadros com crias observado nas colônias no período de janeiro/2014 a dezembro/2015

Infere-se assim, que as abelhas africanizadas encontraram no clima de Recife - PE, as condições ideais de adaptação para não haver interrupção de postura em nenhum mês do ano, havendo atividade de ovoposição ao longo do ano com exceção dos meses de maio a agosto quando ocorre um menor desgaste das rainhas.

Observou-se também, variação no número de quadros com cria por colônia, nas mesmas condições e ambiente, o que demonstra alta variabilidade na qualidade genética desses enxames, que apesar de terem sido doados por apicultores, tiveram sua origem inicial de capturas na natureza. Confirma-se essa variação analisando o gráfico 7, onde verificou-se que no meses de maio, junho e julho, haviam no apiário experimental colônias apresentando 7, 6 e 6 quadros com cria, enquanto outras apresentavam 1, 2 e 1 quadros com cria nos respectivos meses, o que comprova a alta variabilidade de quadros de cria tanto no período de chuvas como de seca.

Moretti (2014), analisando a dinâmica populacional em populações de abelhas africanizadas no Nordeste brasileiro, verificou por meio de análise molecular, uma alta variabilidade genética (11 haplótipos) e que essas abelhas estão sob influência ambiental e antrópica, o que tem resultado em altos níveis gênico e miscigenação de haplótipos.

Francoy (2007), avaliando a variabilidade genético-morfológica em populações de abelhas *Apis mellifera* brasileiras, observou um gradiente de variação de tamanho, sendo que as abelhas do Sul são significativamente maiores do que as do Norte e Nordeste do país, sendo que essas diferenças de tamanho podem refletir diferentes graus de mistura das populações ancestrais e também fatores ecológicos e ambientais.

Os resultados desta pesquisa, fortalecem a proposição de que o melhoramento genético de abelhas *Apis mellifera* é uma ferramenta essencial para o sucesso e desenvolvimento da indústria apícola.

Aplicando - se uma regressão quadrática entre o número de quadro médios de cria e os meses dos anos 2014 e 2015, verificou-se que existe correlação positiva significativa (R^2 = 0,51 > *p*-value = 0,04; CV = 15,40) entre o número de quadros com crias em relação ao meses do ano, por meio do qual foi possível obtermos o modelo $Y = 7,081 – 0,851X + 0,064X^2$ permitindo assim prever a variação anual do comportamento de postura da rainha, ou seja, a média de quadros com crias nas colmeias no decorrer dos 12 meses do ano (Gráfico 8).

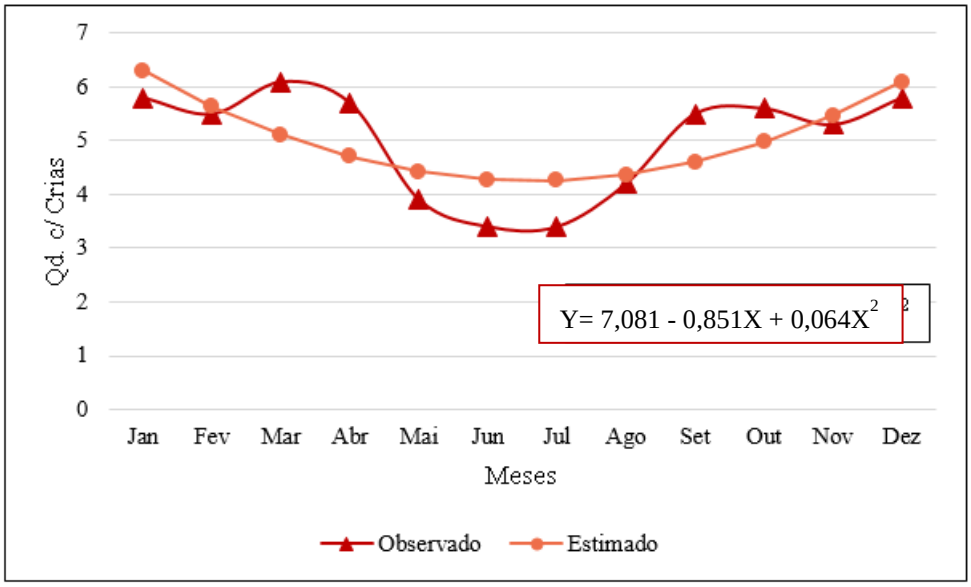


Gráfico 8 – Médias mensais de quadros com crias observados no período de janeiro/2014 a dezembro/2015 e valores médios estimados pelo modelo de regressão

No ciclo reprodutivo normal de uma colônia de abelhas africanizadas, uma rainha leva 15 dias para nascer, após emergir leva de 6 a 7 dias para atingir maturidade sexual. Após emergir ela ocupa de 2 a 3 dias para o vôo de orientação e nupcial, e de 5 a 7 dias para início das posturas se for fecundada. Ao final de todas essas etapas, têm-se passado um tempo aproximado de 25 a 30 dias, ou seja, praticamente 1 mês sem postura da nova rainha na colônia. Assim, conhecendo - se o ciclo reprodutivo de cada colônia e da situação das colônias do apiário, é possível colaborar com à atividade apícola da região para que haja adequação no manejo, principalmente quanto a produção de rainhas selecionadas, o que proporcionará redução dos prejuízos para o apicultor e um melhor controle de suas colônias para o período de entrada de néctar e pólen.

Sabe – se que poucas colmeias fortes quanto ao tamanho da população, produzem muito mais que muitas colmeias fracas. Uma alimentação adequada e em especial na entressafra estimula o aumento populacional e o aumento da atividade forrageadora. Duay (1996), comprovou essa afirmação testando o efeito da alimentação pelo número de semanas antes da florada e observou que a colônia que não recebeu alimentação antes da florada teve uma produção média de 13 Kg de mel, e a colônia que foi alimentada 7 semanas antes da florada teve uma produção média de 57 Kg de mel, o que representa um aumento de 438,5% na produção da colmeia.

E Cale (1967), afirma que um fator correlacionado à produção de mel é a taxa de ovoposição da rainha e Woyke (1984), constatou que a produção de mel está correlacionada significativamente com a população total da colônia.

5.4 Monitoramento interno da colônia

O monitoramento interno de 34 colônias do projeto foi feito mediante mapeamento, durante quatro meses entre 25/11/2014 a 27/03/2015, dos quadros contendo ovos, crias abertas, crias operculadas, mel desoperculado, mel operculado e pólen. Os resultados estão contidos na tabela 4.

Tabela 4 - Dados do mapeamento em %, referente as áreas ocupadas por ovo, cria aberta (Cab), cria operculada (Cop), mel desoperculado (Nab), mel operculado (Nop) e pólen (Pol) no período de 25/11/2015 a 27/03/15

Nº Colmeia	Ovo	Cab	Cop	Nab	Nop	Pol
C1b	16,0	13,0	45,0	0,0	0,0	4,0
C2	25,0	6,0	32,0	15,0	13,0	3,0
C3.1ª	12,0	13,0	25,0	9,0	11,0	1,0
C4	28,0	16,0	26,0	7,0	7,0	11,0
C4b	17,0	13,0	35,0	3,0	0,0	9,0
C5b	48,0	11,0	27,0	8,0	8,0	8,0
C5c	36,0	6,0	10,0	4,0	9,0	6,0
C6b	11,0	4,0	18,0	3,0	5,0	22,0
C7b	19,0	4,0	32,0	13,0	9,0	3,0
C8b	32,0	12,0	34,0	10,0	10,0	7,0
C8c	15,0	11,0	31,0	9,0	10,0	8,0
C10b	21,0	5,0	36,0	12,0	7,0	5,0
C11b	11,0	11,0	27,0	8,0	6,0	16,0
C12b	17,0	10,0	32,0	6,0	12,0	4,0
C13	25,0	7,0	25,0	10,0	6,0	9,0
C14	49,0	2,0	48,0	13,0	0,0	2,0
C14b	5,0	2,0	50,0	3,0	16,0	2,0
C15b	9,0	12,0	34,0	5,0	0,0	16,0
C16	16,0	6,0	43,0	18,0	0,0	0,0
C16b	3,0	7,0	40,0	7,0	4,0	0,0
C17.1a	15,0	6,0	23,0	12,0	13,0	2,0
C18b	21,0	6,0	38,0	5,0	2,0	4,0
C19b	18,0	7,0	32,0	7,0	7,0	7,0
C20	20,0	4,0	27,0	8,0	9,0	11,0
C21.1a	10,0	10,0	30,0	11,0	12,0	4,0
C22	22,0	8,0	31,0	13,0	15,0	14,0
C23.1a	11,0	1,0	28,0	2,0	11,0	0,0
C24.1a	7,0	8,0	29,0	3,0	4,0	3,0
C25b	5,0	19,0	16,0	9,0	5,0	5,0
C26b	7,0	8,0	31,0	13,0	16,0	3,0
C27b	17,0	7,0	36,0	13,0	9,0	4,0
C28b	15,0	13,0	36,0	2,0	21,0	6,0
C30	19,0	13,0	40,0	13,0	16,0	3,0
C30b	10,0	2,0	46,0	5,0	7,0	4,0
Média Total	18,0	8,3	32,1	8,2	8,2	6,1
DP	11,1	5,8	8,8	4,4	5,4	5,1
Máximo	49	19,0	50,0	18,0	21,0	22,0
Minimo	3,0	1,0	10,0	0,0	0,0	0,0
Mediana	16,5	7,5	32,0	8,0	8,5	4,0

A presença de cria aberta (Cab) e cria operculada (Cop) foi observada em todas as colmeias e em todos os mapeamentos (Figura 18), registrando – se uma média de 8,5% para crias abertas e 32% para crias operculadas. Já as variáveis mel operculado (Nop) e pólen (Pol), foram ausentes nos mapeamentos dos quadros das colmeias C1b, C4b, C14, C15b, C16 e C16, C16b e C23.1a respectivamente, o que representa 23,5% das colônias testadas, demonstrando que nessas colônias os quadros do centro do ninho eram exclusivo para a postura da rainha (Figura 19), sendo o estoque desses alimentos feito nos quadros laterais da colmeia. Nas demais colônias observamos estoque de alimento entre as crias (Figura 20).

De acordo com Sombra (2013), a característica de ovoposição da rainha está diretamente relacionada com a sua fisiologia e se a rainha não conseguir desempenhar bem o seu papel de postura, outras características da colônia poderão ser influenciadas, uma vez que o desenvolvimento de uma colônia segue uma ordem cronológica de ações das operárias.

Figura 18 - Mapeamento do quadro do centro do ninho da colmeia C19, contendo crias aberta e operculada

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2014)

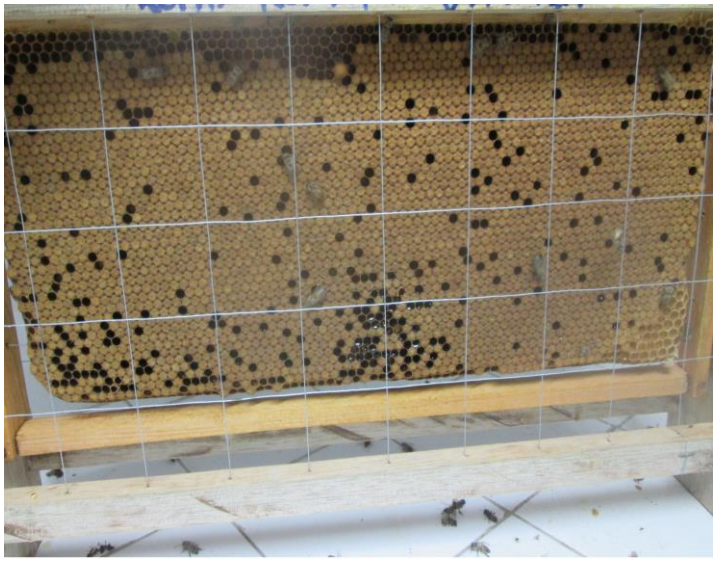


Figura 19 - Mapeamento do quadro do centro do ninho da colmeia C14 contendo crias operculada

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2014)

Figura 20 - Mapeamento do quadro do centro do ninho da colmeia C15b contendo crias aberta e operculada, néctar aberto e operculado, e pólen

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2014)

O monitoramento interno da colônia é importante para se mensurar o desenvolvimento do enxame e nesta pesquisa comparou-se as médias do mapeamento interno das colônias classificadas como colônias com rainha selecionada (RS) com as colônias com rainha não selecionada (NS) e o desempenho de postura das rainhas classificadas como higiênicas (H), não higiênicas (NH) e intermediárias (INT).

Ao submeter-se os dados das colônias RS e NS a análise de variância, não observou-se diferenças estatísticamente significativas (Tabela 5) o que pode ter sido influenciado pelo elevado coeficiente de variação e pela alta variabilidade genética das colônias, o que foi verificado também na diferença quanto ao número absoluto total de quadros com cria por colmeia (Gráfico 7). Resultados semelhantes obteve-se com os dados das colônias classificadas como higiênicas (H), não higiênicas (NH) e intermediárias (INT), exceto no teste F para a variável Cop que observou-se significância e diferenças estatísticas para a variável Cab somente entre as colônias NH e INT na comparação das médias pelo teste de Tukey 5% (Tabela 6).

Tabela 5 - Resumo da análise de variância e da comparação das médias de postura de rainhas das colônias classificadas como colônias com rainha selecionada (RS) e colônias com rainha não selecionada (NS)

Variável Dependente	**F Value**	**Pr > F**	**Média Geral e DP**	**CV%**	**Médias**	
					RS	**NS**
Ovo	1,13	0,2963	18,00±10,80	59,92	14,14a	19,00a
Cab	0,37	0,5453	8,32±4,30	52,21	7,42a	8,55a
Cop	3,02	0,0919	32,14±8,79	26,55	37,14a	30,85a
Nab	1,02	0,4204	8,20±4,38	53,46	6,71a	8,59a
Nop	1,13	0,2951	8,23±5,33	64,61	10,14a	7,74a
Pol	1,08	0,3068	6,05±5,07	83,65	4,28a	6,51a

*Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0.05$).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância e da comparação das médias de postura de rainhas das colônias classificadas como higiênicas (H), não higiênicas (NH) e intermediárias (INT)

Variável Dependente	F Value	Pr > F	Média Geral e DP	CV%	Médias		
					H	NH	INT
Ovo	1,01	0,3752	17,28±9,65	55,83	16,09a	15,50a	21,85a
Cab	2,45	0,1038	8,37±4,34	49,61	8,61ab	11,50a	5,85b
Cop	3,70	0,0370*	32,75±8,63	24,34	35,52a	27,75a	27,28a
Nab	0,35	0,7051	8,37±4,42	53,99	8,85a	7,25a	7,57a
Nop	0,25	0,7825	8,34±5,46	67,19	8,61a	6,5a	8,57a
Pol	0,03	0,9707	5,50±4,33	81,36	5,38a	5,50a	5,85a

*Médias seguidas por letras minúsculas iguais na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0.05$).

Huang (2012), realizando estudos de laboratório administrando uma dieta pobre em pólen para abelhas presas em gaiolas, observou que a má nutrição pela carência de pólen, levou a uma redução da resistência das abelhas operárias ao microsporídio *Nosema apis*, um aumento da sensibilidade das abelhas aos pesticidas e um aumento na titulação de vírus. Ou seja, uma nutrição adequada de proteínas garante o desenvolvimento de colônias de abelhas saudáveis (BRODSCHNEIDER; CRAILSHEIM, 2010).

Li et al. (2014), testando em colônias de abelhas melíferas três grupos de concentração de proteína, observou que a longevidade da abelha adulta é fortemente dependente da quantidade de proteína disponível na dieta das larvas.

De acordo com Sombra (2013), o desenvolvimento das colônias no semiárido está associado às condições ambientais por estas estarem frequentemente sob a influência de intempéries como a seca, aumento da temperatura e consequentemente a escassez de recursos alimentares na natureza. Tais intempéries ocasionam uma redução nas áreas de cria e alimento, influenciando no desenvolvimento interno da colônia, o qual é refletido na redução do tamanho populacional da colônia.

5.5 Comportamento higiênico (CH)

Foi estabelecido o critério de considerar como higiênicas nesse trabalho as colônias com valores de CH ≥ 80% e abaixo desse valor seriam considerados de valores intermediários até 50% e não higiênica abaixo de 50%.

No período de 26/03/14 a 27/03/15 foram realizados 9 testes de comportamento higiênico (CH) em 51 colônias do projeto. Verificou-se que 67% das colônias testadas ou seja, 34 colmeias apresentaram alto grau de comportamento higiênico, com média geral do CH 93,9 ± 5,2 valor máximo de limpeza 100% e mínimo 85%; 23% foram intermediárias e aproximadamente 10% não higiênicas (Tabela 7).

Observou-se que as colônias C3.1a, C4, C7b, C8c, C10b, C11b, C12b, C13b, C14, C15b, C15c, C16b, C17.1a, C27c, C28b e C30b, apresentaram alto grau de comportamento higiênico, atingindo um percentual de remoção das pupas mortas entre 95,1 a 100%, com 24 horas após a perfuração (Figura 21). Apenas as colônias C8b, C19b, C24, C25 e C29 apresentaram um percentual de remoção das pupas mortas abaixo de 50%, com média geral do CH 34,18 ± 16,84, valor máximo de limpeza 47,5% e mínimo 10,1% e foram consideradas não higiênicas (Tabela 7, Figura 22).

A importância do comportamento higiênico das abelhas como um mecanismo de resistência a doenças é apoiado por vários estudos onde as crias são artificialmente infectadas ou a infecção natural é analisada (GILLIAM et al. 1988; SPIVAK; GILLIAM, 1993; SPIVAK; REUTER 1998; INVERNIZZI, 2001). Segundo Invernizzi et al. (2011), as colônias de abelhas que expressam um comportamento higiênico eficiente tem uma maior probabilidade de controle de doenças e a vantagem das colônias higiênicas, está na detecção e remoção rápida das larvas doentes ou mortas.

De acordo com Gramacho e Spivak (2003), o início do comportamento higiênico depende da sensibilidade olfativa da abelha e da intensidade do estímulo anormal nas crias. Isso se deve ao fato das abelhas mortas sofrerem uma alteração imediata no odor, ganhando ou perdendo alguma sensibilidade olfativa 15 minutos após a morte, sendo elas reconhecidas e removidas pronta e imediatamente (SEELEY, 2006).

A sensibilidade olfativa diferencial e a capacidade de resposta das abelhas higiênicas, podem levar a compartimentação do comportamento higiênico em desoperculação e remoção das crias doentes (ROTHENBULHER, 1964a,b). O comportamento higiênico também está relacionado as causas ambientais (RINDERER, 1986).

Tabela 7 – Médias, desvio padrão (DP), valores máximo e mínimo dos testes de comportamento higiênico (CH) em colônias higiênicas com valores CH ≥ 80%, intermediárias menor de 80% até 50%, e não higiênicas abaixo de 50%

	Higiênicas		**Intermediárias**		**Não Higiênicas**
Colmeia	**Média ± DP**	**Colmeia**	**Média ± DP**	**Colmeia**	**Média ± DP**
C1	84,8 ± 15,3	C2	70,1 ± 32,5	C8b	44,2 ± 23,3
C1b	90,1 ± 8,8	C5c	50,5 ± 45,1	C19b	46,3 ± 37,8
C3.1a	96,8 ± 2,8	C6	75 ± 17,5	C24	10,1 ± 0
C4	98,6 ± 2,4	C8c	75,5 ± 48,9	C25	47,5 ± 0
C4b	92,3 ± 4,5	C11	76,4 ± 39,1	C29	22,8 ± 0
C5	85,7 ± 0,3	C13	67,7 ± 42,2		
C7	87,9 ± 17,2	C18b	71,8 ± 32,6		
C7b	99,7 ± 0,6	C20	52,6 ± 44,6		
C8	95,5 ± 0	C20b	57,3 ± 0		
C9	92,3 ± 0	C23.1a	76,8 ± 0		
C10b	96 ± 0	C27	56,6 ± 40,7		
C11b	95,9 ± 3,7	C28	78,3 ± 0		
C12	89 ± 5,6				
C12b	99,2 ± 1,2				
C13b	100 ± 0				
C14	100 ± 0				
C14b	88,8 ± 9,8				
C15b	95,1 ± 6,9				
C15c	97,6 ± 0				
C16	100 ± 0				
C16b	100 ± 0				
C17.1a	100 ± 0				
C18	93,2 ± 0				
C19	84,6 ± 0				
C21.1a	89,6 ± 14,7				
C22	88,5 ± 11,8				
C22b	86,5 ± 0				
C24.1a	94,7 ± 7,5				
C26b	88,3 ± 23,4				
C27b	88,5 ± 19,9				
C27c	100 ± 0				
C28b	99,4 ± 1,1				
C30	93,1 ± 2,1				
C30b	99,3 ± 1,3				
Média Geral	93,9		67,4		34,18
DP	5,2		10,3		16,84
Máximo	100		78,3		47,5
Mínimo	85		50,5		10,1

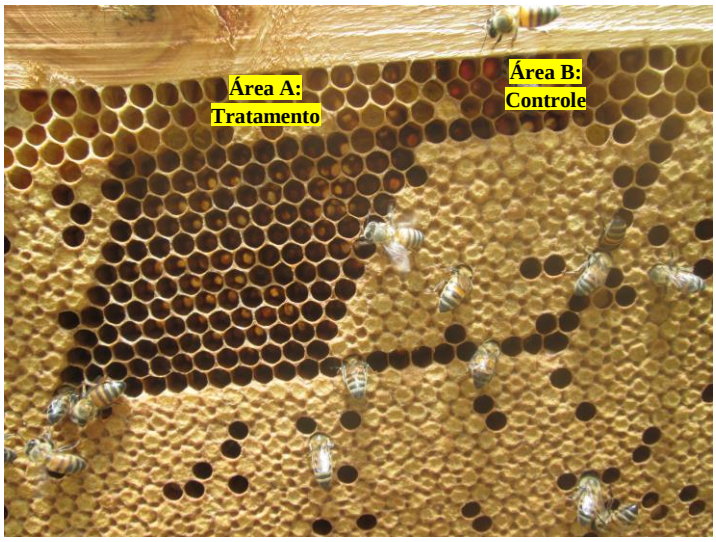


Figura 21 – Resultado do teste de CH na colmeia C10b - colônia higiênica, obtido 24 horas após realização do teste. À esquerda: área de tratamento onde as células foram perfuradas e as crias mortas removidas totalmente. À direita: área do controle onde as células permaneceram intactas

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

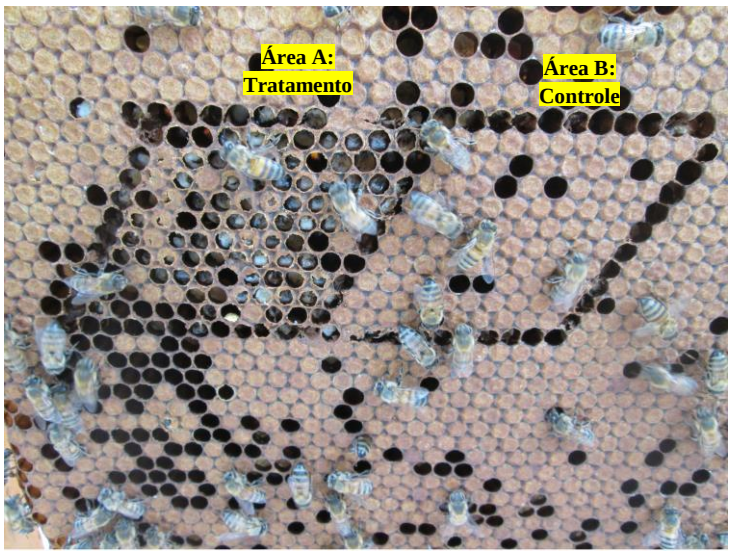


Figura 22 – Resultado do teste de CH na colmeia C24 - colônia não higiênica, obtido 24 horas após realização do teste. À esquerda: área de tratamento onde observa-se desoperculação e remoção parcial das crias mortas. À direita: área do controle onde as células permaneceram intactas

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2014)

Normalmente, as abelhas detectam a presença de ácaros no interior das células operculada de tal forma que o comportamento higiênico delas é utilizado para a remoção dos ácaros.

Observou-se nos testes realizados nos dias 07/10/2014 e 06/01/2015, a presença do ácaro *Varroa* no quadro teste das colmeias C1b, C2, C11b e C12 (Figura 23). Com os resultados obtidos nas análises laboratorial realizados para avaliar a taxa de infestação com ácaro *Varroa destructor* nas abelhas adultas, observou-se que o percentual médio de infestação teve uma média de 2,92% ± 2,02%, apresentando essas colônias nível baixo de varroatose.

Nas análises para verificarmos o grau de infecção com *Nosema* nas colônias do apiário experimental DZ/UFRPE, os resultados obtidos demonstraram que a intensidade de infecção por esporos de *Nosema* em 62,5% das colmeias não apresentaram nosemose, 12,5% das colmeias apresentaram nível muito leve e 25% nível leve. Concluindo-se que essa intensidade de infecção por *Nosema*, que variaram de nível de intensidade, se dá principalmente devido a maior tolerância das abelhas africanizadas a ocorrência de doenças.

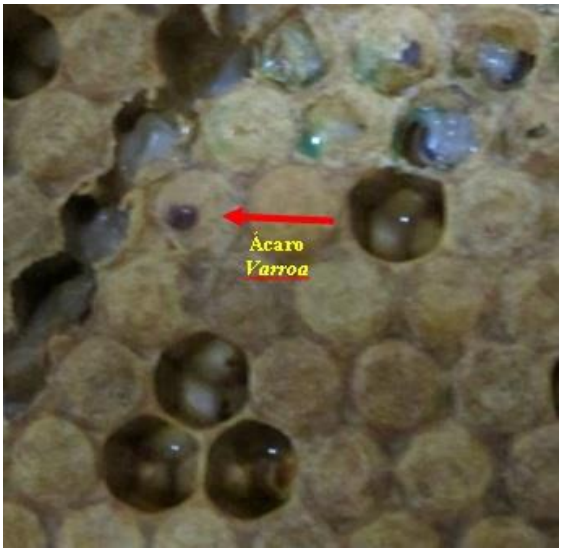


Figura 23 – Presença do ácaro *Varroa destructor* no quadro teste CH da colmeia C12

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

Nas coletas de dados realizadas nos dias 10/02/2015, 24/02/2015 e 27/03/2015, verificou-se a presença de uma nova doença nas larvas das colmeias C1b, C5c, C6b, C8c, C18b, C19b, C21.1a, C23.1a e C24.1a (Figuras 24a e 24b). A quantidade de larvas doentes nessas colmeias variavam de intensa à discreta infestação. Infelizmente não foi possível

identificar às causas ou agente causador dessa doença. As amostras encaminhadas ao laboratório de apicultura da UFERSA para as análises patológicas não foram suficientes para a identificação quanto as causas e como as colônias se recuperaram nos meses seguintes não foi possível o esclarecimento do problema.

É importante mencionar que não foram perdidas nenhuma das colônias por causa da doença e na revisão realizada no dia 27/04/2015, pouco mais de dois meses depois do aparecimento da doença nas crias, verificou-se que nenhuma colmeia apresentava mais larvas doentes.

Verificou-se que não há correlação entre comportamento higiênico e produção de mel (r = 0,4 e P = 0,16), sendo que das nove colônias que apresentaram doença, somente as colônias C8c e C18b que apresentaram uma menor intensidade da doença estocaram mel (8,9 Kg e 22,4 Kg respectivamente).

Figura 24a – Alvado repleto de larvas doentes removidas pelas operárias da colmeia C1b

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

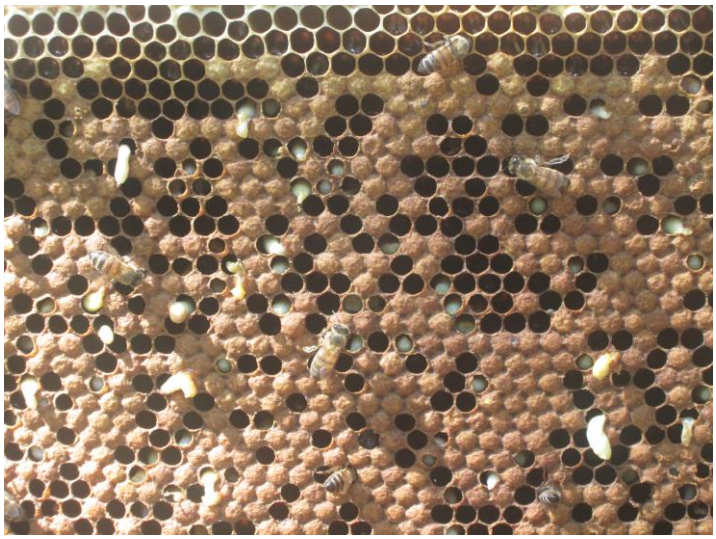


Figura 24b – Quadro com crias doentes da colmeia C1b

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

Um fato curioso observado em todas as colmeias acometidas pela doença, é que as rainhas passavam entre 3 a 4 semanas para voltar a pôr nos alvéolos onde haviam sido removidas as larvas doentes, bem como as operárias não estocavam alimento nesse espaço (Figura 25). Nesse período, a rainha não suspendia a postura, nem as operárias cessavam a estocagem de alimento nos demais favos da colmeia. Pereira et al. (2013), avaliando o comportamento higiênico utilizando dois tipos de favos (velho e novo), verificaram que a remoção das crias mortas em favo novo foi significativamente mais eficiente (mais rápido) do que para as crias nos favos velhos.

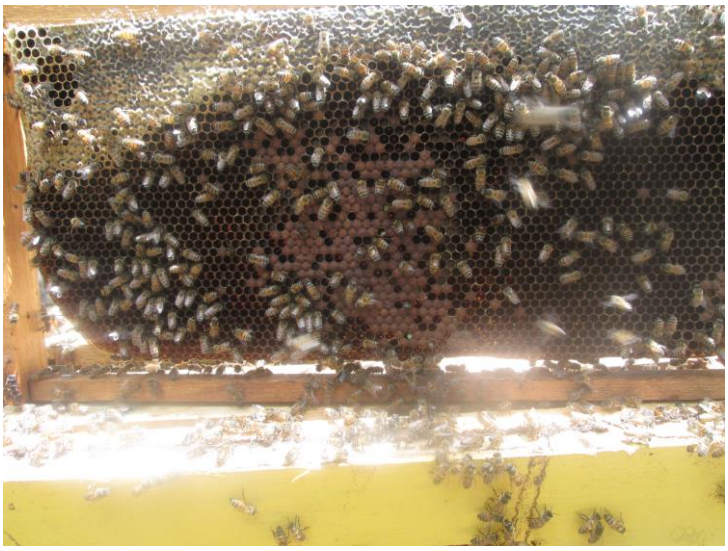


Figura 25 – Quadro da colmeia C1b com dezenas de alvéolos vazios após remoção das crias doentes

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

Analisando-se o comportamento das colônias no decorrer dos testes de comportamento higiênico (CH), observou-se que as colônias C2, C6, C7, C13, C20, C26b e C27b, que apresentavam alto grau de CH do 1º ao 3º testes realizados na mesma colônia, no período que a rainha estava velha, próximo a ser substituída, ocorria uma diminuição significativa em suas médias no teste de CH, passando estas a serem classificadas como menos higiênicas. As colônias C7, C26b e C27b, mesmo apresentando nos últimos testes que antecedia a substituição natural da rainha, uma diminuição no grau de CH (abaixo de 79%), elas ainda apresentaram média que as classificava como higiênicas devido ao alto percentual de limpeza nos teste anteriores.

O comportamento higiênico é comumente realizado por abelhas mais jovens. Bugalho (2009), avaliando o CH em três tipos de colônias ou seja, colônias constituídas por abelhas jovens, colônias com abelhas forrageiras (que são as abelhas mais velhas) e colônias padrão, observou que as colônias formada por abelhas jovens apresentaram o maior índice de comportamento higiênico e a colônia formada por abelhas forrageiras apresentaram o menor índice de CH. As colônias constituídas por abelhas mais velhas tem a capacidade de remanejar as atividades buscando a reorganização de tarefas no interior da colmeia, acarretado pelo déficit de operárias com outras idades.

5.6 Defensividade (DE)

Os mecanismos de defesa das abelhas contra os diversos tipos de predadores são os mais diversos e seus mecanismos são influenciados por fatores internos e externos. Cada subespécie de abelha possui características próprias moldadas pela ação da seleção natural, resultando em genótipos bem adaptados ao seu meio ambiente (MALERBO-SOUZA et al. 2002).

Durante todas as revisões realizadas de janeiro de 2014 a dezembro de 2015, registrou-se o comportamento defensivo das operárias de cada colmeia em relação a escala de defensividade e observou-se que as colmeias C13 e C20 apresentavam comportamento super defensivo; as colmeias C10b, C12b, C18b, C19 e C30 eram defensivas; e a colmeia C12 super mansa. Em dezembro de 2015, apenas 17% das colônias apresentavam comportamento agressivo, mas que reagiam bem a manipulação da fumaça tornando possível seu controle. As demais foram classificadas como mansas.

Brandeburgo et al. (1982), estudando a defensividade das abelhas africanizadas nas condições climáticas de Recife – PE e Ribeirão Preto – SP, confirmaram que os genes para o

comportamento defensivo não funcionam isoladamente, mas interagem com os fatores ambientais para produzir o fenótipo comportamental definitivo. Concluíram que, o comportamento agressivo das populações de abelhas africanizadas em ambas as regiões estudadas foi muito mais influenciado por fatores externos (condições climáticas) do que pela composição genotípica das abelhas.

Verificou-se que não há correlação entre a defensividade da colônia e o comportamento higiênico (r = 0,13 e P = 0,33), o que dá subsídios para seleção de colônias higiênicas independente do grau de defensividade ou agressividade. Seeley (2006), relata que são vários os dispositivos fisiológicos, morfológicos e comportamentais pelos quais as operárias protegem sua colônia da destruição, entre eles a remoção rápida de abelhas mortas para evitar que ao se acumularem nos ninhos, disseminem doenças e parasitas dentro das colônias. Em torno de 1% a 2% da população da colônia é especializada na tarefa de remover abelhas mortas (VISSCHER, 1983).

Os múltiplos recursos de defesa das abelhas refletem a realidade ecológica que elas enfrentam ou seja, as ferramentas que elas precisam para desarmar sua presa ou hospedeiro (JANZEN, 1981). Devido a extensiva caça ao mel pelos homens na África (CRANE, 1983) e as longas listas de predadores de abelha citados pelos apicultores africanos (FLETCHER, 1978), conclui-se que a depredação de colônias de abelhas foi historicamente de longe, mais intensa na África do que na Europa (SEELEY, 2006), o que pode justificar um comportamento mais agressivo das abelhas africanas em relação as europeias.

No Brasil, as abelhas do poli-híbrido africanizada vem passando pela ação da seleção natural, que tem moldado essa abelha com características comportamentais, produtivas, morfológicas e genéticas predominantes no parental africano (GONÇALVES, 1970; STORT, 1971; GONÇALVES; STORT, 1977; WINSTON et al., 1983; SEVERSON et al., 1988). De acordo com De Jong (1984) as abelhas africanizadas são as preferidas pelos apicultores brasileiros não só pelas suas características produtivas, mas também por sua característica defensiva que as protege de possíveis roubos ou saques.

Com a regularidade no manejo e coleta de dados das colmeias, foi possível observar também, que mesmo nas colmeias que não haviam substituído sua rainha, ocorriam mudanças temporárias no comportamento defensivo das operárias no período do intervalo entre as revisões. Esse fato pode ser corroborado pela hipótese de Martinho e Gonçalves (1984) que comprovaram experimentalmente que a migração dos espermatozoides e estoque do sêmen de cada zangão, ocorre em forma de “pacotes” na espermateca ou seja, o comportamento das abelhas pode ser explicado pela mudança dos genes dos espermatozoides que migraram da

espermateca para o oviduto em novo pacote, determinando novos fenótipos comportamentais. O sêmen dos vários zangões que a rainha acasala não se misturam na espermateca, permanecendo estocados separadamente em pacotes (TABER, 1955; MARTINHO 1979; KERR, et al., 1980; MARTINHO; GONÇALVES, 1984; ALMEIDA, 1985).

5.7 Produção de rainhas com base no índice de seleção (IS)

Das 89 colônias analisadas e que se originaram das 30 colmeias iniciais instaladas no início do projeto, foram estimados os valores de índice de seleção (IS) em 15 colmeias (Tabela 8), tomando – se por base o comportamento higiênico (CH), postura da rainha (PR), produção de mel (PM) e defensividade (DE) e com esses dados foi estimado o índice de seleção (IS) de 2,4 a 9,6.

Verificou-se que as colônias que apresentaram índice de seleção superior a 8,0 foram as colmeias C4b, C7b, C10b, C14b, C28c e C30b, as quais foram classificadas como colônias matrizes elite e apresentavam um alto grau de comportamento higiênico (Tabela 8). As demais colmeias todas tiveram IS entre 2,4 e 7,2.

Tabela 8 – Notas atribuídas às características comportamento higiênico (CH), postura da rainha (PR), produção de mel (PM) e defensividade (DE) e resultado do cálculo do índice de seleção (IS) para determinação das colmeias matrizes

Colmeia	CH	PR	PM	DE	**IS**
C3.1a	10	8	0	8	7,2
C4b	9	9	10	8	**9**
C7b	10	10	10	8	**9,6**
C10b	10	10	10	5	**9**
C12b	10	8	0	5	6,6
C13b	10	6	0	8	6,8
C14b	9	10	7	8	**8,6**
C15c	10	6	0	8	6,8
C16b	10	6	0	8	6,8
C20b	0	8	0	8	3,2
C22b	9	8	0	8	6,8
C25b	0	4	0	8	2,4
C26b	9	6	0	8	6,4
C28c	10	3	10	8	**8,2**
C30b	10	8	10	8	**9,2**

A partir da obtenção dos índices de seleção foram escolhidas apenas as colônias que apresentavam IS ≥ 8,0 para fazerem parte das colônias matrizes elite para fornecerem larvas para a produção de rainhas selecionadas a serem distribuídas aos apicultores. Assim, foram produzidas rainhas de 1ª geração filhas das matrizes selecionadas C7b, C10b, C14b, C30b e de 2ª e 3ª geração foram produzidas rainhas das matrizes CRS24 e CRS4b respectivamente filhas das rainhas C14b e CRS4. Observou-se uma boa aceitação das larvas chegando a produção de realeiras a 98% das larvas transferidas (Figura 26), com a taxa de nascimento de 95%, demonstrando que a técnica utilizada para produção de rainhas foi eficiente. Segundo Visscher (1986), a aceitação de larvas é maior que a de ovos e as abelhas preferem as cúpulas que estão no alto e na parte mais central do quadro.

Figura 26 – Quadro porta-cúpulas com realeiras operculada

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

Silveira-Neto (2011), utilizando o método Doolittle para produção de geléia real e rainhas *Apis mellifera* no Estado do Ceará, observou índices de aceitação de larvas de 71,8%. Pereira et al., (2010ab), nas condições climáticas de Mossoró - RN, testando diferentes volumes de solução de geléia real na aceitação das larvas para produção de abelhas rainhas e utilizando o método Doolittle para produção de geléia real, obtiveram uma média de 77,50% e 92,74% de aceitação das larvas respectivamente.

Foram realizadas transferências de larvas para produção de rainhas no mês de agosto pórem nenhuma realeira foi produzida, mesmo administrando dieta energética e proteica, o que nos leva a inferir que nesses meses chuvosos (de maio a agosto), não é viável a produção

ou a introdução de rainhas para fecundação natural na região do litoral e zona da mata de Pernambuco. Corbela (1981), relata que a precipitação pluviométrica é um dos fatores climáticos que mais atua na aceitação das larvas. O que também foi confirmado por Toledo; Mouro (2005), que observaram que a precipitação pluviométrica (mm) interferiu negativamente na aceitação de larvas, mesmo as colônias estando sendo suplementadas com dietas artificiais energética durante todo o período experimental.

Foram produzidas rainhas selecionadas de 1ª, 2ª e 3ª geração, das quais 20 rainhas foram introduzidas no apiário experimental AEDZ/UFRPE e 35 nos apiários dos apicultores parceiros localizados na área de zona da mata, mangue e zona canavieira, sendo distribuídas 27 rainhas de 1ª geração, 14 rainhas de 2ª geração e 14 rainhas de 3ª geração.

As 35 rainhas introduzidas nos apiários dos apicultores parceiros (Figura 27) foram todas fecundadas naturalmente (Figura 28), onde foram substituídas somente 50% das rainhas de cada apiário, preservando as que os apicultores classificavam como de boa produção. Já no apiário experimental AEDZ/UFRPE, das 20 rainhas introduzidas somente 14 foram fecundadas naturalmente. As seis rainhas que não foram fecundadas foram introduzidas nas colônias nos meses de maio, junho e julho, levando-se a verificar problemas na fecundação das rainhas nesses meses, principalmente nos últimos dois meses citados.

Figura 27 – A: Apicultor Sr. Israel Vasconcelos; B: Apicultor Sr. Edvaldo Gerônimo da Silva (Sr. Nino) recebendo as rainhas filhas das matrizes selecionadas para produção de mel

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

Figura 28 – Postura da rainha selecionada (filha da matriz C7b), introduzida no apiário localizado na área de mangue. De cima para baixo: 1º quadro com crias na fase de ovo; 2º quadro com crias na fase de larva; 3º quadro com crias na fase de pupa

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2015)

5.8 Produção de Mel (PM)

No primeiro ano de pesquisa desse trabalho constatou-se que apenas 46,7% das 30 colmeias iniciais instaladas no apiário experimental estocaram mel nas melgueiras. Como as colmeias estavam todas nas mesmas condições e eram oriundas dos apicultores colaboradores, atribuiu-se essa baixa quantidade de colônias produtoras a grande variabilidade genética desses enxames. Resultados semelhantes observou-se diretamente nos apiários dos apicultores, onde apenas aproximadamente 41% das colônias armazenaram mel em melgueiras. Esse resultado reflete a baixa produtividade dos apiários do litoral e zona da mata sul de Pernambuco, demonstrando que a produção de mel está subestimada nessa região e que os apiários não possuem colônias com material genético selecionado, havendo alta variabilidade no material genético estudado.

Pesando as melgueiras das colmeias dos apiários dos apicultores parceiros (AAP) utilizadas como controle, verificou-se que a média de produção deles é de 6,6±5,35 Kg/mel, com valores máximo de 13,8 Kg/mel e mínimo de 100g/mel (Tabela 9). Foram observadas a presença de colônias em que as abelhas operárias puxavam a cera da melgueira, mas não apresentavam aptidão para armazenar mel. Segundo Pegoraro (1997), não basta as colônias

possuírem somente equilíbrio na conversão de recursos alimentares em ovos-larvas e pupas, é necessário também que elas armazenem recursos alimentares, principalmente mel, pois sem essa característica a sua manutenção nos apiários provavelmente não será viável economicamente.

O processo de substituição de rainhas de colmeias com baixa produtividade por outras oriundas de um processo de seleção traz ao produtor um ganho final bastante significativo, agregando valores substanciais a sua renda familiar (ALVES-JÚNIOR, 2008).

Para acelerar o melhoramento genético, alguns autores sugerem a substituição de 25% das rainhas com os menores índices de produção, o que na prática resulta num aumento significativo de até 20%. Ainda, a substituição de mais de 25% das rainhas leva a um aumento na média da população (MARTINEZ; SOARES, 2012).

Outro fator que colabora com a baixa produtividade nos apiários de produção da região do litoral e zona da mata é a falta de manejo adequado, como por exemplo a ausência de substituição da cera velha no ninho, o que impossibilita a rainha de desempenhar todo seu potencial de postura e quando a colônia cresce, por falta de espaço ela enxameia ficando uma pequena população de abelhas aguardando o nascimento de uma nova rainha, o que afeta diretamente a produção de mel. A escassez de cera alveolada de qualidade, por não haver disponibilidade para comercialização na região e a falta de recursos dos apicultores para serem auto- sustentáveis é outro entrave enfretado pelos apicultores da região do litoral e zona da mata de Pernambuco.

Analisando a média de produção das colônias submetidas ao processo de seleção no apiário experimental AEDZ/UFRPE e com índice de seleção (IS) igual ou maior que 8,0 observou-se que a produção média dessas colônias foi de 12,3±6,98 Kg/mel, com valores máximo de 26 Kg/mel e mínimo 6 Kg/mel (Tabela 9). Já a produção das colônias do projeto, porém sem estimativa de índice de seleção (SES), apresentaram média de produção de 9,5±3,85 Kg/mel, com valores máximo de 16 Kg/mel e mínimo de 6 Kg/mel (Tabela 9).

Os resultados obtidos pelas colônias com IS ≥ 8,0 (média de 12,3 ± 6,98) foram 22,8% superiores às médias das colônias do projeto sem estimativa de IS (média 9,5 ± 3,85) e 46,34% superiores às médias das colônias dos apicultores parceiros (média 6,6 ± 5,35) o que demonstra a importância do programa de seleção aplicado nessa pesquisa (Tabela 9).

Manrique e Soares (2002), relatam que algumas colônias de abelhas *Apis mellifera* produzem mais que outras e esta característica tem componente genético oscilando devido à existência de variabilidade das abelhas africanizadas na produção de mel e dado o elevado nível de hibridização destas abelhas. Esta variabilidade na produção de mel foi constatada por

Duay (1996) no Brasil, tanto em abelhas africanizadas selecionadas quanto não selecionadas, com variabilidade de 0 a 153 kg para as selecionadas e 0 a 90,5 kg para as não selecionadas.

Tabela 9 – Produção média de mel em Kg/colmeia das colônias do AEDZ/UFRPE classificadas como A= colônias com índice de seleção IS ≥ 8,0; B = colônias sem estimativa de índice de seleção (SES); e C = colônias dos apiários dos apicultores parceiros (AAP)

A = Colônias com IS ≥ 80	**B = Colônias SES**	**C = Colônias AAP**
C4b = 10 Kg	C2 = 16 Kg	AAP 1 = 5,8
C7b = 12 Kg	C6 = 6 Kg	AAP 2 = 12,2
C10b = 10 Kg	C8c = 9 Kg	AAP 3 = 0,2
C14b = 6 Kg	C11b = 14 Kg	AAP 4 = 8,4
C28c = 26 Kg	C13 = 8 Kg	AAP 5 = 5,4
C30b = 10 Kg	C18b = 11 Kg	AAP 6 = 0,1
	C20 = 6 Kg	AAP 7 = 13,8
	C22 = 6 Kg	
Média ± DP = 12,3±6,98	**Média ± DP = 9,5±3,85**	**Média ± DP = 6,6±5,35**

A = 22,8% > B e 46,4% > C; B = 31% > C

Das 10 rainhas de 1ª geração introduzidas no apiário experimental AEDZ/UFRPE, somente a rainha da colmeia CRS24 permaneceu viva até a época de floração, estocando 13,4 Kg/mel na melgueira, demonstrando um grande potencial de produção. Guzmán-Novoa e Page Jr. (1999), após 5 anos de seleção em uma população de abelhas *Apis mellifera* L. localizada em uma área de colônias de abelhas africanizada no México, observaram que a produção de mel aumentou 15,9% nas colônias selecionadas, enquanto que em colônias não selecionadas, a produtividade diminuiu 34%. Já Garcia et al. (2013), selecionando colônias de abelhas *A. mellifera* africanizadas baseado nas produções de mel e própolis, observaram que as colônias que produziram mais na geração parental também tiveram uma maior produção de geração F_1.

Infelizmente, como todos os apicultores da Associação de Apicultores e Meliponicultores do Cabo Santo Agostinho – AAMC tem a apicultura como uma fonte de renda secundária, eles ficam impossibilitados de realizarem um manejo adequado, o que resultou na perda de enxames e de produção onde introduzimos as 35 rainhas selecionadas,

sendo as causas ataque de formiga, enxameação por abandono na época chuvosa e enxameação reprodutiva na época de floração, bem como as melgueiras terem ficado vazias por os apicultores terem utilizado cera não alveolada de baixa qualidade ou quantidade inadequada de cera (Figura 29ab), o que resultou em rejeição por parte das abelhas operárias. No apiário instalado na área de mata atlântica, um incêndio foi o grande responsável pelas perdas das colônias, o que ocasionou um prejuízo ainda maior para o apicultor. Nesse episódio, conseguiu-se salvar somente dois enxames que não haviam recebido rainha selecionada.

Figura 29ab – Quadros das melgueiras rejeitadas pelas abelhas operárias das colmeias dos apicultores parceiros. A: cera não alveolada; B: quantidade inadequada de cera

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2016)

Outro fator que desestimulou o investimento e colaboração dos apicultores em seus apiários, é que o principal comprador do mel produzido no litoral e zona da mata de Pernambuco é o governo do Estado que anualmente compra o mel produzido para distribuir na merenda escolar. Só que no início do segundo semestre do ano 2015, o governo anunciou que estavam suspensas as compras do mel para a merenda escolar no ano de 2016 e por essa razão ficou mais difícil testarmos as rainhas selecionadas nos apiários dos apicultores colaboradores.

Analisando a média da produção de mel das colônias com rainhas de 2ª e 3ª geração (RS2 e RS3) e das colônias utilizadas como controle no apiário experimental AEDZ/UFRPE, foram verificados que a média de produção das colônias foram RS2 = 12,9 ± 3,89 Kg/mel, das colônias RS3 = 13,0 ± 2,57 Kg/mel e das colônias Control = 9,8 ± 4,87 Kg/mel, apresentando assim as colônias com rainhas de 2ª e 3ª geração uma média de produção de mel 24,1% e 24,6% respectivamente superioriores a média de produção das colônias utilizadas como controle no AEDZ/UFRPE (Figura 30, Tabela 10). É importante ressaltar que a pesagem das melgueiras foram realizadas no meio do período de floração, faltando ainda um mês e meio para o término do período de produção ou seja, as colônias estavam em processo de estocagem de mel, cita-se como exemplo a colmeia CRS4b que possuía duas melgueiras no dia da pesagem, sendo que uma estava com os 10 quadros completos de mel e a segunda apenas com 6 quadros com mel. Uma melgueira com os dez quadro com cera vazios pesava 5 Kg.

Figura 30 – Pesagem das 2 melgueiras com 16 quadros com mel e 4 vazios da colônia CRS4b com rainha selecionada de 2ª geração, sem a subtração dos 5Kg de cada melgueira vazia

FONTE: GOMES, R. V. R. S. (2016)

Tabela 10 – Produção média de mel em Kg/colmeia das colônias do AEDZ/UFRPE com rainhas de 2ª (RS2) e 3ª geração (RS3) e colônias utilizadas como colônias controle

Colônias RS2	**Colônias RS3**	**Colônias Controle**
CRS4b = 15,6 Kg	CRS2 = 15,9 Kg	C18 = 5,5 Kg
CRS16 = 10,1 Kg	CRS17 = 11,1 Kg	C19 = 8,9 Kg
	CRS29 = 11,9 Kg	C20 = 15,1 Kg
Média ± DP = 12,9±3,89	**Média ± DP = 13,0±2,57**	**Média ± DP = 9,8±4,87**

RS3 = 24,6% > RS2 > Controle

Comparando pelo método dos mínimos quadrados as médias da produção de mel de todas as colônias analisadas no projeto, observou-se que as colônias RS3, RS2 e CS apresentaram diferenças significativas em relação a produção das colônias AAP, mas não diferiram das colônias Controle e SES (Tabela 11).

Outra observação importante é que ao analisar-se as colônias CS ou seja, as colônias utilizadas como matrizes e as colônias RS2 e RS3, observou-se um ganho genético de 0,7 Kg na produção de mel, o que equivale a um aumento de 5,4% na produção. Guzmán-Novoa e Page Jr. (1999), observaram após 4 gerações de abelhas *Apis mellifera* fecundadas naturalmente, um aumento na produção de mel de 0,87 Kg. Esses resultados juntamente com o resultados da presente pesquisa demonstram que é possível criar abelhas mais produtivas mesmo sem o uso de inseminação instrumental das abelhas rainhas.

Quando comparadas as médias de produção das colônias RS3 com as colônias AAP, o ganho na produção chega a 6,4 Kg o que representa 49,24% de aumento na produção de mel (Gráfico 9). Os resultados obtidos são muito estimulantes levando-se a acreditar no sucesso do presente programa de melhoramento com base em seleção usando-se as variáveis escolhidas (comportamento higiênico, defensividade, postura da rainha e produção de mel) e a forma de cálculo para obtenção do índice de seleção utilizados no presente trabalho.

Tabela 11 - Médias, desvio padrão e comparação das médias pelo método dos mínimos quadrados da produção de mel (em Kg) das colônias com rainhas de 3ª e 2ª geração (RS3 e RS2), colônias com IS ≥ 8,0 (CS), colônias controle do apiário experimental, colônias sem estimativa de índice de seleção (SES), e colônias controle dos apicultores parceiros (AAP)

Colônias	**Médias e DP**
3ª G	13,0± 2,57a*
2ª G	12,9± 3,89a
CS	12,3±6,98a
Controle	9,8± 4,87ac
SES	9,5± 3,85ac
AAP	6,6±5,35bc

*Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferiram entre si pelo Teste de Tukey (P>0,05).

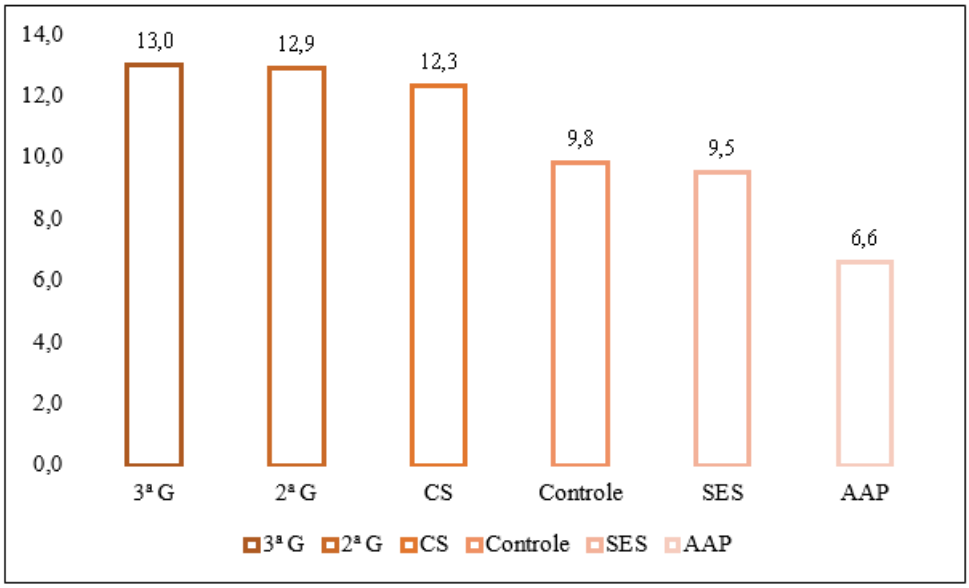


Gráfico 9 - Médias da produção de mel (em Kg) das colônias com rainhas de 3ª e 2ª geração (RS3 e RS2), colônias com IS ≥ 8,0 (CS), colônias controle do apiário experimental, colônias sem estimativa de índice de seleção (SES) e colônias controle dos apicultores parceiros (AAP)

Não constatou-se exitência de correlação entre produção de mel e defensividade (r = 0,33 e P = 0,24), o que é corroborado com o trabalho de Souza et al. (2012), que analisando a correlação entre essas características, observou uma correlação não significativa entre os comportamentos (ρ=0,490), mostrando que estas duas variáveis não estão suficientemente interligadas, concluindo que é possível selecionar colmeias com baixa defensividade e com alta produtividade de mel, viabilizando seu manejo apropriado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

De uma maneira geral, este trabalho avaliou as características genéticas de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) importantes na seleção de abelhas rainhas matrizes para a produção de mel nas condições climáticas do litoral e zona da mata de Pernambuco, o que proporcionou alcançar respostas aos objetivos dessa pesquisa e forneceu subsídios para elucidar as possíveis adaptações necessárias para o crescimento da apicultura nessa região.

Existe forte correlação negativa significativa entre a morte das rainhas e o índice pluviométrico ou seja, a medida que diminui o volume de chuvas, aumenta o número de morte das rainhas e não houve correlação positiva significativa da morte da rainha com a temperatura.

Quanto a associação entre a morte da rainha e a umidade relativa do ar, mesmo não sendo estatisticamente significativa a correlação, observou-se que o P = 0,06 foi muito próximo do estabelecido nessa pesquisa (P = 0,05), levando-se a considerar a importância em termos biológicos do animal estudado (abelhas africanizadas) e não descartar a hipótese que exista um efeito substantivo, levando-se a indicar apenas que não houve evidência suficientemente forte para provar a correlação entre essas duas variáveis.

Os meses que ocorreram o maior percentual de substituição natural das rainhas foram os meses de fevereiro, abril, setembro, outubro e dezembro. E as menores taxas de morte das rainhas foram nos meses de janeiro, maio, junho e julho.

Houve uma forte correlação positiva entre a presença de realeiras e os meses do ano, com uma tendência de aumento crescente na frequência de realeiras entre os meses de setembro a dezembro, sendo essa a época de reprodução natural.

Houve produção de realeiras em todos os meses do ano, não apresentando o número de realeiras correlação significativa com o número de quadros com cria da colmeia, temperatura, índice pluviométrico e com a umidade relativa.

A administração de dieta artificial (energética e proteica) no período chuvoso, proporcionou uma redução de mais de 80% nas perdas de enxames, estimulou o aumento da postura da rainha e apresentou viabilidade econômica devido ao fato que os custos com os alimentos serem baixos. Recomenda-se a administração da dieta utilizada nessa pesquisa nos apiários de produção.

Observou-se uma forte correlação significativa entre o número de quadros com crias, temperatura e a umidade relativa. Nesse sentido, à medida que a temperatura aumenta e a

umidade diminui, maior é a intensidade de ovoposição da rainha, consequentemente aumenta o número de quadros com crias.

As rainhas realizam postura todos os meses do ano, ocorrendo a redução na média do número de quadros com cria apenas nos meses de maio, junho, julho e agosto, que correspondem ao período de chuvas contínuas, o que foi comprovado na análise de correlação entre o número de quadros com cria e o índice pluviométrico que apresentou significativa correlação negativa.

Existe correlação positiva significativa entre o número de quadros com crias e os meses do ano, apresentando o ciclo anual aumento de crias de forma contínua até abril e diminuição nos meses de maio a agosto.

Observou-se alta variabilidade genética das colônias demonstrando diferenças quanto ao número absoluto total de quadros com cria por colmeia.

Nas condições climáticas de Recife – PE, 67% das colônias testadas apresentaram alto grau de comportamento higiênico. E das 33% colônias restantes, 23% apresentaram comportamento higiênico intermediário e 5 colônias que representam 10% do total, foram não higiênicas.

Encontrou-se um nível baixo de infestação com varroatose e baixa intensidade de infecção com *Nosema* nas colônias analisadas.

Constatou-se no trabalho realizado sobre comportamento higiênico (CH), que nas colônias com rainha velha, próximo a ser substituída, ocorria uma diminuição significativa nas médias do CH, passando estas colônias a serem classificadas como menos higiênicas. Acredita-se que essa variação na classificação do CH esteja relacionada a longevidade da rainha e menor quantidade de espermatozoides estocados, consequentemente menor descendência.

Verificou-se que não há significativa correlação entre a defensividade da colônia com o comportamento higiênico, o que dá subsídios para seleção de colônias menos defensiva e com alto comportamento higiênico. Apenas 17% das colônias do projeto apresentaram comportamento defensivo mais acentuado, sendo observado variações nesse comportamento no intervalo quinzenal entre as revisões, que se justificam devido provavelmente a estrutura das subfamílias nas colônias e devido aos diferentes pacotes espermáticos alojados na espermateca da rainha contendo diferentes constituições genéticas, o que determina a diferença de comportamento defensivo.

A técnica utilizada para produção de rainhas foi satisfatória, chegando o sucesso na produção de realeiras a 98% das larvas transferidas. Só foram observados problemas na

produção de realeiras e na fecundação natural das rainhas produzidas nos meses de maio, junho, julho e agosto, levando-se a inferir que nesses meses chuvosos, não é viável a produção ou a introdução de rainhas para fecundação natural na região do litoral e zona da mata de Pernambuco, devido a deficiência da presença de zangões no período para fecundar a rainha.

Apenas 46,7% das colmeias do apiário experimental estocaram mel nas melgueiras. Resultados semelhantes observaram-se diretamente nos apiários dos apicultores, onde apenas aproximadamente 41% das colônias armazenaram mel em melgueiras, o que representa baixa quantidade de colônias produtoras, devido à grande variabilidade genética desses enxames oriundos dos apicultores colaboradores.

Outro fator que colabora com a baixa produtividade nos apiários dos apicultores é a falta de manejo adequado, o que foi comprovado aplicando-se no apiário experimental AEDZ/UFRPE, um manejo com técnicas adequadas o que resultou no aumento de 46,34% na produção de mel para o material selecionado em relação as colônias dos apicultores parceiros.

A longevidade média das abelhas rainhas africanizadas nas condições climáticas de Recife – PE é em torno de seis meses e meio e a variável ambiental índice pluviométrico tem influência negativa na taxa de morte das rainhas, fato que nos leva a conclusão que uma colônia de abelhas africanizadas na região estudada contará com duas rainhas por ano, o que significa que os apicultores devem se preocupar em inspecionar suas colônias, caso contrário terão muitas perdas de populações em seus apiários, o que evidencia a necessidade de se realizar melhoramento de abelhas e em especial de rainhas que apresentem maior longevidade. Esses resultados fornecem subsídios para possíveis adequações no manejo dos apiários de produção em conformidade com as condições ambientais dessa região, visando o crescimento profissional da atividade apícola e o aumento da produção de mel.

Para que ocorra o aumento da produtividade de mel nos apiários, é imprescindível a prática de troca periódica das rainhas velhas por rainhas selecionadas com maior longevidade e uma adequação no manejo preconizando o período de pico reprodutivo das rainhas que corresponde aos meses de setembro a dezembro na região do litoral e zona da mata de Pernambuco.

A partir das características genéticas analisadas, obteve-se um crescente aumento percentual na produção de mel das colônias selecionadas, especialmente em relação as colônias sem estimativa de seleção e dos apiários de produção da região (**RS3** = 0,5% > **RS2**; 5,4% > CS; 24,6% > Controle; 26,9% > SES; 49,2% > APP), sendo esses resultados muito estimulantes levando-se a acreditar no sucesso do programa de melhoramento aplicado ao

selecionar as variáveis escolhidas e a forma de cálculo para a obtenção do índice de seleção utilizado no presente trabalho.

Certamente ainda se tem muitos estudos a serem realizados, por terem sido avaliados apenas três gerações de seleção nesses pouco mais de dois anos de pesquisa, mas os resultados obtidos foram suficientes para se comprovar a eficiência dos testes realizados e da aplicação do índice de seleção, que além de ter permitido a classificação das rainhas em rainhas selecionadas elite, obteve-se ganho genético com o aumento da produção de mel nas geração subsequentes, proporcionando fornecimento de descendentes de alta qualidade genética aos apicultores da região e serem um aporte essencial para o desenvolvimento de programas de seleção e melhoramento genético de abelhas africanizadas *Apis mellifera* L. e consequentemente uma contribuição para o aumento da produção de mel no Estado de Pernambuco.

REFERÊNCIAS

ADAMS, J. et al. Estimation of the number of sex alleles and queen matings from diploid male frequencies in a population of *Apis mellifera.* **Genetics,** v. 86, p. 583–596, 1977.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA - (APAC). Disponível em: < http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/estacoes-do-ano.php?> Acesso em 26 maio 2015.

ALMEIDA, G. F. **Fatores que interferem no comportamento enxameatório de abelhas africanizada.** 2008. 120 p. Tese de doutorado apresentada à FFCLRP-USP, Ribeirão Preto. 2008.

ALMEIDA, R. B. R. **Estudo da competição do movimento migratório de espermatozóides de zangões selvagens e mutantes para a fertilização dos óvulos de rainhas de *Apis mellifera*.** 1985. Dissertação de mestrado apresentada a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP, Ribeirão Preto, 1985.

Al-TIKRITY, W. S. et al. A new instrument for brood measurement in a honey bee colony. **American Bee Journal**, v. 111, p. 20 - 26, 1971.

ALVES-JÚNIOR, V. V. Seleção de rainhas: uma opção rentável aos apicultores de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 3 - Suplemento especial, 2008.

ALVES, S. B.; FLECHTMANN, C. H. W.; ROSA, A. E. *Varroa jacobsoni* Oudemans, 1904 (Acari, Mesostigmata, Varroidae) also in Brazil. **Ecossistema,** v. 3, p. 79-84, 1978.

ANDRIGUETTO, J. M. et al. **Nutrição Animal vol. I. As bases e os fundamentos da nutrição animal, os alimentos**. 4ª ed. São Paulo: Nobel, 1981. 395p.

ANTIPOLIS, A. S. et al. *Aethina tumida*. Versão fevereiro de 2015. Disponível em: < https://sites.anses.fr/en/system/files/private/2015_Leaflet_SHB_for_beekeepers_Portugal.pdf > Acesso: 26 fev. 2016.

ARATHI, H. S.; SPIVAK, M. Influence of colony genotypic composition on the performance of hygienic behaviour in the honeybee, *Apis mellifera* L. **Animal Behaviour**, v. 62, n. 1, p. 57-66, 2001.

ARAÚJO, T. P. (Org.). **Demanda por microcrédito em três arranjos produtivos de Pernambuco: Apicultura, bacia leiteira e caprinocultura.** Recife: Fundação Joaquim Nabuco: Massangana, 2006.

BELZUNCES, L.; TCHAMITCHIAN, S.; BRUNET, J. L. Neural effects of insecticides in the honey bee. **Apidologie,** v. 43, p. 348–370, 2012.

BERNIER, M. et al. Control of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) using in-hive traps. In: 44º APIMONDIA INTERNATIONAL APICULTURAL CONGRESS, 44, Daejeon – Korea, 2015. **Abstracts...** Daejeon – Korea, Editora Apimondia, 2015, p. 202.

BONMATIN, J. M. et al. Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil. **Environ Sci Pollut Res**, v. 22, p. 35–67, 2015.

BRANDEBURGO, M. A. M.; GONÇALVES. L. S; KERR, W. E. Nota sobre o efeito de condições climáticas sobre agressividade de abelhas africanizadas. **Ciência e Cultura**, v.28, n.7. p.276-277, 1976.

BRANDEBURGO, M. A. M.; GONÇALVES, L. S.; KERR, W. E. Effects of Brazilian climatic conditions upon the aggressiveness of Africanized colonies of Honey Bees. In The Social Insects in the Tropics. **Edited by Pierre Jaisson**, **Paris: Université Paris Nord.** p. 255-280, 1982.

BRIGHENTI, C. R. G.; CIRILLO, M. A.; BRIGHENTI, D. M. Análise longitudinal na determinação do fotoperíodo adequado para criação de abelhas em laboratório **Rev. Bras. Biom**., São Paulo, v.26, n.3, p.111-124, 2008.

BRODSCHNEIDER, R.; CRAILSHEIM, K. Nutrition and health in honey bees. **Apidologie**, v. 41, p. 278–294, 2010.

BUGALHO, V. A. **Influência das precipitações pluviométricas e da atividade forrageira das abelhas africanizadas (*Apis Mellifera* L.) no comportamento higiênico.** 2009. 108p. Dissertação apresentada à FFCLRP-USP, Ribeirão Preto. 2009.

CALDERONE, N. W. Proximate mechanisms of age polyethism in the honey bee, *Apis mellifera* L. **Apidologie**, v. 29, p. 127-158, 1998.

CALE, G. H. Pollen gathering relationship to honey collection and egg laying in honey bees. **Apiacta**, v. 4, p. 1-3, 1967.

CAMARGO, J. M. F.; GONÇALVES, L. S. Manipulation procedures in the technique of instrumental insemination of the queen honeybee *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae). **Apidologie**, v.2, p.239 - 246, 1971.

CARANTÓN, O. A. M.; FREITAS, G. S.; SOARES, A. E. E. 2010. **Produção de rainhas e melhoramento genético de *Apis mellifera*.** Ribeirão Preto, SP: São Francisco Gráfica e Editora.

CARVALHO, A. C. P. **Pólen de *Stryphnodendron polyphyllum* como agente causador da cria ensacada brasileira em *Apis mellifera* L**. 1998. 60 p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós –graduação em Entomologia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

CASTAGNINO, G. L. B.; ORSI, R. O. Produtos naturais para o controle do ácaro *Varroa destructor* em abelhas africanizadas. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.47, n.6, p.738-744, 2012.

CHAGNON, M. et al. Risks of large-scale use of systemic insecticides to ecosystem functioning and services. **Environ. Sci. Pollut. Res.** v. 22, p. 119–134, 2015.

COBEY, S. W. Comparison studies of instrumentally inseminated and naturally mated honey bee queens and factors affecting their performance. **Apidologie**, v.38, p.390 - 410, 2007.

CORBELLA, E. **Seleção para aumento de peso de rainhas de Apis mellifera e influência de variáveis climáticas na criação artificial de rainhas de rainhas**. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 1981. 110p. Dissertação (Mestrado em Genética) - Universidade de São Paulo, 1981.

CORBELLA, E.; GONÇALVES, L. S. Relationship between weight at emergence, number of ovarioles, and spermathecal volume of africanized honeybees queens *Apis mellifera* L. **Br. J. Genet**., v. 5, p. 835-840, 1982.

CORNEJO, L.; ROSSI, C. 1975. Enfermedades de las abejas, su profilaxis y prevención, 2ª edición. Argentina. Hemisferio Sur. 238 p.

CORREA-MARQUES, M. H.; CAVICCHIO, M. R.; DE JONG, D. Classification and quantification of damaged *Varroa jacobsoni* found in the debris of honey bee colonies as criteria for selection? **American Bee Journal**, v.140, p.820-824, 2000.

CORONA, M. et al. Gene expression patterns associated with queen honey bee longevity. **Mech Ageing Dev**, v. 126, p. 1230–1238, 2005.

COSENZA, G. W.; SILVA, T. Comparação entre a capacidade de limpeza de favos de abelha africana, da abelha caucasiana e de suas híbridas. **Ciência e Cultura**, v. 24, n. 12, p. 1153-1158, 1972.

CRANE, E. **The Archaeology of Beekeeping**. Duckworth, London, 1983.

CRANE, E. **Bees and Beekeeping: Science, Practice and and World Resources.** 1st ed. Heinemann Newnes London. 1990.

DE JONG, D. Current knowledge and open questions concerning reproduction in the honey bee mite *Varroa jacobsoni*. **Advances in Invertebrate Reproduction**, v.3, p.547-552, 1984.

DE JONG, D. O comportamento das abelhas africanizadas nas Américas. In: ENCONTRO SOBRE BIOLOGIA DE ABELHAS, 1, 1994, **Anais...** Ribeirão Preto, SP, 1994, p. 80-87.

DE JONG, D.; GONÇALVES, L. S. The Varroa problem in Brazil. **American Bee Journal,** v.121, p. 186-198, 1981.

DE JONG, D.; MANTILLA, C. *Varroa jacobsoni*, informe sobre biología, diagnóstico y evaluación de infestaciones. FMRP-USP, Brasil. Mimeo. 1986. 8 p.

DETMANN, E. et al. Métodos para análise de alimentos - INCT - Ciência Animal. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

DOOLITTLE, G. M. Doolittle's queen rearing methods. **American Bee Journal**, v. 39, n. 28, p. 435- 436, 1899.

DUAY, P. R. A troca de abelhas rainhas e sua implicação com a produtividade. In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 1996, **Anais...** Universidade Federal do Piauí – Teresina, 1996, p. 239 – 241.

EMBRAPA MEIO – NORTE. **Produção de mel.** Versão eletrônica, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mel/SPMel/historico.htm.> Acesso em: 24 abr. 2014.

FLETCHER, D. J. C. The african bee, *Apis mellifera adansonii*, in Africa. **Annual Review of Entomology**, v. 153, p. 151-171, 1978.

FRANCOY, T. M. et al. A mini starter – finisher hive model that facilitates queen rearing. **Apicultural Research**, 27 april, 2005.

FRANCOY, T. M. **Variabilidade genético-morfológica em populações neotropicais de *Apis mellifera*.** 2007. 158p. Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP, Ribeirão Preto. 2007.

GARCIA, R. C. et al. Honey and propolis production, hygiene and defense behaviors of two generations of Africanized honey bees. **Scientia Agrícola**, v. 70, p. 74-81, 2013.

GILLEY, D. C.; TARPY, D. R. Three mechanisms of queen elimination in swarming honey bee colonies. **Apidologie**, v.36, p.461 - 474, 2005.

GILLIAM, M. et al. Factors affecting development of chalkbrood disease in colonies of honey bees, *Apis mellifera*, fed pollen contaminated with *Ascosphaera apis*. **J. Invertebr. Pathol.**, v. 52, p. 314-325, 1988.

GIRAY, T.; ROBINSON, G. E. Effects of intracolony variability in behavioral development on plasticity of division of labor in honey bee colonies. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 35, p. 13-20, 1994.

GOMES, R. V. R. S. et al. Viabilidade econômica na alimentação artificial de abelhas africanizadas para evitar perdas de enxames. In: IV SIMPÓSIO DE ENTOMOLOGIA APLICADA, 2014, **Anais...** Recife - PE. 2014.

GONÇALVES, L. S. Análise genética do cruzamento entre Apis mellifera ligustica e Apis mellifera adansonii. 1970. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto. 1970.

GONÇALVES, L. S. The Introduction of the African bees (*Apis mellifera adansonii*) into Brasil and some comments on their spread in South America. **American Bee Journal**, v.114, n. 11, p. 414-15; 419, 1974.

GONÇALVES, L. S. A influência do comportamento das abelhas africanizadas na produção, capacidade de defesa e resistência à doenças. In: I ENCONTRO SOBRE ABELHAS. **Anais...** Ribeirão Preto, 1994, p. 69-79.

GONÇALVES, L. S. Abelhas africanizadas: Uma praga ou um benefício para a apicultura brasileira. In: II ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 1996, **Anais...** Ribeirão Preto - SP, Brasil, 1996, p. 165-170.

GONCALVES, L. S. A expansão da apicultura brasileira e suas perspectivas em relação ao mercado internacional. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA E 1º

CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA, 2004a, Natal – RN, **Anais...** Natal – RN: (Edição em CD), 2004a, 7 p.

GONÇALVES, L. S. The big challenge: Development of beekeeping with africanized honey bees in Northeast Brazil. In: 8th IBRA INTERNATIONAL CONFERENCE ON TROPICAL BEES AND ENCONTRO SOBRE ABELHAS. 2004b, **Anais...** Ribeirão Preto – SP, 2004b, p. 241-246.

GONÇALVES, L. S. Meio século de apicultura com abelhas africanizadas no Brasil. **Mensagem Doce**, v. 87, p. 1-7, 2006.

GONÇALVES, L. S. Impressões sobre o Congresso Internacional da Apimondia 2007 em Melbourne - Austrália. **Mensagem Doce**, v. 94, p. 2-6, 2007.

GONÇALVES, L. S. Queen production in CETEC – Technological Center of Beekeeping in Mossoró – RN – Brazil. In: 41° APIMONDIA. 2009, Montpellier – França, 2009.

GONÇALVES, L. S. Consequencias do desaparecimento (CCD) das abelhas no agronegócio apícola internacional e em especial no Brasil. In: X ENCONTRO SOBRE ABELHAS DE RIBEIRÃO PRETO. 2012, **Anais...** Ribeirão Preto – SP, Funpec Editora, 2012, p. 24-25.

GONCALVES, L. S. Apimondia 2015 e suas atividades. **Mensagem doce**, n. 134, p. 2-9, 2015.

GONÇALVES, L. S.; KERR, W. E. Genética, Seleção e Melhoramento. Noções sobre genética e melhoramento em abelhas. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA. 1970, **Anais...** Florianópolis, 1970, p. 8-36.

GONÇALVES, L.S.; STORT, A. C. Honey bee improvement through behavioral genetics. Annu. Rev. Entomol., Palo Alto, v.31, p.197-213, 1977.

GONÇALVES, L. S.; GRAMACHO, K. P. Seleção de abelhas para a resistência a doenças de crias através do comportamento higiênico. **Mensagem Doce**, v. 52, p. 2-7, 1999.

GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D. **Desenvolvimento da apicultura com abelhas africanizadas no Brasil e sua expansão no nordeste.** 2005. Disponível em: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/57ra/programas/conf_simp/textos/davidjong.htm> Acesso em: 24 abr. 2014.

GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D.; GRAMACHO, K. P. A expansão da apicultura e da tecnologia apícola no Nordeste brasileiro com especial destaque para o Rio Grande do Norte. **Mensagem Doce**, v. 3, p. 7-15, 2010.

GONÇALVES, L. S.; CASTILHOS, D. Application of the electronic device "BEE ALERT" for registering death of honey bees, stingless bees in general and disappearance of honey bees (CCD) in Brazil. In: 44º APIMONDIA INTERNATIONAL APICULTURAL CONGRESS, 44, Daejeon – Korea, 2015. **Abstracts...** Daejeon – Korea, Editora Apimondia, 2015, p. 218.

GRAMACHO, K. P. **Estudo do comportamento higiênico em *Apis mellifera* como subsídio a programas de seleção e melhoramento genético em abelhas.** 1995. 108p. Dissertação apresentada à FFCLRP – USP, Ribeirão Preto. 1995.

GRAMACHO, K. P. **Fatores que interferem no Comportamento Higiênico das abelhas *Apis mellifera*.** 1999. 225p. Tese de doutorado apresentada à FFCLRP-USP, Ribeirão Preto. 1999.

GRAMACHO, K. P. Considerações sobre o melhoramento de abelhas com base no comportamento higiênico. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA E 1º CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA. 2004, **Anais...** Natal - RN, 2004, p. 1- 8.

GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES, L. S. 1994. Estudo comparativo dos métodos de congelamento e perfuração de crias para avaliação do comportamento higiênico em abelhas africanizadas. In: IV CONGRESSO LATINOIBEROAMERICANO DE APICULTURA. **Anais...** Argentina, 1994, 45 p.

GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES, L. S. A comparative study of hygienic behavior in several honey bee races. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 20., 1996, Firenze, Italy. **Abstract...** France: Enthomology Society of France, 1996. p. 445.

GRAMACHO, K. P.; GONÇALVES, L. S. 2002. Melhoramento genético de abelhas com base no comportamento higiênico. In: CONGRESSO NACIONAL DE APICULTURA, 14, 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2002.

GRAMACHO. K. P.; GONÇALVES, L. S. Comparative study of the hygienic behavior of Carniolan and Africanized honey bees directed towards grouped versus isolated dead brood cells. **Genetic Molecular Research**, v.8, n.2, p.744-50, 2009.

GRAMACHO, K.P.; SPIVAK, M. Differences in olfactory sensibility and behavioral responses among honey bees bred for hygienic behavior. **Behav Ecol Sociobiol**, v. 54, p. 472-479, 2003.

GRAMACHO, K. P. et al. Influence of body fluid from pin-killed honey bee pupae on hygienic behavior. **Apidologie**, v.30, p.367-374, 1999.

GUERRA JR., J. C. V.; GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D. Africanized honey bees (*Apis mellifera*) are more efficient at removing worker brood artificially infested with the parasitic mite *Varroa jacobsoni* Oudemans than are Italian bees or Italian/Africanized hybrids. **Genetics and Molecular Biology.** v. 23, n. 1, p. 89-92, 2000.

GUZMAN-NOVOA, E.; PAGE JR., R. E. Genetic dominance and worker interactions affect honey bee colony defense. **Behav. Ecol.** v. 5, p. 91-97, 1994.

GUZMÁN-NOVOA, E.; PAGE JR, R. E. Selective breeding of honey bees (Hymenoptera: Apidae) in Africanized areas. **J. Econ. Entomol**., v. 92, p. 521–525, 1999.

GUZMAN-NOVOA, E. et al. Confirmation of QTL effects and evidence of genetic dominance of honey bee defensive behavior: results of colony and individual behavioral assays. **Behav Genetics**, v.32, 2002.

HENRY, M. et al. A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees. **Science**, v. 336, p. 348–350, 2012a.

HENRY. M. et al. Response to comment on “A common pesticide decreases foraging success and survival in honey bees”. **Science**, v. 337, p. 1453, 2012b.

HEPBURN, H. R.; RADLOF, S. E. **Honeybees of Africa**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1998. 366p.

HOLANDA NETO, J. P. et al. Seleção de colmeias para o programa de melhoramento genético em abelhas *Apis mellifera* do Estado do Ceará. In: VIII ENCONTRO SOBRE ABELHAS/ BIODIVERSIDADE E USO SUSTENTADO DE ABELHAS, Ribeirão Preto, 2008. **Anais...** Ribeirão Preto, 2008, p. 503.

HUANG, Z. Pollen nutrition aff ects honey bee stress resistance. **Terrestrial Arthropod Reviews**, v.5, p. 175–189, 2012.

IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2011/ppm2011.pdf.> Acesso em: 24 abr. 2014.

IBGE. Pesquisa da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2012/ppm2012.pdf> Acesso em: 24 abr. 2014.

INVERNIZZI, C. Resistencia a la enfermedad de cría yesificada por colonias de *Apis mellifera* con eficiente comportamento higiénico (Hymenoptera, Apidae). **Iheringia Ser Zool**, v. 91, p. 109-114, 2001.

INVERNIZZE, C.; RIVAS, F.; BETTUCCI, L. Resistance to Chalkbrood Disease in *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) Colonies with Different Hygienic Behaviour. **Neotrop Entomol**, v. 40, n. 1, p. 28-34, 2011.

JANSEN, D. H. Evolutionary physiology of personal defense. **Physiological Ecology**: An evolutionary approach to resource use. C. R. Townsend and P. Callow, eds., pp. 145 – 164. Sinauer, Sunderland, Mass, 1981.

KERR, W. E. The history of the introduction of African bees to Brazil. **South African Bee Journal**, v. 39, n. 2, p. 3-5, 1967.

KERR, W. E. et al. Biologia comparada entre as abelhas italianas (*Apis mellifera ligustica*), Africana (*Apis mellifera adansonii*) e suas híbridas. In: 1º CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 1970, **Anais...** Florianópolis-SC, 1970, p. 151-185.

KERR, W. E. et al. Kinship selection in bees. **Revista Brasileira de Genética**, v. 3, p, 339-344, 1980.

KLEIN, A. M. et al. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proc. R. Soc. B-Biol. Sci**. v. 274, p. 303–313, 2007.

LAPIDGE, K. L.; OLDROYD, B. P.; SPIVAK, M. Seven suggestive quantitative trait loci influence hygienic bahavior of honey bees. **Naturwissenschaften**, v. 89, p. 565–568, 2002.

LEÃO, E. L. S.; MOUTINHO, L. M. G.; XAVIER, M. G. P. **RACE, Unoesc, Edição Especial Agronegócios,** v. 11, n. 1, p. 75 – 102, 2012.

LENGLER, S. Comparação da abelha italiana com a abelha africanizada quanto a resistência à doença de cria. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 4, Curitiba, 1976, **Anais...** Curitiba, 1977, p. 199 – 203.

LI, C. et al. Protein content in larval diet affects adult longevity and antioxidante gene expression in honey bee workers. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 151, p. 19–26, 2014.

LUNDIE, A. E. (1940). The small hive beetle Aethina tumida, Science Bulletin 220, Dep. Agr. Forestry, Government Printer, Pretoria, South Africa.

MACHADO, C. A. S. **Monitoramento de colônias de abelha africanizadas (*Apis mellifera* L.) quanto ao desenvolvimento interno e comportamento forrageamento em linhagens de abelhas higiênicas e não-higiênicas.** 2013. 94p. Dissertação apresentada à FFCLRP-USP, Ribeirão Preto. 2013.

MALERBO-SOUZA, D. T.; NOGUEIRA-COUTO, R. H.; COUTO, L. A. Características das colônias de abelhas aracterísticas africanizadas (*Apis mellifera* L.), coletadas de alojamentos naturais em Jaboticabal, Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 4, p. 863-867, 2002.

MANRIQUE, A. J.; SOARES, A. E. E. Início de um programa de seleção de abelhas africanizadas para a melhoria na produção de própolis e seu efeito na produção de mel. **Interciência**, v. 26, n.6, p. 312-316, 2002.

MARTINEZ, O. A.; SOARES, A. E. E. Melhoramento genético na apicultura comercial para produção da própolis. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.13, n.4, p.982-990, 2012.

MARTINHO, M. R. **Competição reprodutiva entre machos de *Apis mellifera ligustica* e migração de espermatozóides para espermateca de rainhas**. 1979. Tese de doutorado apresentada a Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP, Ribeirão Preto, 1979.

MARTINHO, M. R.; GONÇALVES, L. S. Competição natural entre machos filhos de rainhas de *Apis mellifera ligustica* e *Apis mellifera adansonii* (Hymenoptera Apidae). In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 5, Viçosa - MG, 1984, **Anais...** Viçosa - MG, 1984, p. 96-99.

MASTERMAN, R.; SMITH, B. H.; SPIVAK, M. Brood odor discrimination abilities in hygienic honey bees (*Apis mellifera* L.) using proboscis extension reflex conditioning. **Journal of Insect Behavior**, v. 13, p. 87–101, 2000.

MESSAGE, D. **Efeito das condições ambientais no comportamento higiênico em abelhas africanizadas *Apis mellifera***. 1979. 136 f. Mestrado (Mestrado) - Genética, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 1979.

MESSAGE, D. **Management and disease problems of africanized bees in Brasil**. Parkstone: The Central Association of Bee-keepers, 1997.

MESSAGE, D.; GONÇALVES, L. S. Estudo da resistência comportamental à Cria Pútrida Européia em *Apis mellifera adansonii* (africanizadas). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 4, Curitiba, 1976. **Anais...** Ribeirão Preto, Elus, 1977, p. 185-195.

MESSAGE, D.; GONÇALVES, L. S. Estudo do comportamento higiênico em abelhas africanizadas *Apis mellifera adansonii*. **Ciên. Cult.** v. 37, n. 7, p. 581, 1979.

MESSAGE, D.; GONÇALVES, L. S. Efeito das condições climáticas e da colônia no comportamento higiênico em abelhas Apis mellifera (Africanizadas). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 5; e CONGRESSO LATINO-IBERO-AMERICANO DE APICULTURA, 3, Viçosa, 1980. **Anais...** Viçosa, Editora Imprensa Universitária da UFV, 1980, p. 140 -141.

MESSAGE, D.; GONÇALVES, L. S. Consideraciones generales acerca del comportamento de limpeza de las abejas africanizadas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE APICULTURA DA APIMONDIA, 28, Acapulco, 1981. **Anais...** Bucarest, Editora Apimondia, 1981, p. 280.

MESSAGE, D. GONÇALVES, L. S. Effects of environmental conditions on hygienic behavior of Africanized bees (*Apis mellifera* L.). In: CONGRESS OF IUSSI, 9. 1982. Boulder, Colorado, USA, Westview Press, p. 408.

MESSAGE, D. GONÇALVES, L. S. Some aspect about the hygienic behavior in honey bee *Apis mellifera*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 17, Hamburg, 1984. Abstract. 1984, p. 520.

MESSAGE, D. et al. Colony collapse incidents in Africanized honey bees in Brazil. In: 44º APIMONDIA INTERNATIONAL APICULTURAL CONGRESS, 44, Daejeon – Korea, 2015. **Abstracts...** Daejeon – Korea, Editora Apimondia, 2015, p. 215.

MICHENER, C. D. The Social Behavior of the Bees: a comparative study. Harvard University Press, Cambridge, MA. 1974. 404 p.

MODESTO-ZAMPIERON, S. L. M. **Estudo de alguns parâmetros comportamentais e morfológicos em *Apis mellifera* africanizadas (Hymenoptera: Apidae), cordovão e selvagens.** 1991. 200p. Dissertação Mestrado – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. 1991.

MOMOT, J. P.; ROTHENBUHLER, W. C. Behaviour genetics of nest cleaning in honeybees. VI. Interations of age and genotype of bees, and nectar flow. **Journal of Apicultural Research**, v. 10, p. 11-21, 1971.

MORENO, U.; SOARES, A. E. E. 2006. Melhoramento genético em abelhas africanizadas *Apis mellifera*. In:16º CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 1, 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju 2006.

MORETTI, C. J. **Dinâmica populacional em populações de abelhas Africanizadas (*Apis mellifera* L.) no Nordeste brasileiro.** 2014. 131p. Dissertação apresentada à FFCLRP-USP, Ribeirão Preto. 2014.

MORETTO, G. **Estudo de algumas variáveis relacionadas a um mecanismo de defesa de operárias de *Apis mellifera* à Varroatose e à taxa de reprodução do ácaro *Varroa***

***jacobsoni*.** 1993. 115p. Tese de doutoramento apresentada à FMRP-USP, Ribeirão Preto. 1993.

MORETTO, G.; GONÇALVES, L. S.; DE JONG, D. Africanized bees are more eficiente at removing *Varroa jacobsoni* – Preliminary Data. **American Bee Journal.** v.131, n.7, p.434, 1991.

MORETTO, G.; STAPPAZON, R.; BITTENCOURT, D. Substituição artificial de rainhas pelo método de divisão vertical de colônias de abelhas *Apis mellifera*. **Mensagem doce**, n. 93, 2007.

MORITZ, R. F. A. A reevaluation of the two-locus model for hygienic behavior in honeybees (*Apis mellifera* L.). **J. Hered.**, v.79, 257–262, 1988.

MORSE, R. A.; GONÇALVES, L. S. Varroa disease, a threat to world beekeeping. **Glean. Bee Cult.** v.4, p. 179 – 181 – 202, 1979.

MORSE, R. A.; HOOPER, T. **The illustrated encyclopedia of beekeeping.** E. P. Dutton, Inc., New York, 1985, 432p.

MURRAY, A. List of Coleoptera received from Old Calabar. **Ann. Magazine Nat. Hist.**, London, v. 19, p. 167–179, 1867.

NEUMANN, P.; ELLIS, J. D. The small hive beetle (*Aethina tumida* Murray, Coleoptera: Nitidulidae): distribution, biology and control of an invasive species. **J. Apic. Res. Bee World**, v. 47, n. 3, p. 181–183, 2008.

NEWTON D. C.; OSTASIEWSKI N. J. A simplified bioassay for behavioral resistence to American Foulbrood in honey bees (*Apis mellifera* L.). **American Bee Journal**, v. 126, p. 278-281, 1986.

NINO, E. L.; TARPY, D. R.; GROZINGER, C. M. Differential effects of insemination volume and substance on reproductive changes in honey bee queens (*Apis mellifera* L.). **Insect Mol. Biol.** v.22, p. 233–244, 2013.

NOGUEIRA-NETO, P. 1972. **Notas sobre a história da apicultura brasileira**. In Manual de Apicultura, ed. J. M. F. de Camargo, p. 17-32. São Paulo: Editora Agronômica Ceres.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e Criação de Abelhas Índigenas Sem Ferrão.** São Paulo: Editora Nogueirapis, 1997, 445 p.

OLDROYD, B. P.; THOMPSON, G. J. Behavioural Genetics of the Honey Bee *Apis mellifera*. **Advances in Insect Physiology**, v. 33, p. 1 – 49, 2006.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE ANIMAL (OIE) 2013. Capítulo 2.2.5 Small hive beetle infestation (*Aethina tumida*). NB: Version adopted by the World Assembly of Delegates of the OIE in May 2013. OIE Terrestrial Manual, p. 1-6. Disponível em: < http://www.oie.int/fileadmin/Home/fr/Health_standards/tahm/2.02.05_SMALL_HIVE_BEETLE.pdf> Acesso: 26 fev. 2016.

OXLEY, P. R.; SPIVAK, M.; OLDROYD, B. P. Six quantitative trait loci influence task thresholds for hygienic behaviour in honeybees (*Apis mellifera*). **Molecular Ecology**, v. 19, p. 1452–1461, 2010.

PAGE JR, R. E. Sperm utilization in social insects. **Annual Review of Entomology**, v.31, p. 117-171, 1986.

PAGE JR, R. E.; LAIDLAW JR, H. H. **Honey bee genetics and breeding.** In: J.M. Graham (Ed). The hive and the honey bee. Dadant: Hamilton, 1992. p. 235-267.

PAGE JR, R. E.; PENG, C. Y. S. Aging and development in social insects with emphasis on the honey bee, Apis mellifera L. **Exp Gerontol.**, v.36, p. 695–711, 2001.

PARK, O. W. Disease resistance and American foulbrood. **Am. Bee J.**, v.76, n. 1, p. 12 – 14, 1936.

PARK, O. W.; PELLET, F.; PADDOCK, F. B. Disease resistance and American foulbrood. **Am. Bee J.**, v.77, n. 1, p. 20 – 25 – 34, 1937.

PEGORARO, A. Renovação de rainhas e desenvolvimento de colônias de *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (Hym., : Apidae) infestadas naturalmente com *Varroa jacobsoni* Oudmans 1904. (Acari, Mesostigmata). **Mensagem doce**, v. 43, 1997.

PENG, Y. S. et al. The resistance mechanism of the Asian Honeybee (*Apis cerana*) to na ectoparasitic mite, *Varroa jacobsoni* Oudemans. **J. Invertebr. Pathol.**, v. 49, p. 54-60, 1987.

PEREIRA, D. S. et al. Influência do uso de diferentes volumes de solução de geléia real na aceitação de larvas para produção de abelhas rainha africanizadas. In: X CONGRESSO IBEROLATINOAMERICANO DE APICULTURA. **Anais...** CD-ROM. Natal -RN/BRASIL. Outubro, 2010a.

PEREIRA, D. S. et al. Produção de geléia real em colméias de abelhas africanizadas em Mossoró-RN. In: II SEMINÁRIO CEARENSE DE APICULTURA. **Anais...** CD-ROM. Crato - CE/BRASIL. Dezembro, 2010b.

PEREIRA, R. A. **Monitoramento das atividades individuais de abelhas africanizadas relacionadas ao comportamento higiênico.** 2008. 121 p. Tese de doutorado apresentada à FFCLRP-USP, Ribeirão Preto. 2008.

PEREIRA, R. A. et al. Hygienic Behavior of Africanized Honey Bees *Apis mellifera* Directed towards Brood in Old and New Combs during Diurnal and Nocturnal Periods. **Insects**, v. 4, n. 4, p. 521–532, 2013.

PERNAMBUCO (estado). Programa Integrado de Apoio aos Arranjos Produtivos Locais - diagnósticos e propostas preliminares. Recife, 2008.

_____. Geografia de Pernambuco. Disponível em: http://www.pe.gov.br/conheca/geografia/. Acesso em: 06 maio 2014.

PIRES, S. Sanidade apícola: diagnóstico de patologias apícolas. **Revista de Apicultura.** v. 61, p. 9-10, 2008.

PISA, L. W. et al. Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. **Environ Sci Pollut Res**, v. 22, p. 68–102, 2015.

PORTAL BRASIL 2011. Produção de mel cresce 30% em 2010. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/governo/2011/03/producao-de-mel-cresce-30-em-2010>. Acesso: 24 abr. 2014.

PORTAL BRASIL 2013. Pernambuco recebe investimentos para aprimorar produção de mel. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2013/05/pernambuco-recebe-investimentos-para-aprimorar-producao-de-mel. Acesso em 24 abr. 2014.

PORTUGAL 2005. Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro. Ministério da Agricultura, Florestas e Desenvolvimento Rural. Alerta: *Aethina tumida*. Disponível em: http://www.drapc.min
agricultura.pt/base/noticias.php?dossier=&noticia=10399&Dsubtema=&Csubtema= Acesso: 26 fev. 2016.

POTTS, S. G. et al. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends Ecol. Evol.** v. 25, p. 345–353, 2010.

PUKER, A. **PCR multiplex para detecção de patógenos de *Apis mellifera* L. (Hymenoptera, Apidae) em mel.** 2011. 69 p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós – graduação em Entomologia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

RAMOS, J. M.; CARVALHO, N. C. Estudo morfológico e biológico das fases de desenvolvimento de *Apis mellifera*. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, ano VI, n.10, agosto de 2007.

REMOLINA, S. C.; HUGNES, K. A. Evolution and mechanisms of long life and high fertility in queen honey bees. **Age**, v. 30, n. 2-3, p. 177–185, 2008.

RINDERER, T. E. Regulated nectar harvesting by the honeybee. **Journal Apicultural Research**, v. 21, p. 74-87, 1982.

RINDERER, T. E. **Selection in Bee genetics and breeding**. Academic Press, 1986. p.305 321.

RINDERER, T. E.; BAXTER, J. R. Effect of empty combo n hoarding behavior and honey production of the honey bee. **Journal of Economic Entomology**, v. 111, p. 157-159, 1978.

RINDERER, T. E.; COLLINS, A. M. Africanized Bees - an Overview. **American Bee Journal**, v. 126, p. 98-102, 1986.

ROBINSON, G. E. et al. Hormonal and genetic control of behavioral integration in honey bee colonies. **Science**, v. 246, p. 109-112, 1989.

ROCHA, J. S. **Apicultura**. Niterói: Programa Rio Rural – Manual Técnico n. 5, jul. 2008.

ROOT, E. R.; ROOT, H. H.; ROOT, J. A. **ABC and XYZ of bee culture**. 40 th Edition, Root Publishing, 1990. 516p.

ROTHENBUHLER, W. C. A technique for studying genetics of colony behavior in honey bees, **Am. Bee J.**, v. 100, p.176, 198, 1960.

ROTHENBUHLER, W. C. Behaviour genetics of nest cleaning in honey bees. I. Responses of four inbred lines to disease-killed brood. **Animal Behaviour**, v. 12, p. 578-584, 1964a.

ROTHENBUHLER, W. C. Behaviour genetics of nest cleaning in honey bees. IV. Responses of F1 and backcross generations to disease-killed brood. **American Zoologist**, v. 4, p.111-123, 1964b.

ROTHENBUHLER, W. C.; THOMPSON, V. C., Resistance to American foulbrood in honey bees. I. Differential survival of larvae of different genetic lines. **J. Econ. Entomol.** v. 49, p. 470-475, 1956.

RUBIO, J. L. U. et al. Efecto de la africanización sobre la producción de miel, comportamiento defensivo y tamaño de las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) en el altiplano mexicano. **Veterinaria Mexico**, v. 34, n. 1, 2003.

SAKAGAMI, S. F.; FUKUDA, H. Life tables for workers honey bees. **Researches on Population Ecology**, v. 10, p. 127-139, 1968.

SANFORD, M. T. Protein Management: The Other Side of the Nutritional coin in Apiculture. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11, 1996, Teresina, PI. **Anais...** Teresina, PI: Confederação Brasileira de Apicultura, 1996, p. 51-57.

SANTOS, J. W. et al. **Estatística Experimental Aplicada.** 2. ed. Revisada e Ampliada. Campina Grande: Embrapa Algodão/Universidade Federal de Campina Grande, 2008. 461 p.

SAS Institute. User's guide. Version 8. Cary, 2000.

SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR; MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Estatísticas de exportação e importação de mel natural. 2010. Disponível em: <http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/>. Acesso em: 15 dez. 2011.

SEELEY, T. D. **Ecologia da abelha: um estudo de adaptação na vida social** [tradução de C. A. Osowski] – Porto Alegre: Paixão, 2006. 256p.

SEVERSON, D. W. et al. Molecular analyses of the North American and Africanized honey bees. In: In: NEEDHAM, G.R. et al. (Ed.). Africanized honey bees and bee mites. Ellis Horwood Ltd, p.294-302, 1988.

SILVEIRA-NETO, A. A. **Avaliação de quatro métodos de produção de geléia real e rainhas de *Apis mellifera* no Estado do Ceará.** 2011. 77 p., Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia - UFC, Fortaleza. 2011.

SOMBRA, D. S. **Monitoramento do desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas sobre a influência do ambiente sol e sombra na região semiárida do**

Nordeste Brasileiro (Mossoró – RN). 2013, 64 p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal – UFERSA, Mossoró. 2013.

SOUTHWICK, E. E. **Physiology and social physiology of the honey bee.** In: J.M. Graham (Ed). The hive and the honey bee. Dadant: Hamilton, 1992. p. 171-196.

SOUTHWICK, E. E.; MORITZ, R. F. A. Effects of meteorological fator son defensive behavior of honey bee. I**nt. J. Bio-meteorol**. v.31, p. 259–65, 1987.

SOUZA, D. A.; GRAMACHO, K. P.; CASTAGNINO, G. L. B. Produtividade de mel e comportamento defensivo como índices de melhoramento genético de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.). **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.** Salvador, v. 13, n. 2, p. 550 – 557, 2012.

SOUZA, D. A. et al. Experimental evaluation of the reproductive quality of Africanized queen bees (*Apis mellifera*) on the basis of body weight at emergence. **Genetics and Molecular Research**, v. 12, n. 4, p. 5382-5391, 2013.

SPIVAK, M. Hygienic behavior and defense against *Varroa jacobsoni.* **Apidologie**, v. 27, p. 245 – 260, 1996.

SPIVAK, M.; GILLIAM, M. Facultative expression of hygienic behaviour of honey bees in relation to disease resistance. **J Apic Res**. v. 32, p. 147-157, 1993.

SPIVAK. M.; REUTER, G. S. Perfomance of hygienic behavior in a commercial apiary. **Apidologie**, v. 29, p. 291-232, 1998.

SPIVAK, M.; REUTER, G. S. Honey bee hygienic behavior. **American Bee Journal,** v. 138, n. 4, p. 283-286, 1998a.

STANDIFER, L. N. et al. Supplemental feeding of honey bee colonies. United States Departament of Agriculture. **Agriculture Information Bulletin**, n. 413, p. 8, 1977.

STORT, A. C. Estudo genético da agressividade de *Apis mellifera*. 1971. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 1971.

STORT, A. C. Genetic study of the aggressiveness of two subspecies of *Apis mellifera* in Brazil. I Some tests to measure aggressiveness. **J Apic Res**. v. 13, p. 33-38, 1974.

STORT, A. C. Genetic study of the aggressiveness of two subspecies of *Apis mellifera* in Brazil. II Time at which the first sting reached the leather ball. **J Apic Res**. v.14, p. 171-175, 1975.

STORT, A. C.; GONÇALVES, L, S. 1991. Genetics of defensive behavior II. **See Ref.** v. 127, p.329–56, 1991.

SWANSON, J. A. I. et al. Odorants that induce hygienic behavior in honeybees: identification of volatile compounds in chalkbrood-infected honeybee larvae. **Journal of Chemical Ecology**, v. 35, p. 1108–1116, 2009.

TABER, S. Sperm distribuition in the spermathecae of queen honeybees. **Journal Economic Entomology**, v. 47, n. 6, p. 995-998, 1955.

TABER, S. Bee Behavior: Breeding for disease resistence. **American Bee Journal**, v. 122, p. 171-179, 1982.

TAYLOR, O. R. Past and possible future spread of Africanized honey bees in the Americas. **Bee World,** v.58, p. 19 -30, 1977.

TAYLOR, O. R.; SPIVAK, M. Climatic limits of tropical African honey bees in the Americas. **Bee World**, v. 65, p. 38 – 47, 1984.

THOMPSON, V. C. Behavior genetics of nest cleaning in honey bees III. Effect of age of bees of a resistant line on their response to disease-killed brood. **Journal of Apicultural Research**, v. 3, n. 1-2, p. 25-30, 1964.

TOLEDO, V. A. A.; MOURO, G. F. Produção de geleia real com abelhas africanizadas selecionadas e cárnicas híbridas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2085-2092, 2005.

TOLEDO, V. A. A. et al. Produção de realeiras em colônias híbridas de *Apis mellifera* L. e longevidade de rainhas. **Global. Science. Technology**. Rio Verde, v.05, n.02, p.176 – 185, mai/ago. 2012.

VAN DER SLUIJS, J. P. et al. Conclusions of the Worldwide Integrated Assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n.1, p.148-154, 2015.

VAN VEEN J. W.; SOMMEIJER M. J. Colony reproduction in *Tetragonisca angustula* (Apidae, Meliponini), **Insectes Soc**., v. 47, p. 70–75, 2000.

VASCONCELOS, E. H. V. et al. Geração de imagens dos índices de vegetação para a cobertura vegetal do Estado de Pernambuco visando suas relações com as mudanças climáticas. In: XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2013 – UFRPE, **Anais...** Recife, PE, 2013, p. 1-3.

VÁTIMO, M. M. M. **Aspectos da divisão de trabalho e da captação de luz em linhagens higiênicas e não higiênicas de abelhas africanizadas *Apis mellifera* L**. 2008. 123 p. Tese de doutorado apresentada à FFCLRP-USP, Ribeirão Preto. 2008.

VIDAL, M. F. Efeitos da seca de 2012 sobre a apicultura nordestina. **Informe Rural Etene**, ano VII, n. 2, p. 1 – 5, 2013.

VISSCHER, P. K. The honey bee way of death: necrophoric behavior in Apis mellifera colonies. **Animal Behaviour**, n. 31, v. 31, p. 1070 – 1076, 1983.

VISSCHER, P. K. Effect of location within the nest on acceptance of queen cells in honeybee colonies. **Journal of Apicultural Research**, v. 25, p.154-157, 1986.

WILLIAMS, G. R. et al. Colony Collapse Disorder in context. **Bioessays**, v. 32, 845–846, 2010.

WILLIAMS, G. R. et al. Neonicotinoid pesticides severely affect honey bee queens. **Scientific Reports,** v. 5, n. 14621, online, 2015. Disponível em:< http://www.nature.com/articles/srep14621> Acesso: Acesso em: 22 jan. 2016.

WINSTON, M. L. et al. Some differences between temperate European and tropical African and South American honey bees. **Bee World**, v.64, p.12-21, 1983.

WINSTON, M. L. **The biology of the honeybee. Cambridge**: Harvard University Press, 1987. 281p.

WINSTON, M. L. **A biologia da abelha.** Tradução de Carlos A. Osowski – Porto alegre: Magister, 2003.

WOYKE, J. Natural and artificial insemination of queen honey bees. **Pszczelnicze Zeszyty Nauwoke**, v. 4, p. 183–273, 1960.

WOYKE, J. Rearing conditions and the number of sperms reaching the queens spermatheca. In: Proceedings of 21th APIMONDIA CONGRESS, 21, Univ. Maryland, USA, 1967, **Abstracts...** Apimondia, 1967, p. 232-234.

WOYKE, J. Correlations between the age at which honeybee brood was grafted, characteristics of the resultant queens and results of insemination. **J. Apicult. Res.**, v. 10, p. 45-55, 1971.

WOYKE, J. Correlations and interactions between population, length of worker life and honey production by honey bees in a temperate region. **Journal of Apicultural Research**, v. 23, p. 148-156, 1984.

WOYKE, J. et al. First evidence of hygienic behaviour in the dwarf honey bee Apis florea. **Journal of Apicultural Research**, v. 51, n.4, p. 359-361, 2012.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO PARA REGISTRO DOS DADOS DO TESTE CH

Teste Comportamento Higiênico – Apiário Experimental DZ/UFRPE

Realizado em: _____/_____/_____. TESTE _____.

		Tratamento		**Controle**	
	Variáveis do Comp. Higiênico	**0 h**	**24 h**	**0h**	**24h**
Colmeia Nº	Nº Células Operculadas (CO)				
	Nº Células Vazias (CV)				
	Total				
Colmeia Nº	Nº Células Operculadas (CO)				
	Nº Células Vazias (CV)				
	Total				
Colmeia Nº	Nº Células Operculadas (CO)				
	Nº Células Vazias (CV)				
	Total				
Colmei Nº	Nº Células Operculadas (CO)				
	Nº Células Vazias (CV)				
	Total				
Colmeia Nº	Nº Células Operculadas (CO)				
	Nº Células Vazias (CV)				
	Total				

APÊNDICE B – FORMULÁRIO PARA REGISTRO DOS DADOS DO MAPEAMENTO DA ATIVIDADE DE POSTURA DA RAINHA.

Ficha de Acompanhamento ATIVIDADE DE POSTURA DA RAINHA

MAPEAMENTO Nº_____ DATA:_____/_____/_____.

COLMEIA Nº_____	Quadro 1		Quadro 2	
	Lado A	Lado B	Lado A	Lado B
Cria Op.				
Cria Ab.				
Ovo				
Pólen				
Néctar Op.				
Néctar Ab.				
Favo				

COLMEIA Nº_____	Quadro 1		Quadro 2	
	Lado A	Lado B	Lado A	Lado B
Cria Op.				
Cria Ab.				
Ovo				
Pólen				
Néctar Op.				
Néctar Ab.				
Favo				

APÊNDICE C – FORMULÁRIO PARA REGISTRO DOS DADOS DAS COLMEIAS NAS REVISÕES

Ficha de Revisão do Apiário Experimental – DZ/UFRPE

Pesquisador(a): _____ Total de Colmeias: _____ Data: ____/____/_____.

DADOS DAS COLMEIAS

Nº da Colmeia	Qd. c/ Crias	Qd. c/ Mel	Qd. c/ Pólen	Qd. Vazio	Qd. c/ Cera Velha	Qd. c/ Defeito	Qd. c/ Cera Alveolada	Presença de Rainha	Presença de Realeira	Melgueira Qd. c/ Mel	Observações