



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

DAIANA DA SILVA SOMBRA

**SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera*
L.) NA REGIÃO DO SEMIÁRIDO**

MOSSORÓ-RN

2018

DAIANA DA SILVA SOMBRA

**SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera*
L.) NA REGIÃO DO SEMIÁRIDO**

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. Michelle Manfrini
Morais Vátimo

MOSSORÓ-RN

2018

©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 vinculadas 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.

S693s Sombra, Daiana da Silva.
Suplementação alimentar de Abelhas
Africanizadas (*Apis mellifera* L.) na região do
Semiárido / Daiana da Silva Sombra. - 2018.
98 f. : il.

Orientador: Lionel Segui Gonçalves.
Coorientadora: Michelle Manfrini Moraes
Vátimo .
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Ciência Animal, 2018.

1. nutrição. 2. alimentação. 3. dieta. 4.
leucena. 5. macroalga. I. Gonçalves, Lionel Segui
, orient. II. Moraes Vátimo , Michelle Manfrini ,
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.

DAIANA DA SILVA SOMBRA

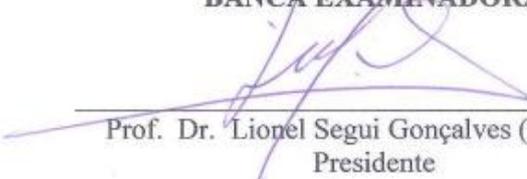
**SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera*
L.) NA REGIÃO DO SEMIÁRIDO**

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.

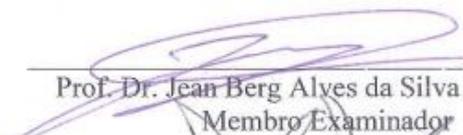
Linha de Pesquisa: Produção Animal

Defendida em: 19 / 07 / 2018.

BANCA EXAMINADORA



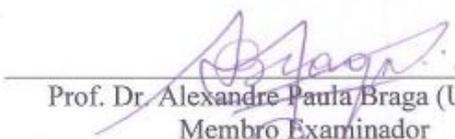
Prof. Dr. Lionel Segui Gonçalves (UFERSA)
Presidente



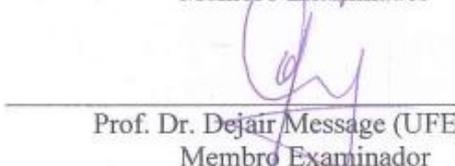
Prof. Dr. Jean Berg Alyes da Silva (UFERSA)
Membro Examinador



Prof. Dr. David de Jong (USP-Ribeirão Preto- SP)
Membro Examinador



Prof. Dr. Alexandre Paula Braga (UFERSA)
Membro Examinador



Prof. Dr. Dejáir Message (UFERSA)
Membro Examinador

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

DAIANA DA SILVA SOMBRA - nasceu no dia 09 de abril de 1984, na cidade de Russas-CE. Fez o ensino médio na Unidade Educacional Coração Imaculado de Maria (em Russas). Iniciou o ensino superior em fevereiro de 2006 na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), onde cursou graduação em Zootecnia, concluindo em dezembro de 2011. Foi Bolsista da 8ª e 9ª edição do Programa de Iniciação Científica e Tecnológica para Micro e Pequenas Empresas (BITEC) respectivamente no ano de 2008 e 2009, pelo Instituto Euvaldo Lodi (IEL) - Brasil. Foi bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) na modalidade Apoio Técnico a Pesquisa- AT, pelo período de 01/01/2011 a 30/09/2011. Ingressou em agosto de 2011 no mestrado do programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), onde no decorrer do curso de Pós-Graduação, foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) durante o período de novembro de 2011 a agosto de 2013. Membro titular da Diretoria do Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte CETAPIS- RN (2a. Secretaria).

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me permitido a vida...

Aos meus amados pais Francisco Nailton Gomes Sombra e Ana Maria da Silva Sombra, por tudo que sou, pelos enormes sacrifícios para me dar a oportunidade de uma carreira, mas principalmente pelo seu amor incondicional, pela paciência e dedicação em todas as etapas da minha vida. Muito obrigada por sonhar meus sonhos comigo!

As minhas irmãs: Karla Diana da Silva Sombra e Diana Nara da Silva Sombra pela compreensão dos meus estresses e das minhas ausências, pelo carinho e incentivo, por sempre estar à disposição para me ajudar.

Ao meu querido Orientador Prof. Dr. Lionel Segui Gonçalves, pessoa a quem tenho grande admiração e consideração. Agradeço pela confiança, oportunidade, orientação, dedicação, paciência, amizade, enfim por acreditar em mim.

À minha Co-Orientadora Profa. Dra. Michelle Manfrini Morais Vátimo pela acolhida inicial, pelo incentivo, paciência e orientação durante toda a pesquisa.

À Profa. Dra. Kátia Peres Gramacho, a quem tenho respeito e carinho, agradeço pelas muitas vezes que se disponibilizou a ajudar.

À Profa. Dra. Neide Malusá Gonçalves, obrigada por todo apoio, sempre grande incentivadora.

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

Ao Prof. Dr. Ivanilson S. Maia pelo apoio e pelo fornecimento das Macroalgas que permitiram uma nova linha de pesquisas sobre nutrição de abelhas

Ao grupo de pesquisa Núcleo de Pesquisas Apícolas do Semiárido Nordestino e amigos Hérica Girlane Tertulino Domingos, Ricardo Gonçalves Santos, Renata Valéria Regis De

Sousa Gomes, Joselena Mendonça Ferreira, Leandro Alves, Dayson Castilhos, Ítallo Magalhães de Carvalho, Victor Hugo Pedraça Dias, Edgar Rodrigues de Araújo Neto e Lucas da Silva Morais, pela amizade e ajuda nos experimentos.

À Srt^a Nira Lopes de Lima, há quem devo gratidão pelas primeiras experiências com manejo de abelhas, fundamentais para meu aprendizado prático em apicultura.

Aos meus grandes amigos e minha segunda família: Luana Micaele, Fabrício Henrique, Priscilla Carlos, Victor Sousa, Hérica Domingos, Ricardo Gonçalves, Aline Cipriano, Vanessa Morais, Viviane Rodolfo, Eulina Neres, e Waldenberg Moura obrigado por estarem sempre ao meu lado nos bons e maus momentos de minha vida.

Ao Prof. Dr. David de Jong pela ajuda prestada durante este trabalho, pela disponibilização do laboratório, equipamentos e reagentes, além dos ensinamentos e conselhos.

À Dra. Joyce Volpini de Almeida obrigada, pelo carinho, por sua alegria, por me ajudar nas análises da hemolinfa.

À todos do APILAB- USP-RP em especial ao Rogério Aparecido Pereira, Clicye Machado, Aline Turcatto, Priscila Bruno Cardoso por todos os ensinamentos, os momentos de alegria, é muito bom trabalhar com vocês.

Ao Pró-reitor da pós-graduação da UFERSA Prof. Dr. Jean Berg Alves da Silva obrigado pelas suas sugestões e orientações para o meu crescimento profissional.

Ao Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte- CETAPIS-RN por ter cedido suas instalações, colmeias, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Lionel Segui Gonçalves, Prof. Visitante Sênior da CAPES junto à UFERSA.

O setor de aquicultura, ao Prof. Júnior Bessa, pela disponibilidade do uso do moinho que foi essencial para a realização do experimento das dietas alimentares.

Ao Laboratório de análise de Alimentos sob a responsabilidade do Prof. Dr. Alexandre Paula Braga, a técnica Vilma Amâncio e os alunos da graduação em zootecnia Isaac Sydney, Danilo

Guerra, por ajudarem nas análises da Bromatologia de alguns dos alimentos utilizados nos experimentos.

Ao Laboratório de pesca (LAPESC) sob a responsabilidade do Prof. Dr. Alex Gonçalves e o técnico Odonil Santos, por permitir o uso do moinho durante o início dos experimentos.

À fábrica de ração da UFERSA por ceder os ingredientes da ração.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – PPGCA/UFERSA.

À CAPES, FAPERN, Fundação Guimarães Duque, por todo financiamento concedido à este estudo.

À todos, que direta ou indiretamente contribuíram na minha formação e na execução deste trabalho. Sempre terão meus reconhecimentos e estarão em meus pensamentos. Muito obrigada!

SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* L.) NA REGIÃO DO SEMIÁRIDO

SOMBRA, Daiana da Silva. **Suplementação alimentar de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) na região do semiárido**. 2018. 99f. Tese (Doutorado em Ciência Animal: Sanidade e Produção Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró – RN, Brasil.

RESUMO

A carência de pólen na natureza, durante o período de escassez no semiárido, afeta a produtividade das colônias, sendo assim, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e testar dietas artificiais proteicas para colônias de abelhas *Apis mellifera*, utilizando a leucena (*Leucena leucocephala*) e a macroalga *Gracilaria birdiae*. Para os testes em laboratório, abelhas em gaiolas de confinamento foram alimentadas por sete dias com diferentes dietas: D1 (*Beebread* e *candy* (açúcar triturado com mel)), D2 (Megabee[®] - dieta comercial), D3 (xarope de sacarose 50% (v/v)), D4 e D5 (contendo farelo de milho, farelo de soja e leucena como principais ingredientes, com diferentes concentrações), D6 (farelo de milho e farelo de soja), D7 (farelo de milho e leucena), D8 (farelo de milho e açúcar cristal) e D9 (Promotor L[®]). Coletas de amostras de hemolinfa de abelhas operárias foram realizadas para análise da concentração proteica. No campo foram realizados dois experimentos: 1) teste das dietas selecionadas pelo resultado da concentração de proteína na hemolinfa (D5, D6 e xarope de sacarose 50% (v/v)); e 2) avaliação de dietas a base da macroalga *G. birdiae* (EA – extrato de algas com xarope; M+S – farelo de soja, farelo de milho e xarope de sacarose 50% (v/v); M+FA – farinha de algas, farelo de milho e xarope de sacarose 50% (v/v); Controle – xarope de sacarose 50% (v/v)). Em ambos os experimentos realizados em campo foram mensurados o consumo das dietas pastosas, o ganho de peso das colônias e o percentual de área ocupada nos favos com postura, cria operculada e cria aberta, pólen, mel e néctar aberto. No experimento 1 não houve diferença no consumo das dietas nem no ganho de peso das colônias, mas ocorreu maior percentual de área ocupada com ovo nas colônias alimentadas com a dieta D5, sendo estatisticamente superior à média do grupo que recebeu a dieta D6. A dieta D5 também foi significativamente melhor para a área de cria operculada e cria aberta. No experimento 2 o consumo da dieta M+FA foi superior à dieta M+S, porém não ocorreu diferença no peso das colônias de nenhum tratamento. O percentual de área ocupada nos favos apresentou diferença estatística apenas para a variável mel, onde a dieta M+FA foi superior ao controle e EA, porém não diferindo de M+FA. Com base nesses resultados podemos sugerir que a inclusão da leucena e da macroalga *G. birdiae* na dieta das abelhas, servem de substituto de pólen. Por tratarem-se de produtos encontrados facilmente na região e de baixo custo, sendo a macroalga encontrada em abundância no litoral do Nordeste Brasileiro, podem ser considerados acessíveis para o apicultor, sendo, portanto, excelentes alternativas para alimentação proteica das abelhas durante o período de escassez de alimento no semiárido nordestino.

Palavras-chave: nutrição, alimentação, dieta, leucena, macroalga

SUPPLEMENTATION OF AFRICANIZED BEES (*Apis mellifera* L.) IN THE REGION OF SEMIÁRID

SOMBRA, Daiana da Silva. **Supplementation of Africanized bees (*Apis mellifera* L.) in the semiarid region of RN.** 2018. 99f. Thesis (PhD in Animal Science: Animal Health and Production) - Post-Graduate Program in Animal Science, Federal Rural Semi Árid University, Mossoró - RN, Brazil.

ABSTRACT

The lack of pollen in nature during the period of scarcity in the semi-arid region affects the productivity of the colonies, thus, the objective of this work was to develop and test artificial protein diets for colonies of *Apis mellifera* bees, using leucena (*Leucaena leucocephala*) and macroalgae *Gracilaria birdiae*. For the laboratory tests, bees in confinement cages were fed for seven days with different diets: D1 (*Beebread* and *candy* (sugar with honey)), D2 (Megabee[®] - commercial diet), D3 (50% sucrose syrup (v / v)), D4 and D5 (corn bran, soybean meal and leucena as main ingredients with different concentrations) D6 (corn bran and soybean meal), D7 (corn bran and leucena), D8 (corn bran and crystal sugar) and D9 (Promoter L[®]). Collection of hemolymph samples from worker bees were collected for analysis of protein concentration. Two experiments were carried out in the field: 1) test of diets selected by the result of protein concentration in hemolymph (D5, D6 and 50% sucrose syrup (v / v)); and 2) evaluation of diets based on macroalgae *G. birdiae* (EA - algal extract with 50% sucrose syrup (v / v), M + S – soybean meal, corn bran and 50% sucrose syrup (v / v), M + FA - algae meal, corn bran and – 50% sucrose syrup (v / v); control- 50% sucrose syrup (v / v)). In both field experiments, the consumption of pasty diets, weight gain of colonies and the percentage of area occupied in combs with posture, brewed and open breeding, pollen, honey and open nectar were measured. In experiment 1 there was no difference in diets consumption or colony weight gain, but there was a higher percentage of area occupied with eggs in the colonies fed with the D5 diet, being statistically higher than the average of the group that received the D6 diet. The D5 diet was also significantly higher for the area of brood and open breeding. In the experiment 2, the consumption of the M + FA diet was superior to the M + S diet, but no difference in the weight of the colonies of any treatment occurred. The percentage of area occupied in the combs presented statistical difference only for the honey variable, where the diet M + FA was superior to the control and EA, but not differing from M + FA. Based on these results we can suggest that the inclusion of leucena and the macroalgae *G. birdiae* in the diet of the bees, suits as a substitute for pollen. Because they are regional and low cost products found in abundance along the Brazilian Northeast coast, they are considered accessible to beekeepers and are therefore excellent alternatives for bee protein feeding during the period of food scarcity in the northeastern semi-arid region.

Key words: nutrition, feeding, diet, leucena, macroalgae

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Apiário do Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte (CETAPIS-RN) no Semiárido Brasileiro com colmeias dispostas sob vegetação típica do Bioma Caatinga durante o período de seca.	42
Figura 2	Árvore de leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>).	43
Figura 3	Folhas da leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>) coletadas e colocadas para secar, posteriormente tiveram os pecíolos eliminados e as folhas trituradas.	43
Figura 4	Farinha de macroalgas algas <i>Gracilaria birdiae</i> .	48
Figura 5	Macroalga <i>Gracilaria birdiae</i> .	49
Figura 6	Abelhas confinadas no interior de frascos de plástico e mantidas em estufa.	50
Figura 7	Espectrofotômetro utilizado para a leitura da quantificação proteica.	53
Figura 8	Quadro de crias de operárias dentro do suporte de madeira dividido por arame em 36 quadrantes idênticos para registro das áreas de postura, cria aberta, cria operculada, mel e pólen.	56
Figura 9	Níveis de proteína na hemolinfa ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$) coletada de abelhas recém-emergidas no dia 0 e no 7º dia após terem recebido as dietas D1 (<i>beebread</i> e <i>candy</i>), D2 (Megabee®), D3 (Xarope), D4 e D5 (contendo milho, soja e leucena como principais ingredientes), D6 (milho e soja), D7 (milho e leucena), D8 (milho e açúcar) e D9 (Promotor L®).	61
Figura 10	Médias de consumo de duas formulações de alimentos: uma a base de milho, leucena, soja, açúcar e óleo (D5) e outra à base de milho, soja, açúcar e óleo (D6) fornecidas às colônias de abelhas africanizadas (<i>Apis mellifera</i>).	63
Figura 11	Médias do peso de colônias de abelhas africanizadas (<i>Apis mellifera</i>) alimentadas com xarope (controle) e duas alimentações pastosas: uma a base de milho, leucena, soja e açúcar (D5) e outra à base de milho, soja e açúcar (D6).	65
Figura 12	Médias de consumo de duas alimentações pastosas: uma a base de milho e soja (M+S) e outra à base de milho e farinha de algas (M+FA), fornecidas às colônias de abelhas africanizadas (<i>Apis mellifera</i>). Letras diferentes nas barras indicam diferença estatisticamente significativa pelo Teste T-Student ao nível de 5% de probabilidade.	69
Figura 13	Médias do peso de colônias de abelhas africanizadas (<i>Apis mellifera</i>) alimentadas com energético: xarope (controle) e extrato de algas (EA); e duas alimentações pastosas: uma a base de milho e soja (M+S) e outra à base de milho e farinha de algas (M+FA).	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Dietas energético-proteicas elaboradas e fornecidas às operárias de abelhas africanizadas <i>Apis mellifera</i> confinadas em gaiolas.	51
Tabela 2	Custo estimado em reais dos ingredientes das dietas fornecidas às operárias de abelhas africanizadas <i>Apis mellifera</i> .	52
Tabela 3	Custo de xarope e duas dietas pastosas para alimentação de abelhas africanizadas durante o período de 07/11/2017 a 03/01/2018 em condições de clima semiárido no Nordeste Brasileiro.	54
Tabela 4	Dietas energético-proteicas elaboradas e fornecidas às colônias de abelhas africanizadas <i>Apis mellifera</i> com inclusão de macroalgas <i>Gracilaria birdiae</i> .	55
Tabela 5	Custo estimado (em reais) de ingredientes utilizados em dietas fornecidas à colônia de abelhas africanizadas (<i>Apis mellifera</i>).	55
Tabela 6	Custo por quilograma (em reais) de ingredientes utilizados em xarope e duas dietas pastosas para a alimentação de colônias de abelhas africanizadas (<i>Apis mellifera</i>) durante o período de 29/01/2018 a 09/03/2018 em condições de clima semiárido no Nordeste Brasileiro.	56
Tabela 7	Composição química dos componentes dos ingredientes utilizados nas dietas, expresso em % da MS.	59
Tabela 8	Custo da utilização da dieta D5 (com leucena) e D6 (sem leucena) durante o período experimental, assim como uma estimativa do custo anual utilizando as mesmas dietas.	64
Tabela 9	Médias e erros do percentual de área ocupada com ovo, cria operculada, cria aberta, pólen, néctar operculado e néctar aberto em colônias de abelhas africanizadas (<i>Apis mellifera</i>) alimentadas com xarope (controle) e duas alimentações pastosas: uma a base de milho, leucena, soja e açúcar (D5) e outra à base de milho, soja e açúcar (D6).	66
Tabela 10	Comparativo dos custos com o fornecimento das dietas M+S (à base de milho e soja) e M+FA (à base de milho e farinha de algas), durante o período experimental em comparação a 1 ano de fornecimento.	70
Tabela 11	Médias e erros do percentual de área ocupada com ovo, cria operculada, cria aberta, pólen, néctar operculado e néctar aberto em colônias de abelhas africanizadas (<i>Apis mellifera</i>) alimentadas com energético: xarope (controle) e extrato de algas (EA); e duas alimentações pastosas: uma a base de milho e soja (M+S) e outra à base de milho e farinha de algas (M+FA).	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Atm	Atmosfera Física
AMAR	Associação de Maricultoras de Algas de Rio do Fogo
ASA	Amostra Seca ao Ar
ASE	Amostra Seca
BSA	Albumina Sérica Bovina
CCD	<i>Colony Collapse Disorde</i>
CE	Ceará
CETAPIS	Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte
CRIA OP	Cria Operculada
CRIA AB	Cria Aberta
Dr	Doutor
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
EE	Extrato Etéreo
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
MM	Matéria Mineral
MS	Matéria Seca
NÉCTAR OP	Néctar Operculado
NÉCTAR AB	Néctar Aberto
P	Peso
PB	Proteína Bruta
RN	Rio Grande do Norte
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

LISTA DE SÍMBOLOS

\$	Cifrão
g	Gramas
°C	Grau Celsius
®	Marca registrada
µg	Micrograma
µl	Microlitro
ml	Mililitro
mm	Milímetro
nm	Nanômetro
α	Nível de significância
%	Porcentagem
Kg	Quilogramas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS.....	21
2.1	Geral.....	21
2.2	Específicos	21
3	REVISÃO DE LITERATURA	22
3.1	Atividade Apícola	22
3.2	Necessidades nutricionais das abelhas <i>Apis mellifera</i> L.....	24
3.3	Importância do uso de dietas artificiais	27
3.4	Trabalhos com alimentação artificial desenvolvidos para abelhas no Brasil.....	29
3.5	Produtos regionais utilizados nas dietas	35
3.5.1	Leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>).....	35
3.5.2	Macroalgas(<i>Gracilaria birdiae</i>).....	37
4	MATERIAL E MÉTODOS	42
4.1	Local do experimento	42
4.2	Aquisição e preparação dos ingredientes (Experimento 1).....	42
4.2.1	Bromatologia dos ingredientes	44
4.2.1.1	Determinação da Matéria seca a 65°C (Pré-Secagem).....	44
4.2.1.2	Determinação de Cinzas ou Matéria Mineral.....	45
4.2.1.3	Determinação de Extrato Etéreo ou Gordura.....	45
4.2.1.4	Determinação de Fibra em Detergente Neutro.....	46
4.2.1.5	Determinação de Fibra em Detergente Ácido.....	46
4.2.1.6	Determinação da Proteína Bruta pelo Método Kjeldahl.....	46
4.2.2	Granulométrica dos ingredientes.....	47
4.3	Inclusão de macroalgas na alimentação de abelhas (Experimento 2).....	47
4.3.1	Obtenção de farinha de algas.....	48
4.3.2	Obtenção de extrato de algas.....	49
4.4	Determinação da eficiência das dietas proteicas em abelhas africanizadas mantidas em laboratório (Experimento 1).....	49
4.4.1	Procedimento Experimental.....	49
4.4.2	Coleta de hemolinfa e determinação da concentração de proteína total na hemolinfa de operárias.....	52
4.5	Determinação da eficiência das dietas proteicas em abelhas africanizadas no campo.....	54
4.5.1	Experimento 1.....	54
4.5.2	Experimento 2.....	55
4.5.3	Avaliação das colônias no campo e mapeamento da área de cria	56
4.5.3.1	Experimento 1.....	57

4.5.3.2	Experimento 2.....	57
4.6	Análises estatísticas	57
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
5.1	Bromatologia dos ingredientes (Experimento 1).....	59
5.2	Análise da quantificação de proteínas totais na hemolinfa de abelhas operárias alimentadas com diferentes dietas confinadas em gaiolas (Experimento 1).....	60
5.3	Determinação da eficiência de dietas proteicas em colônias de abelhas africanizadas no campo através do consumo (Experimento 1).....	63
5.4	Determinação da eficiência de dietas proteicas em colônias de abelhas africanizadas no campo através do monitoramento dos pesos das colônias (Experimento 1).....	65
5.5	Determinação da eficiência de dietas proteicas em colônias de abelhas africanizadas no campo através do mapeamento da área de postura, área de cria aberta, cria operculada, pólen, néctar aberto e néctar operculado das colônias (Experimento 1).....	65
5.6	Determinação da eficiência de dietas proteicas em colônias de abelhas africanizadas no campo através do consumo (Experimento 2).....	69
5.7	Determinação da eficiência de dietas proteicas em colônias de abelhas africanizadas no campo através do peso das colônias (Experimento 2).....	71
5.8	Determinação da eficiência de dietas proteicas em colônias de abelhas africanizadas no campo através do mapeamento da área de postura, área de cria aberta, cria operculada, pólen, néctar aberto e néctar operculado das colônias (Experimento 2).....	72
6	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
7	REFERÊNCIAS	80

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui potencial para obtenção de grandes quantidades de produtos apícolas, o que o diferencia dos demais países que, normalmente, colhem mel uma única vez por ano. Entre as vantagens competitivas da apicultura brasileira está a resistência a pragas e doenças das abelhas africanizadas (BERTOLDI et al., 2004).

A identificação da flora apícola, época e período do seu pico de floração, são de fundamental importância para o sucesso da apicultura em qualquer região do mundo, porém a qualidade deste pasto é um fator determinante para eficiência da atividade apícola. A abelha africanizada é um poli-híbrido entre as raças europeias introduzidas anteriormente no Brasil e a abelha africana *Apis m. scutellata*, explorada com finalidade econômica no Brasil, *Apis mellifera* L. (africanizada), procura concentrar esforços em poucas espécies vegetais cujas floradas propiciem altos ganhos energéticos via néctar (SCHIMID-HEMPEL, 1987; SOUSA, J. et al., 2011).

A apicultura é uma atividade crescente no Nordeste do Brasil, onde se caracteriza por ser praticada por pequenos apicultores ligados à agricultura familiar, sendo capaz de aproveitar a mão de obra familiar, gerar renda e fixar o homem no campo, aproveitando o potencial da vegetação da Caatinga no semiárido, (PEREIRA, F. et al., 2007). Por depender dos recursos naturais, a apicultura sofre oscilação de produção de acordo com as condições climáticas e ambientais de cada região (PEREIRA, F. et al., 2006). No entanto, é preciso conhecer os alimentos convencionais regionais e alternativos para o período de entressafra diminuindo assim a perda ou redução da produção.

Para o crescimento e desenvolvimento normal de suas colônias, as abelhas precisam de proteínas, carboidratos, minerais, lipídios, vitaminas e água e, essas necessidades são supridas pela coleta de néctar, pólen e água. O néctar coletado pelas abelhas forrageadoras satisfaz o requerimento de carboidratos, enquanto o pólen satisfaz o requerimento de proteínas, minerais, lipídeos e vitaminas (HERBERT JR., 1992).

As operárias forrageiras selecionam o tipo de alimento a ser coletado (néctar ou pólen) e a quantidade, sendo que no decorrer do dia, elas podem alterar o tipo de coleta para atender às exigências da colmeia (FREE, 1980). Isto fica dificultado em épocas de escassez, como no período de seca, caso típico do semiárido nordestino, sendo a alimentação artificial muito importante para a manutenção da colônia e para o crescimento e multiplicação do número de

colônias. Quando a quantidade de nutrientes é limitada, pode interferir no desenvolvimento da colônia, reduzindo a longevidade, quantidade de cria e produção de mel (HERBERT JR, 1992).

A diversidade do pólen coletado pelas abelhas depende dos tipos vegetais, do crescimento das plantas, das estações do ano, da temperatura do ar, do pH e da fertilidade do solo (LI et al., 2012; MORAIS et al., 2013a). O requerimento anual de pólen por uma colônia varia consideravelmente dependendo da localização e tamanho populacional da mesma (ALMEIDA-DIAS, 2017).

As abelhas misturam pólen, mel e outras secreções glandulares, ajudando a preservá-lo de microrganismos nocivos, induzindo fermentação e processos enzimáticos, assim, produzindo o *beebread*. O processo de obtenção deste pólen fermentado dentro da colmeia ocorre em uma progressão de aparecimento ou desaparecimento de microrganismos colonizadores, especialmente bactérias ácido-láticas, de acordo com as condições da colmeia e do substrato (DEL RISCO et al., 2012).

Em determinadas regiões e períodos do ano, como no Nordeste do Brasil, a falta de alimento estocado ou disponível no ambiente interfere no comportamento forrageiro das abelhas. Fazendo com que as operárias iniciem o forrageamento mais cedo que o habitual a longevidade das operárias é afetada pelo início do forrageamento e as operárias que se tornam forrageiras mais cedo, morrem mais cedo que operárias que executam tarefas intranidais (DE JONG et al., 2009). Colônias com baixo estoque proteico apresentam um declínio na quantidade de crias e também um tempo de vida mais curto de suas operárias em geral (DEGRANDI-HOFFMAN et al., 2010).

As proteínas desempenham portanto, um papel muito importante na determinação do tempo de vida das abelhas (AMDAM; OMHOLT, 2002). Operárias com poucas reservas nutricionais ou o consumo limitado de proteínas tem uma vida útil mais curta como adultas. A destruição de proteínas também afeta a capacidade das abelhas para resistir doenças (MATILLA; OTTIS 2006) e um link entre nutrição protéica e imunidade foi relatada (ALAUX et al., 2011); conseqüentemente, a nutrição é suspeita de ser um fator importante envolvido no *Colony Collapse Disorder* (CCD) ou Síndrome do Desaparecimento das abelhas (COX FOSTER et al., 2007).

Para evitar a perda de enxames durante os períodos de escassez de florada, alguns apicultores oferecem alimentação energética e proteica para as abelhas. A alimentação artificial possibilita a manutenção dos enxames, além de preparar as colmeias para o período de produção (PAULINO, 2013).

A nutrição inadequada, além de refletir sobre todo o desenvolvimento da colônia e também do indivíduo, está intimamente ligada ao bom funcionamento do sistema imunológico das abelhas (SCHMID-HEMPEL, 2005; ALAUX et al., 2010).

Quando as necessidades nutricionais não são satisfeitas, a capacidade reprodutiva é afetada, assim como a produção (CAMARGO, 1972; CRANE, 1980; FREE, 1980; WINSTON, 1987; CRANE, 1990; MORSE, 1990; SAMMATARO; AVITABILE, 1998). A alimentação proteica deve satisfazer adequadamente às necessidades das abelhas na primeira fase da vida adulta, objetivando o desenvolvimento das glândulas produtoras de geleia real, garantindo a produção de alimento para a rainha e para as crias (PINTO, 2009).

Além da carência nutricional em alguns meses do ano, doenças, ácaros, inseticidas, ou movimentação frequente no apiário, sem um manejo adequado, pode causar tensões nutricionais sobre abelhas (SCHMIDT; HANNA, 2006). Sendo assim, a alimentação artificial é muito importante tanto para a manutenção da colônia como para o crescimento e multiplicação do número de colmeias (HERBERT JR., 1992). Além disso, tal suplemento resulta em benefícios, pois assegura um desenvolvimento contínuo das colônias em lugares e épocas de escassez de néctar e pólen, além de prepará-los para aproveitar melhor o fluxo de néctar (SEREIA, 2009).

O Brasil com seu extenso território, tem grande diversidade da flora apícola, porém com diferentes realidades nutricionais. O Nordeste brasileiro, na maior parte do ano, encontra-se na estação seca, com escassez de pasto apícola, sem oferta de alimento para as abelhas (FREITAS, B., 1991; LIMA, A., 1995; PEREIRA, F. et al., 2006).

Constata-se que várias rações artificiais proteicas já foram desenvolvidas no Brasil, contendo ingredientes altamente proteicos e com valores acessíveis ao apicultor, mas ainda se esbarram no problema da atratividade ou aceitabilidade. Não basta ter uma ração nutritiva se não for atrativa para as abelhas (MORAIS et al., 2013b). Contudo, apesar de várias pesquisas já terem sido realizadas visando encontrar um substituto alimentar para as abelhas (ABBAS et al., 1995; CREMONEZ, 1996, 2001; AZEVEDO-BENITEZ; NOGUEIRA-COUTO, 1998), ainda não existem produtos eficazes de fácil acesso e baixo custo ao apicultor. O uso de dietas artificiais pode resolver parcialmente esse problema ao se administrar dietas alimentares ricas em proteínas no período de estiagem, bem como nas entressafras, fazendo com que as colônias sejam reforçadas quanto ao tamanho populacional, aumentando a resistência às condições adversas devido ao clima, permitindo que as colônias possam superar as dificuldades fisiológicas e comportamentais produzindo mais e em melhores condições.

Dessa forma, a necessidade do apicultor de dispor de um alimento proteico para ser ofertado as abelhas em qualquer época do ano e que seja eficiente para suprir as necessidades das abelhas, faz com que ele busque novas alternativas na expectativa de encontrar uma solução para esse problema. Um grande entrave no qual os apicultores se deparam quando utilizam suplementos proteicos para suprir a falta de recursos alimentares no campo, além da atratividade é o custo dessa alimentação. Dessa maneira a utilização de produtos encontrados facilmente na região na formulação dessas dietas, podem diminuir os custos, tornando o fornecimento da alimentação mais acessível para o apicultor. Com esse intuito, foram desenvolvidas dietas artificiais tendo em sua composição produtos encontrados na região e ou de fácil acesso no Nordeste como a leucena (*Leucaena leucocephala*) e a macroalga *Gracilaria birdiae*.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Elaborar dietas balanceadas para suprir déficits alimentares causado pela carência de pólen no período de escassez e que esta dieta seja eficiente para o desenvolvimento das abelhas, de fácil acesso ao apicultor e de baixo custo.

2.2 Específicos

Testes de laboratório

- ❖ Avaliar e desenvolver sete tipos de dietas energético proteicos como substituto de pólen para abelhas africanizadas (*Apis mellifera*).
- ❖ Dosar a quantidade de proteínas na hemolinfa de abelhas operárias recém-nascidas mantidas em estufas e alimentadas com as diferentes dietas durante sete dias (Experimento 1). Testes de Laboratório

Testes de Campo

- ❖ Testar dietas pré-selecionadas no laboratório em colônias de abelhas africanizadas nas épocas de escassez no campo (Experimento 1).
- ❖ Desenvolver duas dietas energético proteicas a base de macroalgas *Gracilaria birdiae* e avaliar o efeito da inclusão da macroalga na alimentação de abelhas africanizadas (Experimento 2).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ATIVIDADE APÍCOLA

No Brasil, a apicultura é realizada com uma subespécie (raça) conhecida como abelha africanizada (*Apis mellifera* L.), que é um poli-híbrido resultante de intercruzamentos entre a abelha africana, *Apis mellifera scutellata*, com várias subespécies europeias (*A. mellifera ligustica*, *A. mellifera mellifera*, *A. mellifera carnica* e *A. mellifera caucasica*). A abelha africanizada apresenta predominância de características das abelhas africanas e, portanto, são mais rústicas, prolíferas, resistentes a doenças e produtivas em relação as demais subespécies, o que possibilitou uma boa adaptação desses insetos na região semiárida brasileira (WINSTON, 1992; GONÇALVES, 2006b; KAPLAN, 2007).

As abelhas são insetos de importância ecológica e econômica, conhecidas por produzirem mel, pólen, geleia real, própolis, apitoxina e cera. Em sua maioria, atuam como agentes polinizadores em culturas agrícolas e na flora natural (OLLERTON et al., 2011). Essa atividade tem demonstrado ser excelente alternativa para complementação de renda do produtor rural, uma vez que não compete em recursos de produção com as atividades já existentes na área rural (SANTOS; RIBEIRO, 2009). Portanto, além de viabilizar melhorias na qualidade de vida do homem do campo, por meio de um trabalho digno e que gera renda, a apicultura também é uma atividade considerada sustentável, uma vez que não compromete o meio ambiente.

De acordo com Gonçalves et al. (2010), a apicultura com abelhas africanizadas encontra-se em amplo processo de desenvolvimento no Brasil, principalmente no Nordeste do país, que vem se tornando uma importante região produtora de mel e participando mais recentemente com significância das exportações brasileiras, especialmente quando se refere ao mel orgânico. No entanto, apesar do potencial apícola que essa região apresenta (GONÇALVES et al., 2010), recentemente o clima tem causado muitas perdas na produção e gerado enormes dificuldades de crescimento no setor. Anualmente no Nordeste em virtude da seca, os apicultores perdem em média, 50% de suas colônias devido à enxameação por abandono ou migração, chegando a perdas de até 90% quando a estiagem é muito prolongada, como ocorreu no ano de 2012 (CASTILHOS et al., 2016).

Segundo Loiola (2012), na região semiárida do nordeste brasileiro, tendo como vegetação predominante a Caatinga, é no segundo semestre do ano o período mais crítico para as colônias das abelhas. A maior dificuldade encontrada para obtenção da melhoria dos

índices de produtividade da apicultura para os agricultores está ligada ao manejo do apiário e oferta de pasto apícola em quantidade suficiente para as necessidades de consumo e produção das abelhas na época da seca (SOUSA, J. et al., 2011).

No Rio Grande do Norte, a combinação da seca com os demais fatores adversos, tem limitado o equilíbrio térmico das colônias (ALMEIDA, G., 2008) e causado sérios efeitos sobre as atividades apícolas desde 2012, com elevadas perdas de colônias em todo o estado. De acordo com Gonçalves et al., (2013) o município de Serra do Mel, que tinha um total de 5.000 colmeias em 2011 perdeu quase 90% delas, mantendo-se pouco menos de 500 colônias em 2012. O Rio Grande do Norte que vinha crescendo em exportações de mel, desde 2005, em 2011 exportou 1.522,297 kg de mel. No entanto, devido à seca em 2012, exportou apenas 266.000 kg e os apicultores chegaram a perder 90% de suas colônias por causa da enxameação por abandono.

Acontece que no verão do semiárido nordestino, a antropização na Caatinga prejudica diretamente a alimentação natural das abelhas, uma vez que em grande parte deste bioma a variação vegetacional é reduzida, sendo a vegetação arbórea e arbustiva-arbórea muito procuradas para uso na produção de carvão, extração de lenha para construções rurais ou mesmo dizimadas para dar lugar para a atividade agrícola e pecuária (PEREIRA, F. et al., 2006).

As colmeias de abelhas são consideradas heterotérmicas e, embora apresentem alta capacidade de adaptação aos mais diferentes ambientes, suas colônias podem ter prejuízos quando manejadas sob condições adversas e, como consequência, a produção também é afetada. Vários fatores ambientais podem exercer influência sobre as colônias, entre eles a temperatura do ar, velocidade do vento, umidade relativa do ar e radiação solar (LORENZON et al., 2004; ALMEIDA, G., 2008). Muitos produtores nordestinos se desestimularam e até desistiram da atividade, em consequência dos prejuízos causados pelas secas recorrentes nos últimos anos (PEREIRA, D. et al., 2014; CASTILHOS et al., 2016).

Em ambientes como o Semiárido Nordeste a temperatura ambiente pode ser muito maior que a temperatura da superfície corporal da abelha e, a convecção e radiação podem ser mecanismos de ganho e não de perda de calor. Aliado a isto, esse ambiente também é caracterizado por intensa radiação solar, conseqüentemente, a abelha passa a ganhar calor por radiação, o que torna ainda mais difícil manter a termorregulação (DOMINGOS, 2017).

Essas características promovem o superaquecimento dentro das colmeias e os custos, a nível de colônia, para manter a temperatura interna estável são muito elevados, podendo

inclusive levar as abelhas a migrarem ou abandonarem suas colmeias mesmo na presença de crias e rainha (ALMEIDA, G., 2008).

3.2 NECESSIDADES NUTRICIONAIS DAS ABELHAS *Apis mellifera* L.

As abelhas *Apis mellifera* para o seu pleno desenvolvimento, manutenção, reprodução e longevidade, necessitam que suas exigências nutricionais sejam satisfeitas obedecendo aos limites de exigências da espécie. As necessidades nutricionais das abelhas na natureza são obtidas através do fornecimento de água, carboidratos (açúcares), proteínas, vitaminas, sais minerais e lipídeos. O néctar fornece os carboidratos e sais minerais e o pólen, além de fornecer sais minerais, fornece proteínas, vitaminas e lipídeos (PAULINO, 2004).

As abelhas operárias executam diferentes tarefas durante o estágio adulto, de acordo com a idade e os requerimentos da colônia e, portanto, as exigências nutricionais de operárias, rainha e zangões diferem um pouco, de acordo com necessidades fisiológicas, assim como as funções que cada um desempenha dentro da colônia. Uma colônia saudável não é apenas uma colônia que consegue resistir às doenças, mas uma colônia que consegue gerar indivíduos bem nutridos capazes de realizar suas tarefas e produzir descendentes saudáveis (BRODSCHNEIDER; CRAILSHEIM, 2010).

O néctar coletado pelas forrageadoras é a principal fonte de carboidratos para as abelhas. Este é coletado nos nectários florais, depois transportado para a colmeia onde é armazenado nos favos, e depois de passar por processos físicos e químicos são transformados em mel. As operárias adultas são fortemente dependentes das reservas de carboidratos na colônia, e não sobrevivem a longos períodos sem esse tipo de alimentação, já que estas ao contrário das larvas jovens, não possuem reservas em seus corpos (HRASSNIGG; CRAILSHEIM, 2005). Abelhas adultas possuem baixos níveis de glicogênio e quando necessitam de energia para atividades de voo, por exemplo, buscam essa energia nas reservas de mel dentro da colônia.

Os carboidratos são importantes no fornecimento de energia, que é utilizada na síntese de matéria orgânica, contração muscular, condução de impulsos nervosos, produção de aminoácidos, produção de cera, entre outros (STANDIFER et al., 1977).

A fonte natural de proteína para abelhas é encontrada no pólen, mas diferentemente do mel, as abelhas não o estocam (PERNAL; CURRIE, 2001). As abelhas estocam um pouco de pólen nos seus ninhos, onde realiza uma mistura de pólen, mel, enzimas incluindo invertase, secreções glandulares das abelhas e microorganismos (*Pseudomonas*, *Lactobacillus*, e

Saccharomyces sp.), essa mistura é conhecida como *beebread* ou pão de abelha, que ajudam a proteger a mistura de pólen dos microorganismos deletérios, reduzindo o pH (WINSTON, 1987; HERBERT JR., 1992). Os microorganismos contidos no *beebread* melhoram o valor nutricional do pólen estocado (CREMONEZ et al., 1998).

O pólen é importante na alimentação das larvas e da rainha por ser a matéria prima que estimula a produção de geleia real, secretada pelas glândulas hipofaríngeas e mandibulares das abelhas nutrizas (SOUZA, D., 2004).

As proteínas são fundamentais nas fases de crescimento e reprodução das abelhas. Sua falta prejudica a produção de óvulos e enzimas, o desenvolvimento da cria, das glândulas e dos músculos, síntese de proteínas imunológicas e longevidade das abelhas adultas (CREMONEZ, 2001; ALQARNI, 2006).

Carências de pólen podem ocorrer em qualquer época do ano e afetam o desenvolvimento da colônia (STANGER; LAIDLAW, 1974; JOHANSSON; JOHANSSON, 1977, HERBERT JR, 1992).

Em média, uma colônia necessita de aproximadamente 125 mg de pólen (30 mg de proteínas) para produzir novas operárias (ROSOV, 1944) consumindo aproximadamente 15-30 kg de pólen por ano (SEELEY, 1985). O teor de proteínas no pólen coletado de diferentes plantas pode variar entre 2,5 a 61% (COOK et al., 2003; ALMEIDA-MURADIAN et al., 2005). Muitos fatores como a temperatura do ar, o pH e a fertilidade do solo também afetam o valor nutritivo do pólen e a variação na composição química interfere na fisiologia das abelhas (CREMONEZ, 1996, 2001).

As abelhas consomem, preferencialmente, pólen estocado e fermentado a mais de três dias. Pólens recém-coletados possuem uma quantidade pequena de microrganismos. A proporção estimada de microrganismo/grão de pólen foi de 1:1.000.000 (ANDERSON et al., 2014). Carroll et al. (2017) encontraram que as abelhas consomem pólen estocado de 2 a 4 dias, não ultrapassando esse tempo de armazenamento. Após 7 dias de armazenamento, o consumo do pólen fermentado diminuiu (ALMEIDA-DIAS, 2017).

Corby-Harris et al. (2018), observaram que diferentes pólenes fornecem diferentes benefícios nutricionais, mas que as operárias não podem ou não avaliam o valor nutricional do pólen. Isso implica que as operárias podem não conseguir comunicar sobre a qualidade do pólen para as forrageiras, que regulam os pólenes que entram na colmeia. Outros estudos mostraram que as abelhas forrageadoras escolhem os pólenes com base em seu valor nutricional (HENDRIKSMA; SHAFIR, 2016).

O nível ótimo de desenvolvimento das colônias ocorre quando se fornecem 20 a 23% de proteína bruta. Contudo, para o crescimento e desenvolvimento das abelhas é necessário o fornecimento de proteínas com a composição de aminoácidos correta. As exigências mínimas de aminoácidos essenciais para as abelhas em 20% de proteína digestível são: 3% arginina, 2,5% fenilalanina, 1,5% histidina, 4% isoleucina, 4,5% leucina, 3% lisina, 1,5% metionina, 3% treonina, 1% triptofano e 4% valina (DE GROOT, 1953; HERBERT JR. et al., 1977; AZEVEDO-BENITEZ; NOGUEIRA-COUTO, 1998). As abelhas obtêm lipídeos exclusivamente do pólen, e cujo índice pode variar entre as espécies (0,8% e 18,9%) (ROULSTON; CANE, 2000).

Para as abelhas, o valor nutritivo do pólen depende, além da diversidade, da disponibilidade de nutrientes, em especial dos aminoácidos essenciais, de sua digestibilidade e da presença de outros nutrientes, como lipídeos e carboidratos (FRIAS et al., 2015).

O consumo de água pela colônia varia de acordo com o tamanho e a localização da colônia (HERBERT JR., 1992), e é considerado um elemento vital para as abelhas, tanto nos processos fisiológicos de digestão e metabolismo, como para manter a estabilidade térmica da colônia, tanto a nível de colônia, quando as abelhas a utilizam no controle da temperatura e umidade relativa dentro da colmeia, como a nível individual, pois em climas quentes, a água pode ser utilizada pelas abelhas para o arrefecimento corporal (DOMINGOS et al., 2018).

As abelhas não armazenam pólen em grandes quantidades na colmeia como o mel, dessa forma, os estoques diminuem rápido em períodos de pouco forrageamento ou falta de flores na natureza (SCHMICKL; CRAILSHEIM, 2002). Colônias que têm acesso limitado ao pólen têm uma capacidade reduzida para produzir crias futuras, com um declínio populacional rápido e, eventualmente, a morte da colônia (MATTILA; OTTIS, 2006).

A deficiência de nutrientes prejudica a dieta das abelhas comprometendo 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). A escassez de pólen afeta a capacidade da colônia em cuidar das crias mais jovens. O fornecimento de alimento energético estimula a produção de crias e a falta de pólen limita o crescimento da colônia (CREMONEZ, 2001).

Para completar seu crescimento e desenvolvimento, as abelhas consomem grandes quantidades de pólen para obter as proteínas e aminoácidos durante os seis primeiros dias de vida adulta. As nutrizas têm a função de alimentar a cria, através de uma secreção das glândulas hipofaríngeas, que compõe parte da geleia real, que é o alimento fornecido às crias, a rainha e aos zangões (CRAILSHEIM, 1990, 1991).

Quando as abelhas nutrizes começam a produzir geleia real para alimentar as larvas jovens e rainha, elas necessitam de uma dieta rica em proteínas e vitaminas, como as do complexo B, tiamina, ácido pantotênico, riboflavina, nicotinamida, ácido fólico e biotina. Além dessas vitaminas, o ácido ascórbico (vitamina C) tem papel fundamental no crescimento das larvas. O fornecimento de solução de sacarose (água com açúcar cristal (v/v) enriquecido com vitamina C aumenta a síntese proteica, o peso corporal das abelhas adultas e a quantidade de cria nas colônias (ANDI; AHMADI, 2014). Microrganismos presentes naturalmente no canal digestório das abelhas podem fornecer vitaminas e outras substâncias essenciais (BRODSCHNEIDER; CRAILSHEIM, 2010; ZHENG et al., 2015). Alguns minerais como: sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloro, fósforo, cobre, iodo, manganês, cobalto, zinco e níquel são necessários às abelhas, e também são extraídos do pólen.

Colônias que apresentam baixa estocagem de pólen podem retardar a idade em que os adultos alimentam as larvas propriamente, ou criam todas as larvas até se transformarem em adultos. Por esta razão, a qualidade ou o número de adultos para a próxima geração pode ser baixo, o qual poderia afetar o estado de nutrição colonial e então influenciar o subsequente crescimento das crias (BRODSCHNEIDER; CRAILSHEIM, 2010). Problemas nutricionais afetam o sistema imunológico das abelhas e das colônias e estão associados às causas da CCD (PEREIRA, F. et al., 2011; DEGRANDI-HOFFMAN; CHEN, Y, 2015; PIRES, C. et al., 2016).

Uma variação na composição química dos alimentos interfere na fisiologia das abelhas (CREMONEZ, 2001), sendo as proteínas essenciais para o crescimento e desenvolvimento das mesmas (MORITZ; CRAILSHEIM, 1987).

3.3 IMPORTÂNCIA DO USO DE DIETAS ARTIFICIAIS

A maior dificuldade encontrada para obtenção da melhoria dos índices de produtividades da apicultura para os apicultores que exploram a Caatinga está ligada ao manejo do apiário e oferta de pasto apícola em quantidade suficiente para as necessidades de consumo e produção das abelhas na época da seca (SOUSA, J. et al., 2011).

As abelhas necessitam de reservas de alimento suficientes para atender a sua própria alimentação e das crias em desenvolvimento e o enfraquecimento da colônia se inicia quando a rainha diminui sua postura, reduzindo a quantidade de cria e abelhas na colônia (HUANG, 2010).

Alguns parâmetros têm sido usados para identificar a eficiência do alimento, tais como: consumo do alimento (NABORS, 1996), desenvolvimento e peso das colônias (SILVA, F. 1997), produção de geleia real e desenvolvimento da glândula hipofaríngea (AZEVEDO-BENITEZ; NOGUEIRA-COUTO, 1998), longevidade das operárias (HORR, 1998; CREMONEZ, 2001), infestação do ácaro *Varroa destructor* (GARCIA et al., 1986), produção de mel e capacidade imunológica e teor proteico na hemolinfa das abelhas (CREMONEZ, 2001).

Quanto à nutrição das abelhas, o melhor alimento para as colônias continua sendo o néctar e o pólen floral, bem como certas exsudações adocicadas, provenientes de glândulas de partes vegetativas de plantas ou de cochonilhas e pulgões, que também servem como fonte natural de energia e nutrientes às abelhas. Na ausência ou indisponibilidade destas fontes de alimento, os enxames contam ainda com as reservas de mel estocados nos favos. Entretanto, sob manejo intensivo por parte dos apicultores, é comum às reservas alimentares dos enxames serem muito pequenas, insuficientes para todo o período de escassez. Neste caso, alimentação artificial de manutenção deve ser fornecida pelos apicultores durante a entressafra (WOLFF, 2007).

Herbert Jr. e Shimanuki (1979) relatam que qualquer material que, quando fornecido às colônias de abelhas, supre as necessidades de pólen por um curto período de tempo, pode ser definido como substituto de pólen. Este substituto deve conter proteínas e também pequenas quantidades de pólen, o que aumenta o valor nutritivo da dieta e agindo como um atrativo. Sem pólen ou um bom substituto do mesmo, o desenvolvimento das crias pode diminuir ou até cessar completamente (HAYDAK, 1963).

Diversas fórmulas proteicas foram testadas em abelhas, observando características como: palatabilidade, deterioração, custos, disponibilidade no mercado e valor nutricional (LENGLER, 2000; CREMONEZ, 2001). A atratividade do alimento tem sido o grande obstáculo para obter uma dieta substituta do pólen (CREMONEZ, 1996). Várias dietas suplementares (ou seja, aqueles que contêm pólen) têm seu uso estimulado, e já estão disponíveis comercialmente. O pólen é, no entanto, caro e pode transmitir patógeno (DE JONG et al., 2009).

Apicultores e pesquisadores vem experimentando alguns tipos de materiais utilizados na produção de dietas proteicas artificiais para as abelhas, tais como farelo ou farinha de soja, levedura de cana-de-açúcar, farinha láctea, terneron (sucedâneo para bezerro), farelo de trigo, glutenose de milho, farelo de polpa de citros, entre outros, que podem ser utilizados na produção de dietas proteicas para as abelhas, tentando dessa maneira, evitar o

enfraquecimento das colônias ou a perda por abandono (cerca de 50% de perda em regiões mais castigadas, principalmente no Nordeste Brasileiro) (CAMPOS, 2006; LE BLANC et al., 2009).

O uso de alimentos regionais pode ser uma alternativa para resolver parcialmente esse problema. Apesar de várias pesquisas terem sido realizadas visando encontrar um alimento substituto para as abelhas (CREMONEZ, 1996, 2001; AZEVEDO-BENITEZ; NOGUEIRA-COUTO, 1998), poucas foram realizadas no Nordeste, utilizando produtos regionais de fácil acesso e baixo custo ao apicultor.

Contudo, a suplementação de alimento na entressafra é uma ferramenta que os apicultores devem utilizar para aumentar suas produções, visto que, ao entrar no período de floração, as colônias estarão com a população de abelhas em um bom nível populacional, não necessitando de um período maior de recuperação dos enxames (PEREIRA, F. et al., 2006). Tem sido demonstrado, por alguns estudos no Brasil, que o fornecimento de rações artificiais energético proteicas tem aumentado o crescimento das colônias no inverno ou quando a disponibilidade de pólen era limitada (MORAIS et al., 2013a).

3.4 TRABALHOS COM ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DESENVOLVIDOS PARA ABELHAS NO BRASIL

Os primeiros trabalhos publicados sobre alimentação artificial foram publicados no Brasil por Lengler; Rocha (1986), onde estudaram o efeito da alimentação proteica energética na produção de mel, analisando o desempenho de dois tipos de colmeias (Schenk e Langstroth). Forneceram as dietas em alimentador tipo Doolittle na melgueira, no período de junho a setembro. Concluíram que o desempenho da colmeia Langstroth foi superior à colmeia Schenk, quanto a quantidade de quadros de cria, média da população e; produção média de mel.

Continuando os estudos sobre alimentação, Lengler (1994) testou três tipos de dieta, compostas de açúcar, mel e farinha láctea de consumo humano em diferentes proporções, não observando diferenças significativas sobre a área de cria de operária e zangão.

Neumaier et al. (1996) testaram três fontes energéticas diferentes (açúcar mascavo, açúcar refinado e açúcar cristal) em inclusão de 55%, sobre uma mistura constante de 30% de mel, 10% de farinha láctea de consumo humano e 5% de água. Compararam o intervalo de tempo em dias necessário ao desenvolvimento de núcleos até transferência para colmeias e o

consumo de alimento suplementar por núcleo, verificando que o menor intervalo e consumo ocorreram no grupo cuja fonte energética era o açúcar mascavo.

O uso de alimentos regionais nas dietas de abelhas foi testado por Oliveira e Souza (1996). A aceitação da farinha de jatobá (*Hymenaea courbaril*) pelas abelhas sugerem a sua utilização como alternativa de baixo custo para o semiárido nordestino. Por apresentar um baixo teor de proteína bruta (8% PB) o fornecimento de jatobá não é recomendado in natura, podendo ser utilizado somente na formulação de alimentos alternativos ou misturado ao xarope (100g de massa/1litro de xarope) enriquecendo o alimento energético (OLIVEIRA ; SOUZA, 1996; RIBEIRO FILHO, 1999). Silva, F. (1997) relata ganho de peso das colmeias e aumento na postura da rainha quando a alimentação é em forma de pasta, usando polpa de jatobá misturada com mel.

Azevedo-Benitez e Nogueira-Couto (1998) estudaram dietas artificiais, visando à produção de geleia real e a relação das dietas com o desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas. Usaram pólen, farelo de soja, farelo de polpa cítrica e glutenose de milho em diferentes porcentagens na composição da dieta e, observaram que não houve influência significativa das dietas sobre a produção de geleia real. Verificaram diferença nos índices de aceitação de larvas transferidas e os níveis de proteína das dietas foram suficientes para suprir adequadamente as necessidades proteicas das operárias para o desenvolvimento das glândulas hipofaríngeas.

Cremones et al. (1998) avaliaram a eficiência de dietas proteicas através de metodologia mais precisa, empregando técnicas laboratoriais, demonstrando que a quantificação de proteínas da hemolinfa era um parâmetro confiável para avaliação de dietas, já que se equivale ao método tradicional de determinação da área de cria em colônias confinadas.

Salomé, L. et al. (2000) estudaram, em Santa Catarina, as implicações da alimentação energética em *Apis mellifera*, utilizando três tipos de alimentos: xarope de açúcar invertido, açúcar refinado puro e torrões de açúcar produzidos segundo técnica italiana. Observaram que todas as apresentações de açúcar tiveram boa aceitabilidade pelas abelhas.

Pinto et al. (2008) avaliaram dietas compostas de xarope de açúcar (60% açúcar refinado e 40% água); adicionado de suplemento comercial (vitaminas e aminoácidos), soja e açúcar (50% farinha de soja e 50% açúcar refinado). Relacionaram as dietas com a área de cria e depósito de alimento, verificando diferença significativa quanto à área de depósito de alimento em comparação ao grupo controle não alimentado.

Oliveira, R. et al. (2015), avaliaram a utilização e o consumo do açúcar cristal como alimento para as abelhas *Apis mellifera* africanizadas. O açúcar cristal é um alimento com grande potencial para ser usado na criação de abelhas evitando a perda de enxames no período seco e diminuindo a frequência de visitas ao apiário para alimentação. As abelhas *Apis mellifera* consomem o açúcar cristal de forma satisfatória, apresentando neste experimento média de consumo de 72 g/colmeia/dia.

Lengler et al. (2002) testaram os efeitos de suplementação energético-proteica no desenvolvimento de núcleos de abelhas, utilizando açúcar refinado, açúcar invertido, leite em pó para terneiro e levedura seca de cana de açúcar, notando que este último ingrediente pode ser uma alternativa para a alimentação. CREMONEZ et al. (2002) realizaram estudos demonstrando que a alimentação pode interferir de forma positiva como ferramenta de prevenção contra enfermidades, estimulando o sistema imunológico. Ainda relacionado à saúde das colmeias, estudos foram realizados demonstrando que o uso de suplementação alimentar adequada pode reduzir para níveis insignificantes a mortalidade de abelhas por pólen tóxico (BARRERO et al., 2000a; BARRERO et al., 2000b; SATTLER, 2001; BRIGUENTI; GUIMARÃES, 2002; CASTAGNINO et al., 2002).

Schleder et al. (2002), estudando dieta à base de leite, observou que esse produto não deve ser usado na alimentação das abelhas, por causar diarreia, reduzir o tempo de vida das abelhas, conseqüentemente causando enfraquecimento e diminuição das colmeias, além de que o mel colhido nessas colmeias alimentadas diferia do mel normal, se assemelhando ao leite condensado.

Segundo Taber (1996) a farinha de soja e o leite em pó podem ser considerados tóxicos para as abelhas. Barker (1977) mostrou que a mortalidade das abelhas operárias é aumentada pela presença de 40% de açúcar tóxico, adicionado a 10% de lactose ou galactose. Lengler e Rocha (1989), testando diversas dietas, suplementando com mel, açúcar, leite em pó e farinha de soja, concluíram que o alimento suplementar de maior aceitação, consumo e crescimento dos enxames foi aquele que não possuía farinha de soja e leite em pó, do mesmo modo houve crescimento das famílias, no período. As dietas com leite em pó e farinha de soja apresentaram baixa aceitabilidade devido à falta de palatabilidade e em consequência houve perdas, por migração, de 25% a 50% dos enxames.

Toledo et al. (2002) avaliaram a correlação entre área de cria e alimento em colônias de abelhas africanizadas, recebendo suplementação proteica com variáveis ambientais (temperatura externa máxima, temperatura externa mínima e precipitação pluviométrica) utilizando análise de correlação *Step Wise*. Os resultados demonstraram que a temperatura

externa e a ocorrência de precipitação correlacionam-se negativamente com áreas de cria e alimento, influenciando diretamente as ocupações das áreas do favo.

Para Souza, D. (2004) a alimentação energética não se constitui em grande problema, visto que a administração de misturas simples como sacarose (açúcar) em água foi suficiente para proporcionar energia às colmeias.

Schafascheck (2005) avaliou o efeito de uma suplementação energético-proteica e observou que as colônias alimentadas apresentaram maior área de mel, embora não tenham antecipado o seu desenvolvimento. Estudos científicos sobre o efeito de suplementos alimentares na fisiologia das abelhas e no desenvolvimento das colmeias tem contribuído para manter as divergências em assuntos que se referem à produção apícola.

Pereira, F. et al. (2006) constatou que as folhas de mandioca e de leucena se processadas adequadamente possuem alto teor nutricional para as abelhas, fornecendo 26,73 e 26,9% de proteína bruta, respectivamente. Outro farelo que pode ser utilizado como alimento para as abelhas é o farelo de babaçu, subproduto da extração de seu óleo, o qual deve ser moído e peneirado e apresenta 18,62% de proteína bruta.

A vagem de algaroba possui somente 7,63% de proteína bruta, mas é uma boa opção pois pode ser fornecida *in natura*, como pasta ou ainda enriquecendo o xarope (RIBEIRO FILHO, 1999). O pólen foi o alimento mais eficiente, entretanto, as três rações formuladas contribuíram para manutenção das colônias em um período considerado crítico na região, aumentando a área de alimento, reduzindo a perda da área de cria e evitando o abandono das colmeias pelos enxames.

Os altos índices de digestibilidade observados, devem estar relacionados com o alto consumo de xarope invertido e água. Entretanto, o comportamento das operárias nas gaiolas de confinamento demonstra que o alimento proteico teve boa digestibilidade.

Com os resultados obtidos pode-se recomendar as rações formuladas a apicultores como suplementação alimentar, entretanto, em situações em que as rações passam a ser a única fonte proteica fornecida as abelhas, sendo necessário a busca de outras alternativas.

Lengler (2006), utilizando xarope de açúcar invertido puro e o mesmo xarope adicionado de Promotor L[®], não observou diferença entre os tratamentos.

Pereira, F. et al. (2006), trabalharam com o desenvolvimento de colônias com diferentes alimentos proteicos, a partir da utilização de produtos regionais do Nordeste, como feno de mandioca, farinha de vagem de algaroba, farelo de babaçu, pólen apícola de *Palmae* e sucedâneo lácteo comercial na formulação de dietas.

Pereira, F. et al. (2007) relacionando o uso das dietas com o peso e as áreas de cria e alimento, notaram que todos os alimentos testados foram eficientes para a manutenção das colônias, mas não observaram diferença significativa entre os tratamentos e as áreas de cria. Esses mesmos ingredientes foram testados quanto à toxicidade, não sendo demonstrado efeito tóxico, mostrando que podem ser considerados como matéria-prima na elaboração de dietas.

De Jong et al. (2009) testaram quatro dietas proteicas, sendo que duas delas eram rações comerciais, não disponíveis no mercado brasileiro. As outras dietas eram compostas de farinha de acácia e pólen. Demonstraram que as maiores concentrações de proteína na hemolinfa foram obtidas nos grupos alimentados com as rações, não sendo evidenciada diferença significativa entre si.

Evidenciando a importância de dietas artificiais para o desenvolvimento das colmeias, Morais et al. (2009) solicitaram que os apicultores fizessem remessa de materiais e misturas usadas no campo para serem testadas, justificando que até então não havia produtos eficazes e ao mesmo tempo de baixo custo e, que os dados resultantes do estudo poderiam fornecer importante subsídio para a apicultura brasileira.

Turcatto (2011) relatou que colônias alimentadas com dietas artificiais a base de extrato de soja e levedura de cana demonstraram um aumento na área de cria, assim como peso dessas colônias, além disso, mostrou que abelhas alimentadas com essas dietas sobrevivem mais tempo do que abelhas alimentadas apenas com carboidratos, sendo o uso dessas dietas indispensáveis na manutenção de colônias em períodos de escassez.

Turcatto (2011) e Morais et. al. (2013a) demonstraram que abelhas confinadas e alimentadas com dietas artificiais à base de soja, levedura de cana-de-açúcar apresentam níveis dessas proteínas semelhantes ao de abelhas que consumiram o *beebread*, enquanto que abelhas alimentadas apenas com xarope de água e açúcar não apresentam níveis significantes dessas proteínas na sua hemolinfa.

A suplementação alimentar energético-proteica pode ser adotada para estimular a colmeia, antecipando o desenvolvimento da mesma. Desta forma, ao iniciar a oferta de néctar na natureza, a colmeia já terá atingido o seu pico populacional, realizando uma coleta mais eficiente, o que implicará positivamente na produção de mel (SALOMÉ, J. 2002).

O produto conhecido comercialmente como Promotor L[®] era produzido pelos laboratórios Calier, e apresenta-se na forma líquida, de cor marrom, com odor característico. Sua indicação no rótulo é generalista, como suplemento de aminoácidos e vitaminas, e nos desequilíbrios e deficiência nutritivas. Sua composição centesimal se assemelha ao pólen natural, porém de características diferentes na composição centesimal dos elementos.

Salomé, J. (2002) para determinar o nível de aumento da postura das abelhas rainhas, através da mensuração da área de cria aberta fora do ciclo normal de floração das espécies de plantas apícolas regionais, utilizou tratamentos com alimento artificial energético–proteico com xarope de sacarose e o produto comercialmente conhecido como Promotor L[®], produzido pelo laboratório Calier. O uso do Promotor L[®], ministrado às colmeias com xarope de açúcar invertido viabilizou o crescimento dos enxames mesmo fora de época de floração. O uso de sete dosagens de 15 mililitros de promotor “L” por quilograma de xarope representa custo relativamente baixo em relação à progressão do enxame e relativo aumento da produção de mel.

A grande estratégia é o manejo relacionado à alimentação artificial estimulante, cerca de 40 dias antes da floração. Quando aparecer a primeira floração, os enxames já estarão aptos para armazenarem mel, pois seu ciclo de crescimento já se completou anteriormente com o uso de alimentação artificial, denotando maior aproveitamento das florações para a produção de mel.

Castagnino et al. (2006), estudaram o desenvolvimento na área de cria de núcleos com quatro favos de abelhas *Apis mellifera* africanizada, distribuídos em dois tratamentos: TPL – núcleos alimentados com açúcar invertido + 3,5ml do suplemento de aminoácido vitamínico (Promotor L[®]), composto por seis núcleos e o TAI – núcleos alimentados com açúcar invertido, composto por oito núcleos. Os núcleos foram alimentados semanalmente em alimentadores individuais tipo bandeja, e as avaliações realizadas em quatro períodos, totalizando 74 dias. Os tratamentos não apresentaram resultados com diferença estatisticamente significativa, sendo que, numericamente, o TPL apresentou área de cria inferior ao TAI (233,63 vs. 273,02cm², respectivamente). Quanto aos períodos, o quarto período foi superior (P<0,05) ao primeiro e ao segundo, sendo que o terceiro período não apresentou diferença significativa (P>0,05) em relação aos demais. A utilização do tratamento TAI foi economicamente mais favorável que TPL em R\$0,21 quanto ao custo para produção de 1kg de alimento.

Schafaschek et al. (2008), avaliaram o desempenho da área com ovos e larvas, a área com pupa, a área com pólen e a área com mel de colmeias de *Apis mellifera* submetidas ou não a suplementação energético-proteica, entre maio e dezembro de 2003, num apiário em Ituporanga/SC. As colmeias foram suplementadas com xarope de açúcar invertido e um componente proteico-vitamínico (Promotor L[®]) e outro grupo de colmeias não receberam suplementação. Observaram-se diferenças significativas entre os tratamentos para todos os parâmetros analisados. Os maiores valores para as áreas de ovo e larva e de pupa das colmeias

suplementadas foram obtidos no período de maior disponibilidade de alimentos na natureza. A área de pólen das colmeias não suplementadas apresentou-se maior a partir de junho, sendo que as suplementadas apresentaram maior armazenamento de pólen apenas na época em que a disponibilidade deste na natureza era menor e as condições climáticas menos propícias para a coleta e desenvolvimento das colmeias. No final do período, as colmeias com alimentação suplementar apresentaram maior área de mel. A suplementação energético-proteica interferiu no armazenamento de alimento pelas abelhas, mas não proporcionou a antecipação do desenvolvimento das colmeias.

Muitos apicultores utilizam suplementos artificiais para alimentar as abelhas em épocas que o alimento natural proteico (pólen) não está disponível ou se está, em pouca quantidade. Porém, é comum que haja um entrave na hora do consumo dessas rações: a atratividade. A dieta não basta ser nutritiva, se as abelhas não a consumirem. Alguns trabalhos visaram formular dietas fermentadas para que estas se aproximassem do pólen fermentado (*beebread*) que é consumido dentro da colônia (ELLIS; HAYES, 2009; ALMEIDA, J., 2013).

Almeida-Dias (2017) realizou testes de atratividade (Túnel Y) com duas dietas, uma fermentada preparada com uma isca feita do próprio *beebread* e outra não fermentada, as abelhas foram atraídas pelos voláteis exalados pela dieta proteica fermentada. A fermentação de uma dieta substituta de pólen para as abelhas pode torná-la mais útil como um substituto para as fontes naturais de pólen, resultando em maiores níveis de proteína na hemolinfa e maior produção de crias nas colônias de abelhas. O processo de fermentação não requer equipamento especializado e o inóculo pode ser feito a partir de *beebread* coletado de colmeias locais.

3.5 PRODUTOS REGIONAIS UTILIZADOS NAS DIETAS

3.5.1 Leucena (*Leucaena leucocephala*)

A leucena (*Leucaena leucocephala*) é uma leguminosa arbórea de ampla versatilidade para uso em sistemas de produção animal como planta forrageira, tendo em vista sua excelente composição química e suas características agrônômicas, bem como sua alta aceitabilidade pelos animais (LOURENÇO; CARRIEL, 1998; VALARINI; POSSENTI, 2004).

A leucena é uma forrageira de alto valor nutritivo, difundida em quase todo o Brasil e outras regiões tropicais do mundo. A proteína da leucena possui alto valor nutricional, pois os

aminoácidos encontram-se em proporções adequadamente balanceadas. É rica em beta caroteno, além de possuir altos teores de riboflavina e vitamina K (FREITAS, A. et al., 1991).

Trata-se de uma espécie arbustiva, perene, que apresenta raízes profundas, característica que lhe confere excelente tolerância à seca, sendo considerada uma planta bastante rústica (PRATES et al., 2000). Além da rusticidade, as possibilidades de uso desta espécie contribuíram para sua ampla dispersão. A leucena é utilizada na recuperação de áreas degradadas, adubação verde, produção de madeira, produção de carvão vegetal, sombreamento e quebra vento (OLIVEIRA, A. 2008). Entretanto, o grande destaque desta planta é a sua utilização na alimentação de animais ruminantes e monogástricos (ALMEIDA, A. et al. 2006; ARRUDA et al., 2010).

A leucena é uma das forrageiras mais promissoras para o semiárido, por sua adaptação às condições edafoclimáticas da região, boa aceitação pelos animais, elevado teor de proteína bruta (SOUSA, F., 1999) e por ser alternativa na substituição parcial de concentrados proteicos em dietas para ovinos em confinamento.

A leucena apresenta várias utilizações como no reflorestamento de áreas degradadas, melhorando as qualidades físico-químicas e biológicas do solo, assim como na alimentação de caprinos, adubação verde, etc. (PRATES et al., 2000). É uma espécie exótica, largamente encontrada ao longo de rodovias, em áreas degradadas, em áreas agrícolas, em pastagens e em afloramentos rochosos.

Esta leguminosa possui palatabilidade apreciável pelos animais ruminantes e monogástricos (SCAPINELLO et al., 2000; BARRETO et al., 2010). A leucena apresenta uma produção anual média de 20 a 25 toneladas de forragem por hectare, com altos teores de proteína bruta (26%) de bom valor nutricional (PIRES, N. et al., 2001).

Determinações da composição química, das folhas e ramos finos da leucena mostraram teores de proteína bruta de 25 e 30% e de DIVMS de 65 e 75%, respectivamente (SALVIANO, 1984).

Para o fornecimento às abelhas, as folhas de leucena devem ter o pecíolo eliminado logo após a colheita e colocadas para secar até que sejam facilmente esfareladas com as mãos, quando deverão ser moídas e peneiradas. Processadas desta forma estes alimentos possuem alto teor nutricional para as abelhas com 26,90% de proteína bruta (PEREIRA, F., 2005).

Segundo Lima, G. et al. (2006), a leucena é uma das forrageiras mais promissoras para o Semiárido, principalmente pela capacidade de rebrota, mesmo durante a época seca, pela ótima adaptação as condições de solo e clima do Nordeste e pela excelente aceitação pelos ruminantes. Apresenta boa produtividade, podendo variar, de dois a oito toneladas de matéria

seca (MS) e produz até 750 kg de sementes/ha/ano. Análises das folhas e ramos finos da leucena apontam teores médios de proteína bruta (PB) superiores a 20%. A Leucena apesar de ser exótica, tolera o ambiente Semiárido e pode ser perenizada e cultivada nessa região (AZEVEDO, S. et al., 2008).

O valor nutritivo do material foliar da leucena pode ser comparado ao da alfafa (*Medicago sativa*), tida como a ‘rainha’ das leguminosas forrageiras, com teores de proteína bruta, minerais e aminoácidos muito similares. O material foliar da leucena é também uma excelente fonte de β -caroteno, precursor da vitamina A, o que tem vital importância na época seca, quando o pasto geralmente está seco e a leucena apresenta-se verde. A leucena contém em sua folha proteína bruta de aproximadamente 29% em base da matéria seca. Trata-se de um ingrediente que já vem sendo usado como fonte de proteína em alimentação de animais monogástricos, como as aves domésticas (ALCESTE, 2000).

Segundo Farias et al. (1999), a leucena representa uma alternativa para a alimentação animal no semiárido nordestino, principalmente no que se refere à composição bromatológica bem como pela grande habilidade dessa cultura de manter o valor nutritivo pouco afetado durante a época crítica do ano. De acordo com Karia (2004), a leucena apresenta várias vantagens tais como alta produção e excelente qualidade e palatabilidade da forragem, grande variedade de uso e fixação de nitrogênio no solo. Sua produtividade fica entre 5 e 15 toneladas de forragem seca por hectare por ano, com teor de proteína em torno de 25%.

3.5.2 Macroalgas (*Gracilaria birdiae*)

Há milênios as macroalgas são consumidas pelos povos orientais e fazem parte de sua dieta alimentar, sendo a China o maior produtor, com uma produção anual de 5 milhões de toneladas. Os países ocidentais não apresentam as algas rotineiramente na sua dieta alimentar, mas em alguns países como o Chile, o Peru e algumas ilhas do Caribe elas são encontradas em feiras e mercados (HAYASHI et al., 2010).

Há muitos anos as algas são usadas para o consumo dos seres humanos, principalmente pelos povos orientais, que possuem o costume de aproveitar uma ampla variedade dos recursos marinhos como alimento (BEZERRA, 2008) devido ao elevado valor nutricional, sendo rica em proteínas, minerais, carboidratos e vitaminas.

Além disso, o grande interesse econômico também é justificado pela crescente demanda por ficocolóides, para diferentes usos nas indústrias farmacêuticas, alimentícia e de cosméticos (ARAÚJO; RODRIGUES, 2011).

No Brasil, a diversidade de pesquisas com macroalgas é grande, e já tem sido comprovado que as algas apresentam um ótimo perfil nutricional (OLIVEIRA, E., 1997; DUBBER; HARDER, 2008), atividades antioxidantes (MATSUKAWA et al., 1997; AHN et al., 2004), antimicrobianas (VIDOTTI; ROLLEMBERG, 2004; YAMASAKI et al., 2005), dentre outras. Várias praias do litoral brasileiro já apresentam cultivo de algas marinhas. No Nordeste Brasileiro existem cultivos de macroalgas nas praias de Icapuí (CE), Rio do Fogo (RN), Pitangui (RN), no Sudeste também há cultivos de macroalgas no Rio de Janeiro. Basicamente esses cultivos visam a produção de ficocoloides (PEREIRA; PAULA, 1998; MARFAING, 2011).

Dentre os bancos de algas brasileiros podemos citar, com grande importância ecológica: Arquipélago de Abrolhos, na Bahia com suas algas coralinas, além de algas clorofíceas, rodofíceas e feofíceas, sendo duas das cinco ilhas do arquipélago proibidas a visitação; as algas marinhas bentônicas do arquipélago de Fernando de Noronha em Pernambuco; O atol das Rocas, no Rio Grande do Norte que abriga uma diversificada fauna marinha com recifes de algas calcárias, invertebrados e peixes no meio do oceano; Ilha da Trindade, no Espírito Santo, que possui macro e microalgas em toda sua diversidade; e o banco de algas e fanerógamas de Icapuí - CE, que se concentram nas Praias da Barrinha, Barreiras e Requenguela (FBC, 2012).

A comercialização de algas no Nordeste Brasileiro, principalmente nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, teve início na década de 70 com o desenvolvimento de uma rede comercial que objetivava o extrativismo de algas ricas em ágar dos bancos naturais para setores da indústria, e isso foi muito importante para a economia local complementando a renda familiar de comunidades costeiras. Durante a década de 80 chegou-se a retirar dos bancos naturais cerca de 3 toneladas de algas. Contudo, essa exploração excessiva aliada a falta de uma política de manejo causou a diminuição desses recursos naturais, o que causa crise nos setores industriais que necessitam da alga como matéria-prima (CÂMARA-NETO, 1982).

As algas são formações vegetais encontradas nos oceanos e mares, as quais possuem capacidade de realizar fotossíntese. Além disso, servem de alimento e abrigo para outros organismos aquáticos. Para o homem apresenta grande importância sob o ponto de vista econômico e ambiental (VIDOTTI; ROLLEMBERG, 2004).

As algas constituem um grupo de organismos com ampla diversidade de formas, funções e estratégias de sobrevivência (BICUDO; MENEZES, 2010). Elas ocorrem em todo o globo servindo como fonte de nutrientes para uma grande variedade de organismos aquáticos.

Elas podem ser classificadas em macro (aquelas visualizadas a olho nu) e microalgas (visualizadas apenas através de microscópio) (RAVEN et al., 1996; MARINHO-SORIANO et al., 2011).

As macroalgas marinhas são vegetais aquáticos sem vascularização no qual o corpo é representado por um talo, a maioria são bentônicas, ou seja, vivem aderidas a um substrato, são autotróficas. Elas podem ser divididas em três grandes grupos: algas verdes, algas vermelhas e algas pardas (MENDEZ, 2002; McHUGH, 2003), que diferem entre si com relação à fisiologia e a composição físico-química (DHARGALKAR; VERLECAR, 2009; SOARES; FUJII, 2012).

As algas verdes (Divisão *Chlorophyta*) são o grupo mais diversificado, apresentam cerca de 7000 espécies divididas em cinco classes (*Prasinophyceae*, *Pedinophyceae*, *Ulvophyceae*, *Chlorophyceae*, *Trebouxiophyceae*). Elas possuem xantofila, carotenos e clorofila *a* e *b* como pigmentos, sendo o último o mais importante (ALGAS VERDES, 2012).

As algas vermelhas (Divisão *Rhodophyta*) possuem aproximadamente 6000 espécies divididas em várias classes sendo a *Gelidiales* e *Gracilariales* as mais importantes. Essas algas possuem a ficoeritrina como principal pigmento, além disso, são bastante utilizadas na indústria alimentícia e microbiológica. É a partir das algas vermelhas que se extraem ficocoloides usados como aditivos alimentares e na produção de meio de cultura bacteriano (MAURICIO et al., 2011).

As algas pardas (Divisão *Phaeophyta*) são o grupo mais estudado, são fontes de iodo e ferro e são bastante utilizadas como alimento humano. Os gêneros *Laminaria* e *Himantalia* apresentam-se como os principais deste grupo. Algumas espécies deste grupo podem chegar a 70m de comprimento, formando os conhecidos *Kelps* (algas gigantes) (RAVEN et al., 1996).

O teor proteico das algas difere de acordo com a espécie, as algas pardas possuem um conteúdo baixo, em torno de 5-15% do peso seco, enquanto as algas verdes e vermelhas apresentam valores entre 10-30% do peso seco. Os ácidos aspártico e glutâmico constituem a maior fração de aminoácidos para a maior parte das algas marinhas. Outro relato importante é o perfil de aminoácidos das algas, este é bastante semelhante aos dos animais, facilitando a atuação do sistema enzimático na degradação de proteínas e absorção destes como nutrientes (PATARRA, 2008; FLEURENCE, et al., 2012).

Gracilaria é um gênero de alga marinha macroscópica da divisão *Rhodophyta*, que pode apresentar talo cilíndrico ou achatado, filamentoso ou pseudoparenquimatoso, de comprimento que pode variar entre 0,1 a 5 metros, de coloração entre algumas tonalidades de vermelho, podendo haver ocorrência de variantes da cor verde (PLASTINO; COSTA, 1999).

Espécies representantes do gênero *Gracilaria* estão distribuídas no mundo todo, desde a linha do Equador até altas latitudes, porém a maioria das espécies ocorre em águas tropicais e pode crescer na zona entre maré até o infralitoral raso. Comuns em locais protegidos do batimento de ondulações, suportam a exposição ao ar e tem alta tolerância as variações ambientais (SALLES et al., 2010).

As principais espécies encontradas na América do Sul são a *Gracilaria chilensis*, na costa chilena e, a *Gracilaria gracilis*, na costa Argentina, ambas representantes de águas subtropicais. No Brasil, segundo Oliveira, E. (1997), as principais representantes são a *Gracilaria cornea*, *G. caudata*, *G. tenuifrons* e *G. birdiae*. A *G. birdiae* é uma alga extremamente cultivada no litoral nordestino, principalmente, devido ao seu potencial de produção de ágar (COSTA; PLASTINO, 2001).

Um aspecto de grande importância, porém pouco estudada ou divulgada no meio científico, refere-se às propriedades nutricionais de algas, em relação às de plantas terrestres. Alguns trabalhos têm mostrado que elas são pobres em lipídios, e ricas em proteínas, polissacarídeos, minerais e vitaminas (BENJAMA; MASNIYOM, 2011; VAN GINNEKEN et al., 2011; CARNEIRO et al., 2012). Apesar do baixo conteúdo lipídico total, elas possuem uma quantidade elevada de ácidos graxos poli saturados – PUFA (PATARRA, 2008). O conteúdo físico-químico varia bastante de uma espécie para outra (DARCY-VRILLON, 1993; MABEAU; FLEURENCE, 1993; DAWCZYNSKI et al., 2007).

A *Gracilaria birdiae* possui poucos estudos com relação a sua composição nutricional e absorção dos nutrientes. Na literatura, encontramos os valores da determinação de proteína da *Gracilaria birdiae*, de 5,91 % LOPES et al. (2017), 12,11% segundo Batista (2008) e 12,62% para Pires, V. et al. (2012), em função da utilização da alga, inteira e desidratada, com secagem ao sol, pelos autores citados.

Atualmente, existem cultivos consolidados no Rio Grande do Norte, Ceará e Paraíba. A macroalga *Gracilaria birdiae* é a mais produzida, devido a sua facilidade de adaptação ao cultivo e ao grande conteúdo de ágar. As praias de Pitangui e Rio do Fogo no município de Extremoz no Rio Grande do Norte produzem a *Gracilaria birdiae*. No município de Icapuí no estado do Ceará há cultivo de *Gracilaria birdiae*, *Gracilaria caudata* e *Gracilaria dominigensis* (MARINHO-SORIANO et al., 2011).

As macroalgas são do ponto de vista econômico, constituintes importantes sendo utilizadas para alimentação de homens e animais, além de servirem como matéria-prima para indústrias de diversos setores, através dos ficocolóides como as ágaranas, carragenanas e alginatos (OLIVEIRA FILHO, 2001; McHUGH, 2003), usados na produção de alimentos,

principalmente nas indústrias de laticínios (iogurtes, flans, sorvetes, achocolatados) na fabricação de gelatinas ou como espessante (NAGAI; YUKIMOTO, 2003; PEDROSO, 2006; PEREIRA, D., 2014).

Na alimentação humana, há muito tempo servem de base alimentar para povos da Ásia, e para pessoas que buscam na alga um alimento natural alternativo para suprir exigências de proteínas, sais minerais e vitaminas (OLIVEIRA, E., 1997). Para Mavromichalis (2013), o interesse por alimentar animais com algas não é algo novo, mas tem despertado maior atenção devido a seus resultados positivos, com ação antioxidante, mudança dos teores de ácidos graxos poli-insaturados, além de sua influência no desempenho dos animais de produção, como é o caso dos frangos de corte.

Para Timmons (2013), o uso das algas na alimentação animal é algo inovador. Uma vez que a população mundial está crescendo rapidamente e a alta qualidade de proteína e outros nutrientes são necessários para alimentar a crescente população. Para o autor, isto é uma oportunidade para a agricultura promover de forma natural e sustentável o aumento de suas produções.

Na alimentação animal a utilização de algas ainda é pouco explorada, sendo utilizada como uma alternativa para as dietas animais. Segundo Mavromichalis (2013) a alga é um ingrediente relativamente barato, com grande abundância e de fácil cultivo.

Os frequentes aumentos nos preços dos grãos de cereais e suplementos proteicos vegetais utilizados na alimentação animal têm despertado grande interesse pelo aproveitamento de alimentos conhecidos como não convencionais na indústria de alimentação do Brasil. Dentre os produtos que podem substituir os suplementos proteicos convencionais usados na alimentação animal, destacam-se as macroalgas, microalgas, bactérias, fungos e leveduras (BUTOLO, 1996).

Os novos ingredientes podem ser utilizados como forma de substituir outros, como é o caso do uso de algas, que pode substituir o milho (potencial de carotenoides) ou a soja das dietas, devido seu potencial proteico (ALVARENGA et al., 2011).

Portanto, com base nas propriedades nutricionais e em especial devido ao alto teor de proteínas da macroalga *Gracilaria birdiae*, bem como pela facilidade de ser encontrada no litoral nordestino, principalmente no Ceara e Rio Grande do Norte, somos de opinião que uma dieta contendo essa alga pode ser uma importante alternativa a ser testada para a alimentação de abelhas, principalmente para suprir as deficiências proteicas durante a época de escassez alimentar nordestina.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento

O experimento foi desenvolvido no Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte – CETAPIS-RN, instalado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), na comunidade Alagoinha, zona rural de Mossoró/RN (latitude 05°11'S e longitude 37°22'W).



Figura 1. Apiário do Centro Tecnológico de Apicultura e Meliponicultura do Rio Grande do Norte (CETAPIS-RN) no Semiárido Brasileiro com colmeias dispostas sob vegetação típica do Bioma Caatinga durante o período de seca.

4.2 Aquisição e preparação dos ingredientes (Experimento 1)

Foram realizadas algumas pesquisas sobre quais produtos os apicultores usavam como alimentação e quais produtos encontrados na região poderiam ser usados na alimentação animal. Foram utilizadas o farelo de soja (*Glycine max*), farelo de milho (*Zea mays*) e açúcar cristal como produtos base da ração e a inclusão da leucena (*Leucaena leucocephala*) como produto encontrado na região (figura 2).



Figura 2. Árvore de leucena (*Leucaena leucocephala*)

Para a realização dos experimentos, foi solicitado a doação de farelo de soja, farelo de milho e açúcar cristal, à Fábrica de Ração da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

A leucena é uma leguminosa perene de fácil localização no Nordeste e foi obtida em área de ocorrência natural, nas proximidades do Campus Central da UFERSA (figuras 2 e 3).



Figura 3. Folhas da leucena (*Leucaena leucocephala*) coletadas e colocadas para secar, posteriormente tiveram os pecíolos eliminados e as folhas trituradas.

4.2.1 Bromatologia dos ingredientes

Para analisar os alimentos de forma detalhada, ou seja, sua composição química, seu valor nutricional, seu valor energético e suas propriedades físicas e químicas, foram realizadas as análises bromatológicas no laboratório de Nutrição Animal, localizado no campus leste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, sob orientação do Prof. Dr. Alexandre Paula Braga. Para as análises foi utilizada a metodologia recomendada por Silva e Queiroz (2002).

4.2.1.1 Determinação da Matéria seca a 65°C (Pré-Secagem)

A operação de pré-secagem foi realizada em estufa de circulação de ar forçado por 72 horas com temperatura de $60 \pm 5^\circ\text{C}$ para evitar perda por volatilização ou alteração de outros nutrientes, principalmente compostos nitrogenados. Após as 72 horas o material foi retirado da estufa, esfriando sobre o balcão durante aproximadamente 30 minutos, ou seja, até que a umidade da amostra entre em equilíbrio com a umidade do ar, fazendo-se, a seguir, a pesagem. Procedimento chamado de amostra seca ao ar (ASA).

Foi utilizada a seguinte fórmula para quantificar a ASA:

$$\text{ASA}\% = \frac{\text{PMV} - \text{PMPS}}{\text{PMV}} \times 100$$

Onde:

ASA = Amostra seca ao ar

PMPS = Peso do material pré-seco

PMV = Peso do material verde

Determinação da Matéria Seca a 105°C (Matéria Seca Definitiva)

A amostra foi levada à estufa de esterilização a 105°C por mais 4 horas, após esse tempo foi esfriada em dessecador e realizadas novas pesagens.

Foram utilizadas duas fórmulas para quantificar a MS (Matéria seca):

$$\% \text{MS} = \frac{\text{ASA} \times 100}{\text{ASE}}$$

Onde:

%MS total= Matéria seca

ASE = Amostra seca em estufa

ASA= Amostra natural ao ar

$$\%MStotal = \frac{ASE\% \times ASA\%}{100}$$

4.2.1.2 Determinação de Cinzas ou Matéria Mineral

Foi realizado pelo método de incineração simples, no qual, colocou-se cadinhos de porcelana contendo a amostra em forno mufla para queimar por 4 horas à temperatura de 550°C, sendo esta aumentada gradativamente para não ocorrer reação Maillard. Após as 4 horas o forno foi desligado e a amostra permaneceu no mesmo por aproximadamente 24 horas para esfriar.

Foi utilizado a seguinte fórmula para quantificar Matéria Mineral (MM) ou Cinza:

$$\%MM = \frac{\text{PESO (cinza)}}{\text{PESO (amostra)}} \times 100$$

4.2.1.3 Determinação de Extrato Etéreo (EE) ou Gordura

Foi determinado por extração a quente com hexano. A amostra foi pesada em cartuchos de celulose, os quais foram colocados em reboiler com 160 mL de hexano. A extração foi realizada com a amostra sendo lavada no hexano por quatro horas a aproximadamente 65°C. Logo após foi feita a retirada do hexano e dos balões contendo a gordura e os mesmos foram levados a uma estufa a 105°C por 3 horas para que o hexano evaporasse por completo. Após a estufa os cartuchos foram pesados para quantificar a gordura.

A percentagem de extrato etéreo (EE) foi obtida pelo seguinte cálculo:

$$\%EE = \frac{PC + GE - PCV}{PA} \times 100$$

Onde:

PC = Peso do balão com amostra

GE = Gordura extraída

PCV = Peso do balão vazio

PA = Peso da Amostra

4.2.1.4 Determinação de Fibra em Detergente Neutro

Assim como a determinação de fibra é obtida em detergente ácido, foi utilizado o método sequencial em autoclave com cadinhos filtrantes, no qual os cadinhos foram pesados e adicionados neles as amostras. Estes cadinhos foram acondicionados em béquer, onde foram adicionados 60 mL de solução detergente neutro, levados a autoclave onde permaneceram à 121°C, 1 atm, por 2 horas. Após esse procedimento os cadinhos foram lavados com água destilada a 80°C – 110 °C e os conteúdos filtrados sob vácuo, até que fosse retirado todo o resíduo de detergente da amostra. Posteriormente os cadinhos foram levados a estufa a 105°C por 8 horas e por final pesados.

4.2.1.5 Determinação de Fibra em Detergente Ácido

Foi utilizado o método sequencial em autoclave com cadinhos filtrantes, os quais foram pesados e adicionadas a amostra nos mesmos. Estes cadinhos foram acondicionados em béquer, onde foram adicionados 60 mL de solução detergente ácido, levados a autoclave onde permaneceram à 121°C, 1 atm, por 2 horas. Após esse procedimento os cadinhos foram lavados com água destilada a 80°C – 110 °C e os conteúdos filtrados sob vácuo, até que fosse retirado todo o resíduo de detergente da amostra. Posteriormente, foram levados a estufa a 105°C por 8 horas e por final foram pesados.

4.2.1.6 Determinação da Proteína Bruta pelo Método Kjeldahl

O método se baseou em três etapas: digestão, destilação e titulação. A digestão foi realizada com ácido sulfúrico (H_2SO_4) e a mistura catalítica utilizada para digestão foi a de sulfato de sódio anidro e sulfato de cobre pentaidratado. A etapa de digestão ocorreu no bloco digestor com a temperatura máxima de 350°C. O processo de digestão terminou com a viragem da cor para verde claro. Depois da digestão procede-se a destilação, realizada no

Destilador de Nitrogênio TE-036 TECNAL[®], acrescentando 10 mL de hidróxido de sódio para reação com a amostra. Na destilação, foram utilizados erlenmeyer contendo 10 mL de ácido bórico e então foi feita a titulação com solução de H₂SO₄ 0,02 N logo após o processo de titulação. O mesmo procedimento foi adotado para o teste em branco.

A percentagem da proteína bruta (PB) foi obtida pelo seguinte cálculo:

$$PB\% = \frac{(V_a - V_b) \times N \times 6,25 \times 0,0014}{P} \times 100$$

Onde:

PB= Proteína bruta

V_a = Volume de H₂SO₄ 0,02 N gasto na titulação (mL)

V_b = Volume de H₂SO₄ 0,02 N gasto na prova em branco (mL)

N = Normalidade padronizada

6,25 = Fator de transformação de nitrogênio em proteína

0,014 = Miliequivalente grama de nitrogênio

P = Massa da amostra (g).

4.2.2 Granulometria dos ingredientes

A eficiência dos alimentos está diretamente ligada à granulometria, pois quando os ingredientes não atendem as especificações ou aos padrões determinados, uma série de problemas pode ser desencadeada, desde mau preparo da ração até o mau aproveitamento por parte dos animais e esse é um dos problemas que os apicultores enfrentam. Todos os ingredientes foram triturados para que ficassem na menor granulometria (1 mm), ou seja, semelhante a uma farinha de trigo.

4.3 Inclusão de macroalgas em alimentação de abelhas (Experimento 2).

A proposta de testar macroalga *Gracilaria birdiae* na dieta alimentar das abelhas surgiu de uma parceria do Setor de Apicultura com o Prof. Dr. Ivanilson de Souza Maia do Setor de Aquicultura, que desempenha estudos com as referidas macroalgas ricas em proteínas e outros nutrientes, sendo um importante material disponível no Nordeste para ser utilizado em dietas alimentares de abelhas do Setor de Apicultura, ambos setores da

UFERSA. Os subprodutos utilizados no experimento com macroalga foram a farinha de algas e o extrato de algas.

As algas da espécie *Gracilaria birdiae* foram coletadas na área do cultivo da Associação de Maricultoras de Algas de Rio do Fogo – AMAR, em Rio do Fogo/RN, cidade localizada a 80 km da capital do Estado.

4.3.1 Obtenção de farinha de algas

A obtenção dos exemplares de macroalgas a serem cultivados é feita através da coleta de mudas de *Gracilaria birdiae*, conhecida popularmente como macarrão. A colheita ocorre nos recifes de arenito que ficam descobertos durante a maré baixa em praias do litoral do Ceará e Rio Grande do Norte. Após a retirada das algas, estas passam por um processo de limpeza que envolve secagens e reidratações consecutivas por até quatro dias, em seguida, são moídas até se transformarem em farinha (figura 4).



Figura 4. Farinha de macroalgas algas *Gracilaria birdiae*

4.3.2 Obtenção de extrato de algas

Algas foram colhidas a partir de balsas de cultivo e posteriormente foram acondicionadas em caixas isotérmicas junto com água do mar para fornecê-las arejamento. Em seguida, as mesmas foram transportadas até o laboratório de aquicultura (Núcleo de Estudo e Desenvolvimento, Meio Ambiente e Extensão Pesqueira) da UFERSA, Campus Mossoró/RN. No laboratório as algas frescas foram pesadas e separadas em lotes de 5 kg para passar por três lavagens com água corrente (água doce). Esse procedimento justifica-se pela necessidade de retirar o cloreto de sódio proveniente da água do mar. Após a lavagem, as algas foram misturadas com 250 ml de água doce para cada quilo de matéria fresca e trituradas com auxílio de um liquidificador industrial. Posteriormente a esse processo, o extrato de algas passou por uma filtragem utilizando-se de um tecido de algodão para separar a parte sólida do líquido. A parte líquida foi envasada e acondicionado em frascos plásticos e mantidos em geladeira para depois ser utilizado no experimento.



Figura 5. Macroalga *Gracilaria birdiae*

4.4 Determinação da eficiência de dietas proteicas em abelhas africanizadas mantidas em laboratório (Experimento 1)

4.4.1 Procedimento Experimental

Para a realização desse experimento, inicialmente foram retirados das colmeias de abelhas africanizadas quadros de crias de operárias com pupas de olho marrom com corpo fortemente pigmentado e colocados em gaiolas de madeira cobertas por telas de nylon e

introduzidas em uma estufa com temperatura e umidade controladas, em torno de 34°C e 70% respectivamente, onde ocorreu a emergência das operárias, entre 0-16 horas. Essas abelhas recém-emergidas, foram introduzidas em frascos de plástico (Figura 6), onde foram colocadas 100 abelhas recém-emergidas, alimentadas durante sete dias, sendo esse procedimento repetido por sete vezes.



Figura 6. Abelhas confinadas no interior de frascos plásticos e mantidas em estufa.

Para estes experimentos foram utilizadas as seguintes dietas: D1 (Controle positivo – constituída de pólen coletado dos favos *beebread* e *candy* (açúcar e mel); D2 -dieta Megabee[®], comercializada e muito utilizada por apicultores nos Estados Unidos; D3- (Controle negativo constituída de açúcar, 50% em água (xarope); e cinco dietas D4, D5, D6, D7 e D8 cujas composições e ingredientes proteicos e/ou energéticos já eram utilizados por alguns apicultores brasileiros em diferentes regiões para alimentar suas colônias em períodos de escassez alimentar, além da dieta D9 baseada na aplicação do produto Promotor L[®] (complexo proteico e de sais minerais, vitaminas, etc.). Todas as dietas e respectivas composições aqui testadas estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Dietas energético-proteicas elaboradas e fornecidas à operárias de abelhas africanizadas *Apis mellifera* confinadas em gaiolas.

Dietas	Composição
D1 (Controle Positivo)	<i>beebread+ candy</i>
D2(Dieta comercial)	50g Megabee® 50ml de xarope de sacarose 50% (v/v) 4% de óleo de canola
D3 (Controle Negativo)	Xarope de sacarose 50% (v/v)
D4	19g farelo de milho triturado 20g farelo de soja triturada 41g folha seca de leucena triturada 20g sacarose (açúcar cristal triturado) 2 ml óleo de canola Xarope de sacarose 50% (v/v) até atingir a consistência pastosa
D5	19g farelo de milho triturado 28g farelo de soja triturada 13g folha seca de leucena triturada 40g sacarose (açúcar cristal triturado) 2 ml óleo de canola Adiciona água até atingir a consistência pastosa
D6	10,25g farelo de milho triturado 39,75g farelo de soja triturado 50g sacarose (açúcar cristal triturado) 2 ml óleo de canola Adiciona água até atingir a consistência pastosa
D7	21,5g milho triturado 28,5g leucena triturada 50g sacarose (açúcar triturado) 2 ml óleo de canola Adiciona água até atingir a consistência pastosa
D8	50 g farelo de milho triturado 50 g sacarose (açúcar cristal triturado) 2 ml óleo de canola Adiciona água até atingir a consistência pastosa
D9	7 ml de Promotor L® adicionado a 1L ao xarope de sacarose 50% (v/v)

Para a determinação da quantidade de ingredientes (sólidos) em cada dieta, foram realizados cálculos baseados no Quadrado de Pearson, que serve para determinar as percentagens em que cada ingrediente deve ser misturado de forma a se obter uma mistura com determinadas características, no caso das dietas proteicas, uma dieta com 30% de proteína total, que é o ideal para as abelhas. Os custos estimados de cada ingrediente estão dispostos na tabela 2.

Foram introduzidas nos dias 0 e no dia 3 aproximadamente quatro gramas de cada dieta sólida e cinco mililitros de cada dieta líquida, nas respectivas gaiolas, através de um recipiente de plástico. As sobras das dietas eram pesadas para obter-se o consumo de cada uma delas.

Tabela 2. Custo estimado em reais dos ingredientes das dietas fornecidas às operárias de abelhas africanizadas *Apis mellifera*.

Ingredientes	Custo (R\$)
Farelo de soja (kg)	3,50
Farelo de milho (kg)	1,00
Açúcar cristal (kg)	1,99
Promotor L[®] (L)	95,00
Óleo de canola (900ml)	7,75
Megabee[®] (kg)	16,00

4.4.2 Coleta de hemolinfa e determinação da concentração de proteína total na hemolinfa de operárias

Antes do confinamento das abelhas nas gaiolas (dia zero), foram coletadas 5 µl de hemolinfa em duplicata, ou seja, 5 µl +5 µl de uma amostra de 20 operárias recém-emergidas (0- 16 horas de emergência). Após o confinamento e a alimentação das operárias com as respectivas dietas, foi realizada a coleta de 5 µl de hemolinfa em duplicata de uma amostra de 20 abelhas operárias de cada dieta no 7º dia de alimentação e com 7 repetições de cada dieta.

As operárias foram colocadas em tubos tipo falcon, depois esses tubos foram colocados no gelo para que as abelhas fossem congeladas e imobilizadas para facilitar a coleta de hemolinfa. A hemolinfa foi coletada com o auxílio de pipetas introduzidas numa pequena incisão abdominal e/ou corte na base da asa e transferida juntamente com PTC (Feniltiocarbamida) e Inibidor de Protease (10%) para tubos Eppendorf. Essas amostras eram identificadas e mantidas no gelo durante a coleta e depois armazenada no freezer.

Para realizar a quantificação das proteínas, as amostras foram levadas para o Laboratório de Apicultura (APILAB) do Departamento de Genética da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP - Ribeirão Preto- SP.

A quantidade total de proteínas foi avaliada pelo método de Bradford (1976) e a construção da curva padrão foi realizada utilizando albumina sérica bovina (BSA).

Após a diluição das amostras com 2 µl de água destilada para 1 µl de hemolinfa, adicionou-se em cada amostra 1ml de reagente de Bradford em um Eppendorf, logo após homogeneizado, foi aplicado em uma placa de Elisa com 96 poços, 200 µl de cada amostra em duplicata.

A quantificação das amostras foi realizada por leitura em um comprimento de onda de 595 nm em espectrofotômetro Beckman® Coulter DXT-880-multimode detector (Figura 7).



Figura 7. Espectrofotômetro utilizado para a leitura da quantificação proteica.

4.5 Determinação da eficiência das dietas proteicas em abelhas africanizadas no campo

Para os testes sobre a eficiência das dietas foram testadas colônias que apresentavam aproximadamente as mesmas condições quanto ao tamanho populacional, todas numeradas e instaladas no mesmo apiário com condições idênticas. Todas as colônias foram alimentadas semanalmente com as respectivas dietas alimentares e foram realizados mapeamentos quinzenalmente dos quadros de cria de cada colmeia para se avaliar o desenvolvimento das colônias. As colônias que enxamearam foram substituídas ao longo do experimento.

4.5.1 Experimento 1

Os testes em laboratórios para avaliar a eficiência das dietas foram feitos através da hemolinfa das abelhas alimentadas tendo sido verificados a aceitabilidade pelas operárias tratadas e as dietas que apresentaram melhores resultados comparadas no campo com o controle positivo.

Para o teste no campo foram utilizadas 27 colônias de abelhas africanizadas padronizadas em relação à quantidade de quadros de cria e quadros com alimento divididas em três grupos, nove colmeias cada, sendo testadas as dietas D5 e D6 que apresentaram os melhores resultados do teste de laboratório, além do grupo controle, que recebeu alimentação apenas energética (Tabela 3), foram fornecidos 200 gramas de cada dieta (D5 e D6) e 500 ml de xarope de sacarose 50% (v/v) para colônias duas vezes por semana, por aproximadamente 60 dias.

Tabela 3. Custo de xarope e duas dietas pastosas para alimentação de abelhas africanizadas durante o período de 07/11/2017 a 03/01/2018 em condições de clima semiárido no Nordeste Brasileiro.

Tratamentos	Dieta	Custo (R\$)
Controle	Xarope de sacarose 50% (v/v)	71,64
D5	Farelo de milho, leucena, farelo de soja, açúcar cristal e óleo	45,60
	Xarope de sacarose 50% (v/v)	71,64
D6	Farelo de milho, farelo de soja, açúcar cristal e óleo	56,96
	Xarope de sacarose 50% (v/v)	71,64

4.5.2 Experimento 2

Foram utilizadas 20 colônias de abelhas africanizadas que foram divididas em quatro grupos (cinco colmeias cada), nas quais foram utilizadas as seguintes dietas: EA – constituída de extrato de algas com xarope de sacarose (dieta líquida); M+S – constituída de soja, milho e xarope de sacarose (utilizada como controle da dieta pastosa); M+FA – constituída de farinha de algas, milho e xarope de sacarose e Controle (C) – constituída de água com xarope de sacarose (utilizada como controle da dieta líquida), Tabela 4.

Tabela 4. Dietas energético-proteicas elaboradas e fornecidas às colônias de abelhas africanizadas *Apis mellifera* com inclusão de macroalgas *Gracilaria birdiae*.

Dieta	Composição
C	80 ml água (20%) + 400 ml de xarope de sacarose 50% (v/v)
EA	80 ml extrato de algas (20%) + 400ml de xarope de sacarose 50% (v/v)
M+S	100 g farelo de soja +100 g farelo de milho+ de xarope de sacarose 50% (v/v)até atingir a consistência pastosa
M+FA	5 g Farinha de algas (5 %)+ 100 g farelo de milho + de xarope de sacarose 50% (v/v)até atingir a consistência pastosa

Essas dietas eram fornecidas duas vezes por semana, sendo que os custos estimados de cada ingrediente em reais estão dispostos na tabela 5 e os custos por quilo de cada dieta ou ração na tabela 6.

Tabela 5. Custo estimado (em reais) de ingredientes utilizados em dietas fornecidas à colônia de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*).

Ingredientes	Custo (R\$)
Farelo de soja (kg)	3,50
Farelo de milho (kg)	1,00
Açúcar cristal(kg)	1,99
Farinha de algas (kg)	20,00

Tabela 6. Custo por quilograma (em reais) de ingredientes utilizados em xarope e duas dietas pastosas para a alimentação de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) durante o período de 29/01/2018 a 09/03/2018 em condições de clima semiárido no Nordeste Brasileiro.

Tratamentos	Dieta	Custo (R\$)
Controle	Xarope de sacarose 50% (v/v)	26,53
M+S	Farelo de soja, farelo de milho, Xarope de sacarose 50% (v/v) até atingir a consistência pastosa	21,60
	Xarope de sacarose 50% (v/v)	26,53
M+FA	Farinha de algas, farelo de milho, solução de sacarose 50% (v/v) até atingir a consistência pastosa	10,5
	Xarope de sacarose 50% (v/v)	26,53

4.5.3 Avaliação das colônias no campo e mapeamento da área de cria

Cada uma das colônias foi alimentada semanalmente. Para se avaliar cada dieta em teste foram realizados o mapeamento da área de cria conforme metodologia adaptada de Al-Tikrity *et al.* (1971). Todos os quadros de cada colmeia foram medidos um a um, quanto à sua área de postura, de cria operculada, cria aberta, pólen, néctar aberto e mel e, através de um suporte com laterais construídas com arame esticado, formando 36 quadrantes de 2 cm x 2 cm (4 cm² de área) (Figura 8).

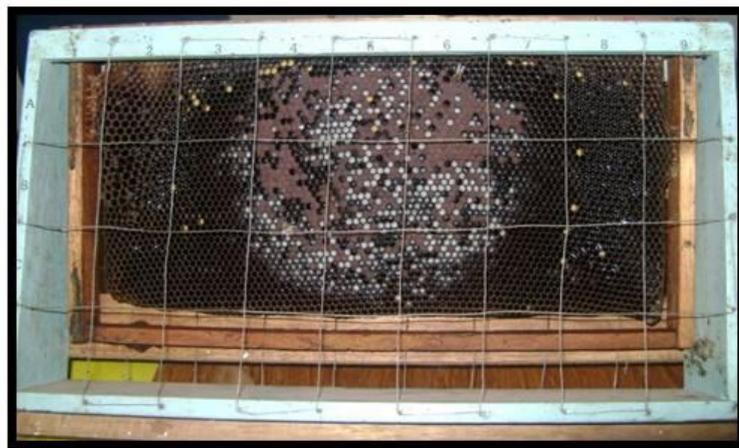


Figura 8. Quadro de crias de operárias dentro do suporte de madeira dividido por arame em 36 quadrantes idênticos para registro de áreas de postura, cria aberta, cria operculada, néctar aberto, mel e pólen.

4.5.3.1 Experimento 1

O experimento 1 foi conduzido de 07/11/2017 a 03/01/2018 em 3 grupos de 9 colônias de abelhas instaladas em colmeias tipo Langstroth com 10 quadros cada, sendo avaliados os dois lados do quadro. Os quadros das colmeias foram mapeados antes do início do fornecimento da alimentação e posteriormente com 15, 30, 45 e 60 dias após a introdução das dietas (fornecidas às abelhas duas vezes por semana). Nesse intervalo, quinzenalmente todas as colônias foram pesadas para registrar o ganho de peso das colônias.

4.5.3.2 Experimento 2

O experimento 2 foi conduzido de 29/01/2018 a 09/03/2018 sendo avaliados os quadros, de ambos os lados. Os mapeamentos foram feitos igualmente antes de iniciarmos o fornecimento das dietas e posteriormente com 15, 30 dias. Nesse intervalo todas as colônias foram pesadas para se avaliar o ganho de peso por tratamento. O período de avaliação foi menor devido ao início do período chuvoso, onde tivemos que encerrar as coletas.

4.6 Análises estatísticas

A concentração total de proteína na hemolinfa das abelhas alimentadas com as diferentes dietas foi comparada com o controle positivo (D1), de modo a obtermos um parâmetro de comparação da qualidade das dietas. Primeiramente os dados foram testados quanto à sua normalidade ($\alpha = 0,05$) e em seguida, comparados através de um teste ANOVA on Ranks, Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks ($\alpha = 0,05$). As versões dos programas SigmaPlot e SigmaStat10 foram utilizadas para as análises estatísticas.

Os experimentos em campo (Experimentos 1 e 2) foram montados em esquema de delineamento inteiramente casualizado (DIC). Foram realizadas análises de variância com um critério de classificação (One way ANOVA) dos dados de cada variável analisada e as médias comparadas estatisticamente pelo Teste de Tukey, exceto para os dados de consumo, os quais tiveram as médias comparadas pelo teste T-Student. Ambos os testes foram aplicados ao nível de 5% de probabilidade de erro ($\alpha = 0,05$). Para corrigir os desvios e atender os pressupostos de normalidade e homocedasticidade dos dados submetidos a análise por estatística paramétrica, algumas variáveis tiveram os dados transformados: os dados do percentual de área ocupada com ovo, cria operculada, cria aberta, pólen e mel do experimento 1 (dietas:

xarope, D5 e D6) foram transformados em raiz quadrada de $Y + 0,5 - \text{SQRT}(Y + 0,5)$, enquanto os dados do percentual de área ocupada com ovo, pólen, me e néctar aberto do experimento 2 (dietas: xarope, EA e M+FA), foram transformados em raiz quadrada de $Y + 1,0 - \text{SQRT}(Y + 1,0)$. Já os dados do peso das colônias de ambos os experimentos e os dados da variável consumo do experimento 2 foram transformados em $\text{SQRT}(Y)$. Todas as análises descritas acima foram realizadas com auxílio do software SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Bromatologia de farinha de milho, soja e leucena (Experimento 1)

Para a avaliação bromatológica das folhas de leucena, milho e farelo de soja foram determinados os teores de Matéria Seca (MS), Matéria Mineral (MM), Extrato Etéreo (EE), Fibra em Detergente Ácido (FDA), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Proteína Bruta (PB) (Tabela 7).

Tabela 7. Composição química dos componentes dos ingredientes utilizados nas dietas, expresso em % da MS.

Ingrediente	MS	MM	EE	FDN	FDA	PB
Farelo de milho	89,64	1,68	5,93	25,53	7,33	11,66
Farelo de soja	90,47	6,51	3,59	18,41	15,5	47,54
Folhas de leucena	89,23	9,25	6,60	21,67	18,38	23,55

A soja (*Glycine max*) representa mais da metade do total de grãos de leguminosas produzidos no mundo e, nos últimos 30 anos, tornou-se a principal fonte de proteína vegetal em virtude do seu valor nutritivo (OLIVEIRA, F., et al., 2005; RODRIGUES et al., 2002).

Os resultados encontrados para farelo de soja na matéria seca (90,47%), matéria mineral (6,51%), extrato etéreo (3,59%), fibra em detergente neutro (18,41%), fibra em detergente ácido (15,5%) e proteína bruta (47,54%) assemelham-se com os relatados por Zambom et al. (2001).

Tradicionalmente, os principais substitutos proteicos usados na suplementação são: farinha de soja, levedura de cerveja e substitutos lácteos (FREITAS; ECHAZARRETA, 2001).

Estudos (RODRIGUES et al., 2002; OST et al., 2007; COCA-SINOVA et al., 2008) têm sido realizados para se obter máximo aproveitamento das propriedades nutricionais da soja, visto que, o farelo de soja é responsável por aproximadamente 70% da suplementação proteica nas rações.

Pesquisas recomendam diferentes suplementos alimentares, tais como farelo ou farinha de soja, levedura de cana-de-açúcar, farinha láctea, terneron (sucedâneo para bezerro), farelo de trigo, glutenose de milho, farelo de polpa de citros, entre outros (AZEVEDO-

BENITEZ; NOGUEIRA-COUTO, 1998; COUTO, 1998; LENGLER, 2000; CREMONEZ, 2001).

No farelo de milho os resultados encontrados para a matéria seca (89,64%), matéria mineral (1,68%), extrato etéreo (5,93%), fibra em detergente neutro (25,53%), fibra em detergente ácido (7,33%) e proteína bruta (11,66%). Pesquisas relacionadas à composição química de grãos de milho revelaram que aproximadamente 76,5 % da massa seca é composta por amido, 9,5% de proteínas, 9% de fibras representadas em maior proporção pela fibra em detergente neutro, aproximadamente 4% de lipídeos e aproximadamente 1% de matéria mineral (PAES, 2006; CANTARELLI et al., 2007; PIOVESAN et al., 2011).

O milho assume papel de uma das mais importantes culturas do mundo, devido ao fato de ser o cereal mais produzido, com aproximadamente 870 milhões de toneladas em área de 176 milhões de hectares (FAO, 2013), além de ser amplamente utilizado na alimentação humana e animal e em diversas finalidades industriais. Do volume cultivado no mundo, cerca de 70% do total produzido é destinado à alimentação animal (EMBRAPA, 2013).

Para a folha da leucena, os resultados encontrados na matéria seca (89,23%), matéria mineral (9,25%), extrato etéreo (6,6%), fibra em detergente neutro (21,67%), fibra em detergente ácido (18,38%) e proteína bruta (23,55%) corroboram com Pereira Júnior et al. (2013), Barreto et al., (2010). Silva, C. (1992) relata que a composição química encontrada na leucena demonstra que ela pode ser um suplemento forrageiro de alta qualidade. Outra justificativa para os resultados observados é a boa qualidade da leucena (PIRES, A. et al., 2006; VELOSO et al., 2006), como volumosos para animais.

Nossos resultados bromatológicos sobre a leucena são, portanto muito promissores, podendo ser uma excelente alternativa como fonte de proteína para dietas alimentares para abelhas, principalmente pela facilidade de ser encontrada no nordeste brasileiro.

5.2. Análise da quantificação de proteínas totais na hemolinfa de abelhas operárias alimentadas com diferentes dietas confinadas em gaiolas (Experimento 1).

A figura 9 mostra a análise da quantificação de proteínas totais na hemolinfa ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$) das abelhas recém-emergidas (dia 0) e das abelhas alimentadas com as diferentes dietas durante sete dias.

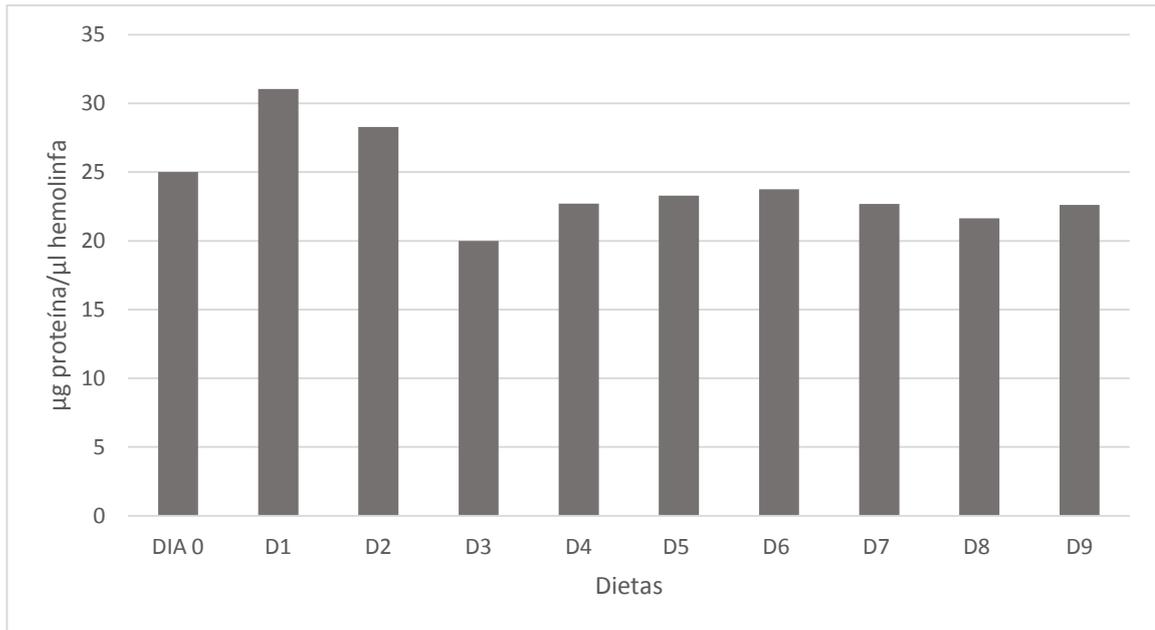


Figura 9. Níveis de proteína na hemolinfa ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$) coletada de abelhas recém-emergidas no dia 0 e no 7º dia após terem recebido as dietas D1 (*beebread* e *candy*), D2 (Megabee[®]), D3 (Xarope), D4 e D5 (contendo milho, soja e leucena como principais ingredientes), D6 (milho e soja), D7 (milho e leucena), D8 (milho e açúcar) e D9 (Promotor L[®]).

Das dietas elaboradas verificamos que duas (D5 e D6) não apresentaram diferença estatística em relação ao controle positivo ($P > 0,05$), ou seja, promoveram a síntese de proteína em níveis semelhantes aos encontrados em abelhas que consumiram *beebread* (fonte natural de proteínas para as abelhas), como também foi observado por Morais et al., (2013a) e Turcatto (2011). As dietas (D4, D7, D8 e D9), juntamente com o controle negativo apresentaram diferença estatística significativa ($P < 0,05$) (figura 9).

As dietas D4, D5, D6, D7 e D9 não apresentaram diferença estatística significativa em relação ao nível de proteína encontrado nas abelhas recém-nascidas (dia 0) ($P > 0,05$), já o controle negativo e a dieta D8 apresentaram diferença estatística significativa.

Esses resultados corroboram com os de Turcatto (2011), Morais (2013a); Almeida, J. (2013); Zheng et al. (2015), onde também foi encontrada uma diferença significativa entre as dietas artificiais proteicas e o controle positivo em relação ao controle negativo.

Do mesmo modo do que encontrado por Morais (2013a) e Almeida, J. (2013), verificamos que abelhas alimentadas apenas com xarope apresentam um decréscimo na concentração de proteína na hemolinfa. Resultados similares aos nossos foram reportados por Gregory (2006); De Jong et al. (2009) e Haydak (1935), os quais registraram que operárias alimentadas com carboidrato apenas apresentam baixos títulos de proteína na hemolinfa.

Sendo assim, as abelhas que consomem apenas xarope não conseguem promover a síntese de proteína total em níveis normais. Castagnino et al. (2004); Pinto et al. (2008); Pinheiro et al. (2009), observaram que a oferta de carboidratos é o principal estímulo para a postura de ovos em uma colônia.

As abelhas do presente estudo foram alimentadas por sete dias, período em que, na colmeia, elas desenvolvem a função de nutrízes. Segundo Amdam et al. (2002) nessa fase a proteína é metabolizada como uma proteína de armazenamento. Esse armazenamento permanece no corpo gorduroso que é um órgão central para o metabolismo desses insetos, atuando também como local de armazenamento de carboidratos, proteínas e lipídeos (ARRESE; SOULAGES, 2010; LIMA, M. et al., 2017).

Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Van der Steen (2007), que mostrou um aumento progressivo no título da proteína na hemolinfa das abelhas alimentadas com soja ou pólen, e uma redução de proteína foi observada nas abelhas alimentadas com farinha de milho (D8) ou sacarose (D3).

Segundo Herbert Jr. e Shimanuki (1978), os substitutos de pólen executam eficientemente todas as funções do pólen, mas a principal dificuldade é a aceitação pelas abelhas, pois os substitutos necessitam ser além de nutritivos, palatáveis para as abelhas.

A síntese proteica nas abelhas é influenciada por muitos fatores, como por exemplo, a alimentação, uma vez que desta, provém o material e energia necessários para tal processo (CRAILSHEIM, 1990). Nossos dados mostraram que as dietas testadas (D5 e D6), promoveram a síntese de proteínas na hemolinfa em níveis semelhantes aos encontrados na hemolinfa de abelhas que consumiram o *beebred*. Esses resultados estão de acordo com os encontrados por Cremonez, (2001) e depois com os resultados obtidos por Almeida, J. (2013) e Turcatto (2011), que testaram dietas a base de soja e levedura-de-cana-açúcar, e também encontraram síntese de proteínas na hemolinfa em níveis semelhantes aos encontrados na hemolinfa de abelhas que consumiram o *beebred*.

Nossos dados estão de acordo com os encontrados por Cremonez (1996), Bitondi et al. (1994) que mostraram que o nível de proteína na hemolinfa de operárias alimentadas com dietas a base de fubá não difere estatisticamente das alimentadas com xarope, pois abelhas alimentadas com dietas com baixo teor proteico, a quantidade de proteína na hemolinfa é baixa.

5.3 Determinação da eficiência de dietas proteicas em colônias de abelhas africanizadas no campo através do consumo (Experimento 1).

Durante o experimento foram oferecidas as dietas D5 e D6. Quando comparamos o consumo destas dietas, observamos que as médias não diferiram estatisticamente entre si pelo Teste T-Student ao nível de 5% de probabilidade, sendo 0,086481 kg e 0,089167 kg para D5 e D6, respectivamente (Figura 10). As dietas utilizadas como substitutos de pólen podem ser eficazes para manter as colônias nos períodos de escassez, e podem ser capazes de manter a postura da rainha, mas para isso devem ser nutritivas e palatáveis para as abelhas. Segundo Silveira (1987), Castagnino et al. (2004) e Salomé, J. (2002) a aceitação e eficiência das dietas pode ser melhorada quando adicionada a substância atrativa.

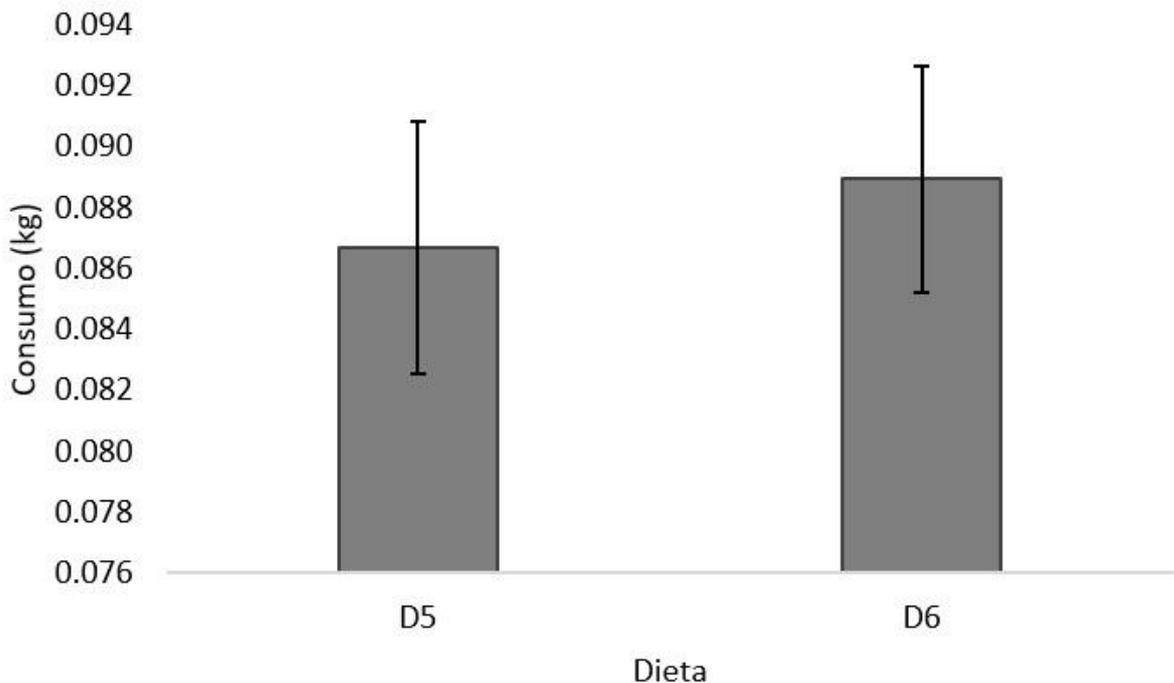


Figura 10. Médias de consumo de duas formulações de alimentos: uma a base de milho, leucena, soja, açúcar e óleo (D5) e outra à base de milho, soja, açúcar e óleo (D6) fornecidas às colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*).

Sendo assim, podemos observar que não houve diferenças entre o consumo, mostrando que ambas dietas foram atrativas para as abelhas (STANDIFER et al., 1973; NABORS, 2000; MATTILA; OTTIS, 2006).

Várias fontes de proteína têm sido usadas na alimentação de abelhas, sendo a disponibilidade, o preço e a granulometria adequada (capazes de serem aproveitadas pelas abelhas), fatores determinantes na escolha das matérias-primas. Nesse contexto, as dietas em

estudo foram formuladas com farelo de soja, milho, leucena, açúcar, óleo de canola, por serem fontes proteicas de fácil aquisição, porém o custo não é acessível para todos como, por exemplo, o farelo de soja.

A tabela abaixo mostra o custo com as dietas D5 e D6 durante o período experimental e uma estimativa de custo anual.

Tabela 8. Custo da utilização das dietas pastosas D5 (com leucena) e D6 (sem leucena) durante o período experimental, assim como uma estimativa do custo anual utilizando as mesmas dietas.

Dietas	Fornecimento por tratamento durante 58 dias (R\$)*	Fornecimento por tratamento durante 365 dias (R\$)*
D5	45,60	286,82
D6	56,96	358,27

*9 colmeias por tratamento

Como observado, durante o período experimental (07/11/2017 a 03/01/2018) o custo com as dietas foram de R\$ 45,60 para a dieta D5 e R\$ 56,96 para a dieta D6. Observamos uma diferença de R\$ 11,36 a mais na dieta D6. Apesar de não ter apresentado diferença estatística entre o consumo, podemos observar que há uma diferença considerável em relação ao custo, uma vez que a dieta D5 é mais barata que a dieta D6. Essa diferença pode não ser tão representativa quando avaliamos somente o período experimental, mas se levarmos em consideração que em nossa região ocorre grandes períodos de escassez, há uma maior necessidade de fornecer uma alimentação artificial, como mostra a tabela 8, em um ano essa diferença é de mais de 70 reais para alimentar um grupo de apenas 9 colmeias, isso representa uma grande economia principalmente se o apicultor estiver associado a cooperativa, onde um grupo de apicultores poderá realizar compras dos ingredientes em maior quantidade, resultando em melhores preços e menor custo da dieta ofertada.

5.4 Determinação da eficiência de dietas proteicas em colônias de abelhas africanizadas no campo através do monitoramento dos pesos das colônias (Experimento 1).

O ganho de peso médio do grupo controle foi de 6,154 kg, enquanto o grupo da dieta D5 apresentou peso médio de 6,218 kg e o grupo da dieta D6 5,597 kg. Esses valores não diferiram estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (Figura 11).

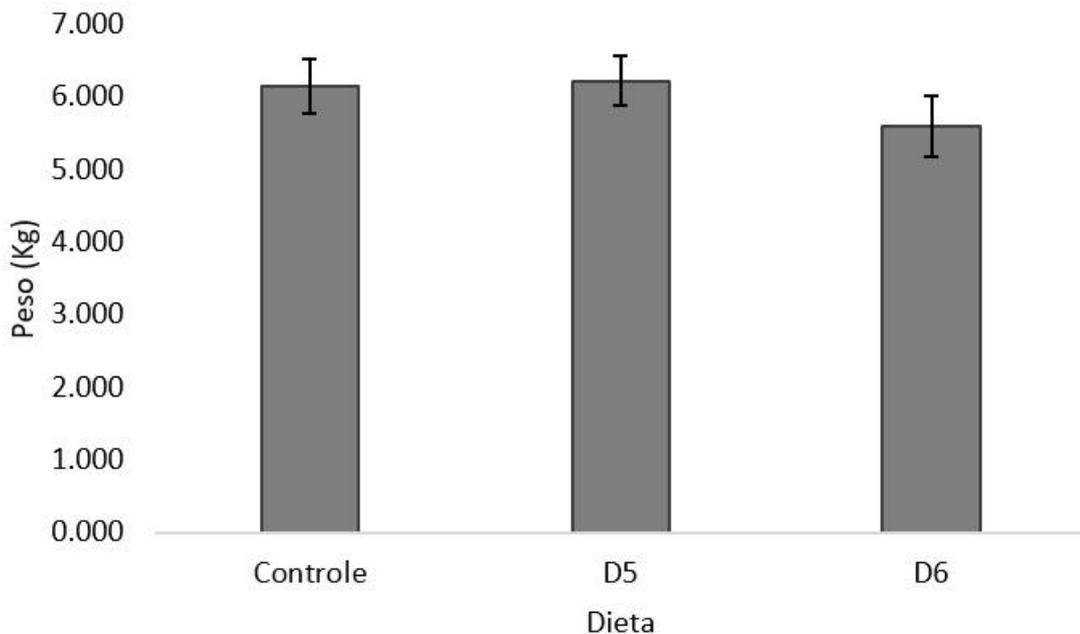


Figura 11. Médias do peso de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) alimentadas com xarope (controle) e duas alimentações pastosas: uma a base de milho, leucena, soja e açúcar (D5) e outra à base de milho, soja e açúcar (D6).

Estes resultados corroboram com os de Cremonez (1996), que mostram que algumas colônias mesmo não recebendo suplementação artificial conseguem se manter na colmeia, apesar de não estarem em boas condições após o período de escassez.

5.5 Determinação da eficiência de dietas proteicas em colônias de abelhas africanizadas no campo através do mapeamento da área de postura, área de cria aberta, cria operculada, pólen, néctar aberto e néctar operculado das colônias (Experimento 1).

A tabela 9 mostra as médias e erros do percentual de área ocupada com ovo, cria operculada, cria aberta, pólen, néctar operculado e néctar aberto dos dez quadros da colmeia.

Tabela 9. Médias e erros do percentual de área ocupada com ovo, cria operculada, cria aberta, pólen, mel e néctar aberto em colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) alimentadas com xarope (controle) e duas alimentações pastosas: uma à base de milho, leucena, soja e açúcar (D5) e outra à base de milho, soja e açúcar (D6).

Variável	Área ocupada nos favos (Média ± Erro Padrão)		
	Controle	D5	D6
Ovo	3,58 ± 0,30 ab	4,06 ± 0,33 a	2,87 ± 0,28 b
Cria OP	3,68 ± 0,35 b	5,10 ± 0,48 a	4,46 ± 0,43 ab
Cria AB	2,07 ± 0,22 b	3,57 ± 0,41 a	2,56 ± 0,28 ab
Pólen	1,87 ± 0,16 a	2,36 ± 0,38 a	2,64 ± 0,34 a
Mel	5,38 ± 1,11 a	5,80 ± 0,65 a	5,77 ± 0,89 a
Néctar AB	14,88 ± 1,04 a	16,62 ± 0,82 a	15,99 ± 1,14 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Houve diferença para o percentual de área ocupada com ovo entre as dietas D5 (4,06%) e D6 (2,87%), mas ambas não diferiram do grupo controle (3,58%). Para a cria operculada, a dieta D5 (5,10%) não diferiu da dieta D6 (4,46%), porém, diferiu do grupo controle (3,68%). Para a cria aberta, as dietas D5(3,57%) e D6(2,56%) não diferiram estatisticamente entre si, mas a dieta D5 diferiu do grupo controle (2,07%). Para a variável pólen, as dietas do grupo controle (1,87%), D5 (2,36%) e D6(2,64%) não apresentaram diferença estatística. A área de mel para o grupo controle (5,38%), D5(5,80%) e D6(5,37%) não diferiram entre si, do mesmo modo que também não houve diferença para a área de néctar aberto do grupo controle (14,88%), D5(16,62%) e D6 (15,99%).

Observamos que para a variável ovo as colônias que receberam a dieta D5 obtiveram melhor resultado quando comparado com a dieta D6 e grupo controle. Para cria aberta e cria operculada, as colônias que receberam as dietas proteicas (D5 e D6), apresentaram melhores resultados em relação ao grupo controle.

Nossos dados do grupo controle assemelham-se aos encontrados por Herbert Jr. et al. (1977), pois foi possível observar que o declínio da área de cria indicando a falta de postura da rainha, na falta de alimentação proteica. As abelhas compensam a deficiência de pólen diminuindo a quantidade de cria através da redução da postura da rainha, ou por canibalismo de larvas jovens (SCHMICKL; CRAILSHEIM, 2001).

A área de cria aumentou durante o experimento, mostrando que o alimento proteico promove o aumento da postura pela rainha. As abelhas *A. mellifera* necessitam de proteínas para produzirem cria (HERBERT JR.; SHIMANUKI, 1979). Os carboidratos, proteínas,

lipídeos, vitaminas e minerais, são fatores responsáveis pela quantidade de cria produzida, longevidade e produtividade da colônia, e colônias que tem consumos limitados desses nutrientes podem ter a produção de crias cessada e a sobrevivência da colônia comprometida (BRODSHNEIDER; CRAILSHEIM, 2010). Segundo Doull (1980) a alimentação suplementar mostra correlação positiva com o aumento da área de cria e produtividade da colônia.

Foi observado um incremento na área de cria total para todas as colônias suplementadas, tal como comprovado por Castagnino et al. (2004) quando compararam as áreas medias de cria e pólen em colônias que receberam substitutos de pólen e constaram diferenças significativas entre os tratamentos, quando comparadas com colônias que não receberam dietas artificiais.

Hagedorn e Moeller (1968) verificaram que colônias alimentadas com suplementos artificiais produziram mais crias, como foi o caso dos grupos que receberam as dietas D5 e D6. Nation e Robinson (1971), verificaram que colônias alimentadas com suplementos proteicos produzem mais crias que as que não recebem, portanto, nossos dados estão de acordo com os autores acima.

As colônias de abelhas *A. mellifera* precisam de uma alimentação proteica para produzir cria, pois, a falta desta tende a diminuir a área de cria da colônia (HERBERT; SHIMANUKI, 1979). Portanto, um dos métodos mais utilizados para determinar a eficiência de uma dieta é baseado na determinação da área de cria (HERBERT JR. et al., 1970).

Para manter uma colônia saudável é recomendada uma nutrição equilibrada, especialmente quando eles são colocados em ambiente de pouca disponibilidade de alimento ou utilizados para a polinização (PERNAL; CURRIE, 2000). A alimentação equilibrada é melhor quando existe uma crescente diversidade de plantas, mesmo perto de áreas agrícolas, uma mistura natural de pólenes diferentes é a fonte ideal de proteínas e vitaminas para as abelhas (DECOURTYE et al., 2010). Se isso não for possível, a alimentação suplementar é recomendada, mesmo que a dieta suplementar apresente qualidade inferior ao pólen natural, porque essas dietas apesar dessa inferioridade em relação ao pólen podem fornecer muitos nutrientes essenciais a essas colônias, e muitos estudos têm mostrado a eficiência dessas dietas suplementares em abelhas alimentadas exclusivamente com essas dietas.

A alimentação artificial resulta em benefícios, pois assegura um desenvolvimento contínuo das colônias em lugares e épocas de escassez de néctar e pólen, além de prepará-los para aproveitar melhor o fluxo de néctar (FREITAS; ECHAZARRETA, 2001).

As colônias que não tem acesso ao pólen apresentam uma capacidade reduzida no desenvolvimento da cria, declinando rapidamente a população e eventualmente levando ao desaparecimento da colônia (MATTILA; OTTIS, 2006). Portanto as larvas de abelhas *Apis mellifera* são completamente dependentes das operárias adultas para se alimentar, visto que a geleia real é secretada em pequenas quantidades pelas glândulas hipofaringeanas e mandibulares das abelhas jovens (HAYDAK, 1970). Para sua síntese, as abelhas exigem carboidratos, vitaminas, ácidos graxos, minerais e aminoácidos essenciais. Dessa forma, sua produção sempre tem sido realizada em épocas de abundância de recursos florais.

Para Mattila e Ottis (2006); Morais et al. (2013b), dietas como substitutos de pólen podem ser eficazes para manter as colônias nos períodos de escassez, e podem ser capazes de manter a postura da rainha. Esses resultados também foram comprovados nesse presente trabalho, e por Turcatto (2011) e Almeida, J. (2013), onde as colônias alimentadas com suplementos proteicos produziram maior quantidade de crias do que as colônias que não receberam suplementação artificial.

O fornecimento de dietas suplementares para colônias durante os períodos de escassez alimentar na natureza é muito importante, sendo que uma colônia com limitação de nutrientes essenciais, tais como, o pólen, em geral, um aminoácido essencial, ou vitamina em particular, apresentará um declínio na produção de cria e não poderá sobreviver se não for fornecido alimento nesse período.

O desconhecimento de ingredientes que podem ser oferecidos como suplemento para as abelhas e a falta de recursos para adquiri-los, impede a alimentação das colônias nos períodos necessários. Os produtos regionais podem ajudar a resolver parcialmente esses problemas (PEREIRA, F. et al., 2006; PEREIRA, D. C., 2009), sendo necessário o conhecimento da disponibilidade de alimentos durante o ano, para adequar o manejo alimentar não só quanto à quantidade, mas na qualidade do substituto ou suplemento de pólen e néctar ofertado às abelhas (SILVA, R., 2008).

No período de entressafra da produção de mel há uma redução da florada, sendo importante a oferta de alimentação artificial para ajudar a manter a população da colônia sem diminuir a produção na safra seguinte, assegurando a produtividade e os lucros (CASTAGNINO et al., 2006; COELHO et al., 2008; SCHAFASCHEK et al., 2008; SILVA, R., 2008). Esses suplementos alimentares, além de evitar a desnutrição e o estresse, ajuda a prevenir doenças e ataques de inimigos naturais (LEGLER, 2003; PEREIRA, F. et al., 2008; PEREIRA, D.C., 2009; BRIGHENTI, 2009), sendo mais efetivas nas épocas de maior escassez de alimentos (PINTO et al., 2008)

Enxames enfraquecidos apresentam resposta tardia de coleta e utilizam as primeiras floradas para se fortalecerem e se estabelecerem, somente é possível observar grandes quantidades de mel estocado quando há uma população maior de abelhas adultas no início das floradas, o que indica que os enxames estão fortes e bem desenvolvidos. Além da diminuição na produção da colônia, o enfraquecimento facilita o surgimento de doenças (OLIVEIRA; CUNHA, 2005; SANTANA; SILVA JÚNIOR; MESSAGE, 2006, PEREIRA et al., 2006), permite melhores condições de sobrevivência, impedindo a mortalidade por fome e o abandono da colmeia (SILVEIRA, 1987).

5.6 Determinação da eficiência de dietas proteicas em colônias de abelhas africanizadas no campo através do consumo (Experimento 2).

No experimento onde testamos a inclusão de algas na alimentação das abelhas *A. mellifera*, foi analisado o consumo das dietas pastosas, onde houve diferença estatística significativa para o consumo das dietas M+S e M+FA pelo Teste T-Student ao nível de 5% de probabilidade. A média geral do consumo da dieta M+ S foi de 0,137 kg e da dieta M+FA foi 0,101 kg (Figura 12).

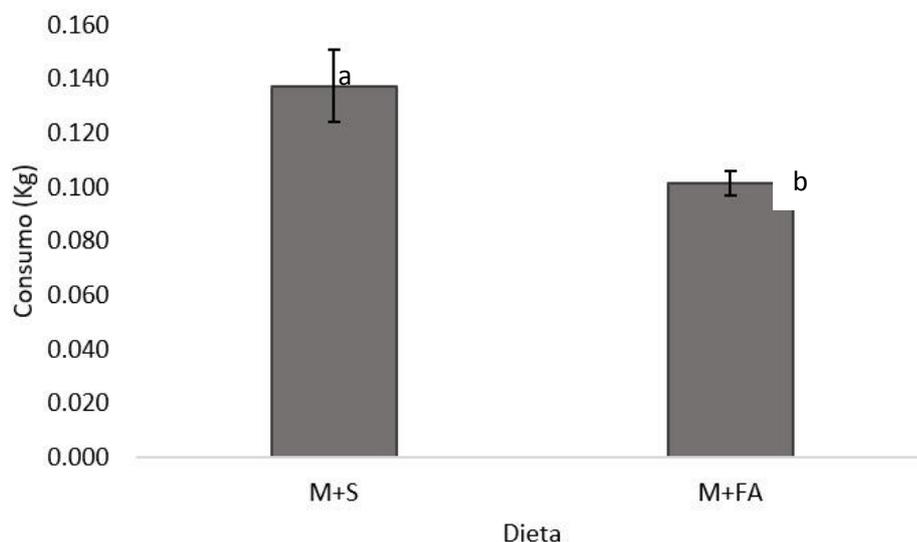


Figura 12. Médias de consumo de duas alimentações pastosas: uma à base de milho e soja (M+S) e outra à base de milho e farinha de algas (M+FA), fornecidas à colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*). Letras diferentes nas barras indicam diferença estatisticamente significativa pelo Teste T-Student de 5% de probabilidade.

O consumo das colônias que receberam a dieta M+FA, como forma de suplementação foi menor que o consumo da dieta M+S, mesmo assim as colônias alimentadas com a dieta

M+FA, mostraram um aumento significativo nas áreas de cria mostrando ser assim um bom suplemento proteico para as colônias.

Durante o período 29/01/2018 a 09/03/2018 em que as abelhas foram alimentadas, o custo com as dietas foram M+S (R\$ 21,60) e a M+FA(R\$ 10,50). Observamos uma diferença de R\$ 11,10 a mais na dieta M+S, apesar de apresentar diferença estatística entre o consumo, não significa que uma foi melhor que a outra, isso pode ter acontecido a palatabilidade, atratividade e mesmo saciedade das abelhas.

Podemos observar que há uma diferença considerável em relação ao custo, uma vez que a dieta M+FA que contém milho e farinha de algas é mais barata que a dieta M+S que contém farelo de soja e milho. Essa diferença pode não ser tão representativa quando avaliamos somente o período experimental, mas se levarmos em consideração que em nossa região ocorre grandes períodos de escassez, há uma maior necessidade de fornecer uma alimentação artificial e como mostra a tabela 10, em um ano essa diferença é de mais de 100 reais para alimentar um grupo de apenas 5 colmeias, o que representa uma grande economia principalmente se o apicultor estiver associado a cooperativa, onde um grupo de apicultores poderá realizar compras dos ingredientes em maior quantidade, resultando em melhores preços e menor custo da dieta ofertada.

Tabela 10. Comparativo dos custos com o fornecimento das dietas pastosas M+S (à base de milho e soja) e M+FA (à base de milho e farinha de algas), durante o período experimental em comparação a 1 ano de fornecimento.

Dietas	Fornecimento por tratamento durante 40 dias (R\$)*	Fornecimento por tratamento durante 365 dias (R\$)*
M+S	21,60	197,10
M+FA	10,50	95,81

*5 colmeias por tratamento

Para Standifer et al. (1973), Nabors (2000) e Mattila; Ottis (2006), as dietas como substitutos de pólen podem ser eficazes para manter as colônias nos períodos de escassez, e podem ser capazes de manter a postura da rainha, mas para isso devem ser nutritivas e palatáveis para as abelhas, sendo assim a dieta M+S apresentou-se mais atrativa para as abelhas.

Manning et al. (2007) atribuem a palatabilidade dos substitutos proteicos a presença de lipídeos, os quais seriam componentes fago estimulantes. A palatabilidade dos alimentos para as abelhas é uma das grandes preocupações das pesquisas que buscam a elaboração de

substitutos proteicos na dieta destes indivíduos (STANDIFER et al. (1977), NABORS, 2000 e MATTILA; OTTIS, 2006). Na alimentação animal a utilização de algas ainda é pouco explorada sendo utilizada como uma alternativa para as dietas animais, para substituir ingredientes de custos elevados ou que apresentam riscos de escassez (PELÍCIA, 2007).

5.7 Determinação da eficiência de dietas proteicas em colônias de abelhas africanizadas no campo através do peso das colônias (Experimento 2).

Ao analisar o peso das colmeias que ocorreram no início do experimento e após 15 e 30 dias, observamos que a média dos pesos das colmeias no grupo controle (5,05 kg), dieta EA (6,44kg), dieta M+S (5,43kg) e a dieta M+FA (6,3kg), não apresentaram diferença estatisticamente significantes pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (Figura 13). No entanto, a alternativa de se poder usar a macroalga como excelente fonte de proteína (dietas EA e M+FA) é muito importante face a grande disponibilidade e baixo custo no litoral nordestino, em especial no Ceara e Rio Grande do Norte. Por outro lado, embora os pesos das colmeias testadas (controle e tratamentos) não tivessem acusado diferenças estatisticamente significantes, os pesos das colmeias com dietas com algas foram levemente superiores ao controle.

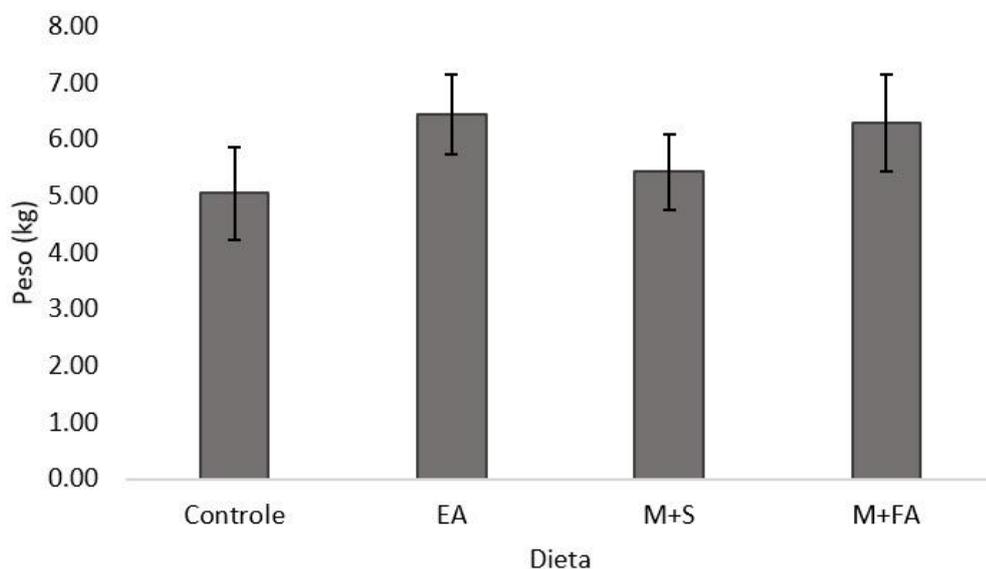


Figura 13. Médias do peso de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) alimentadas com energético: xarope (controle) e extrato de algas (EA); e duas alimentações pastosas: uma a base de milho e soja (M+S) e outra à base de milho e farinha de algas (M+FA).

Nossos dados corroboram com a observação de Pinto (2010); Cremonez (2001) de que o consumo das dietas, por si só, não se constitui em um método adequado de avaliação das mesmas. Pois mesmo a dieta (M+S) ter apresentado maior consumo em relação a (M+FA),

isso não interferiu no desenvolvimento da colônia, no máximo mostra que ela é mais atrativa e /ou palatável.

5.8 Determinação da eficiência de dietas proteicas em colônias de abelhas africanizadas no campo através do mapeamento da área de postura, área de cria aberta, cria operculada, pólen, néctar aberto e néctar mel das colônias (Experimento 2).

A determinação da eficiência de dietas proteicas em colônias de abelhas africanizadas no campo é mostrada através do mapeamento da área de postura, área de cria aberta, cria operculada, pólen, néctar aberto e mel das colônias dos dez quadros da colmeia, estando os resultados apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Médias e erros do percentual de área ocupada com ovo, cria operculada, cria aberta, pólen, mel e néctar aberto em colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) alimentadas com energético: xarope (controle) e extrato de algas (EA); e duas alimentações pastosas: uma a base de milho e soja (M+S) e outra à base de milho e farinha de algas (M+FA).

Variável	Área ocupada nos favos (Média ± Erro Padrão)			
	Controle	EA	M+S	M+FA
Ovo	5,11 ± 1,12 a	7,01 ± 1,20 a	8,13 ± 1,05 a	5,19 ± 1,16 a
Cria OP	10,20 ± 1,98 a	14,97 ± 1,96 a	16,10 ± 2,19 a	17,53 ± 2,56 a
Cria AB	5,42 ± 1,09 a	8,03 ± 1,05 a	7,75 ± 0,96 a	7,29 ± 1,14 a
Pólen	3,70 ± 0,54 a	3,99 ± 0,51 a	3,29 ± 0,54 a	3,83 ± 0,46 a
Mel	1,27 ± 0,50 c	2,15 ± 0,99 bc	4,22 ± 0,90 ab	4,92 ± 1,01 a
Néctar AB	10,58 ± 1,98 a	9,94 ± 1,31a	11,33 ± 1,70 a	12,91 ± 2,19 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para área de ovo, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos EA (7,01%), M+S (8,13%), e M +FA (5,19%), bem como para o grupo controle (5,11%). A média da área de cria operculada, para o grupo controle foi 10,20%, para a dieta EA foi 14,97%, para a dieta M+S 16,10% e 17,53% para a dieta M +FA, porém não houve diferença estatística significativa entre essas médias. Para a área de cria aberta a média para o grupo controle foi 5,42%, para a dieta EA foi 8,03%, para a dieta M+S foi 7,75% e 7,29% para a dieta M +FA, no entanto, para esta variável, as médias também não apresentaram diferença estatística significativa. Para área de pólen, a média do grupo controle foi 3,70%, na dieta EA 3,99%, na dieta M+S 3,29% e 3,83% para a dieta M +FA, essas médias também não apresentaram diferença estatística significativa.

Observamos que para a variável mel as colônias que receberam a M+FA e M+S não diferiram entre si e apresentaram os melhores resultados, 4,92% e 4,22% respectivamente. As

colônias que receberam a EA e o grupo controle também não diferiram entre si e apresentaram os menores resultados, 2,15% e 1,27% respectivamente. Não houve diferença entre M+S e EA. Para área de néctar aberto, a média para o grupo controle foi 10,58%, para a dieta EA foi 9,94%, para a dieta M+S foi 11,33% e 12,91% para a dieta M +FA, essas médias também não apresentaram diferença estatística significativa.

Para acompanhar o desenvolvimento da colônia em relação a sua área de postura, cria operculada, cria aberta, pólen, néctar aberto e néctar operculado foi realizado o mapeamento de todos os quadros da colmeia no início do experimento e se repetia a cada 15 dias, durante o período 29/01/2018 a 09/03/2018. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos controle e as dietas EA, M+S e M+FA para as variáveis ovo, cria operculada, cria aberta, pólen e néctar aberto.

Segundo Mattila; Ottis (2006), Turcatto (2011) e Morais et al. (2013b), as dietas como substitutos de pólen podem ser eficazes para manter as colônias nos períodos de escassez, e podem ser capazes de manter a postura da rainha, esses resultados também foram encontrados nesse presente trabalho.

O fornecimento de dietas suplementares para colônias durante os períodos de escassez de alimento na natureza é muito importante, já que uma colônia com limitação de nutrientes essenciais, como as proteínas, apresentará um declínio na produção de cria e não poderá sobreviver se não for fornecido algum alimento suplementar nessa época (ALMEIDA, J., 2013). Portanto, uma dieta alimentar com macroalgas é uma boa alternativa como fonte de proteínas para abelhas no período de escassez de alimentos, principalmente no Nordeste.

As abelhas *A. mellifera* necessitam de proteínas para produzirem cria (HERBERT JR.; SHIMANUKI, 1979). Os carboidratos, proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais, são fatores responsáveis pela quantidade de cria produzida, longevidade e produtividade da colônia, e colônias que tem consumos limitados desses nutrientes podem ter a produção de crias cessada e a sobrevivência da colônia comprometida (BRODSHEINDER; CRAILSHEIM, 2010).

O fornecimento de dietas suplementares para colônias durante o período de escassez alimentar na natureza é muito importante, sendo que uma colônia com limitação de nutrientes essenciais tais como o pólen, em geral, um aminoácido essencial, ou vitamina em particular, apresentará um declínio na produção de cria e não poderá sobreviver se não for fornecido alimento nesse período. Recentemente, muitos apicultores têm relatado muitas perdas de colônias, e isso colocou a nutrição das abelhas no foco das pesquisas, já que colônias mal nutridas podem ser um dos fatores determinantes por tais perdas (OLDROYD, 2007; NAUG, 2009).

É preciso conhecer os alimentos convencionais e alternativos para o período de entressafra, no sentido de reduzir possíveis perdas da produção. Diante da carência de recursos florais, quando a reserva de alimento torna-se insuficiente para as colônias, o apicultor necessita fornecer alimentação artificial às abelhas, assegurando produtividade e lucros. Contudo, esta opção apresenta alto custo com mão de obra e o com o próprio alimento a ser fornecido.

Nos últimos anos as algas tiveram um grande destaque na alimentação humana como ótima fonte alternativa, devido aos altos valores de proteínas, fibras e baixos valores de lipídios, o que motiva para vir a ser alvo de muitas pesquisas científicas (FLEURENCE et al., 2012).

Na alimentação animal a utilização de algas ainda é pouco explorada, sendo utilizada como uma alternativa para as dietas animais (SOUZA MAIA, 2011). Segundo Mavromichalis (2013) a alga é um ingrediente relativamente barato, com grande abundância e de fácil cultivo. No aspecto nutricional apresentam 13,5% de níveis de proteína, com quantidades significativas de minerais e vitaminas, apresentando-se como alternativa a ingredientes de custos elevados ou que apresentam riscos de escassez. Alvarenga et al. (2011) citam o uso de algas, como forma de substituir o milho ou o farelo de soja da base das rações comerciais.

A *Gracilaria birdiae* é uma alga comestível que ocorre nos bancos naturais da costa nordestina, em especial no Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. Atualmente, vem sendo cultivada em módulos flutuantes, por comunidades costeiras, como forma de preservação ambiental e agregação de valor econômico (VIDOTTI; ROLLEMBERG, 2004; SIMÕES, 2009).

Lima, R. (2017) observou que a macroalga *Gracilaria birdiae* pode compor o concentrado de cabras em lactação substituindo outros ingredientes comumente utilizados em níveis de até 12% na matéria natural sem prejudicar os parâmetros de consumo, produção e status energético e proteico desses animais. A inclusão de *Gracilaria birdiae* na dieta de cabras em lactação não influencia a produção de leite das cabras, porém os efeitos benéficos sobre as variáveis fisiológicas foram confirmados, comprovando que os efeitos negativos do estresse oxidativo podem ser compensados com a manipulação dietética, incluindo alimentos ricos em antioxidantes, como a macroalga *Gracilaria birdiae*, que surge como ingrediente potencial para amenizar os efeitos dos altos índices de radiação enfrentados por cabras leiteiras em ambiente equatorial.

Estudos têm demonstrado efeitos benéficos do tratamento com aditivos derivados de algas marinhas durante o estresse calórico, o que pode ter efeito positivo na saúde do gado em

zonas áridas. Algumas pesquisas têm evidenciado que a utilização da macroalga *Ascophyllum nodosum* pode reduzir efetivamente a temperatura corporal de vacas leiteiras e melhorar sua função imune durante o estresse térmico, sem afetar o desempenho destas (POMPEU et al., 2011; ARCHER et al., 2007; SPIERS et al., 2004).

Os mecanismos fisiológicos que podem estar relacionados aos efeitos benéficos da *Gracilaria* e outras macroalgas citadas na literatura sobre os parâmetros fisiológicos avaliados são os antioxidantes presentes em sua composição. Souza, B.W.S. et al. (2012) avaliaram as propriedades antioxidantes de polissacarídeos sulfatados presentes na *Gracilaria birdiae* e verificaram que este polissacarídeo tem efeito moderado na inibição de formação de radicais livres. Souza, B. et al. (2011) relataram que essa macroalga pode ser usada como fonte natural de antioxidante. Esses autores observaram correlação positiva entre os compostos fenólicos nessa macroalga e o potencial antioxidante. Pompeu et al. (2011), afirmam que a presença de um agente estressor pode contribuir para o efeito positivo da alga sobre as respostas fisiológicas. Regiões equatoriais apresentam condições ambientais adversas para a produção animal, com altos níveis de radiação solar e temperatura do ar.

O estresse térmico nos animais de produção promove o excesso de estresse oxidativo, o qual está associado a fatores ambientais, gerenciais do sistema de produção e de saúde, e pode comprometer a imunocompetência, diminuindo a produção animal (SAKER et al., 2004). Agentes antioxidantes combatem os efeitos dos estressores através da minimização do estresse oxidativo e do aumento de atividade antioxidante, ambos com potencial para transmitir efeitos benéficos sobre a função imune (KANNAN et al., 2007).

No ambiente quente do semiárido nordestino a combinação dos fatores climáticos principalmente, as altas temperaturas, alta radiação solar e déficit hídrico, representam um desafio para a apicultura. Estas condições climáticas modificam o balanço de calor no corpo, provocando alterações na fisiologia e respostas comportamentais como uma forma de conseguirem lidar com o meio ambiente (CHAIYABUTR et al., 2008; DESHAZER et al., 2009).

A regulação da temperatura dentro do ninho em abelhas *Apis mellifera* acontece dentro de limites específicos, às vezes bastante estreitos, apesar de extremos na temperatura ambiente, tentando manter a temperatura da colônia entre 33-36°C, com média de 34,5° C (DUNHAM, 1929; JONES et al., 2005; TAUTZ et al., 2003; JONES; OLDROYD, 2007).

Domingos (2017) mostra que as temperaturas internas das colmeias ao sol chegaram a 39,5°C, o que nos leva a afirmar que a exposição das colmeias a radiação solar direta é um fator limitante para a apicultura, que tem como uma das consequências, a enxameação por

abandono, um problema visto com muita frequência no Nordeste Brasileiro. Outros trabalhos também demonstram que a exposição de colmeias ao sol prejudica a termorregulação (TOLEDO; NOGUEIRA-COUTO, 1991; MANRIQUE; SOARES, 2002, LIMA, M., 2006, SOUZA, H. ET AL., 2006) e afeta o desempenho das atividades da colônia (SILVA, R. G., 2000; VOLLET NETO 2011).

Vasconcelos (2015), utilizou a macroalga *Gracilaria birdiae* no desenvolvimento de dois produtos alimentícios, buscando elevar o percentual proteico e o consumo de algas. A partir da *Gracilaria birdiae* desidratada foram produzidos o biscoito salgado com alga e o bolinho de camarão empanado com alga. O percentual proteico dos produtos desenvolvidos foi o de maior destaque (15% para o biscoito e 16% para o bolinho). A macroalga *Gracilaria birdiae* apresentou percentual proteico elevado, excelente perfil sensorial quando incluído nos produtos alimentícios, e podendo ser considerada promissora como ingrediente na indústria alimentícia.

Em pesquisa com ratos, Assoumani (1997) relatou que a farinha de algas calcáreas apresentou vantagens em relação ao calcário no crescimento do osso fêmur e na biodisponibilidade de cálcio, sugerindo que provavelmente a concentração de magnésio e a porosidade da alga seriam os responsáveis por estas diferenças, já que a farinha de algas apresenta porosidade (>40%) que propicia maior superfície específica de atuação.

Melo et al. (2004), relataram que para bovinos de corte, a utilização de 10% de farinha de algas calcárias em substituição à mistura mineral comercial, promoveu aumento de 26% no ganho de peso dos animais.

Cedro et al. (2011) utilizaram algas marinhas e óleo de peixe para enriquecerem ovos de galinha com ômega 3. Eles adicionaram uma suplementação de 1,5% dos componentes da dieta com farinha de algas e 1,8% com óleo de peixe, posteriormente avaliaram a composição nutricional do ovo e determinaram o perfil lipídico demonstrando um enriquecimento de ômega 3 nos ovos postos pelas poedeiras alimentadas com algas e óleo de peixe.

As algas são utilizadas para consumo humano, tanto como na forma de biofertilizantes, com destaque no cultivo de produtos hortícolas e também na alimentação de animais de produção, na forma seca ou de extratos, desde que sejam originadas de extração legal (MAPA, 1999; STADNIK, 2005), visando o aumento da produção de alimentos.

Segundo Timmons (2013), o uso das algas na alimentação animal é algo inovador. Uma vez que a população mundial está crescendo rapidamente e a alta qualidade de proteína e outros nutrientes são necessários para alimentar a crescente população. Para o autor, isto é

uma oportunidade para a agricultura promover de forma natural e sustentável o aumento de suas produções.

Zanini et al. (2000), utilizaram farinha de algas como fonte de cálcio para frangos de corte, e concluíram que o uso de algas pode substituir totalmente o calcário sem prejudicar o desempenho dos animais. O mesmo resultado foi observado por Euler et al. (2010), quando trabalharam com coelhos da raça Nova Zelândia.

Ao trabalharem com poedeiras Pelícia (2007) substituiu o calcário calcítico da ração por um produto derivado de algas, e concluíram que é possível substituir em até 45% o calcário sem que ocorra efeitos negativos sobre o desempenho ou qualidade de ovos das mesmas. A inclusão de extrato de algas na dieta de frangos de corte, na pesquisa realizada por Boschini (2011), não afetou o desempenho das aves, para consumo de ração, peso vivo, ganho de peso e conversão alimentar. Carvalho et al. (2006) não obtiveram diferenças significativas para peso médio do ovo e gema em seu experimento. Porém, a qualidade interna dos ovos com níveis de alga entre 0,50% e 1,75% na dieta, apresentou diferenças significativas ao grupo controle.

Analisando os efeitos da inclusão de extrato de algas marinhas na alimentação de suínos, O'Doherty et al. (2010) obtiveram resultados positivos sobre o desempenho e digestibilidade, observaram a diminuição de populações microbianas em suínos desmamados.

Para manter ou aprimorar os requisitos de nutrição por um menor custo, muitos estudos têm sido desenvolvidos na área, a fim de diminuir o custo das rações, utilizando ingredientes alternativos para substituir ou para suplementar a dieta desses animais. Nossos resultados mostram que a utilização da macroalga *Gracilaria birdiae* pela sua abundância no litoral nordestino, principalmente no Ceará e Rio Grande do Norte, pode ser uma importante e excelente alternativa como dieta alimentar proteica de baixo custo para as abelhas e em especial para as épocas de escassez de alimentos.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os testes laboratoriais de quantificação de proteína total em abelhas confinadas, aqui testadas, mostraram ser eficientes para avaliar as dietas analisadas. Verificamos que a dieta D5 (a base de soja, milho, leucena, açúcar e óleo) e a dieta D6 (à base de soja, milho, açúcar e óleo), mostraram um bom resultado quando comparadas ao controle positivo e apresentaram diferença estatística em relação ao controle negativo.

Durante os testes no campo com as distintas dietas, apesar de não ter apresentado diferença estatística entre o consumo e peso das colônias dos tratamentos, observamos melhor desempenho das colônias que recebem a dieta D5, que tem em sua composição a leucena, que é um produto facilmente encontrado na região e que mostrou ser uma ótima alternativa para substituto de pólen, além da diferença considerável em relação ao custo, uma vez que a dieta D5 é mais barata que a dieta D6.

As dietas energéticas proteicas testadas supriram as necessidades das colônias, ressaltando a importância em fornecer uma alimentação alternativa para as colônias no período de escassez, uma vez que na nossa região há uma grande perda por abandono, por longos períodos sem oferta natural de alimento para abelhas.

A inclusão de macroalgas *Gracilaria birdiae* na alimentação das abelhas africanizadas (*A. mellifera* L.) verificamos diferença estatística significativa para o consumo das dietas. As colônias que receberam a dieta M+FA contendo farinha de algas e milho, apresentaram menor consumo do que as colônias que receberam as dietas M+S a base de milho e soja. Apesar do menor consumo da dieta M+FA o desempenho das colônias que receberam essa dieta não foi afetado uma vez que apresentaram aumento significativo nas áreas de cria, mostrando ser assim um bom suplemento proteico para as colônias.

O consumo das dietas, por si só, não representa um método adequado de avaliação das dietas, pois mesmo a dieta M+S tendo sido a de maior consumo em relação a M+FA, isso não interferiu no desenvolvimento da colônia, no máximo mostra que ela é mais atrativa e/ou palatável, ou que a dieta M+FA saciou melhor as abelhas, resultando num menor consumo. No entanto, pelo fato da dieta M+FA conter macroalgas e, portanto, alto teor de proteína, é uma excelente alternativa para a dieta de abelhas.

Quanto ao teste da eficiência das dietas suplementares no campo (Controle, dieta EA, M+S e M+FA), embora os resultados dos pesos médios das colmeias não tivessem apresentado diferenças estatisticamente significantes, as colmeias que receberam as dietas EA com extratos de algas e M+FA a base de farinha de algas e milho apresentaram médias de

peso levemente superior ao controle e a dieta M+S. Portanto face ao alto teor proteico dessas dietas elas podem ser utilizadas na alimentação das abelhas na época de escassez alimentar. Talvez a introdução de algum ingrediente que aumente a palatabilidade e aceitação dessas duas dietas com macroalgas possa melhorar a resposta alimentar pelas abelhas e um provável aumento de peso das colônias.

Tanto nas dietas líquidas como nas pastosas verificamos melhores desempenhos das colônias que receberam dietas que continham macroalgas *Gracilaria birdiae*.

Com a inclusão da leucena (*Leucaena leucocephala*) como produto facilmente encontrado na região e, da macroalga *Gracilaria birdiae* que se encontra com abundância no litoral do Nordeste, foi possível desenvolver dietas que servem de substituto de pólen, e que são mais acessíveis para o apicultor nordestino.

Consideramos serem necessárias mais pesquisas nesta área de nutrição de abelhas, tanto com a leucena quanto com as macroalgas, bem como a inclusão de outros ingredientes que aumentem a palatabilidade das dietas para as abelhas e a sua aceitabilidade, o que certamente trará bons resultados para a exploração da apicultura no semiárido nordestino, principalmente nos períodos de escassez de alimentos.

7. REFERÊNCIAS

- ABBAS, T.; ABID, H.; ALI, R. Black gram as a pollen substitute for honey bees. **Animal Feed Science and Technology**, **54**:357-359. 1995.
- AHN, C.B. et al. Free radical scavenging activity of enzymatic extracts from a brown seaweed *Scytosiphon lomentaria* by electron spin resonance spectrometry. **Food Research International**, v. 37, p. 253-258, 2004.
- ALAUX, C. et al. Diet effects on Honeybee immunocompetence. **Biology Letters Physiology** **6**: 562-565, 2010.
- ALAUX, C. et al. Nutrigenomics in honey bees: digital gene expression analysis of pollen's nutritive effects on healthy and varroa-parasitized bees. **BMC Genomics**, v.12, 2011. DOI: 10.1186/1471-2164-12-496.
- ALCESTE, C. C. Tilápia: Alternative Protein Sources in Tilapia Feed Formulation. **Aquaculture Magazine**, v. 26, n. 4, 2000.
- ALGAS VERDES. **Algas verdes: o que caracteriza?** 2012. Disponível em: <<http://www.dbi.uem.br/algas-verdes.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2013.
- ALMEIDA, A. P. M. G. et al. Avaliação do efeito tóxico de *Leucaena leucocephala* (Leg. Mimosoideae) em ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 26: 190-194. 2006.
- ALMEIDA, G. F. **Fatores que interferem no comportamento enxameatório de abelhas africanizadas**. 2008. 120 f. Tese (Doutorado em Ciências) Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.
- ALMEIDA, J. M. V. **Efeito da fermentação induzida sobre o valor nutritivo de dietas proteicas para abelhas *Apis mellifera***. 2013. 93p. Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2013.
- ALMEIDA-DIAS, J. M. V. **Composição dos voláteis do pólen fermentado das abelhas *Apis mellifera* e de dieta proteica artificial fermentada com base em análises cromatográficas**. 2017. 137f. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Entomologia. Ribeirão Preto, 2017.
- ALMEIDA-MURADIAN L. B., L. C. PAMPLONA ; S. COIMBRA. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. **Journal of Food Composition and Analysis** **18** (1): 105-111. 2005.
- ALQARNI, A. S. Influence of some proteins diets on the longevity and some physiological conditions of honeybee *Apis mellifera* L. workers. **Journal Biology Science**, v. 6, n. 4, p. 734-737, 2006.
- AL-TIKRITY, W.S. et al. A new instrument for brood measurement in a honey bee colony. **American Bee Journal**, 111, ps. 20, 21 e 26. 1971

- ALVARENGA, R. R. et al. Energy values and chemical composition of *Spirulina (Spirulina platensis)* evaluated with broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p. 992-996, 2011.
- AMDAM, G.V.A.; OMHOLT, S.W. The regulatory anatomy of honeybee lifespan. **Journal of Theoretical Biology**, 216: 209-228. 2002.
- ANDERSON, K. E. et al. Hive-stored pollen of honey bees: many lines of evidence are consistent with pollen preservation, not nutrient conversion. **Molecular Ecology**, 23: 5904-5917. 2014.
- ANDI, M. A.; AHMADI, A. Influence of vitamin C in sugar syrup on brood area, colony population, body weight and protein in honey bees. **International Journal of Biosciences**, v.4, p.32-36, 2014.
- ARAÚJO, G. S.; RODRIGUES, J. A. G. Maricultura da alga marinha vermelha *Gracilaria birdiae* em Icapuí, Ceará. **Arquivos de Ciência do Mar**, 44, 62-68, 2011.
- ARCHER, G. S.; FRIEND, T.H.; CALDWELL, D. et al. Effect of the seaweed *Ascophyllum nodosum* on lambs during forced walking and transport. **Journal of Animal Science**, v.85, p.225-232, 2007.
- ARRESE, E. L.; SOULAGES, J.L. Insect fat body: energy, metabolism, and regulation. **Annual Review of Entomology**, 55: 207-225. 2010.
- ARRUDA, A. M. V. et al. Avaliação nutricional do feno de leucena com aves caipiras. **Acta Veterinaria Brasilica**, 4: 162-167, 2010.
- ASSOUMANI, M. B. Aquamin, a natural calcium supplement derived from seaweed. **Agro Food Industry Hi-Tech** (September/October): 45-47, 1997.
- AZEVEDO S. R. B., et al. Concentrate with different protein sources for sheep grazing Tifton 85 pasture. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 21, 2008, Hohhot. **Anais...** Hohhot: Chinese Grassland Society.2008.
- AZEVEDO-BENITEZ, A. L.G.; R.H. NOGUEIRA-COUTO. Estudo de algumas dietas artificiais visando à produção de geleia real em colônias de *Apis mellifera*. In: III ENCONTRO SOBRE ABELHAS, Ribeirão Preto, SP, **Anais...** Ribeirão Preto, SP 227-230, 1998.
- BARKER, R. J. Some carbohydrates found in pollen and pollen substitutes are toxic to honey bees. **Journal for Nutrition**, Rockville; v.107, n.10, p. 1859-1862, 1977.
- BARRERO, F. M. C. et al. Avaliação de horários de coleta e atratividade de diferentes substitutos de pólen para abelha *Apis mellifera* (africanizada). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., Florianópolis, SC, **Anais...**2000a. CD
- BARRERO, F.M.C. et al. Atratividade de diferentes substitutos de pólen à abelha *Apis mellifera* (africanizada) In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 4., Ribeirão Preto, SP, **Anais...** Ribeirão Preto, SP 2000b. p. 350.

BARRETO, M. L. J. et al. Utilização de leucena (*Leucaena leucocephala*) na alimentação de ruminantes. **Revista Verde**, 5: 7-16. 2010.

BATISTA, S. I. M. **Efeito da substituição da farinha de peixe por farinha de algas *Gracilaria* sp. E *Ulva* rígida no crescimento e nos parâmetros metabólicos da dourada (*Sparus aurata*)**. 2008. 72 f. Dissertação (Mestrado de Engenharia Biológica) - Universidade do Algarve, Faculdade de Engenharia de Recursos Naturais. Faro, 2008.

BENJAMA, O.; MASNIYOM, P. Nutritional composition and physicochemical properties of two green seaweeds (*Ulva pertusa* and *U. intestinalis*) from the Pattani Bay in Southern Thailand. **Songklanakarinn Journal of Science Technology**. Songkla, n., p.575-583, out. 2011.

BERTOLDI, F.C. et al. Características físico-químicas do mel de abelhas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*), com florada predominante de hortelã-do-campo (*Hyptis crenata*) produzida no Pantanal. In: IV SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, Corumbá/MS **Anais...**Corumbá/MS, 23 a 26 nov. 2004.

BEZERRA, A. F. Cultivo de algas marinhas como desenvolvimento de comunidades costeiras. **Animal Science**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, João Pessoa. 2008.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Algas: Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2010. Disponível em:
<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB097963>. Acesso em 17 de nov de 2013.

BITONDI, M.M. et al. Variation in the hemolymph protein composition of confined *Apis mellifera* and partial restoration of vitellogenin titre by juvenile hormone analogue treatment. **Journal Hymenoptera Research**. **3**: 107-117. 1994.

BOSCHINI, C. **Antioxidantes na dieta de frangos de corte**. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Não-Ruminantes) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2011.

BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry** **72**: 248-254. 1976.

BRIGHENTI, D. M. **Dietas energéticas e proteicas para adultos de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae)**. Lavras, 2009.106 f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola)- Universidade Federal de Lavras. 2009.

BRIGHENTI, D. M.; GUIMARÃES, C.R. Influência da alimentação artificial de enxames de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae) durante o florescimento do barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* Mart.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., Campo Grande, MS, **Anais...**2002. p.16.

BRODSCHNEIDER, R.; K. CRAILSHEIM. Nutrition and health in honey bees. **Apidologie** **41**: 278-294, 2010.

BUTOLO, J. E. **Uso de biomassa de levedura em alimentação animal: propriedades,**

custo relativo a outras formas de nutrientes. IN: Produção de Biomassa de Leveduras: utilização na alimentação humana e animal. Campinas. Campinas: ITAL; p.70, 1996.

CÂMARA-NETO, C. Cultivo de agarófitas. Uma perspectiva econômica para o litoral do Nordeste. **Série Ciência; Tecnologia** 23p, 1982.

CAMARGO, J.M.F. de. **Manual de Apicultura.** São Paulo: Agronômica Ceres. 1972.

CAMPOS, J. B. de A. **Apicultura: Perguntas e Respostas.** Disponível em <<http://www.apicultura.com.br/apifaq/>>. Última atualização nov. 2005. Acessado em jan. 2006.

CANTARELLI, V. S. et al. Composição química, vitreosidade e digestibilidade de diferentes híbridos de milho para suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, p.860-864, 2007.

CARNEIRO, J. G. et al. Potencial nutricional das algas vermelhas *Hypnea musciformis* e *Solieria filiformis*: Análises da composição centesimal. In: CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7., 2012, Palmas. **Anais...** Trabalho de Congresso. Palmas: Propi, 2012. p. 1 - 5. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/1227/1765>>. Acesso em: 23 ago. 2013.

CARROLL, M. J. et al. Honey bees preferentially consume freshly stored pollen. **Plos One**, 12: 1-21. 2017.

CARVALHO, P. R. de. et al. Influência da adição de fontes marinhas de carotenoides à dieta de galinhas poedeiras na pigmentação da gema do ovo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 5, p. 654-663, 2006.

CASTAGNINO, G. L. et al. Desenvolvimento de núcleos de *Apis mellifera* alimentados com suplemento aminoácido vitamínico, Promotor L. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, 685-688, 2006.

CASTAGNINO, G.L.B. et al. Uso do substituto de pólen na redução da mortalidade da cria ensacada brasileira em *Apis mellifera*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., Campo Grande, MS, **Anais...** Campo Grande, MS 2002. p. 37.

CASTAGNINO, G.L.B. et al. Avaliação da eficiência nutricional do substituto de pólen por meio de medidas de áreas de cria e pólen em *Apis mellifera*. **Revista Ceres**, Viçosa, v.51, n. 295, p.307-315. 2004.

CASTILHOS, D. et al. Apiculture in Rio Grande do Norte, Brazil: a four-year follow-up survey. **Latin American Journal of Business Management**, 7: 96-116. 2016.

CEDRO, T. M. M.; CALIXTO, L. F. L.; GASPAR, A. Proporções entre ácidos graxos polinsaturados em ovos comerciais convencionais e enriquecidos com ômega-3. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 4, p.706-711, abr. 2011.

CHAIYABUTR, N., CHANPONGSANG, S., SUADSONG, S. Effects of evaporative cooling on the regulation of body water and milk production in cross bred Holsten in cattle in a tropical environment. **International Journal Biometeorology**. 52,575–585. 2008.

COCA-SINOVA, A. et al. Apparent Ileal Digestibility of Energy, Nitrogen, and Amino Acids of Soybean Meals of Different Origin in Broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p.2613–2623, 2008.

COELHO, M. S. et al. Alimentos convencionais e alternativos pra abelhas. **Caatinga**, Mossoró, v.21, n.1, p. 1-9, jan./mar. 2008.

COOK, S.M. et al. Are honeybees' foraging preferences affected by pollen amino acid composition? **Ecological Entomology** **28**: 622-627. 2003.

CORBY-HARRIS, V. et al. Honey bee (*Apis mellifera*) nurses do not consume pollens based on their nutritional quality. **PLOS ONE**. January 11, 2018.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191050>

COSTA, V. L.; PLASTINO, E. M. Histórico de via de espécimes selvagens e variantes cromáticas de *Gracilaria* sp. **Revista Brasileira de Botânica** 24: 483-490, 2001.

COUTO, L. A. Nutrição de abelhas. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, BA, 92-95. 1998.

COX-FOSTER, D. L. et al. A Metagenomic Survey of Microbes in Honey Bee Colony Collapse Disorder. *Science* 318, 283. 2007.

CRAILSHEIM, K. The protein balance of the honey bee worker. **Apidologie** **21**:417-429, 1990.

CRAILSHEIM, K. Interadult feeding of jelly in honeybee (*Apis mellifera* L.) colonies. **Journal of Comparative Physiology**. 161B: 55-60, 1991.

CRANE, E. **A book of honey**. Oxford: Oxford University Press, 1980.

CRANE, E. **Bees and beekeeping: science, practice and world resources**. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1990.

CREMONEZ, T. M.; DE JONG, D.; BITONDI, M. M. G. Quantification of hemolymph proteins as a fast method for testing protein diets for honey bees (Hymenoptera: Apidae). **Journal of Economic Entomology**, 91: 1284-1289. 1998.

CREMONEZ, T. M. **Avaliação de métodos para determinação da eficiência de dietas protéicas em abelhas *Apis mellifera***. 1996. 103f. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1996.

CREMONEZ, T.M. **Influência da nutrição sobre aspectos da fisiologia e nutrição de abelhas *Apis mellifera***. 2001. 87f. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2001.

- CREMONEZ, T. M.; JONG, D.; BITONDI, M. M. G. Efeito da nutrição na saúde das abelhas. In: V ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 2002, Ribeirão Preto. **Anais... 5º Encontro sobre Abelhas**, 2002.
- DARCY-VRILLON, B. Nutritional aspects of the developing use of marine macroalgae for the human food industry. **International Journal of Food Science and Nutrition**, 44, p. 23–35. 1993.
- DAWCZYNSKI, C.; SCHUBERT, R.; JAHREIS, G. Amino acids, fatty acids, and dietary fibre in edible seaweed products. **Food Chemistry** 103: 891-899. 2007.
- DE GROOT, A. P. Protein and amino acid requirements of the honeybee (*Apis mellifera* L.). **Comparative Physiology and Ecology**. n. 3, p. 197-285, 1953.
- DE JONG, D. et al. Pollen substitutes increase honey bee hemolymph protein levels as much as or more than does pollen. **Journal of Apicultural Research**, 48: 34-37.2009.
- DECOURTYE, A.; MADER E.; DESNEUX N. 2010. Landscape scale enhancement of floral resources for honey bees in agro-ecosystems, **Apidologie**, 41: 264-277.
- DEGRANDI-HOFFMAN, G. et al. The effect of diet on protein concentration, hypopharyngeal gland development and vírus load in worker honey bees (*Apis mellifera* L.). **Journal of Insect Physiology** 56: 1184-1191. 2010.
- DEGRANDI-HOFFMAN, G.; CHEN, Y. Nutrition, immunity and viral infections in honey bees. **Current Opinion in Insect Science**, v.10, p.170-176, 2015. DOI: 10.1016/j.cois.2015.05.007
- DEL RISCO, C. et al. Lactic acid bacteria to silage bee pollen. **CENIC Ciências Biológicas**, 43: 17–21. 2012.
- DESHAZER, J. A., HAHN, G.L., XIN, H. Principles of the thermal environment and livestock energetics. In:DeShazer,J.A. (Ed.), **Livestock Energetics and Thermal Environmental Management**, American Society ofAgriculturalEngineers,pp.1–22. Chapter1.2009.
- DHARGALKAR, V.K.; VERLECAR, X.C. Southern Ocean seaweeds: a resource for exploration in food and drugs. **Aquaculture**, v. 287, n.1, p. 229 - 242, 2009.
- DOMINGOS, H. G. T. **Controle de temperatura de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em colmeias sob condições de sol e sombra no semiárido nordestino**. 2017. 91f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró – RN, Brasil. 2017.
- DOMINGOS, H. G. T. et al. Surface Temperature and Heat Transfer between Body Regions of Africanized Honeybees (*Apis mellifera* L.) in Hives under Sun and Shade Conditions in the Northeastern Semi-arid Region of Brazil. **Journal of Agricultural Science and Technology** A 8 (2018) 28-35 doi: 10.17265/2161-6256/2018.01.004

- DOULL, K. M. Relationships between consumption of a pollen supplement, honey production, and brood rearing in colonies of honeybees *Apis mellifera* L. **Apidologie** **11**: 367-374. 1980.
- DUBBER, D.; HARDER, T. Extracts of *Ceramium rubrum*, *Mastocarpus stellatus* and *Laminaria digitata* inhibit growth of marine and fish pathogenic bacteria at ecologically realistic concentrations. **Aquaculture**, v. 274, n. 1, p. 196-200, 2008.
- DUNHAM, W. E. The influence of external temperature on the hive temperature during the summer. **Journal of Economic Entomology**. 22:798-801. 1929
- ELLIS, A. M., HAYES, G. W. An evaluation of fresh versus fermented diets for honey bees (*Apis mellifera*), **Journal Apicultural Research**. v. 48, p. 215–216, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivo do milho**, 2013. Disponível em: Acesso: 21 ago. 2014.
- EULER, A. C. C. et al. Desempenho, digestibilidade e morfometria da vilosidade ileal de coelhos alimentados com níveis de inclusão de “Lithothamnium”. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.1, p 91-103 jan/mar, 2010.
- FAO - **Food And Agriculture Organization of the United Nations**. FAO. Production-2013. Disponível em: <http://www.fao.org/statistics/pt/> Acesso: 15 jan. 2015.
- FARIAS, J. J.; FILHO, J. L. Q.; SILVA, D. S. **Aspectos produtivos de leucena em diferentes alturas e intervalos de cortes**. 1999. Disponível em: <http://www.sbz.org.Br/eventos/PortoAlegre/>. Acesso em 18 de junho de 2014.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FLEURENCE, J. et al. What are the prospects for using seaweed in human nutrition and for marine animals raised through aquaculture? **Trends In Food Science ; Technology**, Estados Unidos, v. 27, n. , p.57-61, 2012.
- FREE, J. B. **A organização social das abelhas (*Apis*)** E.P.U., EDUSP, São Paulo, p.79, 1980.
- FREITAS, A. R., et al. ***Leucaena leucocephala* Lam. (de Witt): cultura e melhoramento**. São Carlos: Embrapa-UEPAE/São Carlos, 1991. 93p.(Documento 12).
- FREITAS, B. M. **Potencial da caatinga para a produção de pólen e néctar para exploração apícola**. 1991. 140f. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1991.
- FREITAS, J. C.; ECHAZARRETA, C. Importancia de la granulometría em ingredientes para la alimentación de las abejas. In **XV SEMINARIO AMERICANO DE APICULTURA**. Tepic, Nayarit, México. **Anais...** Tepic, Nayarit, México, pp. 54-58. 2001.

FRIAS, B. E. D.; BARBOSA, C.D.; LOURENÇO A.P. Pollen nutrition in honey bees (*Apis mellifera*): impact on adult health. **Apidologie**, v.47, p.15-25, 2015. DOI: 10.1007/s13592-015-0373-y.

FUNDAÇÃO BRASIL CIDADÃO PARA EDUCAÇÃO, CULTURA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE – FBC (Fortaleza, Ce). Ceará. Banco de dados. Icapuí - Ce, 2012.

GARCIA, R. C. et al. Níveis de proteína, lisina e metionina em rações para colônias de *Apis mellifera* infestadas com *Varroa jacobsoni*. **Ars Veterinaria**, **2**:147-151. 1986.

GONÇALVES, L. S. Meio século de apicultura com abelhas africanizadas no Brasil. **Mensagem Doce**, v. 87, p. 21-26, 2006b.

GONCALVES, 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, n. 105, p. 7-15, 2010.

GONÇALVES, L. S. et al. The influence of drought of 2012 in beekeeping of Rio Grande do Norte, Brazil. In: XXXXIII International Apicultural Congress, 2013, Kyiv. **Anais...** Kyiv: Sodrzhestvo, 2013. v. 43, p. 154-155.

GREGORY, P. G. **Protein diets and their effects on worker weight, longevity, consumption and hemolymph protein levels of *Apis mellifera***. Proceedings of the American Bee Research Conference, [online] 2006. <http://ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/64133000/PDFFiles/427-ABJ%20146.pdf> (accessed on September 2009).

HAGEDORN, H. H.; MOELLER, F.E. Effect of the age of pollen used in pollen supplements on their nutritive value for the honey bee. I. Effect on thoracic weight, development of hypopharyngeal glands, and brood rearing. **Journal Apicultural Research**. **7**: 89-95. 1968.

HAYASHI, L. et al. *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Areschougiaceae) cultivadas em águas subtropicais do sul do Brasil. **Journal of Applied Phycology** . 2010.

HAYDAK, M. H. Brood rearing by honey bees confined to a pure carbohydrate diet. **Journal of Economic Entomology**. **28**: 657-660. 1935.

HAYDAK, M. H. Influence of storage on the nutritive value of pollen for brood rearing by honeybees. **Journal of Apicultural Research** **2**: 105-107, 1963.

HAYDAK, M. H. Honey bee nutrition. **Annual Review Entomology**. **15**: 143 – 156. 1970.

HENDRIKSMA, H. P.; SHAFIR, S. Honey bee foragers balance colony nutritional deficiencies. **Behav Ecol Sociobiol**. **70**(4):509±17. 2016.

HERBERT, E. W., BICKLEY, W. E.; SHIMANUKI, H. The brood-rearing capability of caged honey bees fed dandelion and mixed pollen diets. **Journal of Economy Entomology** **63**:213-218. 1970.

HERBERT JR, E. W. Honey bee nutrition. *In: The Hive and The Honey Bee*. Graham, J. M. (ed), Dadant ; Sons. Hamilton, Illinois, 197-233, 1992.

HERBERT JR, E.W.; SHIMANUKI, H. Chemical composition and nutritive value of bee collected and bee stored pollen. **Apidologie** 9: 33-40. 1978.

HERBERT JR, E. W.; SHIMANUKI, H. Seasonal protein preferences of free flying colonies of honey bees. **American Bee Journal** 119: 298-302, 1979.

HERBERT JR., E. W.; SHIMANUKI, H.; CARON, D. Optimum protein levels required by honey bees (Hymenoptera: Apidae) to initiate and maintain brood rearing. **Apidologie** 8: 141-146. 1977.

HORR, B. Z. Salt – an important dietary supplement in honey bee nutrition? **American Bee Journal** 138: 662-669, 1998.

HRASSNIGG, N.; K. CRAILSHEIM. Differences in drone and worker physiology in honeybees (*Apis mellifera*), **Apidologie** 36: 255 – 277, 2005.

HUANG, Z. Y. Honey Bee Nutrition. **American Bee Journal**. 150: 773-776, 2010.

JOHANSSON, T. S. K. ; M. P. JOHANSSON. Feeding honeybees pollen and substitutes. **Bee World** 58: 105-118. 1977.

JONES, J. C. et al. The effects of rearing temperature on developmental stability and learning and memory in the honey bee, *Apis mellifera*. **Journal of Comparative Physiology**. A 191: 1121-1129. 2005.

JONES, J. C.; OLDROYD, B.P. Nest thermoregulation in social insects. **Advances in Insect Physiology**, v.33, p.153-191, 2007.

KANNAN, G. et al. Effect of seaweed extract supplementation in goats exposed to simulated preslaughter stress. **Small Ruminant Research**. 73, 221–227. 2007.

KAPLAN, J. K. Africanized honey bees in the news again. **Agricultural Research**, v. 54, p. 4-7, 2007.

KARIA, C. **Leucena é uma boa opção para a alimentação do gado**. Disponível em <http://www.veterinariainfoco.com.br/leucena.html> Acesso em 18 de junho de 2004.

LE BLANC, B. W. et al. Formation of Hydroxymethylfurfural in Domestic High-Fructose Corn Syrup and Its Toxicity to the Honey Bee (*Apis mellifera*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**., v. 57, n. 16; p. 7369-7376, 2009.

LEGLER, S. Influência da alimentação suplementar sobre o desenvolvimento da cria em abelhas africanizadas. In: CONGRESSO CATARINENSE DE APICULTORES, 1., Urussanga, SC, **Anais...**1994. p. 61.

LEGLER, S. Alimentação artificial de abelhas. *In: XIII Congresso brasileiro de apicultura*, Florianópolis. SC. **Anais...** Florianópolis. SC, 98-102, 2000.

- LENGLER, S. Princípios básicos na nutrição alimentar de abelhas. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE APICULTURA, 8, EXPOAPIS, 7, ENCONTRO ESTADUAL DE MELIPONICULTORES, 2, Novo Hamburgo, RS. **Anais...** Novo Hamburgo, RS, 2003. CD.
- LENGLER, S. Desenvolvimento de núcleos de *Apis mellifera* alimentadas com suplemento aminoácido vitamínico, Promotor L®. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 685-688, 2006.
- LENGLER, S. et al. Efeito da suplementação energético-protéica e levedura seca de cana de açúcar no desenvolvimento de núcleos de abelhas africanizadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14, Campo Grande, MS, **Anais...** Campo Grande, MS, p.113. 2002.
- LENGLER, S.; ROCHA, I. C. Efeito da alimentação protéica e energética na produção de mel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 5. Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre, RS, 1986. CD.
- LENGLER, S.; ROCHA, I.C. Efecto de la Alimentacion Proteica em la Alimentacion de Socorro de las Abejas Africanas. In.....XXXII Congresso Internacional de Apicultura, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro. 1989, p.210.
- LI, C. et al. Effects of dietary crude protein levels on development, antioxidant status, and total midgut protease activity of honey bee (*Apis mellifera* *lingustica*). **Apidologie**, 43: 576. 2012.
- LIMA, A.O.N. **Pólen coletado por abelhas africanizadas em apiário comercial na caatinga cearense**. 118f. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1995.
- LIMA, G. F. C.; AGUIAR, E. M.; VASCONCELOS, S. H. L. **Produção e conservação de forragens para caprinos e ovinos**. In: Criação Familiar de caprinos e ovinos no Rio Grande do Norte. NATAL: EMPARN, 2006. p.145-191.
- LIMA, M. G. **A produção de própolis no Brasil**. São João da Boa Vista: São Sebastião, 2006.
- LIMA, M.V.; SOARES, K.O. E.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A. Complexo enzimático na alimentação artificial de abelhas africanizadas. **Arch. Zootec.** 66 (255): 413-418. 2017.
- LIMA, R. N. **Utilização da macroalga *Gracilaria birdiae* na alimentação de cabras em lactação em região Semiárida**. 77 f. 2017. Tese (Doutorado)-Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Mossoró- RN, 2017.
- LOIOLA, M. I. B. et al. Caatinga: Vegetação do semiárido brasileiro. **Ecologi@**. v. 4, p. 14-19, 2012.
- LOPES, B. C. et al. Composição centesimal do bagaço da Alga *Gracilaria Birdiae* cultivados em Rio Do Fogo -Rn. In: II CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2017, Natal-RN. **Anais** II Congresso internacional das Ciências Agrárias, 2017.

- LORENZON, M. C. et al. **Carga térmica de radiação de dois apiários de abelhas africanizadas dispostos ao sol e à sombra.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 15.; CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA, 1., 2004, Natal. **Anais...** Natal: Confederação Brasileira de Apicultura: SEBRAE-RN, 2004. 1 CD-ROM.
- LOURENÇO, A. J.; CARRIEL, J. M. Desempenho de bovinos em pastagens de *Brachiaria brizantha* associados a *Leucaena Leucocephala*. **Boletim da Indústria Animal**, v.55, n.1, p.45-50, 1998.
- MABEAU, S. FLEURENCE, J. Seaweed in food products: Biochemical and nutritional aspects. **Trends in Food Science and Technology**. 4, 103–107, 1993.
- MANNING, R., et al. Lipid-enhanced pollen and lipid-reduced flour diets and their effect on the longevity of honey bees (*Apis mellifera* L.). **Australian Journal of Entomology** 46, p. 251–257, 2007.
- MANRIQUE, A. J.; SOARES, A. E. E. Início de um programa de seleção de abelhas africanizadas para melhoria na produção de própolis e seu efeito na produção de mel. **Interciência**, Caracas, v. 27, n. 6, p. 312-316, 2002.
- MAPA, **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. Instrução Normativa nº 7, de 17 de maio de 1999. Disponível em: http://ibd.com.br/Media/arquivo_digital/c40fe6c4-51f3-414a-9936-49ea814fd64c.pdf > Acesso em: 17/07/2017.
- MARFAING, Hélène. **EU market opportunities for seaweed in food and nutritional products.** 2011. Disponível em: <http://www.seaweedforhealth.org/>. Acesso em: 16 ago. 2013.
- MARINHO-SORIANO, et al. Frontiers on algae bioactive compounds. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, Rio de Janeiro, n., p.1-1, abr. 2011.
- MATSUKAWA, R. et al. A comparison of screening methods for antioxidant activity in seaweeds. **Journal of Applied Phycology**, v. 9, n. 1, p. 29-35, 1997.
- MATTILA, H. R.; OTTIS, G.W. Effects of pollen availability and *Nosema* infection during the spring on division of labour and survival of worker honey bees (Hymenoptera: Apidae). **Environmental Entomology** 35: 708-717, 2006.
- MAURÍCIO A.; JACINTO, L.; SERÔDIO, L.; CLEMENTE, M. As algas na nossa alimentação. **Ciências da natureza**. p.1-10, 2011.
- MAVROMICHALIS, I. **Algae - the new universal feed ingredient?** **Animal Nutrition Views**, 2013. Disponível em: < <http://www.wattagnet.com/159124.html> > Acesso em: 17/07/2013.
- MCHUGH, D. J. **A guide to the seaweed industry.** Rome: Food and Agriculture Organization of The United Nations, FAO Fisheries Technical Paper 441, 111 p., 2003.

MELO, P. C.; FRANCO, C.A.R.; FRANCO, A.R. **Uso de farinha de algas marinhas (*Lithothamnium sp*) na suplementação mineral de bovinos de corte**. 2004. Disponível em: www.calmarmineracao.com.br/calmar/farinha1.htm. Acesso em 4/09/ 2014.

MENDEZ, L. T. **Guia de Biodiversidad: Macrofaunas y Algas Marinas**. CREA, v.1, nº 4 2002.

MORAIS, M. M. et al. A importância do uso de dietas artificiais para o desenvolvimento de colmeias de abelhas *Apis mellifera*. **Mensagem Doce**, Apacame, 102, jun. 2009. Acessado em 15 fev. 2010. Online. Disponível em: <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/102/artigo5.htm>.

MORAIS, M. M. et al. Evaluation of inexpensive pollen substitute diets through quantification of haemolymph proteins. **Journal of Apicultural Research**. **52(3)**: 119-121. 2013a.

MORAIS, M. M. et al. Protein levels and colony development of Africanized and European honey bees fed natural and artificial diets. **Genetics and Molecular Research**, **12**: 6915-6922. 2013b.

MORITZ, B.; CRAILSHEIM, K. Physiology of protein digestion in the midgut of the honeybee (*Apis mellifera* L.). **Journal of Insect Physiology** **33**: 923-931. 1987.

MORSE, R. A. **The ABC ; XYZ of the Bee Culture**. 40. ed. Medina, Ohio: A. I. Root Co., 1990.

NABORS, R. A. Using mixtures of different sugars to feed bees. **American Bee Journal** **135**: 785-786, 1996.

NABORS, R. A. The effects of spring feeding pollen substitute to colonies of *Apis mellifera*. **American Bee Journal**. **140**: 322-323. 2000.

NAGAI, T.; YUKIMOTO, T. Preparation and functional properties of beverages made from sea algae. **Food Chemistry**, V. 81, Issue 3, 2003.

NATION, J. L.; F.A. ROBINSON. Concentration of some major and trace elements in honey bees, royal jelly and pollens determined by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Apicultural Research**. **10**: 35-43. 1971.

NAUG, D. Nutritional stress due to habitat loss may explain recent honey bee colony collapses. **Biological Conservation**. **142**: 2369-2372. 2009.

NEUMAIER, R. et al. Efeito da alimentação suplementar no desenvolvimento de núcleos de abelhas africanizadas, na entressafra. In: CONGRESSO IBERO LATINO AMERICANO DE APICULTURA, 5., Mercedes, Uruguai. **Anais...** Mercedes, Uruguai, 1996. CD.

O'DOHERTY, J. V. et al. The effects of lactose inclusion and seaweed extract derived from *Laminaria* spp. on performance, digestibility of diet components and microbial populations in newly weaned pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.157, p.173–180, 2010.

OLDROYD B. P. What's killing American honey bees? **Plos Biology**. **5**: e168. 2007.

OLIVEIRA, A. B. Germinação de semente de leucena (*Leucaena leucocephala*). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, **8**: 166-172. 2008.

OLIVEIRA, E. C. Algas marinhas: um recurso ainda pouco explorado pelo Brasil. **Panorama da Aquicultura**, v. 6, n. 7, p. 24-26, 1997.

OLIVEIRA, F. et al. Desempenho de frangos de corte nas fases de crescimento e final alimentados com rações contendo soja integral extrusada em diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p.1950-1955, 2005.

OLIVEIRA, J. E. S.; SOUZA, D. C. Farinha de jatobá (*Hymenaea courbaril* Linn.) uma alternativa para alimentação das abelhas no Semi-Árido nordestino. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 11., Teresina, Piauí. **Anais...** Teresina, Piauí, p.372. 1996.

OLIVEIRA, M. L.; CUNHA, J. A. **Abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* Lepelletier, 1836 (Hymenoptera)**. Manaus, v.35, n.2. 2005.

OLIVEIRA, R. P.; OLIVEIRA, W. F.; SOUZA, P.E.R. **Avaliação da utilização e do consumo do açúcar cristal como alimento energético para colônias de *Apis mellifera* africanizadas**. 7º JORNADA CIENTIFICA E TECNOLÓGICA DO IFSULDEMINAS. 4º SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO. Poço de Caldas- MG. 2015.

OLIVEIRA-FILHO, A. **Estudos preliminares de macroalgas como indicadoras das condições ambientais da área recifal nas praias de Boa Viagem e do Pina, Pernambuco, Brasil**. 2001. Monografia (Especialização) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Oceanografia. Gestão de Ambientes Costeiros Tropicais, 2001.

OLLERTON, J.; WINFREE, R.; TARRANT S. How many flowering plants are pollinated by animals? **Oikos**, v. 120, n. 3, p. 321-326, 2011.

PAES, M.C.D. **Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**, Circular Técnica 75, Embrapa, Sete Lagoas, MG, 2006. Disponível em: Acesso em: 20 dez. 2014.

PATARRA, A.R.F. **Pesquisa de Ácidos Gordos em macroalgas marinhas do litoral dos Açores**. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto, 2008.

PAULINO, F. D. G. **Apicultura – Manual do Agente de Desenvolvimento Rural**. Brasília, DF: SEBRAE: Alimentação Artificial, cap. 13, p. 107-114, 2004.

PAULINO, F. D. G. **Alimentação em *Apis mellifera* L.: Exigências nutricionais e alimentos**. **Anais...** 1º Simpósio de Nutrição e Alimentação Animal - XIII Semana Universitária da Universidade Estadual do Ceará - UECE, Ceará, p.56-70, 2013.

PEDROSO, R. A. **Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru**. Dissertação de Mestrado. UEPG: Ponta Grossa, 2006, 74p.

PELÍCIA, K. Alternative Calcium Source Effects on Commercial Egg Production and Quality. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.9 / n.2 / 105 – 109, Apr – Jun, 2007.

PEREIRA, D. C. **Variação no conteúdo proteico e pigmentar em variantes cromáticas de *Gracilaria domingensis* nas populações naturais de rio de fogo – RN – Brasil.** Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN, 74p. 2009.

PEREIRA, F. M. et al. **Desenvolvimento de colônias de *Apis mellifera* alimentadas com rações alternativas** (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio-Norte. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 27 p. 2008.

PEREIRA, F. M. et al. Desenvolvimento de colônias de abelhas com diferentes alimentos protéicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **41**: 1-7. 2006.

PEREIRA, F. M.; FREITAS, B.M.; LOPES, M.T. do R. **Nutrição e alimentação das abelhas.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 113p.

PEREIRA, F. M. **Desenvolvimento de ração proteica para abelhas *Apis mellifera* utilizando produtos regionais do Nordeste brasileiro.** Fortaleza: UFC, 180 f. il. 2005.

PEREIRA, F. M., et al. Desenvolvimento de colônias de *Apis mellifera* alimentadas com três rações proteicas diferentes. (**Boletim de Pesquisa, 74**), Teresina: Embrapa CPAMN, p. 24, 2007.

PEREIRA JUNIOR, G. et al. Farinha de folha de leucena (*Leucaena leucocephala* Lam. de wit) como fonte de proteína para juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomum* CUVIER, 1818). **Acta Amazonica** VOL. 43(2), p. 227 – 234. 2013.

PEREIRA, D. S., et al. Mitigação do comportamento de abandono de abelhas *Apis mellifera* L. em apiários no Semiárido Brasileiro. **Acta Apícola Brasilica**, 2: 01-10. 2014.

PEREIRA, R. T. L.; PAULA, E. J. de. Cultivo de Algas - Da "Marinomia" à Maricultura da Alga Exótica, *Kappaphycus alvarezii* para produção de carragenanas no Brasil. **Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, n. 48, p.78-85, 13 jul. 1998. Disponível em: <<http://www.panoramadaaquicultura.com.br/paginas/Revistas/48/ALGAS.asp>>. Acesso em: 15 ago. 2013.

PERNAL, S. F., CURRIE, R. W. The influence of pollen quality on foraging behavior in honeybees (*Apis mellifera* L.). **Behavioral Ecology and Sociobiology** **51**:53-68. 2001.

PERNAL, S. F.; CURRIE, R.W. Pollen quality of fresh and 1-year-old single pollen diets for worker honey bees (*Apis mellifera* L.). **Apidologie**. **31**: 387-409. 2000.

PINHEIRO, E. B. et al. Efeito de diferentes alimentos sobre a longevidade de operárias de abelhas Jandaíra em ambiente controlado. **Revista Verde**, Mossoró, v.4, n.3, p.50-56, jul./set. 2009.

PINTO, M. R. R. **Avanços em nutrição/alimentação apícola.** XIV Seminário Estadual de Apicultura do RS, Cachoeira do Sul, RS, **Anais...CD ROM.** 2009.

- PINTO, M. R. R. **Alimentação de *Apis mellifera* africanizadas: relação com a fisiologia, produção, sanidade e segurança alimentar**. 2010. 100f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Veterinária. Área de Concentração: Sanidade Animal. Faculdade de Veterinária. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2010.
- PINTO, M. R. R. et al. **Avaliação de áreas de cria e de reserva de alimento em colônias de *Apis mellifera* africanizadas submetidas a diferentes dietas**. In CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 35., Gramado, RS, **Anais...2008**. Online. Disponível em: <<http://www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/resumos/R1080-3.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2017.
- PIOVESAN, V.; OLIVEIRA, V.; GEWEHR, C.E. Milhos com diferentes texturas de endosperma e adição de alfa-amilase na dieta de leitões. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.11, p.2014-2019, 2011.
- PIRES, A. J. V. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da fração fibrosa e da proteína bruta de forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n. 4, p.643-648, 2006.
- PIRES, C. S. S. et al. Enfraquecimento e perda de colônias de abelhas no Brasil: há casos de CCD?. **Pesquisa Agropecuária Brasileira (Online)**, v. 51, p. 422-442, 2016.
- PIRES, N. M. et al. Atividade alelopática de *Leucena* sobre espécies de plantas daninhas. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 61-65, 2001.
- PIRES, V. C. F. et al. Caracterização físico-química da macroalga *Gracilaria domingensis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 52., 2012, Recife. **Trabalho**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Química, 2012. v. 1, p. 1 - 1. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalho>>
- PLASTINO, E. M.; COSTA, V.L. Ultrastructure of vegetative branches of the red macroalgae *Gracilaria* sp. (Gracilariales). **Acta Microscopica** 8: 793-794, 1999.
- POMPEU, L. B. et al. Effect of *Ascophyllum nodosum* on alleviation of heat stress in dairy cows. **The Professional Animal Scientist**. 27, 181-189. 2011.
- PRATES, H. T. et al. Efeito do extrato aquoso de *Leucena* na germinação e no desenvolvimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 909-914, 2000.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Algas verdes, vermelhas e pardas**. 1996. Disponível em: <http://www.cienciasbiologicas.hpg.ig.com.br/algasciano.htm>. Acesso em 27 ago 2013.
- RIBEIRO FILHO, F. das C. **Alternativas para alimentação na entressafra**. In: SEMINÁRIO PIAUIENSE DE APICULTURA, 6. 1999, São Raimundo Nonato, PI. **Anais...** São Raimundo Nonato, PI: BN, FEAPI, SEBRAE, Embrapa MeioNorte, Prefeitura municipal de São Raimundo Nonato, SEAAB, p. 37-43. 1999.

RODRIGUES, P. B. et al. Valores Energéticos da Soja e Subprodutos da Soja, Determinados com Frangos de Corte e Galos Adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.4, p.1771-1782, 2002.

ROSOV, S. A. **Food Consumption by Bees**. Bee World . 25: 94-95.1944. In: WINSTON, Mark L. A biologia da Abelha. Tradução de Carlos A. Osowski – Porto Alegre: Magister, 276p. 2003.

ROULSTON, T. H.; CANE, J. H. Pollen nutritional content and digestibility for animals. **Plant Systematics and Evolution** **222**: 187-209, 2000.

SAKER, K. E. et al. Brown seaweed- (Tasco™) treated conserved forage enhances antioxidant status and immune function in heat-stressed wether lambs. **Animal Physiology and Animal Nutrition**. 88, 122–130. 2004.

SALLES, J. P. et al. Cultivo de algas nativas *Gracilaria domingensis*(Rhodophyta) no Sul do Brasil. **Brazilian Archives of Biology and Technology** **53** : 633-640, 2010.

SALOMÉ, J. A. **Levantamento e fenologia de plantas apícolas do estado de Santa Catarina**. 2002. 112f. Tese (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, Florianópolis.

SALOMÉ, L. G. et al. Alimentação artificial em *Apis*: implicações para a apicultura Catarinense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 13., Florianópolis, SC, **Anais...** Florianópolis, SC, 2000. CD.

SALVIANO, L. M. C. **Leucena: fonte de proteína para os rebanhos**. Petrolina, PE, EMBRAPA-CPATSA, 1984. 16p. (EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, 11).

SAMMATARO, D.; AVITABILE, A. **The beekeeper's handbook**. 3. ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1998.

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, p. 51-57, 1996.

SANTANA, W. C.; SILVA JÚNIOR, J. C.; MESSAGE, D. Aspectos do crescimento populacional em colônias de *Apis mellifera* L. africanizadas (Hymenoptera, Apidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 16, 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju, p.9. 2006.

SANTOS, C. S.; RIBEIRO, S. A. Apicultura uma alternativa na busca do desenvolvimento sustentável. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v. 4, n. 3, p. 01-06, 2009.

SATTLER, A. **Doenças das abelhas**. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE APICULTURA, 6., Santa Cruz do Sul, RS. **Anais...** Santa Cruz do Sul, p. 37. 2001.

SCAPINELLO, C. et al. Valor nutritivo e utilização do feno de leucena (*Leucaena leucocephala* cv. *Cunningham*) para coelhos em crescimento. **Acta Scientiarum**, 22: 829-833. 2000.

SCHAFASCHEK, T. P. et al. Efeito da suplementação alimentar sobre as características produtivas e reprodutivas de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. **Revista Biotemas**, 21 (4) : 99-104, 2008.

SCHAFASCHEK, T. P. **Do convencional ao agroecológico: normas, divergências e implicações sobre a produção apícola**. 2005. 92f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistema) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2005.

SCHIMID-HEMPEL, P. Efficient nectar-collecting by honeybees. I. Economic models. **Journal of Animal Ecology**., v. 56, p. 209-218. 1987.

SCHIMID-HEMPEL, P. Evolutionary ecology of insect immune defenses. **Annual Review of Entomology** 50: 529–551, 2005.

SCHLEDER, E. J. D. et al. Caracterização de um produto apícola à base de leite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., Campo Grande, MS, **Anais...** Campo Grande, MS, p.78. 2002.

SCHMICKL, T.; K. CRAILSHEIM. Cannibalism and early capping: strategies of honey bee colonies in times of experimental pollen shortages. **Journal of Comparative Physiology**. 187: 541-547. 2001.

SCHMICKL, T.; K. CRAILSHEIM. How honeybees (*Apis mellifera* L.) change their broodcare behavior in response to non-foraging conditions and poor conditions. **Behavioral Ecology and Sociobiology**. 51: 415-425, 2002.

SCHMIDT, J. O.; HANNA, A. Chemical Nature of Phagostimulants in Pollen Attractive to Honeybees. **Journal of Insect Behavior** 19:521-532. 2006.

SEELEY, T. **Ecology**. Princeton, Princeton Univ. Press.1985. In: WINSTON, Mark L. A biologia da Abelha. Tradução de Carlos A. Osowski – Porto Alegre: Magister, 276p. 2003.

SEREIA, M. J. **Suplementos proteicos para abelhas africanizadas submetidas à produção de geléia real**. 2009. Tese de doutorado apresentada à Univesidade Estadualde Maringá, PR, 90 p.

SILVA, C. M. M. de. S. **Avaliação do gênero Leucaena na região semi-árida de Pernambuco**. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1992. 21 p. (EMBRAPA-CPATSA Boletim de Pesquisa, 44).

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de Alimentos; Métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV. 235p. 2002.

SILVA, F. T. A. **Comparação entre pasta de soja (*Glycine max*) e pasta de jatobá (*Hymenaea spp.*) como alimentação suplementar para *Apis mellifera*.** 1997. 16f. Monografia apresentada à Universidade Federal do Piauí, Terezina, 1997.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal.** Nobel, São Paulo. 2000.

SILVA, R. H. D. Manejo alimentar para produção de enxames de abelhas *Apis mellifera*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1, 2008, Fortaleza-Ceará, **Anais...** Fortaleza-Ceará, 2008.

SILVEIRA, F. A. **Flora apícola e planejamento de atividades no apiário.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.13, n.149, p.27-32. 1987.

SIMÕES, M. A. **Estudo de cultivo e de biomoléculas da macroalga *Gracilaria birdiae* (Rhodophyta, Gracilariales).** 2009. 54f. Dissertação de Mestrado. UFRPE. Recife, 2009.

SOARES, L. P.; FUJII, M. T. Novas ocorrências de macroalgas marinhas bentônicas no estado de Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, n.3, p.557-570, 20 jul. 2012.

SOUSA, F. B. **Leucena: produção e manejo no Nordeste brasileiro.** Sobral: Embrapa-CNPC, 1999. 20 p. (Circular Técnica, 18).

SOUSA, J. E. L. et al. Importância da flora apícola para o desenvolvimento da apicultura no sertão central cearense. Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12/2011. **Cadernos de Agroecologia – Vol 6, No. 2, Dez 2011.**

SOUZA, B. W. et al. Antioxidant potential of two red seaweeds from the brazilian coasts. **J. Journal of Agricultural and Food Chemistry.** 59, 5589–5594. 2011.

SOUZA, B. W. S. et al. Chemical characterization and antioxidante activity of sulfated polysaccharide from the red seaweed *Gracilaria birdiae*. **Food Hydrocolloids**, v.27, n.2, p.287-292, june/2012.

SOUZA, D. C. (Org). **Apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural.** Brasília : SEBRAE, 100p il, 2004.

SOUZA, H. R. de et al. Produção de própolis em colmeias de *Apis mellifera* africanizadas submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 63, n. 4, p. 189-192, 2006.

SOUZA MAIA, I.; OLIVEIRA-NETO, J.T.; MILLER, F.S. **Estudo de viabilidade econômica e gestão democrática de empreendimento popular: o caso das marisqueiras do semiárido potiguar.** Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal/RN. 2011

SPIERS, D. E.; EICHENA, P. A.; LEONARDA, M. J. et al. Benefit of dietary seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract in reducing heat strain and fescue toxicosis: A comparative evaluation. **Journal of Thermal Biology**, v.29, p.753-757, 2004.

STADNIK, M. J. **Potencial biotecnológico de algas para uso agrícola. Oficina de trabalho potencial biotecnológico das macroalgas marinhas.** Angra dos Reis - RJ, 2005. p. 13.

- STANDIFER, L. N. et al. Value of three protein rations in maintaining honey bee colonies in outdoor flight cages. **Journal of Apiculture Research** **12**:137-143, 1973.
- STANDIFER, L. N. et al. Supplemental feeding of honey bee colonies. United States: **Agriculture Information Bulletin**, n.413, p.8-21, 1977.
- STANGER, W.; LAIDLAW, H. H. Supplemental feeding of honeybees. **American Bee Journal** **114**: 138-141. 1974.
- TABER, S. Pollen and bee nutrition. **American Bee Journal**, Missisipi; v.136, n.11, p. 787-788. 1996.
- TAUTZ, J., et al. **Behavioral performance in adult honey bees is influenced by the temperature experienced during their pupal development**. PNAS. 100 (12): 7343-7347. 2003.
- TIMMONS, B. **Mundo de amanhã: olhando para o futuro para o uso de algas**. Disponível em: <https://pt.alltech.com/blog/posts/o-mundo-de-amanha-olhando-para-o-futuro-com-o-uso-de-algas> Acesso em: 14/07/2013.
- TOLEDO, V. A. A., NOGUEIRA-COUTO, R. H. Thermoregulation in colonies of Africanized and hybrids with Caucasian, Italian and Carniolan *Apis mellifera* honeybees. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.42, n.4, p.425-431, 1991.
- TOLEDO, V. A. A. et al. **Correlação das áreas de cria e alimento em colônia de *Apis mellifera* africanizadas recebendo suplementação proteica com variáveis ambientais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 14., Campo Grande, MS, **Anais...** Campo Grande, p.111. 2002.
- TURCATTO, A. P. **Desenvolvimento e análise do efeito de dietas protéicas como suplementação nutricional para abelhas *Apis mellifera***. 2011. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. 2011.
- VALARINI, M. J.; POSSENTI, R. A. Stem-nodulating *Sesbania* as a potential feed supplement for ruminants. **Tropical Science**, v.4, p.64-69, 2004.
- VAN DER STEEN, J. Effect of hone-made pollen substitute on honey bee colony development. **Journal of Apicultural Research**. **46**: 114-119. 2007.
- VAN GINNEKEN, V. J. et al. Polyunsaturated fatty acids in various macroalgal species from north Atlantic and tropical seas. **Lipids In Health And Disease**, Estados Unidos, p.1-8, set. 2011. Disponível em: <http://www.lipidworld.com/content/10/1/104>>. Acesso em: 23 set. 2013.
- VASCONCELOS, B. M. F. **Utilização da macroalga *Gracilaria birdiae* no desenvolvimento de produtos alimentícios**. 2015. 120f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Produção e Sanidade Animal) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

VELOSO, C. M. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca de folhas e folíolos de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.613-617, 2006.

VIDOTTI, E.C.; ROLLEMBERG, M.C.E. **Algas: da economia nos ambientes aquáticos à biorremediação e à química analítica**. Química Nova, v. 27, n. 1, p.139-145, 2004.

VOLLET-NETO, A. **Biologia térmica de *Scaptotrigona depilis* (Apidae, Meliponini): adaptações para lidar com altas temperaturas**. 2011. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

WINSTON, M. L. **The biology of the honey bee**. Harvard University Press, Cambridge, MA. 1987.

WINSTON, M. L. The biology and management of Africanized honey bees. **Annual Review of Entomology**, v. 37, p. 173-193, 1992.

WOLFF, L. F. **Alimentação de enxames em apicultura sustentável**. Pelotas: Circular Técnica nº 63, 2007. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/circulares/Circular_63.pdf>. Acesso em: 15 de setembro de 2016.

YAMASAKI, M.; et al. A structural basis for depolymerization of alginate by polysaccharide lyase family-7. **Journal of Molecular Biology**, v. 352, p. 11-21, 2005.

ZAMBOM, M. A. et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum** Maringá, v. 23, n. 4, p. 937-943, 2001.

ZANINI, S. F. et al. **Uso de farinha de algas como fonte de cálcio na ração de frangos de corte**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA XXXVII. Viçosa, MG. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia. Viçosa-MG. 2000.

ZHENG, B.; WU, Z.; XU, B. The Effects of Dietary Protein Levels on the Population Growth, Performance, and Physiology of Honey Bee Workers During Early Spring. **Journal of Insect Science**. **14**:1-7. 2015.