UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

LUIS CARLOS RUEDA ALCÁRCEL

AVALIAÇAO DE FORMULAÇÕES ALIMENTARES NO DESENVOLVIMENTO DE COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) NA SAVANA AMAZÔNICA DE RORAIMA

Boa Vista
2011

LUIS CARLOS RUEDA ALCÁRCEL

AVALIAÇAO DE FORMULAÇÕES ALIMENTARES NO DESENVOLVIMENTO DE COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) NA SAVANA AMAZÔNICA DE RORAIMA

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do titulo de Mestre em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima.
Orientadora: Profa. Dra. Gardênia Holanda Cabral

Boa Vista
2011

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima)

R918a Rueda Alcárcel, Luis Carlos

Avaliação de formulações alimentares no desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) na savana amazônica de Roraima / Luis Carlos Rueda Alcárcel. – Boa Vista, 2011.

69 p. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Gardênia Holanda Cabral.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais.

1 – Apicultura. 2 – Abelhas 3 - *Apis mellifera*. 4 – Alimentos. I - Título. II – Cabral, Gardênia Holanda (orientadora).

CDU – 638.1

LUIS CARLOS RUEDA ALCÁRCEL

Avaliação de formulações alimentares no desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) na savana amazônica de Roraima

Dissertação apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Mestrado em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima, defendida em 29 de agosto de 2011 e avaliada pela seguinte Banca Examinadora:

Profa. Dra. Gardênia Holanda Cabral
Orientadora - UFRR

Prof. Dr. Silvio José Reis da Silva
Membro - MIRR

Profa. Dra. Lucianne Braga Oliveira Vilarinho
Membro - UFRR

Profa. Dra. Teresa Maria Fernandes de Freitas Mendes
Membro - UFRR

Profa. Dra. Adriana Flach
Membro - UFRR

AGRADECIMENTOS

A Deus e a todas as pessoas que me permitiram juntar as partes desta obra.

A minha Familia, meus amigos e especialmente a Grazi minha namorada, minha amiga, minha parceira...

A Aloisio Vilarinho pela forca final, a Maria Angela Moreira Silva pelas varias ajudas e o bom humor, a Deolírio Matos pelas oportunas explicações no processamento das imagens, a RCCaleffi pela ajuda no campo, a Silvio Jose Reis da Silva pelas valiosas informações, ao Doutor Marcos Vital Salgado pelo apoio, amizade e paciência.

A minha orientadora Dra. Profa. Gardênia Holanda Cabral, pela dedicação, compreensão, esforço, amizade e pela sua imensa contribuição para minha formação como Profissional e Pesquisador.

A UFRR pela oportunidade de realizar este trabalho no Programa de Pós-graduação, a CAPES pelo apoio financeiro e ao PRONAT por viabilizar a realização do mestrado.

Por último, fico muito grato com todos por acreditar em mim.

“Se as abelhas desaparecessem da face da Terra, a humanidade teria apenas mais quatro anos de vida”

(Albert Einstein)

RESUMO

As abelhas africanizadas encontram nas flores suas principais fontes de alimento, sendo possível observar que em condições ambientais desfavoráveis há uma diminuição na população e conseqüentemente uma menor produção de mel nas épocas de florada. Em Roraima a produção de mel esta concentrada após o período de chuvas, motivo pelo qual é importante o fornecimento de uma suplementação alimentar durante as chuvas. O objetivo deste trabalho foi analisar o desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas *A. mellifera* com diferentes suplementações alimentares, para manter e/ou melhorar a produção apícola. A pesquisa foi realizada de 12 de abril a 5 de agosto de 2011 no Apiário Experimental do departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Roraima. Foram utilizadas vinte colônias em caixas modelo Langstroth, suplementadas com alimentação energética e escolhidas aleatoriamente para receberem três diferentes rações isoprotéicas com 23% de proteína bruta. Os quatro tratamentos foram: T1 = testemunha (sem suplementação alimentar protéica); T2 = farelo de milho + farelo de soja tostada + farelo de arroz (em quantidades iguais); T3 = 30% de farelo de soja tostada + 19% de leite de soja desidratado + 20% farelo de milho + 31% açúcar cristal; T4 = 45% de farelo de soja + 40% farinha de pupunha + 15% açúcar cristal. O desempenho das dietas foi determinado pelo consumo do alimento protéico e o desenvolvimento das colônias quanto ao ganho de peso, áreas de cria e áreas de alimento, sendo que foram analisadas separadamente áreas abertas e fechadas de operárias e zangões, além de áreas com alimento (cm^2). O consumo de alimento e o ganho de peso foram obtidos por meio de pesagens; as áreas ocupadas nos favos foram analisadas por meio de fotografias digitais e processadas com ajuda do programa computacional Adobe Photoshop CS2. Foram encontradas diferenças significativas para o consumo de ração e o ganho de peso, sendo que, o maior consumo de ração foi observado nas colônias do tratamento 4 e o maior ganho de peso nas colônias do tratamento 1, que receberam unicamente alimentação energética e apresentaram as maiores áreas de cria e alimento. Em relação às variáveis ambientais houve correlação negativa da temperatura e umidade com o ganho de peso das colônias do tratamento 2.

Palavras-chave: Suplementação alimentar; *Apis mellifera*; Ração; Área de cria.

ABSTRACT

Africanized bees find in the flowers their main source of food; as a result, it has been shown a reduction in population under unfavourable environmental conditions and, consequently, a lower honey production during the early spring. In Roraima, the highest honey production rates occur after the rainy season, the reason for which is important the bees be given supplement during the rainy period. This research was carried out to analyze the development of Africanized honeybee *A. mellifera* colonies according to different kinds of food supplements offered in order to maintain and/or increase the apicultural production rates. The research was conducted from April 12th to August 5th, 2011, in the Experimental Apiary of Zootechny Department of Federal University. It has been used twenty Langstroth beehives, provided with energetic food and chosen at random to be given three different isoproteinaceous feed containing 23% of raw protein. The four treatments were: T1 = witness (without any proteinaceous supplement); T2 = corn flour + toasted soybean flour + rice flour (in equal parts); T3 = 30% of toasted soybean flour + 19% of soybean dry milk + 20% corn flour + 31% crystal sugar; T4 = 45% of soybean flour + 40% of peach palm fruit flour+ 15% of crystal sugar. The diets performances were determined by the consumption of the proteinaceous feed; the development of the colonies, in turn, as regards weight gain, brood area and food area, being analyzed separately the uncapped and capped worker and drone areas, as well as the food area (cm²). The food consumption and the weight gain were obtained by weighing; the honeycomb area was analyzed by taking digital photographs of it and processing the data using the software Adobe Photoshop CS2. It has been found significant differences for feed consumption and weight gain, showing the colonies of T4 the highest feed consumption, and the colonies of T1, which were only given energetic food, the highest weight gain; it has also been observed in the latter the biggest brood and food areas. It has occurred a negative correlation of temperature and humidity with the weight gain in one of the colonies of T2.

Key-Words: Food supplement; *Apis mellifera;* Feed; Brood area.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Morfologia de operária de *Apis mellifera*.....	17
FIGURA 2	Morfologia da cabeça de operária de *Apis mellifera*.....	18
FIGURA 3	Anatomia interna de operária de *Apis mellifera*.....	19
FIGURA 4	Localização do Apiário Experimental da UFRR, Roraima.....	36
FIGURA 5	a) Alimentador individual de cobertura com suplementação protéica farinácea; b) Alimentador individual tipo Boardman com suplementação energética.....	39
FIGURA 6	Suporte com quadro de cria para mensuração de acordo com metodologia adaptada de Al-Tikrity *et al.* (1971).....	40
FIGURA 7	Consumo médio das rações por abelhas africanizadas.....	41
FIGURA 8	Consumo médio das rações/período por abelhas africanizadas.....	43
FIGURA 9	Ganho de peso em colméias de abelhas africanizadas de acordo com o período estudado.....	45
FIGURA 10	Média do ganho de peso das colônias submetidas aos tratamentos experimentais.....	46
FIGURA 11	Chuva acumulada mensal para Boa Vista no 2011.....	47
FIGURA 12	Médias mensais de temperatura (℃) e de umidade rel ativa (%) do ar em Boa Vista nos primeiros sete meses de 2011.....	48
FIGURA 13	Médias das áreas (cm²) de cria e de alimento de abelhas africanizadas por tratamento.....	51
FIGURA 14	Médias das áreas de mel e pólen (cm²) por tratamento.....	52
FIGURA 15	Médias das áreas (cm²) de zangão por tratamento.....	53
FIGURA 16	Médias das áreas (cm²) de cria total e de cria fechada de abelhas africanizadas.....	54
FIGURA 17	Médias das áreas (cm²) de cria de operária aberta e fechada de abelhas africanizadas.....	55
FIGURA 18	Gráfico baseado na correlação de Pearson.....	56

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 Dados bromatológicos dos ingredientes das rações experimentais..... 38

TABELA 2 Datas de coleta de dados e médias de consumo de ração dos tratamentos estudados (g)..... 42

TABELA 3 Datas de coleta de dados e médias de ganho de peso dos tratamentos estudados (g)..... 44

TABELA 4 Médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar em Boa Vista nos primeiros sete meses de 2011..... 47

TABELA 5 Somatória das áreas (cm^2) de cria e de alimento de abelhas africanizadas..... 49

TABELA 6 Medias das áreas totais (cm^2) de cria e de alimento de abelhas africanizadas por tratamento..... 50

SUMÁRIO

	RESUMO	7
	ABSTRACT	8
	LISTA DE FIGURAS	9
	LISTA DE TABELAS	10
1	**INTRODUÇÃO**	12
1.1	Morfologia e biologia das abelhas africanizadas	16
1.2	Nutrição de abelhas africanizadas	21
1.3	Alimentação larval	23
1.4	Alimentação das abelhas adultas	25
1.5	Alimentação artificial em abelhas africanizadas	26
1.6	Alimentação artificial energética	29
1.7	Alimentação artificial protéica	30
1.8	Métodos utilizados para medir o desenvolvimento de colônias de abelhas	33
2	**OBJETIVOS**	35
2.1	Objetivo Geral	35
2.2	Objetivos Específicos	35
3	**MATERIAIS E MÉTODOS**	36
3.1	Localização da área experimental	36
3.2	Preparação das colônias	37
3.3	Delineamento experimental	37
3.4	Preparação das dietas	38
3.5	Fornecimento das dietas	39
3.6	Avaliação das dietas	39
4	**RESULTADOS E DISCUSSÃO**	41
4.1	Consumo de alimento	41
4.2	Ganho de peso	44
4.3	Precipitação pluviométrica de Boa Vista	47
4.4	Temperatura e umidade de Boa Vista	47
4.5	Áreas de cria e alimento	48
4.6	Áreas de cria	53
4.7	Correlação do ganho de peso e consumo de ração com variáveis climáticas	55
5	**CONCLUSÕES**	57
	REFERÊNCIAS	58
	ANEXOS	66

1 INTRODUÇÃO

As abelhas surgiram há 50 milhões de anos, com a origem e expansão das plantas com flores do grupo das Angiospermas (SALVADOR; ROSÁRIO; BÖHM, 2008). Foi demonstrado por pesquisas arqueológicas, que abelhas sociais produziam e estocavam mel há 20 milhões de anos (PEREIRA et al., 2003), ou seja, antes do surgimento do homem na Terra, elas já existiam (ROCHA, 2008).

Os pioneiros da apicultura foram os egípcios, que a cerca de 2.400 anos a.C. colocavam abelhas em potes de barro e depois os enxames eram transportados para próximo da residência do produtor. Porém a palavra colméia vem do grego, devido os mesmos colocarem seus enxames em recipientes feitos com palha trançada chamada de *colmo*. As abelhas assumiram naquela época tanta importância, que foram consideradas sagradas para muitas civilizações e com o tempo, passaram a ser consideradas um símbolo de poder por sua importância econômica (PEREIRA et al., 2003; ROCHA, 2008).

As formigas, as vespas e as abelhas compreendem a ordem dos himenópteros. As abelhas estão reunidas na superfamília Apoidea que, por sua vez, é constituída por diversas famílias (NOGUEIRA-NETO, 1997). São descendentes das vespas e hoje em dia são conhecidas mais de 20 espécies.

Segundo Nates Parra e Gonzáles (2000) são conhecidas oito famílias de abelhas, sendo seis de língua curta: *Colletidae*, *Stenotritidae*, *Halictidae*, *Andrenidae*, *Oxaeidae* e *Melittidae*, e duas de língua comprida: *Megachilidae e Apidae.* As abelhas do gênero *Apis* são eussociais e pertencem à família Apidae, subfamília Apinae, tribo Apini, subtribo Apina (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002).

Aproximadamente 2% das espécies de abelhas são sociais e conhecidas pela produção de mel, sendo as do gênero *Apis* as mais estudadas e de maior importância econômica para o Homem (NATES PARRA; GONZALES, 2000; SILVA, 2005a; ROCHA, 2008). A *Apis mellifera* é a espécie mais abundante e além do mel produzem cera, própolis, pólen, geléia real, apitoxina, rainhas, enxames e crias, embora sua maior importância seja a polinização cruzada dos vegetais superiores, pois se alimentam de grande variedade de flores e se adaptam a variados habitats (CAMPOS et al., 1987; VIT, 2004; SILVA, 2005a; 2006).

A data e o local da introdução das abelhas *A. mellifera* no Brasil é muito

controvertida e nenhuma das subespécies é endêmica das Américas (SILVA, 1998).

Em 1838 o Padre Manoel Severiano introduziu a *A. mellifera ibérica* no Rio de Janeiro para produção de velas de cera branca para as missas da Corte (KERR et al. 2001); abelhas melíferas foram trazidas para o Brasil em 1840 pelo Padre Antônio Carneiro, oriundas da Espanha e Portugal; e em 1845 a abelha *A. mellifera mellifera* Linnaeus (1758) foi introduzida por imigrantes alemães; já entre 1870 e 1880 foram introduzidas as abelhas italianas *A. mellifera lingüística* Spinola (1808) no sul do Brasil por Federico Haneman e na Bahia pelo padre Amaro Van Emelen; a *A. mellifera caucásica* Gorbachev (1916) e *A. mellifera carnica* Pollmann (1879) provavelmente, foram trazidas para o Brasil por imigrantes e viajantes procedentes da Europa, embora não se encontre registro oficial desses fatos (CAMARGO, 1972; PEREIRA et al., 2003; BRIGHENTI, 2009).

O professor Warwick Estevan Kerr, em 1956, trouxe da África abelhas *A. mellifera scutellata* Lepeletier (1836) ou abelhas africanas, com o objetivo de realizar um programa de melhoramento genético para aumentar a produção nacional de mel na Região de Rio Claro, Estado de São Paulo, mas varias colônias escaparam e cruzaram-se com as demais subespécies européias (OLIVEIRA; CUNHA, 2005; TOLEDO et al., 2006). Após a introdução da raça africana, a *A. mellifera* se propagou pelo país e continente, chegando até o hemisfério Norte das Américas (MINUSSI, 2007; BENSUSAN, 2008).

As abelhas existentes no Brasil são consideradas polihibridas, resultantes de cruzamentos contínuos entre varias raças ou subespécies européias e uma única subespécie africana, produzindo híbridos com características genéticas com cerca de 70% africanas e 30% européias (SILVEIRA; MELO; ALMEIDA, 2002; SALOMÉ, 2009). Segundo Pinto e colaboradores (2008) são denominadas abelhas africanizadas, por não possuírem um padrão genético que as classifique como uma nova raça.

As abelhas africanas possuem uma série de vantagens sobre as abelhas européias: maior produtividade e defesa (TOLEDO et al., 2006), rusticidade, ciclo de vida mais curto e maior capacidade de enxameação, o que permite rápida adaptação e expansão (OLIVEIRA; CUNHA, 2005; CONSTAN, 2009), podendo enxamear varias vezes ao ano e utilizar uma grande variedade de locais para nidificar (MELO; SILVA; NATAL, 2003), porém, por estar adaptada a clima quente e seco é um animal sensível a temperaturas baixas (SALOMÉ, 2009).

Em abelhas africanizadas o termo “enxameação” é atribuído á divisão de

caráter reprodutivo das colônias, onde parte das operárias junto com a rainha antiga migra para um novo ninho e as outras operárias ficam na colméia com uma rainha nova (PEREIRA et al., 2003; SALVADOR; ROSÁRIO; BÖHM, 2008; SOUZA; BOMFIM, 2008).

As abelhas africanas são consideradas as responsáveis pelo desenvolvimento apícola do Brasil, que passou do 28º para o 6º lugar como produtor mundial de mel em 2001 (PEREIRA et al., 2003). Thiman e Manrique (2002) afirmam, que no Brasil a média nacional de produção de mel foi incrementada de 17 Kg a 30 Kg por colônia devido à introdução gênica das abelhas africanizadas. Dados estatísticos revelam que durante a década de 1990 a produção nacional foi estimada em 20 mil toneladas; que em 2002 passou para 27 mil toneladas (PEROSA et al., 2004) e em 2009 foi de 38.765 toneladas (IBGE, 2009).

Quanto às exportações, segundo Lengler (2003) a apicultura brasileira vem passando por profundas mudanças, principalmente a partir de 2002, quando foi exportado aproximadamente 50% da produção nacional de mel. As exportações passaram de 18 toneladas em 1999 para 12 mil toneladas em 2002 (PEROSA et al., 2004).

O Brasil possui características especiais que o tornam uma potencia mundial na produção de mel orgânico certificado. O fato de dispor de vastos territórios ainda inexplorados, com diversidade de flora e clima, confere um grande potencial para a atividade apícola (PEREIRA et al., 2003; COELHO et al. 2008; CONSTAN, 2009) e que pode ser explorada em todas as regiões do país (MINUSSI, 2007; MATA; CARVALHO; BARRETO, 2009). Foi constatado um aumento no número de apicultores, de colméias e de produtividade das colméias (MANRIQUE; SOAREZ, 2002; FREITAS; SILVA, 2007), sendo que a baixa produtividade dos apiários é devida principalmente à falta de uso de recursos tecnológicos, com uma produção media anual de 15 kg/colméia/ano de mel silvestre (BARBOSA et al., 2007).

A apicultura é uma atividade considerada como de ampla expansão, ecologicamente correta, com baixo investimento e baixo impacto ambiental, que pode ser consorciada com qualquer atividade agrícola ou florestal (BARBOSA et al., 2007; MATA; CARVALHO; BARRETO, 2009). Na Amazônia, surge como uma alternativa de desenvolvimento econômico com preservação ambiental (BARBOSA et al., 2007), porém, nas florestas úmidas fechadas e em ambientes bem preservados a presença de *A. mellifera* é nitidamente menos intensa (MINUSSI, 2007). Essa diminuição na população pode ser devido ao aumento do numero de

inimigos naturais (KERR et al. 2001) e porque nas florestas a livre circulação é dificultada, pelo qual é possível que as abelhas tenham que percorrer grandes áreas para obterem os recursos necessários (OLIVEIRA; CUNHA, 2005).

Além dos hábitos reprodutivos e características corporais das abelhas africanas, as abelhas africanizadas podem ter herdado uma adaptação por locais de vegetação aberta**,** mostrando preferência por áreas como as savanas de África (OLIVEIRA; CUNHA, 2005; SILVA, 2005b). Em ambiente variado com diversas formações vegetais secundárias e antrópicas, as abelhas africanizadas encontram maiores possibilidades de explorar uma grande variedade de espécies botânicas (SILVA, 2005b).

Em Roraima, os apiários estão distribuídos principalmente nas regiões de transição entre a floresta e o cerrado roraimense acompanhando a malha viária, estas áreas tem se mostrado mais propicias para a apicultura devido à ocorrência de floradas durante a maior parte do ano, o que permite o maior desenvolvimento das abelhas que de acordo com as condições climáticas, a produção de mel pode variar de 20 a 60 Kg/colméia/ano, com uma produtividade média anual de 25,02 kg/colméia/ano, o que está acima da média nacional com 10 a 15 kg/colméia/ano; além disso, tem-se registrado uma elevada produtividade nos apiários instalados nos florestamentos de *Acacia mangium* durante quase todo o ano, e que chega a 120 Kg/colméia/ano (SILVA, 2006; BARBOSA et al., 2007).

O clima e a disponibilidade de alimento numa região têm influência sobre as características produtivas e reprodutivas nas colônias de abelhas (COSTA et. al 2007; PEREIRA, 2009), sendo possível observar que a produção de mel oscila de acordo com variáveis como temperatura, pluviosidade e floração (YAMAMOTO, AKATSU, SOARES, 2007).

Em condições de elevada pluviosidade como as existentes em grande parte da Amazônia, o aporte de néctar na natureza chega a ser menor que o necessário, porque após as chuvas encontra-se lavado ou diluído, o que é agravado pelo fato das abelhas operárias não saírem das colméias durante as chuvas (SILVEIRA, 1987; OLIVEIRA; CUNHA, 2005).

Quando foram correlacionadas as variáveis ambientais com as porcentagens de ocupação do favo com cria e alimento, Costa e colaboradores (2007) concluíram que, em temperaturas externas baixas (inverno) e também com excesso de umidade relativa do ar (verão) as abelhas diminuíram sua população. O excesso de umidade prejudicou o pólen estocado e aumentou a mortalidade das crias, indicando que as

crias de africanizadas suportam um limite máximo de umidade (PEREIRA et al., 2008).

Geralmente, de acordo com a região pode ocorrer escassez de alimento nos campos em períodos secos, chuvosos e frios (TOLEDO et al., 2006; PEREIRA, et al., 2008). A deficiência de pólen ocorre normalmente durante o período de inverno, mas pode ocorrer também em outros períodos do ano (HAYDAK, 1967). A produção de pólen é influenciada pelo regime de chuvas, já que é o principal fator que determina a existência de floradas. Chuvas bem distribuídas favorecem uma floração mais constante e produção mais homogênea de pólen (SILVA, 2005b).

Da mesma forma que as alterações do ciclo das chuvas podem deslocar-se no tempo, as épocas do ano com fluxo nectarífero podem mudar, ora adiantando-se algumas semanas, ora atrasando-se; algumas vezes se comprimindo e outras se dilatando (SILVEIRA, 1987).

Estudos meteorológicos realizados em Roraima demonstraram que o comportamento da pluviosidade ao longo do ano hidrológico apresenta um maior volume de chuvas semestralmente entre os meses de abril a setembro (SILVA; OLIVEIRA, 2008) e nos meses seguintes ao período chuvoso o solo retém umidade suficiente para propiciar um maior florescimento das espécies vegetais, motivo pelo qual a produção de mel encontra-se concentrada entre os meses de outubro a dezembro e de janeiro a abril (BARBOSA et al., 2007).

1.1 Morfologia e biologia das abelhas africanizadas

As abelhas apresentam um exoesqueleto constituído de quitina que fornece proteção para os órgãos internos, sustentação para os músculos e protege o inseto contra a perda de água, sendo dividido em três partes (figura 1): cabeça, tórax e abdome (PEREIRA et al., 2003; ROCHA, 2008).

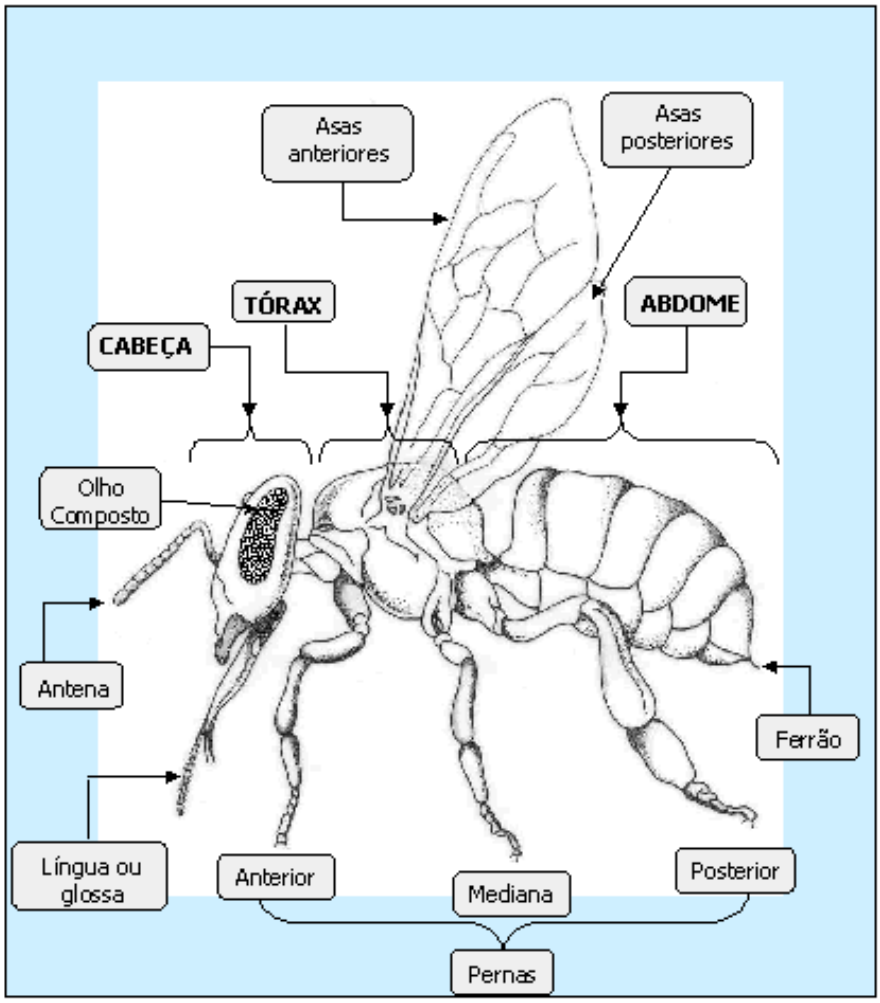


Figura 1 - Morfologia de operária de *Apis mellifera*.
Fonte: Pereira et al. (2003).

O aparelho bucal é composto por duas mandíbulas e a língua (figura 2). As mandíbulas são utilizadas na defesa e também para cortar e manipular cera, própolis e pólen. A língua é utilizada na coleta e transferência de alimento, na desidratação do néctar e na evaporação da água para controlar a temperatura da colméia, ao redor de 34℃, sendo fundamental para manter as funções vitais das abelhas e o desenvolvimento das crias (PEREIRA et al., 2003; SALOMÉ, 2009).

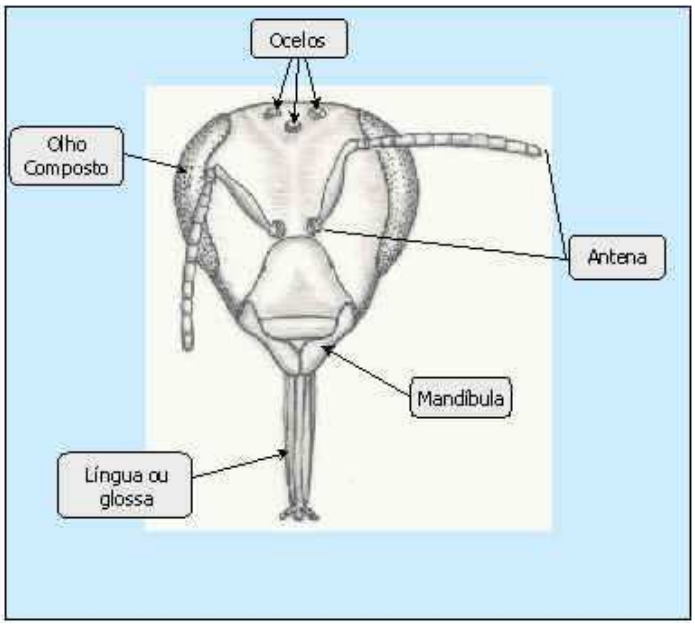


Figura 2 - Morfologia da cabeça de operária de *Apis mellifera.*
Fonte: Pereira et al. (2003).

O canal alimentar das abelhas adultas se apresenta na forma de um longo tubo que está constituído pelos órgãos: faringe, esôfago, estômago, proventrículo, ventrículo, intestino delgado e reto (figura 3). O estomago não possui função digestiva e é conhecido como “papo de mel”, já que é responsável por transportar o néctar até a colméia e também funciona como deposito para a digestão do néctar e do pólen; logo após está o proventrículo, que cumpre a função de regular a quantidade de alimento que entra no ventrículo, onde é realizada a digestão. Como órgãos anexos ao tubo digestivo, encontram-se as glândulas: hipofaringeas ou hipofaringeanas, mandibulares e salivares. As glândulas hipofaringeas presentes apenas nas operárias são duas e estão localizadas de cada lado da faringe, sua atividade e tamanho variam com a idade e função das mesmas, sendo mais ativa nas operárias nutrizes. As glândulas salivares são compostas por dois pares: as poscerebrais e as torácicas (HAYDAK, 1970; CAMPOS, et al., 1987; CAMARGO, 1997; SALOMÉ, 2009).

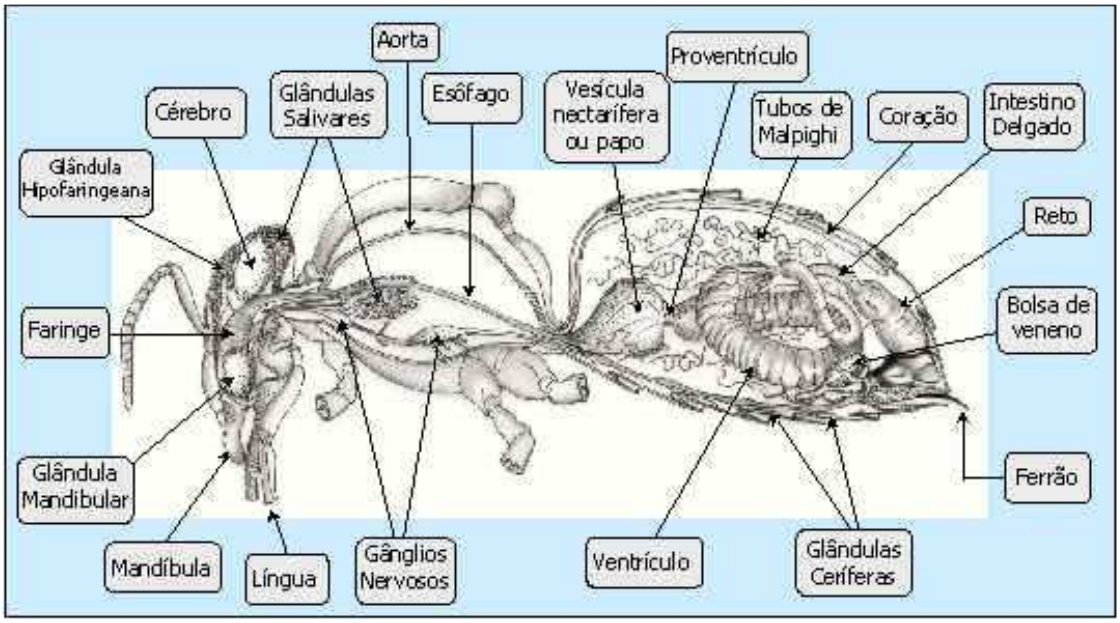


Figura 3 - Anatomia interna de operária de *Apis mellifera.*
Fonte: Pereira et al. (2003).

Na parte ventral do abdome das abelhas operárias estão localizadas quatro glândulas ceríferas. No final do abdômen encontra-se o ferrão, presente apenas nas operárias e rainhas, sendo que nas rainhas as glândulas do ferrão são significativamente maiores. As abelhas possuem três pares de pernas. Nas patas traseiras das abelhas operárias existe uma estrutura denominada corbícula, utilizada para carregar pólen e outras substâncias até a colméia (NOGUEIRA-NETO, 1997; NOCELLI, 2003; PEREIRA et al., 2003; SALVADOR; ROSÁRIO; BÖHM, 2008). A corbícula é uma concavidade presente nas tíbias, sendo uma característica comum nas fêmeas da família Apidae (CAMPOS et al., 1987), com exceção das rainhas e das operarias das espécies parasitas (NOGUEIRA-NETO, 1997).

As abelhas são insetos holometábolos, isto é, passam por quatro fases morfológica e fisiologicamente diferentes durante sua metamorfose: ovo, larva, pupa e adulto; são insetos sociais, vivem em colônias organizadas, onde os indivíduos se dividem em castas com funções definidas, visando à sobrevivência e manutenção do enxame (CAMPOS et al., 1987; NOCELLI, 2003; PEREIRA et al., 2003; SALVADOR; ROSÁRIO; BÖHM, 2008). Os machos ou zangões são indivíduos haplóides

originados a partir de óvulos não fecundados e cumprem um papel apenas reprodutivo; as fêmeas se dividem em duas castas: as operárias e a rainha; as duas são diplóides sendo, portanto, originadas de óvulos fertilizados. A diferenciação entre as castas é trofogênica, ou seja, as castas são diferentes fisiológica e morfologicamente em razão da alimentação diferenciada que recebem as larvas a partir do terceiro dia de vida. O período de desenvolvimento das crias difere entre os sexos e as castas, sendo que após a postura dos ovos, os zangões adultos emergem aos 24 dias, as operárias aos 21 dias e as rainhas aos 16 dias (NOCELLI, 2003; PEREIRA et al., 2003). A maturidade anatômica e fisiológica é alcançada plenamente 12 dias após o nascimento, começam a exercer sua função social aos 20 dias de idade (SALOMÉ, 2009). De acordo com Woyke (1984) a média de produção de adultos de operárias é somente 40 a 60% da quantidade cria fechada existente na colméia, baseado em medidas de área realizadas com 42 dias de antecedência e a média de duração de vida produtiva das operarias varia 21 a 25 dias.

A rainha e as operárias são idênticas geneticamente, mas uma rainha adulta tem o abdômen muito maior e possui quase o dobro do tamanho de uma operária, é a única fêmea fértil da colméia, sendo capaz de produzir ovos fertilizados e não fertilizados, sendo que as operárias em alguns casos também podem produzir ovos não fertilizados. Em condições de abundância de alimento a rainha pode colocar de 2500 a 3000 ovos por dia, e viver por até 3 anos ou mais, mas em clima tropical a taxa de postura da rainha diminui após o primeiro ano. A larva da rainha é criada num alvéolo modificado de formato cilíndrico, denominado realeira, que é maior que o alvéolo das operárias e zangões e tem grande influência no seu desenvolvimento, permitindo um pleno crescimento e formação dos órgãos reprodutores (HAYDAK, 1970; PEREIRA et al., 2003). A rainha, além da função reprodutiva, também participa na manutenção da unidade social por meio da liberação de feromônios (PEREIRA et al., 2003; SALVADOR; ROSÁRIO; BÖHM, 2008).

A trofaláxis ou transmissão de comida é o meio pelo qual as abelhas operárias alimentam-se entre si (CAMPOS et al., 1987), e acredita-se que tem um papel importante mantendo a coesão da colônia (HAYDAK, 1970). Em condições normais numa colônia, existem cerca de 5.000 a 100.000 operárias, uma rainha e de 100 a 400 zangões (PEREIRA et al., 2003; VIT, 2004; ROCHA, 2008).

As abelhas africanizadas estão adaptadas para produzir grandes populações em curto espaço de tempo, bastando para isso espaço disponível para postura,

manutenção da temperatura ideal para geração de crias e um bom fluxo de alimento (SILVEIRA, 1987; SILVA; FREITAS, 2004; SALOMÉ, 2009).

A falta de espaço interno nas colméias pode ser devido à armazenagem de alimento nas épocas de grande fluxo de recursos; nos períodos do ano que a temperatura é alta e a umidade baixa como no verão, quando as abelhas estão mais ativas tanto na coleta de alimento como na defesa da colméia, e um bloqueio na postura de ovos da rainha por falta de espaço nos favos pode causar a enxameação em duas semanas (SILVEIRA, 1987; LENGLER, 2003; MELO; SILVA; NATAL, 2003).

Quando há redução ou falta do fluxo de pólen, pode ocorrer a diapausa da rainha, que é uma interrupção na postura de ovos, devido a uma diminuição na produção de geléia real. Se a diapausa durar mais que 60 dias haverá uma redução populacional superior a 50% e consequentemente, o enxame abandonará o ninho (LENGLER, 2003); neste caso as abelhas adultas deixam a colméia para não mais retornarem. A migração é o movimento das colônias de abelhas africanizadas entre regiões ecologicamente distintas, e tanto o abandono como a migração estão notoriamente relacionados com o ciclo anual de chuvas (SOUZA; BOMFIM, 2008).

1.2 Nutrição de abelhas africanizadas

As abelhas em condições naturais encontram nos produtos das flores suas principais fontes de alimento (HAYDAK, 1970; NOGUEIRA-NETO, 1997; COUTO, 1998; JATI, 2007; SALVADOR; ROSÁRIO; BÖHM, 2008). A abelha *A. mellifera* independente das suas características individuais, também precisa dos mesmos nutrientes requeridos pelas outras espécies animais, como: proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas, minerais e água. A diferença entre as abelhas e outros animais é que, em condições naturais, todos esses nutrientes necessários à sua alimentação provêm apenas do néctar, do pólen e da água. O pólen é a principal fonte de proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais, e o néctar fornece os carboidratos (HAYDAK, 1967; NOGUEIRA-NETO, 1997; COUTO, 1998; LENGLER, 2003; SILVA, 2005a; MARCHINI; REIS; MORETI, 2006; COSTA et al. 2007; SALVADOR; ROSÁRIO; BÖHM, 2008; SALOMÉ, 2009; SAFFARI; KEVAN; ATKINSON, 2010). A água também é essencial para o crescimento e desenvolvimento dos organismos

vivos (HAYDAK, 1970), e sua falta é prejudicial, acarretando efeitos drásticos que interferem na alimentação (COELHO et al. 2008).

No androceu das flores encontram-se os estames, onde é produzido o pólen e os órgãos glandulares são os nectários, que exsudam um liquido açucarado, o néctar (NOGUEIRA-NETO, 1997; LENGLER, 2003; JATI, 2007), que é produzido durante a fotossíntese e em casos especiais pode ocorrer em outras regiões da planta, conhecidas como nectários extraflorais (PEREIRA et al., 2003; SILVA, 2005a), ou de excreções de insetos que sugam partes vivas das plantas (CAMPOS et al., 2003).

O néctar coletado pelas abelhas é constituído principalmente por água e açúcares (sacarose, glicose e frutose), e o conteúdo de açúcar pode variar de 4% até 60% ou mais, sendo composto por quantidades menores de sais minerais, substâncias antibióticas e aminoácidos, sendo transformado em mel por desidratação e ação enzimática no aparelho digestivo da abelha e depositado nos favos que após, a maturação, é operculado (NOGUEIRA-NETO, 1997; LENGLER, 2003; PEREIRA et al., 2003; SILVA, 2005a; SALOMÉ, 2009).

O pólen das flores é coletado pelas abelhas campeiras, principalmente nas primeiras horas do dia e levado até a colméia para ser estocado e compactado. Porém, durante a coleta e a armazenagem o pólen sofre alterações físicas e químicas devido a processos fermentativos, e quando estocado nos favos é conhecido como “pão de abelha”, principal alimento para larvas e adultos; sua ausência constitui um fator limitante para o desenvolvimento da colméia, e a alimentação das colônias com pólen em quantidade adequada, está relacionada diretamente com a produção de cera e geléia real. Nele são encontrados produtos como: néctar, mel, geléia real e microrganismos que produzem enzimas importantes no metabolismo de lipídeos, proteínas, carboidratos e também contribuem com ácidos orgânicos, antibióticos e outros metabólitos (GILLIAM; PREST; LORENZ, 1989; VIT, 2004; SILVA, 2005a; MARCHINI; REIS; MORETI, 2006; SALVADOR; ROSÁRIO; BÖHM, 2008; SALOMÉ, 2009).

Estudos já mostraram que o néctar e pólen possuem grande variação nutricional de acordo com a espécie botânica e/ou as condições ambientais (PEREIRA, 2009; SALOMÉ, 2009).

As abelhas que consomem poléns de maior teor protéico conseguem alimentar um número maior de larvas, em comparação com abelhas que consomem poléns de teor protéico mais baixo, porém na mesma quantidade (SALOMÉ, 2009). Couto

(1998) afirma que é fundamental para as abelhas coletar da natureza pólens de diferentes fontes vegetais, já que sua mistura minimiza a possibilidade de ocorrer deficiências de aminoácidos essenciais. Na fase larval das operárias, a falta de proteínas causa atrofiamento nas glândulas hipofaringeanas (COSTA et al. 2007; SILVA, 2008).

As carácteristicas físico-químicas de amostras de pólen coletado por abelhas africanizadas são: pH igual a 5,1; 23,6% em ácidos graxos; 2,8% em cinzas; 23,6% em umidade; 76,3% em matéria seca; 3,5% em lipídios; 38,2% em carboidratos, dos quais 31% são açúcares totais; mais de 80 enzimas, sendo as de maior importância a catalase, fosfatase e redutase, cujo teor em proteína, varia de 10 a 35%, sendo que o valor ótimo de proteína para o desenvolvimento das colônias é de 24,51% (LENGLER, 2003; MARCHINI; REIS; MORETI, 2006; COSTA et al. 2007).

Nas abelhas a digestão ocorre por médio de hidrólise biológica, quando os alimentos são reduzidos a moléculas menores; a invertase produzida pelas glândulas salivares e pelo epitélio intestinal transforma os açúcares compostos do néctar em açúcares mais simples, por tanto, carboidratos como a sacarose são quebrados em seus constituintes glicose e frutose; a lípase é secretada pelo epitélio intestinal de operárias e zangões, quebrando os lipídios existentes no pólen em ácidos graxos e glicerol. No intestino também existem enzimas proteolíticas que Das enzimas, a protease é a mais ativa, sendo produzida intensamente na primavera, atividade que se modifica com o envelhecimento da abelha; o mesmo acontece com as enzimas: amilase, lípase e invertase (CAMARGO, 1997; SALOMÉ, 2009).

1.3 Alimentação larval

A proteína possui um papel importante na nutrição das larvas, sendo encontrada em abundância no alimento dos estágios jovens das três castas. O pólen é a matéria prima mais importante utilizada pelas abelhas nutrizes na produção de geléia real, alimento da rainha e das larvas, principalmente, e sua ausência reduz a postura da rainha e a sobrevivência das crias. Após a eclosão do ovo a geléia real é administrada sem restrições às crias abertas e é capaz de fazê-las aumentar 10 vezes seu peso em apenas três dias (HAYDAK, 1970; SILVEIRA, 1987; LENGLER, 2003; PEREIRA et al., 2003; OLIVEIRA; CUNHA, 2005; SALOMÉ,

2009).

A geléia real é produzida pelas glândulas hipofaringeanas e mandibulares das abelhas denominadas nutrizes, que são operárias com até 14 dias de idade. Possui cor branco-leitosa e é constituída basicamente por água, proteínas, lipídios, vitaminas, hormônios e açúcares (PEREIRA et al., 2003).

Segundo Haydak (1970) as abelhas nutrizes depositam dois tipos de secreções: uma leitosa-opaca e outra liquida-clara. A proporção desses componentes na geléia real é aproximadamente 1:1, no entanto, varia com a idade das abelhas, sendo que a primeira secreção é produzida em maior quantidade por abelhas com idade media de 12 ± 2 dias e a segunda, por abelhas mais velhas com 17 ± 2 dias. A geléia real das glândulas hipofaringeanas é alimento das larvas das 3 castas até 3 dias de idade (CAMARGO, 1997).

Larvas de operárias são alimentadas até o terceiro dia com um alimento chamado geléia de operária, que contém menor quantidade de açúcares e maior quantidade de secreção das glândulas hipofaringeanas, numa proporção de 1:3 ou 1:4 e depois do terceiro dia passam a receber alimento menos nutritivo que além da secreção clara, possui um composto amarelado que contem pólen, mel e água; as larvas de zangão recebem uma maior quantidade de pólen. A alimentação é progressiva, posta num ritmo de mais de 200 visitas por dia para cada célula, onde o número de alimentações por hora aumenta na medida em que a larva envelhece (HAYDAK, 1970; CAMPOS, et al., 1987; PEREIRA et al., 2003; SALOMÉ, 2009).

O alimento da larva destinada a ser rainha difere em quantidade e composição daquele dado as larvas de operárias e zangões; a futura rainha depende de alimento mais nutritivo para desempenhar suas funções de reprodutora na colméia. Larvas de rainha com mais de três dias de idade são alimentadas com a secreção branca e depois dos quatro dias em diante recebem mais do componente claro até a operculação do alvéolo no quinto dia. As larvas são criadas em células especiais e alimentadas ao longo da vida larval com abundância de geléia real, sendo que até mesmo depois de fechada a célula elas possui alimento (HAYDAK, 1970; CAMARGO, 1997).

Na fase de pupa as crias não se alimentam e começam a depender nutricionalmente de si mesmas, obtendo os nutrientes das reservas acumuladas durante o período larval (COSTA et. al 2007; SALOMÉ; 2009).

1.4 Alimentação das abelhas adultas

As necessidades alimentares das abelhas *Apis* adultas difere entre as castas, com a idade e época do ano (PEREIRA, 2005). Aparentemente as abelhas adultas precisam somente de carboidratos para o suprimento de energia, enquanto as proteínas são obtidas pelo catabolismo dos depósitos corporais acumulados durante o desenvolvimento larval. Treze por cento do peso das abelhas recém nascidas é constituído por proteínas (HAYDAK, 1970; BRIGHENTI, 2009; SALOMÉ, 2009).

No entanto, alguns autores afirmam que depois de emergir durante as primeiras duas horas na colônia, algumas operárias já começam a consumir pólen, chegando a utilizar em sua alimentação uma grande quantidade durante os primeiros cinco ou seis dias de vida; recebem alimentação constituída de mistura de pólen e néctar ou mel. Os zangões jovens de 1 a 8 dias de idade são alimentados principalmente por operárias jovens com uma mistura composta por secreção glandular, pólen e mel, semelhante á geléia das operárias. Este tipo de alimentação é seguido por um período, no qual os zangões alimentam-se por eles mesmos com mel dos favos e ocasionalmente são alimentados por operárias. A geléia real é utilizada como alimento pelas abelhas adultas com até 18 dias de idade e pela rainha durante toda sua vida (HAYDAK, 1970; CAMARGO, 1997; PEREIRA et al., 2003; COSTA et al., 2007).

Estudando a importância do pólen para as abelhas adultas, Haydak (1967) verificou que numa colônia com abelhas emergentes e com favos contendo mel e pólen, as abelhas desenvolveram seus corpos e começaram a produção de cria normalmente. No entanto, numa outra colônia contendo favos com cria fechada, sem mel e pólen, mantidas somente com água e solução açucarada observou-se que a rainha e as abelhas nutrizes continuaram trabalhando normalmente por uma semana, e depois desse período todas as larvas foram inviáveis para alcançar a maturidade, mostrando que as abelhas adultas podem produzir crias quando alimentadas com dieta exclusiva de carboidratos, mas por curto período de tempo e para a produção de alimento larval elas utilizam seus próprios tecidos corporais.

1.5 Alimentação artificial em abelhas africanizadas

O fundamento da exploração apícola é baseado na vegetação existente em uma localidade (SILVEIRA, 1987; PEREIRA, 2005; SALOMÉ; 2009). Em condições ambientais desfavoráveis, quando há falta ou escassez de alimento no campo, os enxames ficam enfraquecidos (PEREIRA et al., 2003; CASTAGNINO et al. 2004; COELHO et al., 2008; SILVA, 2008) e migram em busca de locais onde os alimentos são mais abundantes, o que compromete a produção de mel da safra seguinte, sendo necessária uma nova coleta de enxames (PEREIRA, 2005; TOLEDO et al., 2006; BRIGHENTI, 2009).

Enxames enfraquecidos apresentam uma 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 (PEREIRA et al., 2003; OLIVEIRA; CUNHA, 2005; SANTANA; SILVA JÚNIOR; MESAGEM, 2006; PEREIRA et al., 2006).

A quantidade de alimento necessário depende da quantidade de cria e do número de abelhas adultas existentes na colméia, sendo importante à presença de muitas abelhas operárias para coletar alimentos e alimentar as crias e a rainha. A coleta de pólen é determinada pelo número de crias, sendo possível observar um crescimento na área de pólen, quando existe um aumento na demanda do alimento glandular. No entanto, o tipo de alimento que as abelhas coletam também depende da disponibilidade do mesmo no ambiente. Quando há uma baixa disponibilidade, de alimento na natureza observa-se que em sua busca as operárias desgastam-se muito, diminuindo seu tempo de vida (OLIVEIRA; CUNHA, 2005; SANTANA; SILVA JÚNIOR; MESAGEM, 2006; SILVA, 2008; PEREIRA, 2009). No entanto, em alguns casos, devido a uma redução no metabolismo nas épocas de escassez de alimentos a longevidade das abelhas pode chegar a ser até duas vezes maior que o tempo encontrado nas épocas de abundância de alimentos (PEREIRA et al., 2007).

Quando a oferta de pólen na natureza encontra-se diminuída por longos períodos, as abelhas utilizam principalmente carboidratos como seu único alimento (HAYDAK, 1970) sendo que uma colméia normalmente é capaz de sobreviver durante o inverno com 10 kg de mel (SALOMÉ, 2009). Como as abelhas têm uma dependência extrema por substâncias açucaradas produzidas pelas plantas, quando

ocorre escassez destas, pode ocorrer à morte da colônia ou abandono, ocorrendo o inverso em épocas de floradas intensas (SILVEIRA, 1987; SILVA, 2005a).

Quando diminui a oferta de alimento protéico pode ocorrer canibalismo, e as abelhas adultas para manter seu teor de proteína corporal estável, passam a consumir a cabeça das crias que estão na forma de pré-pupa, ou em casos extremos o abdômen das outras abelhas adultas, devido a alta concentração de nitrogênio encontrada nestes órgãos (SALOMÉ, 2009).

O produtor deve estar atento para o estado geral da colônia, e dependendo da quantidade de cria e da quantidade e qualidade de pólen e néctar, poderá ser necessária alimentação artificial de acordo com a região e o objetivo (PEREIRA, 2009).

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, 2008). Essa alimentação artificial, além de evitar a desnutrição e o estresse, ajuda a prevenir doenças e ataques de inimigos naturais (PEREIRA, 2009), permite melhores condições de sobrevivência, impedindo a mortalidade por fome e o abandono da colméia (SILVEIRA, 1987; LENGLER, 2003; PEREIRA et al., 2008; BRIGHENTI, 2009), sendo mais efetiva nas épocas de maior escassez de alimentos (PINTO et al., 2008).

Segundo Dias e colaboradores (2008), a alimentação artificial é um fator positivo, já que pode servir como estratégia para antecipar e aumentar a produção de mel. Com o uso de alimentação artificial entre 30 e 45 dias antes das floradas, há um aumento da população de abelhas, resultando em uma maior produtividade de mel por enxame no período de safra (SANTANA; SILVA JÚNIOR; MESAGEM, 2006).

A alimentação artificial é uma das principais ferramentas utilizada pelos apicultores para regular a população das colméias (SALOMÉ; 2009). Pinto e colaboradores (2008) concordam que a alimentação artificial pode ser uma importante ferramenta para a apicultura, não só incrementando a reprodução, através do aumento da postura da rainha, quanto à produção, já que contribui para um maior depósito de reserva de alimento. Lengler (2003) aponta que a alimentação artificial é de vital importância para o equilíbrio nutricional das abelhas, por

possibilitar a redução das perdas das áreas de cria e mel, e promover maiores produções de pólen.

Segundo Pereira (2009) a alimentação das abelhas se faz necessária nos seguintes casos: em serviços de polinização de algumas culturas; em períodos de produção de rainhas e pólen; para manter e aumentar o número de colônias no apiário; para recuperação de colônias enfraquecidas; produção de zangões para acasalamento das rainhas; para incrementar a produção de geléia real e cera; e durante períodos de floração de plantas tóxicas, com o objetivo de desviá-las dessas fontes de alimento.

Segundo Silva (2008) a alimentação artificial só deve ser fornecida quando existe uma carência de alimento na colméia. Coelho e colaboradores (2008) afirmam que é uma alternativa que eleva os custos devido à aquisição dos ingredientes e mão de obra.

O desconhecimento de ingredientes que podem ser oferecidos como ração para as abelhas e a falta de recursos para adquirir-los, impede a alimentação das colônias nos períodos necessários. Os produtos regionais podem ajudar a resolver parcialmente esses problemas (PEREIRA et al., 2006; PEREIRA, 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, 2008).

Os suplementos são substâncias utilizadas para reforçar os alimentos naturais, enquanto os substitutos são aqueles alimentos que tentam substituí-los completamente (HAYDAK, 1970; SALOMÉ; 2009; SAFFARI; KEVAN; ATKINSON, 2010). Cuidados especiais devem ser tomados ao utilizar os alimentos artificiais, visando garantir que não deixem resíduos no produto final e assegurando tanto a saúde das abelhas, quanto a saúde humana (PINTO et al., 2008).

O apicultor precisa identificar qual a principal necessidade da colméia: deficiência de pólen deve ser suprida com dieta suplementar ou substituta rica em proteínas e deficiência de néctar deve ser suprida com alimentação energética ou substitutos do mel. Nestes casos, o apicultor pode alimentar as colméias em períodos prolongados de escassez de alimentos para manter a população, bem como estimular o aumento da população antes das floradas de interesse (COUTO, 1998).

1.6 Alimentação artificial energética

Também conhecida como suplementação alimentar de subsistência, é utilizada em condições de laboratório ou de campo, com o objetivo de proporcionar aos insetos adultos uma maior longevidade e poder manter as colônias com uma elevada densidade populacional. As dietas artificiais com alto teor de carboidratos estão compostas normalmente por açúcares simples, mel e água, sendo fornecidas em alimentadores especiais na forma de xarope concentrado, normalmente os açúcares encontram-se dissolvidos em água, numa proporção de 1:1 ou 3:2 (SILVEIRA, 1987; COUTO, 1998; LENGLER, 2003; BRIGHENTI; BRIGHENTI; CARVALHO, 2006; PINHEIRO, et al., 2009).

Para determinar os requerimentos de carboidratos foi comparada a longevidade das abelhas *A. mellifera* com varias soluções açucaradas, demonstrando que as dietas compostas por soluções aquosas de sacarose a 50%e acido cítrico a 1% permitem um tempo médio de vida de 210 horas aproximadamente, conseguindo uma longevidade significativamente superior quando comparada com as outras dietas ou com as abelhas que só receberam água (HAYDAK, 1970; BRIGHENTI; BRIGHENTI; CARVALHO, 2006).

Entre as formulas testadas a de maior aceitação, consumo e palatabilidade foi o açúcar invertido, inclusive sendo mais bem aceito que o mel. Quando se ferve o xarope para obter o açúcar invertido é recomendável que o tempo total de permanência no fogo seja de 20 minutos para 5 Kg de açúcar e para grandes quantidades, como por exemplo: 50 Kg de açúcar e 25 litros de água, a permanência no fogo poderá ser de até 60 minutos. O xarope de açúcar invertido pode ser preparado com acido tartárico ou acido cítrico, que agem como a enzima invertase da saliva da abelha, transformando a sacarose em glicose e frutose (LENGLER, 2003; PEREIRA et al., 2003).

A suplementação energética deve ser ministrada somente nos momentos críticos e nas quantidades adequadas, já que poderá ser misturada ao mel armazenado que terá assim sua qualidade prejudicada. (SILVEIRA, 1987).

Em um alimento energético poderá ser incorporada proteína, permitindo melhor desenvolvimento da cria no inverno ou na entre safra. Alguns apicultores utilizam o açúcar existente em outros alimentos, como a rapadura e a vagem de algaroba, para fornecer um alimento energético e protéico ao mesmo tempo (SILVEIRA, 1987; LENGLER, 2003; PEREIRA et al., 2003).

1.7 Alimentação artificial protéica

Também conhecida como suplementação alimentar estimulante, tem por finalidade estimular a produção de crias e normalmente é fornecida 40 dias antes dos grandes fluxos nectaríferos. Para que ocorra um aumento na postura da rainha é necessário de alimentação protéica, já que permite uma maior produção de geléia real por parte das operarias jovens, com a qual irão alimentar as larvas e a rainha (SILVEIRA, 1987; LENGLER, 2003).

A oferta de carboidratos é o principal estímulo para a postura de ovos em uma colônia, porém as crias só conseguiram se desenvolver mediante uma alimentação balanceada de proteína e energia, sendo possível observar que um maior acúmulo de alimento é seguido por um aumento na área de cria (PINTO et al., 2008; PINHEIRO, et al., 2009).

Durante algumas floradas, apesar da abundancia de néctar, se não houver alimento protéico as famílias ficam enfraquecidas, há uma diminuição na produção de crias, não há produção de mel, aumenta notavelmente a mortalidade e a população declina rapidamente. As abelhas jovens mostram baixos teores protéicos na hemolinfa e uma diminuição do conteúdo de Nitrogênio do corpo, sendo estes parâmetros utilizados para determinar eficiência da fonte protéica e o crescimento do corpo dos animais adultos respectivamente (HAYDAK, 1970; PEREIRA, 2005; DE JONG et al., 2009).

É possível se obter bons resultados com substitutos ou suplementos de pólen quando colocados semanas antes que haja pólen natural disponível. Os suplementos protéicos produzem um aumento na produção de cria, porém, há uma diminuição no desenvolvimento das glândulas hipofaringeas, sendo proporcional ao tempo de armazenagem do pólen. No entanto, a alimentação com substitutos de pólen não produz nenhum efeito negativo sobre as abelhas, nem influencia a qualidade da secreção de geléia real permitindo que as operarias possam chegar a manter a produção de cria durante mais tempo. Embora os valores de consumo possam provar a palatabilidade do alimento protéico, o valor nutricional deve ser avaliado, já que em períodos de escassez de alimento as abelhas coletam substâncias de consistência parecida com o pólen como: terra, pó de carvão e

alimento para aves, que não suprem os requerimentos nutricionais (SALOMÉ; 2009; DE JONG et al., 2009).

Em dietas sem vitaminas as abelhas que emergem desenvolvem seus corpos e suas glândulas hipofaringeanas normalmente, porém, as larvas não crescem além de dois ou três dias e então desaparecem (HAYDAK, 1970). Quando operárias adultas receberam dietas enriquecidas com vitamina C, as taxas de sobrevivência das crias foram muito superiores comparadas com abelhas alimentadas com dietas deficientes nessa vitamina. Crias alimentadas com dietas isentas de gorduras apresentam aumento da taxa de mortalidade na fase de pré-pupa ocorrendo falhas na formação do casulo (COUTO, 1998).

Embora o fornecimento dos aminoácidos essenciais para as abelhas seja importante, são escassos os estudos sobre o fornecimento de proteínas informando a composição correta de aminoácidos (PEREIRA et al., 2008). Deve ser dada atenção também nas vitaminas contidas nos alimentos para abelhas, sendo estas importantes na vida do inseto (HAYDAK, 1936).

Em um estudo para determinar um substituto eficaz para o pólen, Haydak (1936) utilizou sangue em pó, farinha integral de trigo, caseína comercial, peixe, farinha integral de aveia, farinha de milho, farinha de ervilha, semente de algodão, carne, e determinou em abelhas recém emergidas parâmetros como: mortalidade, mudanças no peso, conteúdo de nitrogênio no tórax, peso e conteúdo de nitrogênio nas crias produzidas, atividade de construção e produção de cria. Concluiu que as abelhas alimentadas com dietas com caseína comercial e carne desenvolvem seus corpos praticamente na mesma proporção de matéria seca e nitrogênio que as alimentadas com pólen, enquanto as abelhas que receberam os outros substitutos mostraram desenvolvimento corporal menor durante os primeiros oito dias de idade.

As dietas mais usadas para fornecer proteínas são misturas contendo farinha de soja, leite desnatado em pó e levedura de cerveja (HAYDAK, 1970; PEREIRA et al., 2008; PEREIRA, 2009; SALOMÉ, 2009) numa proporção de 3:1:1, sendo muito utilizada em todo Estados Unidos e com grande satisfação por parte dos apicultores (HAYDAK, 1967). Também são utilizados outros ingredientes como: gema de ovo em pó (HAYDAK, 1945; SILVEIRA, 1987) farinha láctea (PERLIN, 1999) e farinha de trigo (COUTO, 1998).

Alguns produtos comerciais são utilizados no Brasil por apicultores como substitutos de pólen para abelhas, o Purilac (sucedâneo para bezerros da marca Purina), o Promotor L (suplemento aminoácido vitamínico para alimentação animal)

e a ração MAT, da empresa Cia da Abelha (PEREIRA, 2005; PEREIRA et al., 2006; CIA DA ABELHA, 2009). Atualmente podem ser encontrados nos Estados Unidos e Canadá substitutos de pólen específicos para abelhas como: Bee-Pro e TLS Bee food, a base de soja, e o Feed-Bee (DE JONG et al., 2009; SAFFARI; KEVAN; ATKINSON, 2010).

Alguns alimentos regionais já foram utilizados em dietas como substitutos para fornecer proteínas para abelhas, como abobora, mandioca, feno de mandioca, feno de leucena, pó de folhas de feijão, farelo de babaçu, farinha de vagem de algaroba, levedura de cana-de-açúcar, leite, massa de jatobá, torta de babaçu, farinha de casca e semente de acerola, farinha de arroz, fubá e farinha de milho e farinha de vagem de bordão-de-velho, entre outros (PEREIRA et al., 2003; PEREIRA et al., 2006; PEREIRA, 2009; DE JONG et al., 2009).

Segundo Pereira e colaboradores (2007) a maioria dos alimentos protéicos alternativos fornecidos para abelhas é ministrado sem que haja um respaldo de pesquisas sobre sua viabilidade ou análises sobre a existência de um possível efeito tóxico do alimento, pois a existência de toxicidade pode prejudicar o apicultor em suas atividades, matando suas colônias. Nos estudos realizados por vários autores, a vagem de algaroba, os fenos de mandioca e de leucena, o farelo de babaçu, e o sucedâneo de leite para bezerros não se mostraram tóxicos, mas a farinha de bordão-de-velho (*Pithecellobium* cf. *saman*) não deve ser fornecida, pois aparentemente a taxa de açúcar na vagem confere propriedade higroscópica a dieta, que absorve água do meio ambiente e forma uma textura pegajosa, grudando no corpo das abelhas e matando-as asfixiadas.

Alguns ingredientes regionais possuem baixo custo, mas necessitam ser processados para ser fornecidos às abelhas, como no caso do farelo de babaçu que é um subproduto da extração industrial do óleo de babaçu (PEREIRA et al., 2006). É Importante que os farelos estejam bem moídos para que não sejam rejeitados pelas abelhas (COUTO, 1998; PEREIRA et al., 2003).

Ainda que nos períodos de escassez de alimentos exista um maior forrageamento dos substitutos de pólen por parte das abelhas, elas normalmente não coletam ou consomem os substitutos em quantidade suficiente para a manutenção da colméia, porque geralmente há uma falta de atrativo e quando comparados com o pólen são colhidos em menor quantidade, sendo que o consumo de pólen chega a ser duas vezes superior (HAYDAK, 1967; CASTAGNINO et al. 2004; SALOMÉ; 2009).

Normalmente a aceitação e eficiência das dietas podem ser melhoradas e consumidas satisfatoriamente quando adicionadas outras substâncias como: açúcar refinado, xaropes, essências, mel e pólen (SILVEIRA, 1987; PEREIRA et al., 2003; PEREIRA et al., 2006; SALOMÉ; 2009). No entanto o pólen é caro e transmite doenças (DE JONG et al., 2009; SAFFARI; KEVAN; ATKINSON, 2010).

As fontes de proteína utilizadas como substitutos devem considerar: a palatabilidade, conteúdo nutricional, requerimentos das abelhas e eficácia dos materiais (SAFFARI; KEVAN; ATKINSON, 2010). Nenhum dos produtos chega a ser suficiente para substituir totalmente o pólen e sua palatabilidade (COUTO, 1998; PEREIRA, 2005), porem algumas formulações com substitutos apresentam resultados semelhantes ou superiores que o pólen puro, sem transmissão de doenças e com baixo custo (SILVA, 2008; DE JONG et al., 2009).

Por ultimo é aconselhável oferecer os substitutos primeiro fora da colméia, para permitir que as abelhas nutrizes se familiarizem com o cheiro e sabor do alimento que trazem as abelhas campeiras (HAYDAK, 1967; 1970; SALOMÉ, 2009). É necessário realizar mais estudos que permitam encontrar rações que sejam fagoestimulantes e propiciem o desenvolvimento das colônias (PEREIRA et al., 2008).

1.8 Métodos utilizados para medir o desenvolvimento de colônias de abelhas

Alguns apicultores utilizam as populações de abelhas adultas e crias para medir a força da colônia. A estimação da força da colônia provê uma informação instantânea no tempo sobre: o tamanho da colônia, estado alimentar e produção de cria, sendo útil para poder adaptar medidas de manejo (NASR, et al., 1990; EMSEN, 2006).

Muitas técnicas utilizadas para determinar a força das colônias consomem muito tempo, requerem pessoas com experiência e causam perturbação excessiva na colônia, especialmente durante os dias frios, chuvosos, podendo chegar a lesionar ou matar as rainhas como resultado da manipulação e prolongada exposição dos quadros. Este manejo também deve ser realizado em determinadas horas do dia, dependendo das condições ambientais. Nos métodos menos intensivos não é necessário remover os quadros da colméia, são econômicos, simples, fácies de realizar, não variam muito com o observador, produzem distúrbios

mínimos na colônia e requerem menor número de pessoas para serem realizados, além de serem de 6 a 10 vezes mais rápidos que os métodos intensivos. No entanto, são recomendados apenas para serviços de polinização, nos quais são avaliadas um grande numero de colônias (NASR, et al., 1990).

O critério mais importante nos estudos científicos e no manejo apícola é o potencial reprodutivo da colônia. A produção de cria pode ser medida estimando as áreas de crias abertas e fechadas contidas nos favos. As técnicas para estimar o desenvolvimento das colônias de abelhas requerem bastante treino para ser usadas, mas são rápidas e precisas. Para estimar a área total em polegadas quadradas de células de cria fechada ou do total de cria (ovo, larva e pupa) na colônia, normalmente são feitas medidas utilizando uma grade de arame com quadrados de uma polegada quadrada que é colocada sobre o quadro de cria (AL-TIKRITY et al., 1971; NASR, et al., 1990; EMSEN, 2006; SILVA; FREITAS, 2004; KNOPP et al., 2006; COSTA et al., 2007; PEREIRA et al., 2008).

A utilização de fotos digitais e analise computacional das mesmas é de grande utilidade para analisar as áreas de crias, e com pratica pode ser eficiente e efetiva, sendo menos invasiva que os estudos que utilizam a grade de arame. Para as analises computacionais podem ser utilizados programas como: Quantiporo V 1.0, Campeiro, SITTER 1.0 e Adobe Photoshop (CASTAGNINO et al. 2004; 2006; EMSEN, 2006; KNOPP et al., 2006; SAFFARI; KEVAN; ATKINSON, 2010; SILVA et al., 2010).

2 OBJETIVOS

2.2 Objetivo Geral

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de investigar diferentes misturas alimentares que poderão ser utilizadas no período de chuvas como suplementação alimentar em abelhas *A. mellifera* para manter e/ou melhorar a produção apícola no Estado de Roraima.

2.3 Objetivos Específicos

- Avaliar a influência de diferentes dietas na produção de mel, pólen e área de cria de abelhas africanizadas;
- Estabelecer qual é a melhor mistura como suplemento alimentar para abelhas africanizadas em período de escassez de alimento no Estado de Roraima;
- Determinar a influência das variações climáticas como precipitação, temperatura e umidade, sobre o peso das caixas e o consumo das rações pelas abelhas africanizadas.

3 MATERIAL E METODOS

3.1 Localização da área experimental

A pesquisa foi realizada no período de 12 de abril a cinco de agosto de 2011 no Apiário Experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Roraima, localizado no Campus do Cauamé, bairro do Monte Cristo em Boa Vista, Roraima, nas coordenadas 02º 52’ 179’’ N e 60º 42’ 969’’ W em uma pequena ilha de mata (figura 4).

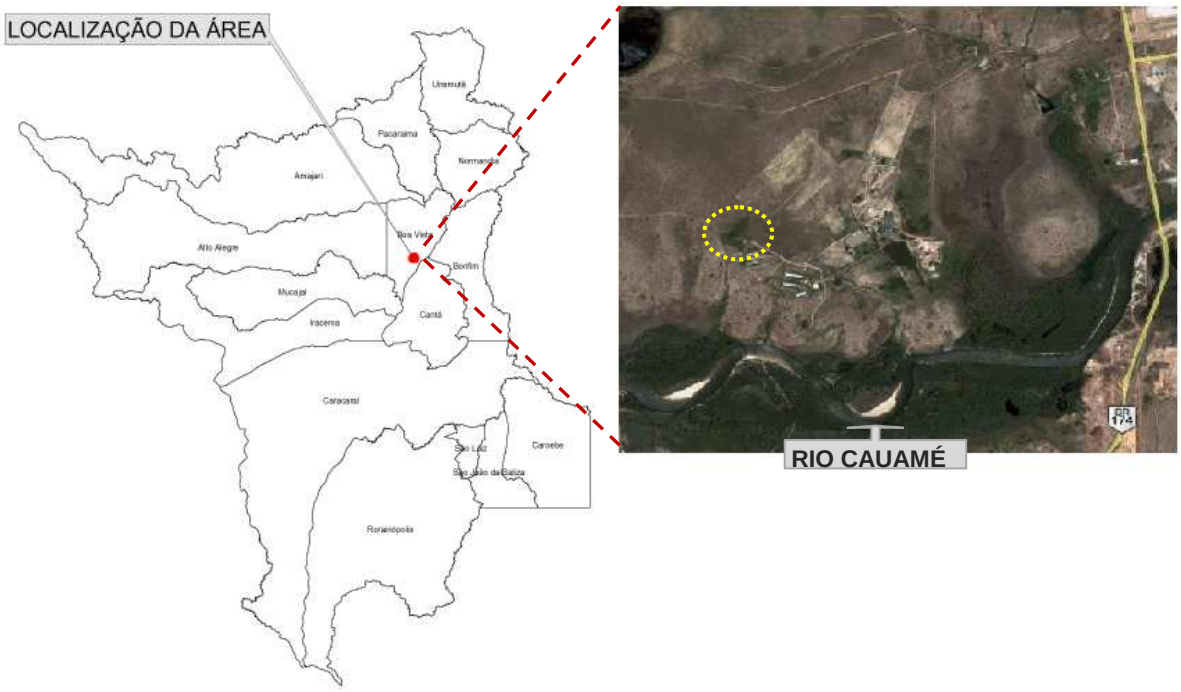


Figura 4 - Localização do Apiário Experimental da UFRR, Roraima.
Fonte: Benedetti (2007); Google Earth (2011).

A vegetação a partir do Apiário Experimental em um raio de 10 metros é caracterizada pela presença de arvores de médio porte, com 5 a 8 metros de altura formando uma pequena ilha de mata. Na medida em que se afasta do Apiário nos sentidos norte e oeste a vegetação varia de médio a pequeno porte, passando de uma Savana Parque para Savana Gramínea Lenhosa ou campo sujo. Ao Norte

encontra-se uma pequena lagoa com uma grande variedade de espécies vegetais em seu entorno. Ao leste do apiário, a vegetação encontrada é de Savana Graminosa e ao Sul a vegetação é de Savana Parque até a proximidade do Rio Cauamé (RESENDE, 2008).

3.2 Preparação das colônias

Foram utilizados 20 colônias de abelhas *A. mellifera* em colméias de modelo Langstroth, com dez quadros no ninho, uniformemente pintadas externamente, identificadas por numero e receberam uma telha de fibrocimento para proteção contra as chuvas. As colméias foram dispostas em duas fileiras distantes 5 metros, com espaçamento de 1,5 a 3 metros entre as caixas. Para reduzir as diferenças genéticas e de idade das rainhas, todas as colméias receberam rainhas novas, com a mesma idade, fertilizadas e provenientes de matrizes selecionadas. As rainhas foram introduzidas em 23 de fevereiro em gaiolas Benton nas colônias orfanadas, dois dias antes da montagem do experimento.

Oito dias após a introdução das rainhas realizou-se uma revisão das colônias para verificar se as mesmas haviam sido aceitas, e uma nova revisão foi realizada com quinze dias para verificar o inicio da postura. Logo após a padronização da postura pelas rainhas, as colméias foram padronizadas homogeinizadas com cinco quadros preenchidos com ovo, larva, pupa, mel e pólen e cinco quadros com cera alveolada nova.

3.3 Delineamento experimental

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições, sendo que cada unidade experimental foi uma colméia contendo dez quadros; todos os tratamentos receberam suplementação alimentar energética e as rações foram distribuídas da seguinte forma: T1 = testemunha (somente com alimentação suplementar energética); T2 = farelo de milho + farelo de soja tostada + farelo de arroz (em quantidades iguais); T3 = 30% de farelo de soja tostada + 19% de leite de soja desidratado + 20% farelo de milho + 31% açúcar cristal; T4 = 45% de farelo de soja + 40% farinha de pupunha + 15% açúcar cristal.

3.4 Preparação das dietas

Para a seleção dos componentes das dietas foram considerados alimentos comumente utilizados pelos apicultores, a facilidade em ser produzido ou encontrado na região e a preferência natural das abelhas, de acordo com observações referidas por apicultores. As rações formuladas foram isoprotéicas com um conteúdo de proteína bruta de 23% (tabela 1).

Tabela 1 - Dados bromatológicos dos ingredientes das rações experimentais.

INGREDIENTES	PB (%)	EE (%)	EM (kcal)
Farelo de soja	45,00	6,00	3.378,00
Farelo de arroz integral	13,00	13,00	2.762,00
Milho triturado	9,00	3,28	3.493,00
Leite de soja desidratado	41,00	10,00	429,00
Açúcar cristal	-	-	3.500,00
Pupunha - polpa desidratada	5,00	9,20	1.690,00

PB= Proteína Bruta; EE= Energia Metabolizável; EM= Energia Metabolizável.
Fonte: NUNES, I.J.

A pupunha foi cozida, cortada em pedaços, levada a uma estufa de secagem a 60℃ com ventilação forçada, onde permaneceram por 48 a 72 horas até completa secagem. No preparo das rações os alimentos constituintes foram moídos em moinho tipo Willy e peneirados a 1mm em granulometria até a formação de uma farinha fina.

Semanalmente foi colocado para todas as colméias 600 ml de xarope de açúcar invertido preparado utilizando-se o método adaptado de Lengler (2000), onde para cada 5 Kg de açúcar cristal foi adicionado 5 litros de água; essa mistura foi levada ao fogo acrescentada com 5 g de acido cítrico e deixada ferver por 30 minutos.

3.5 Fornecimento das dietas

As dietas protéicas foram oferecidas *ad libitum,* em alimentadores individuais de cobertura (figura 5a) durante os meses de abril, maio, junho e julho nas seguintes datas: 12/04/2011, 01/05/2011, 15/05/2011, 09/06/2011, 02/07/2011 e 17/07/2011.

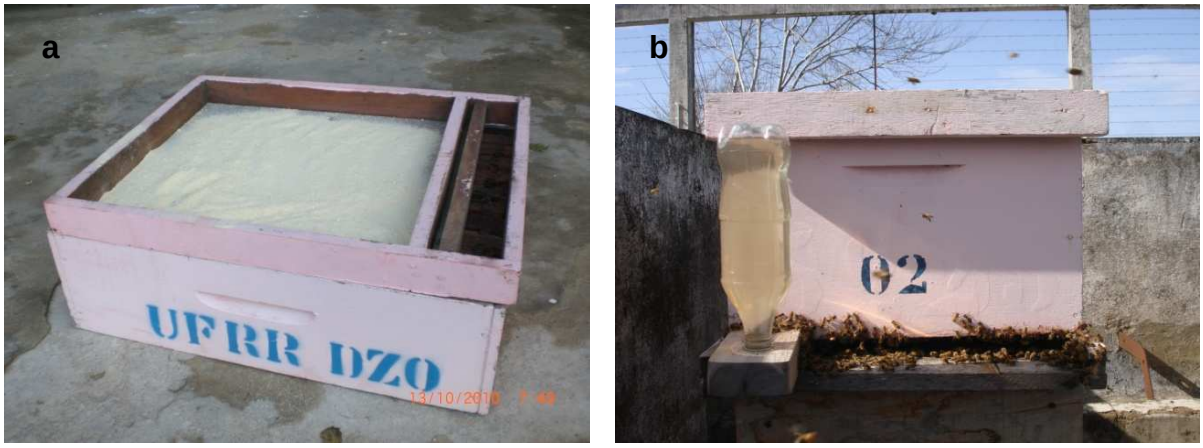


Figura 5 a) Alimentador individual de cobertura com suplementação protéica farinácea; b) Alimentador individual tipo Boardman com suplementação energética.

As abelhas receberam o xarope de açúcar invertido em alimentadores tipo Boardman (figura 5b) e tiveram a disposição água potável em bebedouro coletivo a 10 metros das colméias.

3.6 Avaliação das dietas

O desenvolvimento das colônias foi mensurado através do consumo de alimento, ganho de peso e áreas com crias e alimento.

O consumo de alimento foi calculado pela diferença entre o peso inicial do alimento colocado e as sobras encontradas nos alimentadores; com o somatório do consumo de cada mensuração foi obtido o consumo total das dietas.

A pesagem das colméias foi feita em uma balança com capacidade para 100 kg antes do fornecimento da ração; esse procedimento foi realizado sempre a partir das 18:00 horas, quando a maioria das abelhas campeiras já estava no interior das colméias; os alvados foram fechados com esponja, para não permitir a saída das abelhas até que se fizesse a pesagem das caixas.

A avaliação das áreas ocupadas por cria e alimento foi realizada no final do período experimental em 17/07/2011 e 05/08/2011 e utilizando-se o método adaptado de Al-Tikrity *et al.* (1971), que consiste em introduzir os quadros dentro de um suporte de madeira com arame esticado nas bordas, de maneira a formar quadrados de dois centímetros de lado com área de quatro centímetros quadrados (figura 6), quando foram retiradas fotografias de ambos os lados de cada quadro de cria com uma câmera digital (Nikon D5000).

Figura 6 - Suporte com quadro de cria para mensuração de acordo com metodologia adaptada de Al-Tikrity *et al.* (1971).

Realizou-se a contagem dos quadriculados que possuíam áreas com cria e alimento e o número de quadrados obtidos para os dois lados do favo foram multiplicados por 4 cm². As fotografias foram processadas com as metodologias adaptadas de Emsen e Knopp et al. (2006) por meio do programa computacional Adobe Photoshop CS2 e com ajuda de uma mesa digitalizadora (Pen Tablet *G*-pen 450 Genius). Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando constatada significância, as médias foram comparadas através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os resultados estatísticos foram avaliados por médio do programa estatístico GENES e do BioStat 2009.

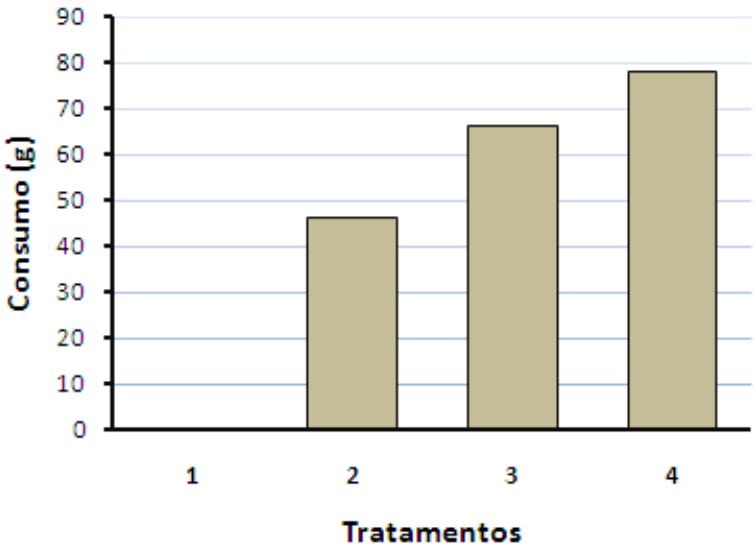
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados referen-se a 19 colonias, visto que durante o experimento foi perdida uma colônia do tratamento 1, que se tornou zanganeira, possivelmente devido á morte da rainha durante a manipulação das caixas.

4.1 Consumo de alimento

O xarope de açúcar invertido ofertado semanalmente foi consumido em sua totalidade, sendo possível observar que além do alimento fornecido às colônias, os favos apresentavam estoques de mel e pólen, demonstrando que os alimentos ofertados não constituíam a única fonte de alimentação para as colônias.

Durante o período experimental o consumo total das rações foi de 230 g para o tratamento 2, 235 g para o tratamento 3 e de 390 g para o tratamento 4, sendo que não houve consumo para o tratamento 1 já que somente recebeu alimentação energética (figura 7).



T1 = testemunha (sem suplementação alimentar protéica); T2 = farelo de milho + farelo de soja tostada + farelo de arroz (em quantidades iguais); T3 = 30% de farelo de soja tostada + 19% de leite de soja desidratado + 20% farelo de milho + 31% açúcar cristal; T4 = 45% de farelo de soja + 40% farinha de pupunha + 15% açúcar cristal.

Figura 7 - Consumo médio das rações por abelhas africanizadas.

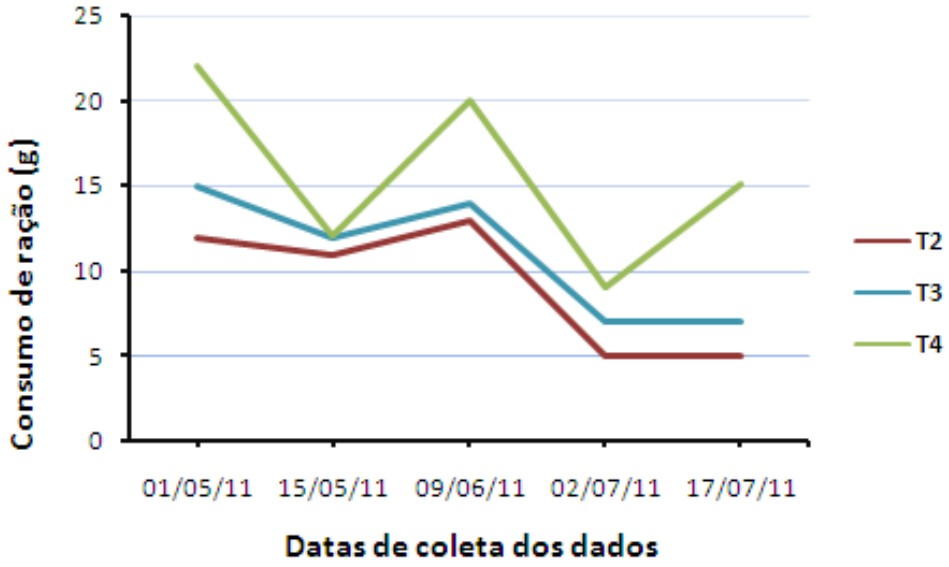
O tratamento 4 apresentou a maior media de consumo de ração, no entanto. Os consumos das rações dos tratamentos 2 e 3 não tiveram diferenças estatísticas significativas (tabela 2), quanto ao consumo de ração (P<0.05, F=10.88).

Tabela 2 – Datas de coleta de dados e médias de consumo de ração dos tratamentos estudados (g). Médias seguidas por letras semelhantes na mesma linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. P<0.05*.

Data de coleta de dados	Consumo médio de ração			
	T1	T2	T3	T4
01/05/11	—	12	15	22
15/05/11	—	11	12	12
09/06/11	—	13	14	20
02/07/11	—	5	7	9
17/07/11	—	5	7	15
Médias do consumo		9.2b	10.38b	15.6a
Consumo total		230	235	390

T1 = testemunha (sem suplementação alimentar protéica); T2 = farelo de milho + farelo de soja tostada + farelo de arroz (em quantidades iguais); T3 = 30% de farelo de soja tostada + 19% de leite de soja desidratado + 20% farelo de milho + 31% açúcar cristal; T4 = 45% de farelo de soja + 40% farinha de pupunha + 15% açúcar cristal.

Estudos demonstraram que o pólen apresenta melhor consumo e aceitação do que as dietas artificiais fornecidas, sendo, portanto, a palatabilidade o principal entrave na utilização de dietas para abelhas (HAYDAK, 1967; PEREIRA, 2005; SAFFARI; KEVAN; ATKINSON, 2010); no nosso estudo a oferta de pólen no ambiente sugere o baixo consumo das rações pelas abelhas durante o período experimental, sendo possível verificar que o menor consumo das três rações formuladas ocorreu no mês de julho que coincide com o final do período de chuvas, época na qual há uma maior oferta de alimento na natureza. As três dietas consumidas pelas abelhas apresentaram diferentes picos de consumo durante o período experimental, sendo encontrados os maiores consumos no começo do experimento e os menores consumos no final (figura 8).



T1 = testemunha (sem suplementação alimentar protéica); T2 = farelo de milho + farelo de soja tostada + farelo de arroz (em quantidades iguais); T3 = 30% de farelo de soja tostada + 19% de leite de soja desidratado + 20% farelo de milho + 31% açúcar cristal; T4 = 45% de farelo de soja + 40% farinha de pupunha + 15% açúcar cristal.

Figura 8 - Consumo médio das rações/período por abelhas africanizadas.

Segundo Silveira (1987), Castagnino e colaboradores (2004) e Salomé (2009) a aceitação e eficiência das dietas pode ser melhorada quando adicionadas substâncias atrativas; neste trabalho foi possível observar que as rações do tratamento 3 e 4 que foram as mais consumidas e possuíam 31% e 15% de açúcar refinado na sua composição, respectivamente, enquanto a ração do tratamento dois, que não continha açúcar refinado em sua composição, apresentou o menor consumo. No entanto, quando comparadas somente as rações dos tratamentos 3 e 4, é possível observar que a ração do tratamento 4 foi mais consumida embora possuísse menor porcentagem de açúcar, o que pode ser explicado possivelmente pelo tamanho das partículas encontrado nas rações, pois segundo alguns autores (COUTO, 1998; PEREIRA et al., 2003) é importante triturar bem os alimentos para que possam ser melhor aceitos pelas abelhas.

4.2 Ganho de peso

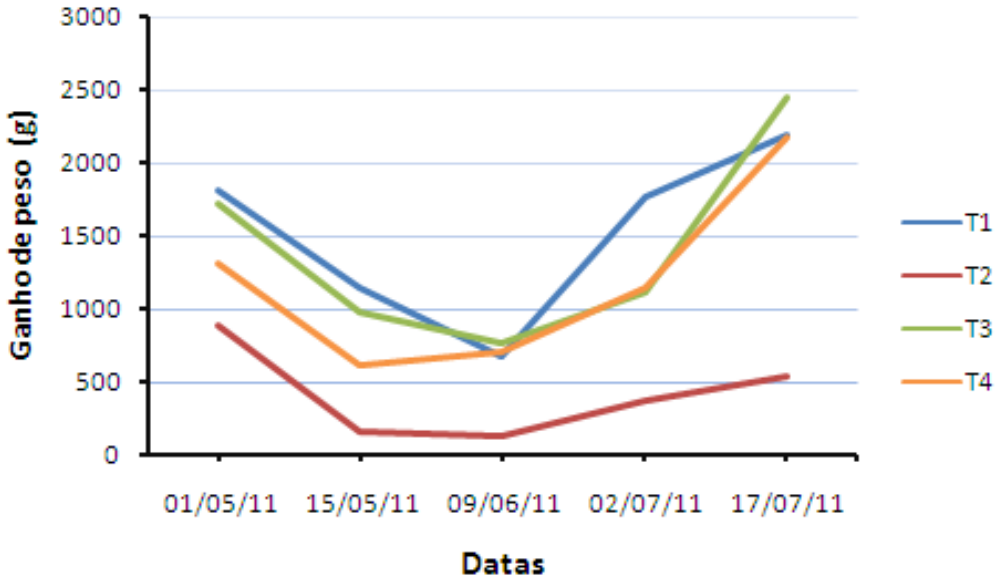
O peso inicial das colônias variou de 13,15 kg a 17,7 kg e o peso final variou de 15,1 kg a 21,03 kg. Ao comparar o peso inicial e final observou-se um incremento de 22% de todas as colônias. Foi encontrada diferença estatística significativa quanto ao ganho de peso entre as colônias do tratamento 1 e as colônias do tratamento 2, e não houve diferença estatística significativa ente o tratamento 3 e 4 (tabela 3).

Tabela 3 – Datas de coleta de dados e médias de ganho de peso dos tratamentos estudados (g). Médias seguidas por letras semelhantes na mesma linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. P<0.05*.

Data de coleta de dados	Médias do ganho de peso			
	T1	T2	T3	T4
15/05/11	1140	165	976	610
09/06/11	672	130	766	706
02/07/11	1774	374	1116	1134
17/07/11	2194	532	2440	2174
Médias do ganho de peso	1520a	417b	1404ab	1187ab

T1 = testemunha (sem suplementação alimentar protéica); T2 = farelo de milho + farelo de soja tostada + farelo de arroz (em quantidades iguais); T3 = 30% de farelo de soja tostada + 19% de leite de soja desidratado + 20% farelo de milho + 31% açúcar cristal; T4 = 45% de farelo de soja + 40% farinha de pupunha + 15% açúcar cristal.

A maior perda de peso ocorreu aos 15 dias e foi de 50%, sendo que durante o primeiro mês todas as colônias mostraram uma diminuição no peso de 60%. Nos meses seguintes as colônias mostraram um ganho de peso de 69%, sendo que o maior ganho de peso ocorreu os últimos 15 dias, quando as colméias tiveram um aumento médio de peso de 40% (figura 9).

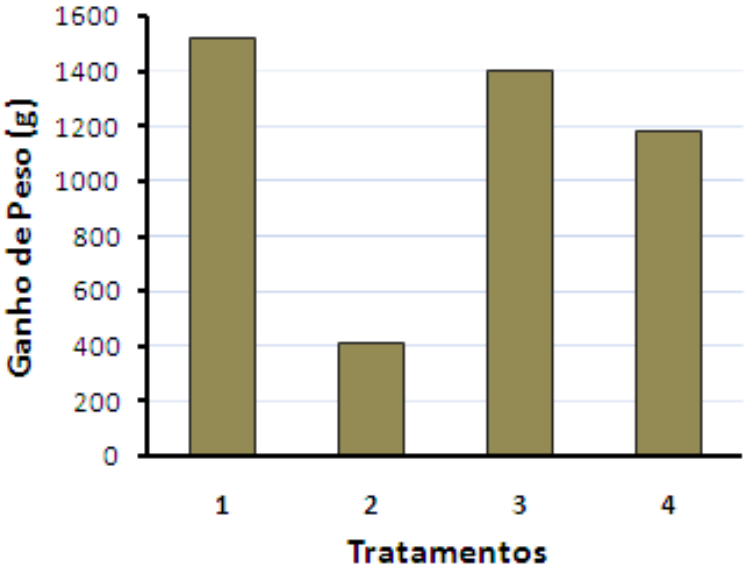


T1 = testemunha (sem suplementação alimentar protéica); T2 = farelo de milho + farelo de soja tostada + farelo de arroz (em quantidades iguais); T3 = 30% de farelo de soja tostada + 19% de leite de soja desidratado + 20% farelo de milho + 31% açúcar cristal; T4 = 45% de farelo de soja + 40% farinha de pupunha + 15% açúcar cristal.

Figura 9 - Ganho de peso em colméias de abelhas africanizadas de acordo com o período estudado.

Quando comparados os pesos iniciais e finais, o maior ganho peso foi observado nas colônias do tratamento 4 (40%); para as colônias do tratamento 3 o ganho de peso foi de 30% e para as colônias do tratamento 1, que receberam somente alimentação energética, o incremento no peso foi de 17%. No entanto, foi observada uma perda de peso no tratamento dois de 40%.

As médias do ganho de peso mostraram que o maior valor foi observado nas colônias do tratamento 1 e o menor valor nas colônias do tratamento 2 (figura 10).



T1 = testemunha (sem suplementação alimentar protéica); T2 = farelo de milho + farelo de soja tostada + farelo de arroz (em quantidades iguais); T3 = 30% de farelo de soja tostada + 19% de leite de soja desidratado + 20% farelo de milho + 31% açúcar cristal; T4 = 45% de farelo de soja + 40% farinha de pupunha + 15% açúcar cristal.

Figura 10 - Média do ganho de peso das colônias submetidas aos tratamentos experimentais.

Neste experimento foi observado que as colônias que receberam rações encontravam-se em melhores condições no fim da pesquisa, do que quando iniciadas as observações, o que corrobora com Pereira (2005). No entanto, não ocorreram diferenças significativas quanto ao ganho de peso, em concordância com o trabalho desenvolvido por Pereira e colaboradores (2006), embora, Pereira e colaboradores (2008) encontraram diferenças significativas no peso das colônias e observaram que os tratamentos estudados acarretaram uma perda de peso, independente da alimentação fornecida e, além disso, as maiores perdas de peso foram obtidas nas colônias que receberam somente alimentação energética contrariamente ao que aconteceu nesta pesquisa.

Foi verificado que a maior variação na média de peso ocorreu nas colônias do tratamento dois, com uma diminuição inicial de 85% e posteriormente um incremento de 75,6%. As menores variações foram encontradas nas colônias do tratamento quatro, com uma diminuição inicial de 46% e um incremento de 67,5%.

4.3 Precipitação pluviométrica de Boa Vista

A precipitação pluviométrica mensal (mm) em Boa Vista durante os sete primeiros meses de 2011 pode ser vista na figura 11 e em concordância com Silva (2006) o regime de chuvas concentrou-se nos meses de maio a agosto, período de desenvolvimento deste estudo.

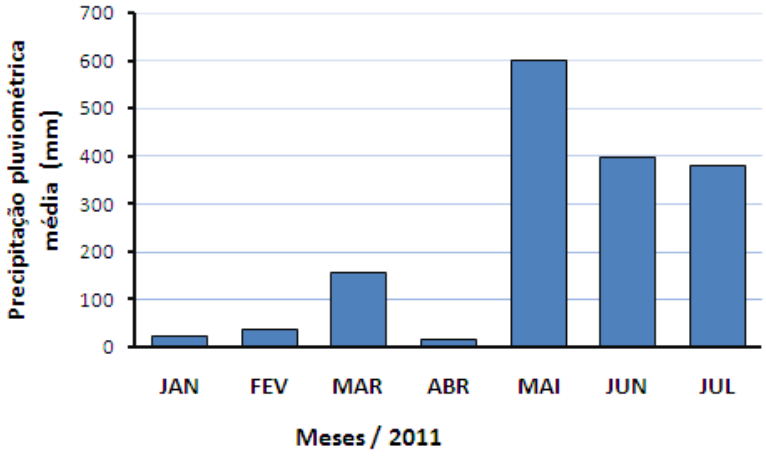


Figura 11 - Chuva acumulada mensal para Boa Vista no 2011.

4.4 Temperatura e umidade de Boa Vista

Os dados de temperatura máxima e mínima e de umidade relativa do ar nos sete primeiros meses de 2011 podem ser vistos na tabela 4 e na figura 12.

Tabela 4 – Médias mensais de temperatura e umidade relativa do ar em Boa Vista nos primeiros sete meses de 2011.

MÊS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
T°C	28.25	29.4	28.35	29.1	27.5	28.1	28.3
Umidade %	56	53.4	58.5	56.8	78.4	73.3	68.8

Fonte: Instituto Nacional Meteorologia - INMET-RR.

A temperatura mínima encontrada em Boa Vista, Roraima foi de 23,9℃ no mês de janeiro e a máxima de 33,8℃ no mês de abril , com uma media constante de 28,3℃ durante os sete primeiros meses de 2011 (fig ura 12). A maior umidade relativa do ar foi encontrada nos meses de maio (78,4%), junho (73,3%) e julho (68,8%), sendo também observadas as menores temperaturas durante estes meses.

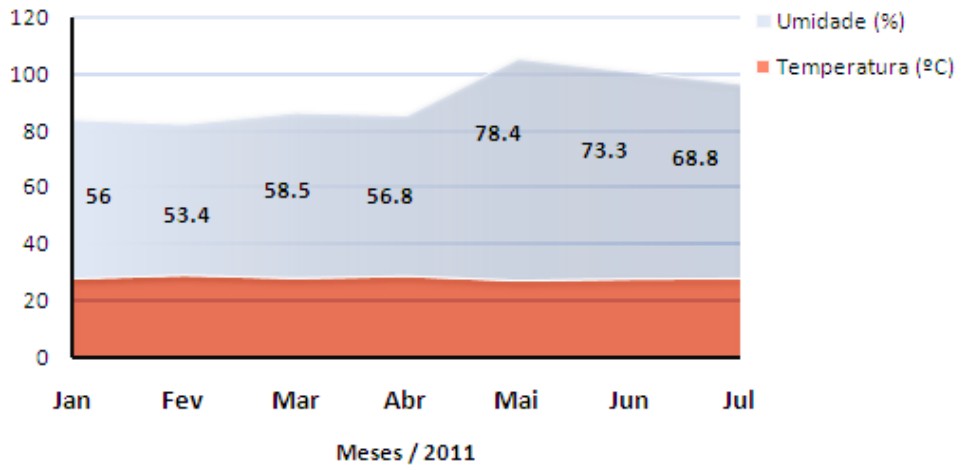


Figura 12 - Médias mensais de temperatura (℃) e de umidade rel ativa (%) do ar em Boa Vista nos primeiros sete meses de 2011.

Segundo Costa e colaboradores (2007) em temperaturas externas baixas e excesso de umidade relativa do ar, as abelhas diminuem sua população. Ao analisar as figuras 9 e 11, podemos perceber que no período de maio a julho de 2011 as colônias tiveram uma perda de peso, coincidindo com os meses que apresentaram a maior precipitação, a maior umidade relativa do ar e as menores temperaturas, o que corrobora com Pereira e colaboradores (2008) onde afirmaram que o excesso de umidade aumenta a mortalidade das crias e diminui o estoque de pólen.

4.5 Áreas de cria e alimento

Na tabela 6 se observa áreas de mel, pólen, realeiras, cria fechada e aberta de operária, cria fechada e aberta de zangão, sendo que na contagem de cria aberta considerou-se juntos ovo e larva. Os dados foram obtidos pelo somatório das áreas encontradas nas datas 17/07/2011 e 05/08/2011, período que coincidiu com a diminuição da precipitação pluviométrica na região.

Tabela 5 – Somatória das áreas (cm²) de cria e de alimento de abelhas africanizadas.

Tratamento	Repetições	Área de alimento		Áreas total de crias				
				Área de cria de operária		Área de cria de zangão		Realeiras
		Mel	Pólen	Aberta	Fechada	Aberta	Fechada	
T1	R1	853.70	469.26	1502.01	2237.51	0	0	0
T1	R2	2120.39	456.42	2178.76	3853.94	64.18	337.18	0
T1	R4	173.95	20.83	395.06	41.90	0	0.00	0
T1	R5	1359.81	551.55	0	823.09	0	403.42	0
T2	R1	197.65	14.68	180.92	490.16	0	0	0
T2	R2	16.15	39.30	11.03	953.52	0	0	0
T2	R3	105.68	86.69	18.96	782.73	0	0	0
T2	R4	897.26	7.17	0	0	0	0	0
T2	R5	1417.41	545.60	0	930.20	0	74.23	1.90
T3	R1	0	88.29	446.02	192.00	0	0	0
T3	R2	2166.88	229.36	920.75	1244.27	20.11	14.97	37.28
T3	R3	2668.27	1356.36	1025.27	3218.34	0	32.52	0
T3	R4	0	351.85	984.52	1932.77	0	0	0
T3	R5	181.84	0	157.59	881.94	0	0	0
T4	R1	706.68	45.77	81.27	875.05	0	0	0
T4	R2	491.54	27.70	123.16	449.06	0	0	0
T4	R3	260.46	422.41	310.94	2455.08	0	62.85	0
T4	R4	1697.31	172.86	123.49	744.46	0	0	0
T4	R5	329.64	166.98	860.01	1781.59	0	0	0

T1 = testemunha (sem suplementação alimentar protéica); T2 = farelo de milho + farelo de soja tostada + farelo de arroz (em quantidades iguais); T3 = 30% de farelo de soja tostada + 19% de leite de soja desidratado + 20% farelo de milho + 31% açúcar cristal; T4 = 45% de farelo de soja + 40% farinha de pupunha + 15% açúcar cristal.

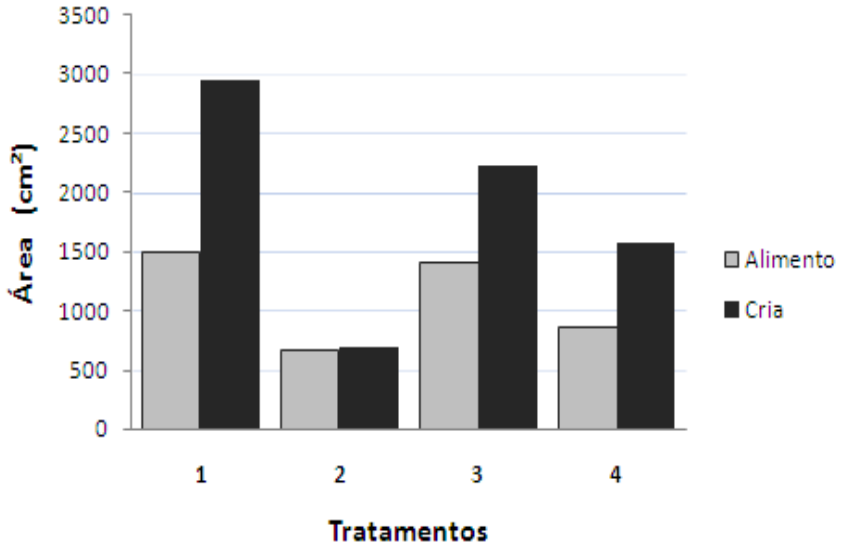
Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre as médias dos tratamentos para as áreas de cria e de alimentos (tabela 7). Embora as colônias tenham sido uniformizadas no inicio da pesquisa e mantidas sob condições similares com exceção dos tratamentos utilizados, a variância devida aos efeitos dos fatores não controlados superou a variância devida aos efeitos dos tratamentos. Pereira e colaboradores (2008) explicam que embora as rainhas sejam irmãs, o acasalamento das mesmas não pode ser controlado, fator que garante a variabilidade genética da espécie, no entanto, quando se mesuram índices zootécnicos essa variabilidade não é favorável às analises estatísticas e explicam a alta variação residual.

Tabela 6 – Medias das áreas totais (cm²) de cria e de alimento de abelhas africanizadas por tratamento.

VARIAVEIS	T1	T2	T3	T4	F	P	CV (%)
Área de mel	1126.96	526.83	1003.40	697.13	0.4494 n.s.	100.00	107,18
Área de pólen	374.52	138.69	405.17	167.14	0.8124 n.s.	100.00	126,03
Área de cria aberta de operária	1018.96	42.18	706.83	299.77	3.1345 n.s.	0.06	105,91
Área de cria fechada de operária	1739.11	631.32	1493.87	1261.05	0.9238 n.s.	100.00	85,03
Área de cria aberta de zangão	16.05	0.00	4.02	0.00	1.0793 n.s.	0.39	340,00
Área de cria fechada de zangão	185.15	14.85	9.50	12.57	3.1959 n.s.	0.05	303,79
Área de realeiras	0.00	0.38	7.46	0.00	0.8877 n.s.	100.00	418,07
Área de alimento	1501.48	665.52	1408.57	864.27	0.6126 n.s.	100.00	103,58
Área de cria total	2959.26	688.73	2221.67	1573.39	1.7672 n.s.	0.20	85,83

T1 = testemunha (sem suplementação alimentar protéica); T2 = farelo de milho + farelo de soja tostada + farelo de arroz (em quantidades iguais); T3 = 30% de farelo de soja tostada + 19% de leite de soja desidratado + 20% farelo de milho + 31% açúcar cristal; T4 = 45% de farelo de soja + 40% farinha de pupunha + 15% açúcar cristal; P = Probabilidades; F = Valor de F; CV (%) = Coeficientes de variação

É possível observar que as maiores áreas ocupadas por cria e alimento foram encontradas nas colônias do tratamento 1, que receberam apenas suplementação energética e as menores áreas foram encontradas nas colméias do tratamento dois (figura 13), o que confirma o trabalho de Silva e colaboradores (2010) onde colônias de abelhas africanizadas suplementadas unicamente com alimentação energética, apresentavam maiores ganhos nas áreas de mel, maior produção de pólen e maiores áreas de cria no final do experimento, quando comparadas com colônias suplementadas com alimentação energética e protéica.

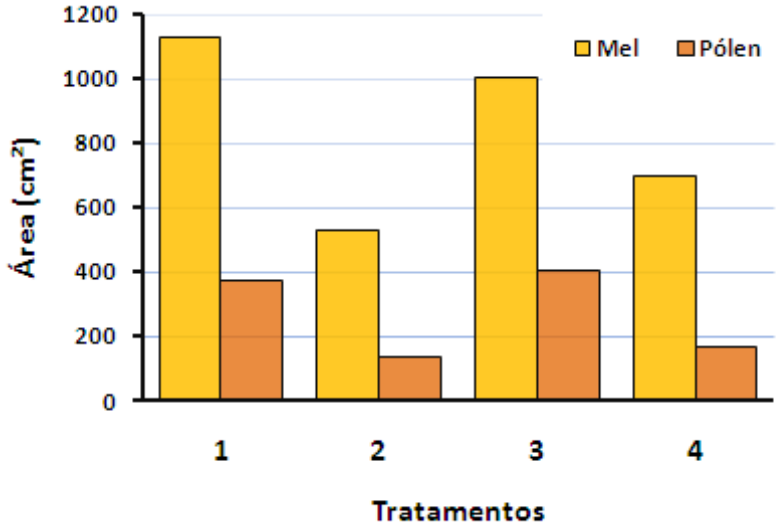


T1 = testemunha (sem suplementação alimentar protéica); T2 = farelo de milho + farelo de soja tostada + farelo de arroz (em quantidades iguais); T3 = 30% de farelo de soja tostada + 19% de leite de soja desidratado + 20% farelo de milho + 31% açúcar cristal; T4 = 45% de farelo de soja + 40% farinha de pupunha + 15% açúcar cristal.

Figura 13 - Médias das áreas (cm²) de cria e de alimento de abelhas africanizadas por tratamento.

Castagnino e colaboradores, (2004); Pinto e colaboradores, (2008); Pinheiro, e colaboradores, (2009) observaram que, a oferta de carboidratos é o principal estímulo para a postura de ovos em uma colônia e conduz a uma maior área de cria e conseqüentemente uma maior coleta de pólen. E Schafascheki e colaboradores (2008) explicam que, colônias suplementadas apresentam maior armazenamento de pólen na época em que a disponibilidade deste na natureza é menor e as condições climáticas são menos propícias para o desenvolvimento das mesmas, e que uma maior disponibilidade de alimento dentro das colméias suplementadas proveria as necessidades protéicas e energéticas das colônias.

As colônias do tratamento um apresentaram as maiores áreas ocupadas em todas as variáveis estudadas, com exceção da área de pólen, que foi maior para as colônias do tratamento 3 (figura 14), o que discorda de alguns autores, que afirmaram ocorrer uma diminuição da área de pólen (CASTAGNINO et al. 2004) e da área de cria de operária (PEREIRA et al., 2008) nas colônias durante a pesquisa.



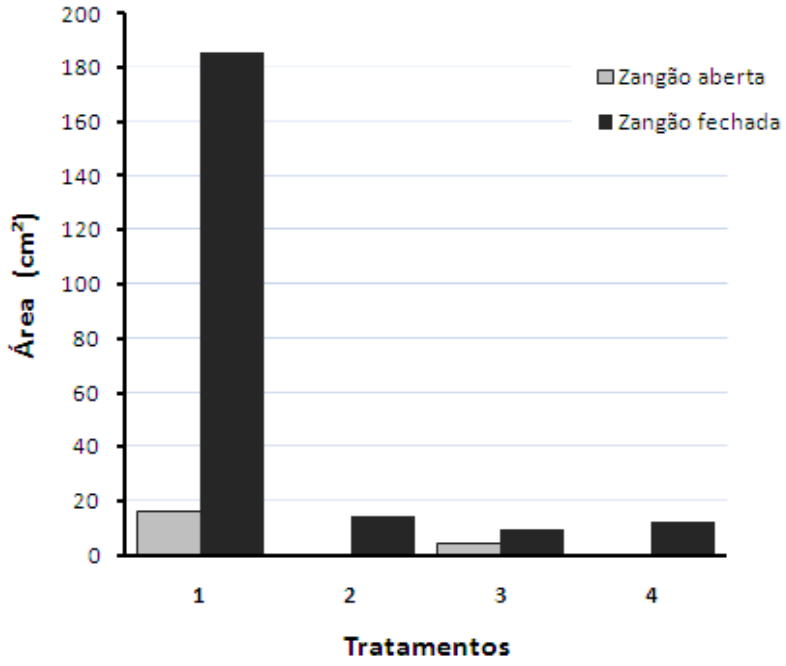
T1 = testemunha (sem suplementação alimentar protéica); T2 = farelo de milho + farelo de soja tostada + farelo de arroz (em quantidades iguais); T3 = 30% de farelo de soja tostada + 19% de leite de soja desidratado + 20% farelo de milho + 31% açúcar cristal; T4 = 45% de farelo de soja + 40% farinha de pupunha + 15% açúcar cristal.

Figura 14 - Médias das áreas de mel e pólen (cm²) por tratamento.

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

No entanto, Pereira e colaboradores (2008) não observaram diferença significativa entre os tratamentos para as áreas de cria de operária aberta, fechada e cria total, que durante a realização da pesquisa foram diminuindo gradualmente, além de grande quantidade de cria falhada nas colônias que não receberam alimentação protéica (PEREIRA et al., 2008). Em outras pesquisas que compararam diferentes tratamentos utilizando alimentos protéicos e pólen, não foi possível observar diferenças significativas entre as áreas de cria e alimento (COSTA et al., 2007; SAFFARI; KEVAN; ATKINSON, 2010).

As áreas de zangão encontradas nos tratamentos sugerem um bom estado reprodutivo das colônias, sendo esta uma característica para enxameação por reprodução, segundo Pereira (2009) onde demonstrou, que a suplementação alimentar aumenta a produção de zangões (figura 15).

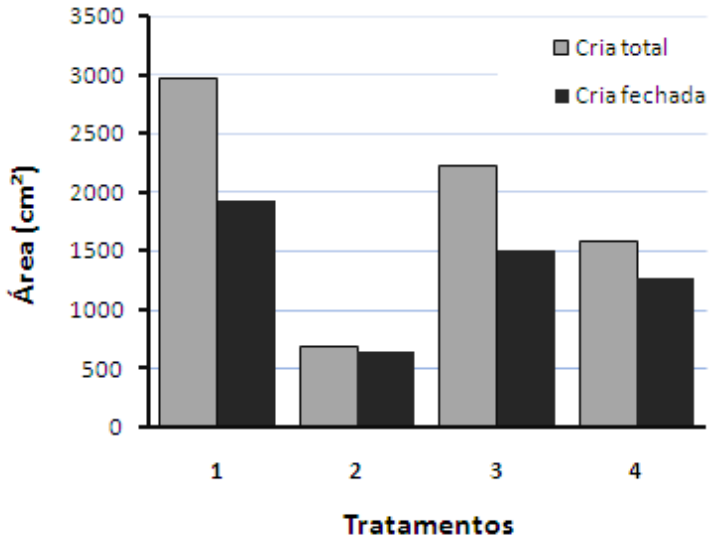


T1 = testemunha (sem suplementação alimentar protéica); T2 = farelo de milho + farelo de soja tostada + farelo de arroz (em quantidades iguais); T3 = 30% de farelo de soja tostada + 19% de leite de soja desidratado + 20% farelo de milho + 31% açúcar cristal; T4 = 45% de farelo de soja + 40% farinha de pupunha + 15% açúcar cristal.

Figura 15 - Médias das áreas (cm²) de zangão por tratamento.

4.6 Áreas de cria

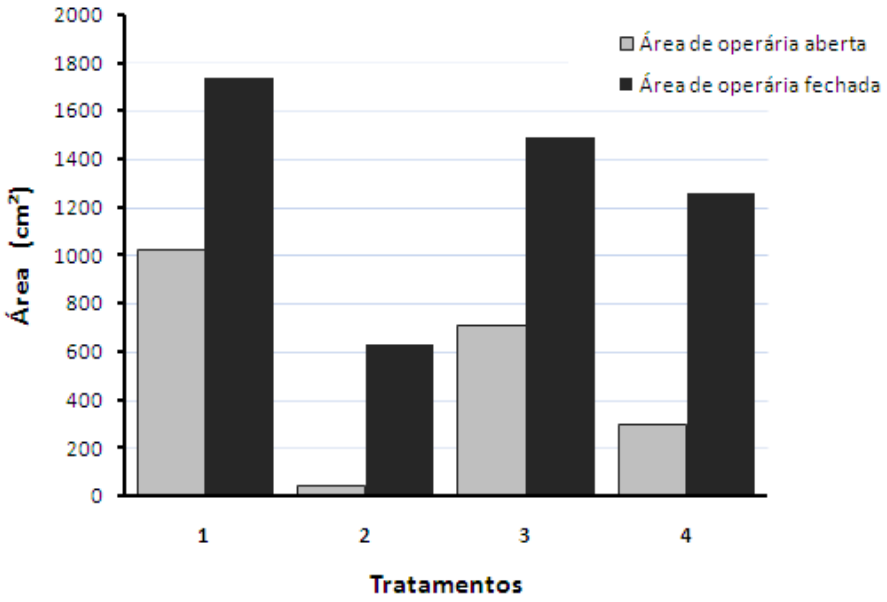
Alguns autores analisam somente as áreas de cria fechada para determinar o desenvolvimento das colônias (SAFFARI; KEVAN; ATKINSON, 2010), no entanto, Pereira e colaboradores (2008) analisaram a área de cria total, porque consideraram que é mais eficiente do que somente analisar a cria fechada e o seu trabalho é corroborado pelo nosso onde não houve diferença estatística significante em relação aos tratamentos e a área de cria total. Na figura 16 é possível observar a área média de cria total (aberta e fechada) e de cria fechada encontradas em nossa pesquisa e nota-se, que os maiores valores foram os do tratamento 1 e os menores valores os do tratamento 2.



T1 = testemunha (sem suplementação alimentar protéica); T2 = farelo de milho + farelo de soja tostada + farelo de arroz (em quantidades iguais); T3 = 30% de farelo de soja tostada + 19% de leite de soja desidratado + 20% farelo de milho + 31% açúcar cristal; T4 = 45% de farelo de soja + 40% farinha de pupunha + 15% açúcar cristal.

Figura 16- Médias das áreas (cm²) de cria total e de cria fechada de abelhas africanizadas.

Para aumentar a produtividade de mel o ideal é manter uma população maior de operárias. Em Roraima o final do período de chuva e meses seguintes são os mais produtivos, caracterizados pelo florescimento de várias espécies vegetais, que segundo Silva (2006) ocorre geralmente de setembro a dezembro. Com a oferta de alimentação artificial de 30 a 45 dias antes das floradas, ocorre um aumento na população de abelhas, resultando em maior produtividade de mel por colméia (SANTANA; SILVA JÚNIOR; MESAGEM, 2006). Assim como Pereira e colaboradores (2008) não foi encontrada diferença estatística significativa entre as médias das áreas de cria de operária dos tratamentos, no entanto, na figura 17 é possível observar que as maiores áreas de cria de operária (abertas e fechadas) foram encontradas no tratamento 1 e as menores no tratamento 2.



T1 = testemunha (sem suplementação alimentar protéica); T2 = farelo de milho + farelo de soja tostada + farelo de arroz (em quantidades iguais); T3 = 30% de farelo de soja tostada + 19% de leite de soja desidratado + 20% farelo de milho + 31% açúcar cristal; T4 = 45% de farelo de soja + 40% farinha de pupunha + 15% açúcar cristal.

Figura 17 - Médias das áreas (cm²) de cria de operária aberta e fechada de abelhas africanizadas.

4.7 Correlação do ganho de peso e consumo de ração com variáveis climáticas

Observou-se que somente nas colônias do tratamento 2, houve uma correlação negativa do ganho de peso com a umidade e precipitação, e uma correlação positiva do ganho de peso com a temperatura (figura 18). O que também foi constatado por Costa e colaboradores (2007), e Pereira e colaboradores (2008), segundo os quais, em temperaturas externas baixas e com excesso de umidade relativa do ar, há uma correlação negativa com o peso do enxame, o qual está relacionado com a diminuição na população de abelhas, aumento na mortalidade das crias e diminuição do estoque de pólen; e que também há uma correlação positiva do peso com a temperatura externa máxima.

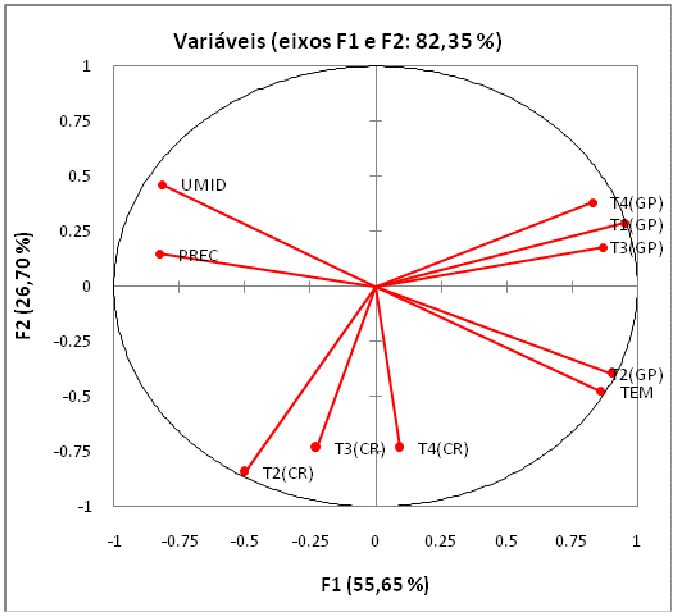


Figura 18 - Correlação de Pearson entre o ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e as variáveis climáticas (temperatura, umidade e precipitação).

5 CONCLUSÕES

Os alimentos ofertados não constituíram a única fonte de alimentação;

A ração do tratamento 4 foi a mais consumida, entretanto as três dietas consumidas pelas abelhas apresentaram diferentes picos de consumo durante o período experimental;

O melhor tratamento quanto ao ganho de peso foi o tratamento um, suplementação energética;

O período chuvoso acarretou perda de peso das colméias provavelmente devido a uma diminuição dos alimentos encontrados na natureza;

As maiores áreas de cria foram encontradas nas colônias do tratamento um, que foi composto unicamente por suplementação energética;

A melhor dieta para manutenção das colônias em período de chuvas foi a suplementação energética, no entanto, as três rações formuladas contribuíram na manutenção das colônias, evitando o enfraquecimento e aumentando as áreas de cria e alimento.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AL-TIKRITY, W. S.; HILLMANN, R. C.; BENTON, A. W. A new instrument for brood measurement in a honey bee colony. **American Bee Journal,** Hamilton, v.111, p. 20-26, 1971.

BARBOSA, A. M.; LOPES, G. N.; BARBOSA, J. B. F. Análise econômica da apicultura no estado de Roraima. **Agro@mbiente On-line**, Boa Vista, v.1, n.1, p. 53-58, jul./dez. 2007.

BENSUSAN, N. A imposibilidade de ganhar a aposta e a destrucao da natureza. In: IEB . **Seria melhor mandar ladrilhar?: biodiversidade - como, para que e por quê.** 2.ed. São Paulo: Periópolis, 2008. p. 17-39.

BENEDETTI, U. G. **Estudo detalhado dos solos do Campus do Cauamé da UFRR**, Boa Vista, Roraima**.** Boa Vista, 2007, 102 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais), Universidade Federal de Roraima.

BRIGHENTI, D. M. **Dietas energéticas e protéicas para adultos de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae).** Lavras:, 2009. 106 p. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras.

BRIGHENTI, D. M.; BRIGHENTI, C. R. G.; CARVALHO, C. F.. Avaliação da alimentação energética no tempo de vida de adultos de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera: Apidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 16. 2006, Aracaju. **Anais...** Disponível em: http://www.apis.sebrae.com.br/Arquivos/. Acesso em: 20 dez. 2009.

CAMARGO, J. M. F. **Manual de apicultura.** São Paulo: Ceres, 1972. 252p.

CAMPOS, L. A. O. et al. A. Abelhas-características e importância. **Informe Agropecuário,** Belo horizonte, v.13, n.149, p. 7-14. 1987.

CAMPOS, G. et al. Classificação do mel em floral ou mel de melato. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos,** Campinas, v.23, n.1, p 1-5, jan./abr. 2003.

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, mar./abr. 2004. Disponível em: http://www.ceres.ufv.br/CERES/revistas/V51N295P28904.pdf. Acesso em: 9 maio 2010.

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, mar./abr., 2006.

CIA DA ABELHA. **Ração MAT substituto ideal do pólen.** Goiânia. 2009. Disponível em: <http://www.ciadaabelha.com.br>. Acesso em: Maio, 2011.

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

CONSTAM, P. Certificação Orgânica de Produtos Apícolas. **Magistra,** Cruz das Almas, v.21, n.esp., p. 52-55 nov., 2009.

COSTA, F. M. et al. Desenvolvimento de colônias de abelhas *Apis mellifera* africanizadas na região de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarium Animal Sciences,** Maringá, v.29, n.1, p.101-108. 2007.

COUTO, L. A. Nutrição de abelhas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12. 1998, Salvador. **Anais ...** CBA/1998. p. 12-14. CD-ROM.

DE JONG, D. et al. Pollen substitutes increase honey bee haemolymph protein levels as much as or more than does pollen. **Journal of Apicultural Research and Bee World,** Cardiff**,** v.48, n.1, p.34-37. 2009.

DIAS, V. H. P. et al. Alimentaçao artificial à base de mel e suas implicações no desenvolvimento de famílias de abelhas Jandaíras (Melipona subnitida Ducke) em Mossoró – RN. **Revista Verde***,* Mossoró, v.3, n.3, p. 40-44, jul./set., 2008.

EMSEN, B. Semi-automated measuring capped brood areas of honey bee colonies. **Journal of Animal and Veterinary Advances,** s/l,.5, n.12: p.1229-1232, 2006.

FREITAS, E. S.; SILVA, P. R. P. **Cartilha olhando a cadeia produtiva do mel e dos produtos apícolas no Brasil.** Natal, jul., 2007. 23p.

GILLIAM, M.; PREST, D. B.; LORENZ, B. J. Microbiology of pollen and bee bread: taxonomy and enzimology of molds. **Apidology,** Tucson, n. 20, p. 53-68, 1989.

HAYDAK, M. H. Value of foods other than pollen in nutrition of the honeybee. **Journal of Economic Entomology,** s/l, v.20, n.5, p. 870-877, 1936.

HAYDAK, M. H. Value of pollen substitutes for brood rearing of honeybees. **Journal of Economic Entomology,** s/l, v.38, n.4, p. 484-487, 1945.

HAYDAK, M. Bee nutrition and pollen substitutes. **Apiacta,** Bucaresti, v.2, n.1, p. 1-5, 1967.

HAYDAK, M. H. Honey bee nutrition. **Annual Review of Entomology**. Palo Alto, v.15, p. 143-156, jan., 1970.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Pecuária Municipal**. . IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal 2009. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=74&z=t&o=2. Acesso em: Julho, 2011.

JATI, S. R. Qualidade do mel de abelhas, no Estado de Roraima, Brasil. **Ambiente : gestão e desenvolvimento**, Boa Vista, v.2, n.1, p. 5-15, maio, 2007.

KERR, W. E. et al. Aspectos pouco mencionados da biodiversidade amazônica. **Parcerias Estratégicas,** s/l, n.12, p. 20-41, set. 2001.

KNOPP, J. A. et al. Measuring Brood Digitally: an easy way to measure and record brood production in your colony. **Bee culture,** p. 19-22, mar. 2006.

LENGLER, S. Princípios básicos na nutrição alimentar de abelhas. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DE APICULTURA, 8, EXPOAPIS, 7, ENCONTRO ESTADUAL DE MELIPONICULTORES, 2., 2003, Horizontina, RS. **Anais...** 2003. CD-ROM.

_____. Alimentação artificial de abelhas. In: CONGRESSO BASILEIRO DE APICULTURA, 13. 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianopólis: UFSC, 2000.

MANRIQUE, A. J.; SOAREZ, A. E. E. Inicio de um programa de seleção de abelhas africanizadas para a melhoria na produção de própolis e seu efeito na produção de mel. **Interciência,** Carácas, v.27, n. 6, p. 312-316, jun. 2002.

MARCHINI, L. C.; REIS, V. D. A.; MORETI, A. C. C. C. Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas Africanizadas *Apis mellifera* (Hymenoptera:Apidae) em Piracicaba, Estado de São Paulo. **Ciência Rural,** Santa Maria, v.36, n.3, p.949-953, mal./jun. 2006.

MATA, V. P.; CARVALHO, C.; BARRETO, L. M. R. C. Contribuição da apicultura para a inserção social de agricultores familiares no estado da Bahia. In: CONGRESSO NORDESTINO DE APICULTURA E MELIPONICULTURA E FEIRA DA CADEIA APÍCOLA, 1. 2009, Salvador. **Magistra,** Cruz das Almas, v.21, n.esp., p. 30-34, nov., 2009.

MELLO, M. H. S. H.; SILVA, E. A.; NATAL, D. Abelhas africanizadas em área Metropolitana do Brasil: abrigos e influências climáticas. **Revista de Saúde Pública,** São Paulo, 37(2), p. 237-241, 2003.

MINUSSI, L.C.; SANTOS I. A. Abelhas nativas *versus Apis mellifera* Linnaeus, espécie exótica (Hymenoptera: Apidae). **Bioscience Journal,** Uberlândia, v.23, n.1, p.58-62, nov. 2007.

NASR, M. E. et al. Estimating Honey Bee (Hymenoptera: Apidae) Colony Strength by a Simple Method: Measuring Cluster. Size, **Journal of Economic Entomology,** s/l, v.83, n.3, p. 748-754, jun. 1990.

NATES PARRA, G.; GONZÁLEZ, V. H. Las abelhas silvestres de Colômbia: porque y cómo conservarlas. **Acta Biológica Colombiana,** Bogotá, v.5, n.2, p. 5-37, out. 2000.

NOCELLI, R. C. F. **Contribuição à análise do processo de africanização de *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae): características do desenvolvimento das glândulas de veneno.** Rio Claro, 2003. 104p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista.

NOGUEIRA-NETO, P. **Vida e Criação de Abelhas indígenas sem ferrão**. São Paulo: Nogueirapis, 1997.

OLIVEIRA, M. L.; CUNHA J. A. Abelhas africanizadas *Apis mellifera scutellata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae: Apinae) exploram recursos na floresta amazônica?. **Acta Amazonica,** Manaus, v.35, n.2, jul./set. 2005.

PEREIRA, F. M. **Desenvolvimento de ração protéica para abelhas *Apis mellifera* utilizando produtos regionais do Nordeste brasileiro.** Fortaleza**,** 2005. 170p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará.

_____. A importância da alimentação das colônias de abelhas durante a entressafra. **Agrosoft Brasil,** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2009. Disponível em: www.agrosoft.org.br/agropag/103590.htm Acesso em: 02 mar. 2010.

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

PEREIRA, F. M. et al. Efeito tóxico de alimentos alternativos para abelhas *Apis mellifera.* **Ciência Rural,** Santa Maria, v.37, n.2, p. 533-538, mar./abr. 2007.

PEREIRA, F. M. et al. Desenvolvimento de colônias de *Apis mellifera* alimentadas com rações alternativas. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento,** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. Disponível em: www.agrosoft.org.br/agropag/103590.htm Acesso em: 08 mar. 2010.

PEREIRA, F. M. et al. **Produção de mel.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2003. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Mel/SPMel/index.htm. Acesso em: 02 mar. 2010.

PERLIN, T. A. Valor nutricional de farinha de soja e mel, farinha láctea e açúcar em colméias de abelhas (*Apis mellifera*) na produção de geléia real. **Ciência Rural,** Santa Maria, v.29, n.2, p.345-347, mar./abr. 1999.

PEREZ, L. H.; RESENDE, J. V.; FREITAS, B. B. Exportações Brasileiras de mel natural no período 2001-2003. **Informações econômicas,** São Paulo, v. 34, n.6, p. 28-37, jun. 2004.

PEROSA, J. M. Y. et al. Parâmetros de competitividade do mel brasileiro. **Informações Econômicas,** São Paulo, v.34, n.3, mar. 2004.

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. et al. Avaliação de áreas de cria e de reserva de alimento em colônias de *Apis mellifera* africanizadas submetidas a diferentes dietas. In: CONGRESO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINARIA, 35, Gramado, 2008. Disponivel em: http://www.sovergs.com.br/conbravet2008/anais/cd/resumos/R1080-3.pdf. Acesso em: 05 mar. 2010.

ROCHA, J. S. **Apicultura.** Niterói: Programa Rio Rural, 2008. 26p.

SAFFARI, A.; KEVAN, P. G; ATKINSON, J. L. Palatability and consumption of patty-formulated pollen and pollen substitutes and their effects on honeybee colony performance. **Journal of Apicultural science,** v.54, n.2, p. 63-69. 2010.

SALOMÉ, J. A. **Manutenção de colméias frente às pressões ambientais.** Sistema de inteligência setorial. jun. 2009. 20p.

SALVADOR, B. M.; ROSÁRIO, F. M.; BÖHM, F. M. L. Z. Conhecendo as Abelhas sem Ferrão. **Diálogos e Saberes,** Mandaguari, v.4, n.1, p. 9-16, 2008.

SANTANA, W. C.; SILVA JÚNIOR, J. C.; MESSAGEM, D. Aspectos do crescimento populacional em colônias de Apis mellifera L. africanizadas (Hymenoptera , Apidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 16, 2006, Aracaju/ CONGRESSO BRASILEIRO DE MELIPONICULTURA, 2, 2006, Aracaju. **Anais...** Aracaju, 2006. p. 9.

SCHAFASCHEKI, T. P. et al. Efeito da suplementação alimentar sobre as características produtivas e reprodutivas de *Apis mellifera* Linnaeus, 1758. **Biotemas,** Itajai SC Brasil, v.21, n.4, p. 99-104, dez. 2008.

SILVA, P. R. F.; OLIVEIRA, R. S.; **Roraima 20 anos:** as geografias de um novo Estado**.** Boa Vista: Editora da UFRR, 2008. 276p.

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

SILVA, R. H. D.; FREITAS, B. M. Produção e desenvolvimento de colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera l.*) a partir de diferentes áreas e idades de cria. **Ciencia Rural,** Santa Maria, v.34, n.2, p. 545-549, mar./abr. 2004.

SILVA, S. J. R. **Recursos tróficos de abelhas *Apis mellifera* L. (Himenóptera, Apidae) em uma área de savana do Estado de Roraima:** fontes de néctar e pólen**.** Manaus, 1998. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 88p.

_____. Entomofauna de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; XAUD, H. A. M.; COSTA E SOUZA, J. M. **Savanas de Roraima:** etnoecologia, biodiversidade e potencialidades agrossilvipastoris. Boa Vista : FEMACT, 2005a. p. 139-152.

_____. **Fontes de pólen, pólem tóxico e mel amargo utilizados por abelhas (*Apis mellifera* L.) africanas e seus híbridos com italianas e cárnicas, na Amazônia setentrional, Roraima, Brasil.** Manaus, 2005b. 159p. Tese (Doutorado) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas.

_____. **Estudo do Agronegócio em Roraima – Apicultura.** Boa Vista : FEMACT, 2006. 57p.

SILVA, I. C. et al. Aplicação de analise multivariadas para determinação da casta de abelhas *Apis mellifera* L. (Africanizadas), obtidas em laboratório. **Revista Brasileira de Zootecnia,** s/l, v.34, n.2, p. 635-640. 2005.

SILVA, D. F. et al. Desenvolvimento e produção de pólen em colméias de *Apis mellifera* L. africanizadas mantidas em cultura de girassol. **Revista Agrarian,** Dourados, v.3, n.8, p.147-151. 2010

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

SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras:** sistemática e identificação. Belo Horizonte : Fernando A. Silveira, 2002. 253p.

SOUZA, R. M.; BOMFIM, I. G. A. Como os comportamentos de migração e abandono das abelhas africanizadas tornaram possível a apicultura no nordeste do Brasil. In: ENCONTRO SOBRE ABELHAS, 8, 2008, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 2008. p. 224-231.

THIMAN, R.; MANRIQUE, A. J. H. Honey production by two types of africanized honey bees (hybrids of *Apis mellifera scutellata*) in western plains of Venezuela. **Zootecnia tropical,** Maracay, v.20, n.2, s/p, jun. 2002.

TOLEDO, V. A. A. et al. Ocorrencia e coleta de colônias e de enxames de abelhas africanizadas na zona urbana de Maringá, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarium Animal Sciences,** Maringá, v.28, n.3, p. 353-359, jul-set. 2006.

VIT, P. Productos de la colmena recolectados y procesados por las abejas: miel, polen y propóleos. **Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel**, Caracas, v.35, n.2, p. 32-39. jul. 2004. Disponivel em: www.scielo.org.ve/scielo.php/htm. Acesso em: 08 abr. 2011

WOYKE, J. Correlations and interactions between population, length of worker life and honey production by honeybees in a temperate region. **Journal of Apicultural Research,** v.25, n.3, p. 148-156. 1984.

YAMAMOTO, D. Y.; AKATSU, I. P.; SOARES, A. E. E. Quantificação da produção do mel de *Scaptotrigona aff. depilis* (hymenoptera, apidae, apinae) do município de Luiz Antônio, São Paulo, Brasil. **Bioscience Journal,** Uberlândia, v.23, n.1, p. 89-93, nov. 2007.

ANEXOS

ANEXO A - Análise de variância para consumo de alimento protéico (g).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Probabilidade
TRATAMENTOS	2	115.956481	57.978241	10.8813	.002016
RESÍDUO	12	63.938889	5.328241		
TOTAL	14	179.89537			

ANEXO B - Análise de variância para ganho de peso (g).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Probabilidade
TRATAMENTOS	3	4374081.039474	1458027.013158	5.0222	.013165
RESÍDUO	15	4354752.75	290316.85		
TOTAL	18	8728833.789474			

ANEXO C - Análise de variância para área de mel (cm^2).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Probabilidade
TRATAMENTOS	3	1050080.916445	350026.972148	.4494	100.0
RESÍDUO	15	11683403.598127	778893.573208		
TOTAL	18	12733484.514572			

ANEXO D **-** Análise de variância para área de pólen (cm^2).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Probabilidade
TRATAMENTOS	3	273850.903378	91283.634459	.8124	100.0
RESÍDUO	15	1685415.007027	112361.000468		
TOTAL	18	1959265.910406			

ANEXO E - Análise de variância para área de cria de operária aberta (cm^2).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Probabilidade
TRATAMENTOS	3	2537888.336891	845962.778964	3.1345	.056859
RESÍDUO	15	4048310.111517	269887.340768		
TOTAL	18	6586198.448407			

ANEXO F - Análise de variância para área de cria de operária fechada (cm^2).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Probabilidade
TRATAMENTOS	3	3167694.323524	1055898.107841	.9238	100.0
RESÍDUO	15	17144961.751864	1142997.450124		
TOTAL	18	20312656.075388			

ANEXO G - Análise de variância para área de cria de zangão aberta (cm^2).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Probabilidade
TRATAMENTOS	3	736.746784	245.582261	1.0793	.38774
RESÍDUO	15	3413.085467	227.539031		
TOTAL	18	4149.832251			

ANEXO H - Análise de variância para área de cria de zangão fechada (cm^2).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Probabilidade
TRATAMENTOS	3	94415.760311	31471.920104	3.1959	.053984
RESÍDUO	15	147714.683955	9847.645597		
TOTAL	18	242130.444266			

ANEXO I - Análise de variância para área de realeiras (cm^2).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Probabilidade
TRATAMENTOS	3	197.850178	65.950059	.8877	100.0
RESÍDUO	15	1114.460106	74.29734		
TOTAL	18	1312.310285			

ANEXO J - Análise de variância para área de alimento (cm^2).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Probabilidade
TRATAMENTOS	3	2340362.373891	780120.791297	.6126	100.0
RESÍDUO	15	19101069.037536	1273404.602502		
TOTAL	18	21441431.411427			

ANEXO K - Análise de variância para área total de crias (cm^2).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Probabilidade
TRATAMENTOS	3	12695795.568119	4231931.85604	1.7672	.196512
RESÍDUO	15	35920265.947664	2394684.396511		
TOTAL	18	48616061.515783			

ANEXO J – Análise de correlação

TABELA PARA CÁLCULO DE CORRELAÇÃO:

AÇÃO	T1(CR)	T2(CR)	T3(CR)	T4(CR)	T1(GP)	T2(GP)	T3(GP)	T4(GP)	UMID	PREC	TEM
1	0,00	12,00	26,00	22,00	1821,00	882,00	1722,00	1310,00	56,35	5,74	29,51
2	0,00	11,00	35,00	12,00	1140,00	165,00	976,00	610,00	79,60	13,07	27,93
3	0,00	13,00	14,00	20,00	672,00	130,00	766,00	706,00	79,13	28,01	27,12
4	0,00	5,00	7,00	9,00	1774,00	374,00	1116,00	1134,00	70,48	11,10	28,02
5	0,00	5,00	7,00	15,00	2194,00	532,00	2440,00	2174,00	71,46	11,79	28,36

Dados para o calculo da correlação de Pearson

Variáveis	Umidade	Precipitação	Temperatura
T1(CR)	0,000	0,000	0,000
T2(CR)	0,001	0,147	0,004
T3(CR)	0,000	0,039	0,059
T4(CR)	0,177	0,033	0,092
T1(GP)	0,397	0,643	0,490
T2(GP)	**0,945**	0,573	**0,904**
T3(GP)	0,254	0,309	0,372
T4(GP)	0,188	0,197	0,215

Correlação R^2

Variáveis	Umidade	Precipitação	Temperatura
T1(CR)	0,000	0,000	0,000
T2(CR)	0,038	0,383	-0,062
T3(CR)	-0,005	-0,198	0,243
T4(CR)	-0,421	0,180	0,303
T1(GP)	-0,630	-0,802	0,700
T2(GP)	**-0,972**	-0,757	**0,951**
T3(GP)	-0,504	-0,556	0,610
T4(GP)	-0,434	-0,444	0,464

Correlação de Pearson

Os valores em negrito são diferentes de 0 com um nível de significância alfa=0,05