

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO
FACULDADE DE LINGUAGEM, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E SOCIAIS APLICADAS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PONTES E LACERDA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ZOOTECNIA

FABRICIO FREITAS LUCAS

**PESO E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE ABELHAS *Apis mellifera* EM FUNÇÃO DA
SUPLEMENTAÇÃO DIETÉTICA COM MINERAIS, VITAMINAS E
AMINOÁCIDOS**

PONTES E LACERDA – MT
JULHO/2024

FABRICIO FREITAS LUCAS

**PESO E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE ABELHAS *Apis mellifera* EM FUNÇÃO DA
SUPLEMENTAÇÃO DIETÉTICA COM MINERAIS, VITAMINAS E
AMINOÁCIDOS**

“Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a Coordenação do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências para obtenção do título de BACHAREL EM ZOOTECNIA”.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Kill Silveira

PONTES E LACERDA – MT
JULHO/2024

FABRICIO FREITAS LUCAS

**PESO E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE ABELHAS *Apis mellifera* EM FUNÇÃO DA
SUPLEMENTAÇÃO DIETÉTICA COM MINERAIS, VITAMINAS E
AMINOÁCIDOS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado a
Coordenação do Curso de Graduação em
Zootecnia da Universidade do Estado de Mato
Grosso, como parte das exigências para obtenção
do título de Bacharel em Zootecnia.

APROVADO EM: 24 de Junho de 2024



Documento assinado digitalmente

RAFAEL KILL SILVEIRA

Data: 05/07/2024 07:59:30-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rafael Kill Silveira
Orientador/UNEMAT-Pontes e Lacerda

Prof. Dr. Marcelo da Silveira Meirelles Pinheiro

Dr. Sidnei Gregório Tavares

Dedico este trabalho de conclusão de curso a todos que, de alguma forma, contribuíram para que este sonho se tornasse realidade.

À minha família, pelo amor incondicional, apoio constante e pelas palavras de incentivo nos momentos de dificuldade. Sem vocês, esta jornada não teria sido possível.

Aos meus amigos, pela compreensão nos momentos de ausência e pelas risadas que aliviaram a pressão ao longo do caminho.

E, por fim, a mim mesmo, por não ter desistido diante dos desafios e por ter persistido até o fim. Este trabalho é o resultado de muito esforço, dedicação e noites em claro.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer a Deus por proporcionar a tudo que está acontecendo na minha vida. Desde a base familiar até minha vida profissional.

A minha família toda, sem exceção. Minha mãe Gonçalina da Silva Freitas e meu pai Flávio Cesar Lucas, Minha irmã Gabriela Freitas Lucas, pois se não fosse por eles não existiria essa oportunidade de conclusão do curso superior. Meu eterno agradecimento pelo amor, apoio incondicional e incentivo em todos os momentos. Vocês foram a base que me sustentou durante toda essa jornada.

Á meus familiares que sempre me apoiaram e estiveram ao meu lado quando precisei, por me ouvir e aconselhar, além de incentivar a sempre ir mais além, em especial agradeço as tias, tio, avô, avó, primas e amigos.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Rafael Kill Silveira, por sua orientação, paciência e valiosos conselhos durante todo o desenvolvimento deste trabalho. Sua dedicação e conhecimento foram fundamentais para a conclusão deste TCC.

Aos professores, agradeço pelo aprendizado compartilhado ao longo destes anos e pelo constante incentivo à pesquisa e ao desenvolvimento acadêmico.

Á minha amiga Lucilaine Maria de Souza, que foi meu braço direito, me ajudou muito, tivemos o mesmo orientador e participamos do mesmo projeto, agradeço pela ajuda e por me ouvir pacientemente nos momentos de dificuldade.

Ao meu amigo Vitor Alves de Oliveira, por sempre estar do meu lado nos momentos mais desafiadores, me irritando mas me motivando sempre a não desistir, me oferecendo apoio, obrigado pela parceria fazendo trabalho e comendo pizza e lanches.

Á minha amiga Patricia Fernandes Estok por sua presença constante, e pelas palavras de encorajamento me motivando a seguir em frente, mesmo nos momentos difíceis.

Á minha prima Elen Fernanda, através dela eu conheci o curso e estamos formando em junto, suas dicas e apoio de sempre foram essenciais nessa caminhada.

Á meus amigos do quarteto inicial do curso, Bruno Henrique, Pamela Neves Pinheiro e Henrique Ferreira Vicente, vocês tornaram essa jornada mais leve e prazerosa. As risadas, estudos em grupo e companheirismo foram fundamentais para a minha formação.

Á UNEMAT por ter me acolhido nesses cinco anos, mesmo com a pandemia e todas as dificuldades, agradeço a instituição pela oportunidade de ter feito parte e dar continuidade a minha história.

Á Claudia do LAANA, por ter me ajudado nas análises em laboratório para a realização deste trabalho.

A todos vocês o meu mais sincero agradecimento. Esse trabalho é fruto do meu esforço e do apoio que recebi de cada um de vocês. Muito obrigado!

“Se as abelhas desaparecerem da face da terra, a humanidade terá apenas mais quatro anos de existência. Sem abelhas não há polinização, não há reprodução da flora, sem flora não há animais, sem animais não haverá raça humana.”
(ALBERT EINSTEIN, 1879-1955).

RESUMO

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar se há efeito da suplementação dietética com minerais, vitaminas e aminoácidos sobre a porcentagem de matéria mineral nas abelhas operárias de *Apis mellifera*, bem como também no peso do tórax de campeiras. A suplementação nutricional das abelhas *Apis mellifera* é essencial durante períodos de escassez, garantindo saúde e produtividade. O mel, vital para as abelhas, muitas vezes se torna insuficiente, exigindo suplementos. Pesquisas sobre suplementação mineral são cruciais para desenvolver dietas artificiais eficazes que atendam às necessidades nutricionais das abelhas, garantindo o desenvolvimento e a sustentabilidade das colônias. O experimento foi desenvolvido no Apiário Experimental Universidade do Estado de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Pontes e Lacerda, o qual está localizado sob as coordenadas geográficas 15°32'66.3" Sul e 59°23'24.4" Oeste, com altitude média de 254 m acima do nível do mar. Tendo início em outubro de 2023 e finalizado em abril de 2024. Utilizou-se 13 colmeias padrão langstroth de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*), para receberem dois tratamentos distintos: um recebendo xarope de açúcar invertido (três colônias); e outro recebendo xarope de açúcar invertido com suplementação (três colônias). A análise da composição corporal incluiu a determinação de matéria seca e mineral, enquanto o peso das partes do corpo (cabeça, tórax e abdômen) foi medido antes e após a secagem. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando o teste de Shapiro-Wilk e Levene para verificar a normalidade e homogeneidade das variâncias. A análise de variância mostrou que a suplementação não teve efeito significativo na porcentagem de matéria mineral nem no peso do tórax das abelhas campeiras. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R, versão 4.4.0. Não houve efeito da suplementação dietética com minerais, vitaminas e aminoácidos sobre a porcentagem de matéria mineral nas abelhas operárias de *Apis mellifera*, bem como também no peso do tórax de campeiras.

Palavras-chave: Nutrição de abelhas. Impacto nutricional. Alimentação artificial. Desenvolvimento de colônias.

ABSTRACT

The objective with this study was to evaluate whether there is an effect of dietary supplementation with minerals, vitamins and amino acids on the percentage of mineral matter in *Apis mellifera* worker bees, as well as on the thorax weight of foragers. Nutritional supplementation for *Apis mellifera* bees is essential during periods of scarcity, ensuring health and productivity. Honey, vital to bees, often becomes insufficient, requiring supplements. Research on mineral supplementation is crucial to developing effective artificial diets that meet the nutritional needs of bees, ensuring the development and sustainability of colonies. The experiment was carried out at the University of Mato Grosso State, in Pontes e Lacerda university campus, which is located under the geographic coordinates 15°32'66.3" South and 59°23'24.4" West, with an average altitude of 254 m above sea level. Starting in October 2023 and ending in April 2024. 13 standard langstroth hives of Africanized bees (*Apis mellifera*) were used to receive two different treatments: one receiving invert sugar syrup (three colonies); and another receiving invert sugar syrup with supplementation (three colonies). Body composition analysis included the determination of dry matter and minerals, while the weight of body parts (head, thorax and abdomen) was measured before and after drying. The data were statistically analyzed using the Shapiro-Wilk and Levene test to verify the normality and homogeneity of variances. The analysis of variance showed that supplementation had no significant effect on the percentage of mineral matter nor on the thorax weight of foragers bees. All statistical analyzes were performed using R software, version 4.4.0. There was no effect of dietary supplementation with minerals, vitamins and amino acids on the percentage of mineral matter in *Apis mellifera* worker bees, as well as on the thorax weight of foragers.

Keywords: Artificial feeding. Development of colonies. Bee nutrition. Nutritional impact.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1 CASTA DE ABELHAS	7
2.2.1 Rainha	10
2.2.2 Operárias	11
2.2.3 Zangões	12
2.3 DISPONIBILIDADE DE ALIMENTO X NECESSIDADE DE SUPLEMENTAÇÃO	133
2.3.1 Xarope de açúcar	14
2.3.2 Aminoácidos, minerais e vitaminas	15
2.4 PESAGEM DAS ABELHAS ADULTAS E PARTES DO CORPO	15
2.5 MATÉRIA MINERAL	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

O néctar das flores pode ser transformado pelas abelhas em mel, que se torna uma fonte natural de energia para elas. Elas recolhem o néctar, combinam com substâncias específicas próprias, transformam, armazenam e deixam maturar nos favos da colmeia. O mel é composto por açúcares, água e pequenas quantidades de proteínas, enzimas, aminoácidos, lipídios, ácidos orgânicos, minerais, carotenoides, vitaminas e substâncias aromáticas. Além disso, é rico em fitoquímicos, que incluem flavonoides e ácidos fenólicos, que possuem ampla variedade de funções biológicas e atuam como antioxidantes (PINHO, 2018).

As abelhas, assim como outros insetos, precisam de nutrientes essenciais para seu desenvolvimento, para cuidar das crias e para o crescimento da colônia. Normalmente, esses nutrientes são obtidos através da coleta de néctar, pólen e água. Devido à escassez de alimento quando as abelhas adultas precisam de energia para voar, por exemplo, elas a obtêm das reservas de mel encontradas na colônia, já que possuem baixos níveis de glicogênio (TURCATTO, 2011).

Durante o período de escassez o mel é uma das principais fontes de alimento para as abelhas. Em muitos casos os apicultores acabam por suplementar as abelhas com xarope de açúcar por ser um alimento suplementar mais barato comparado ao usar o mel existente. Contudo, devido à constante intervenção dos apicultores, essa reserva de mel se torna escassa, exigindo a implementação de uma dieta suplementar artificial. Isso é de suma importância para manter o desempenho reprodutivo e produtivo da colmeia, evitando seu enfraquecimento. A suplementação artificial requer a oferta de níveis energéticos e proteicos, seja ela de forma isolada ou combinada (CAMPOS; CALDAS; ZALUSKI, 2018).

A nutrição inadequada, além de ter impacto em todo o desenvolvimento da colônia e do indivíduo, está intimamente ligada ao bom funcionamento do sistema imunológico das abelhas. Quando as necessidades nutricionais não são atendidas, isso afeta tanto a capacidade reprodutiva quanto a produção. A alimentação rica em proteínas deve atender de forma adequada às necessidades das abelhas na primeira fase da fase adulta, de modo a promover o desenvolvimento das glândulas produtoras de geleia real, assegurando a produção de alimento para a rainha e as crias. Além da falta de nutrientes em alguns meses do ano, doenças, ácaros, inseticidas ou a movimentação frequente no apiário sem um manejo adequado podem criar situações de estresse nutricional para as abelhas. Portanto, a alimentação artificial desempenha um papel crucial tanto na manutenção da colônia quanto no crescimento e multiplicação do núme-

ro de colmeias (SOMBRA, 2018).

A necessidade do apicultor em ter à disposição um alimento proteico, que possa ser usado em qualquer época do ano e que seja coletado em grande quantidade pelas abelhas, faz com que ele procure por novas alternativas afim de resolver esse problema. Surgem no mercado novos produtos para alimentação de abelhas, e é necessário ser verificado a sua viabilidade como uma ferramenta útil para a apicultura. Um exemplo disso é o suplemento aminoácido vitamínico para alimentação animal, Promotor L[®], que vem sendo utilizado como uma fonte de proteína na alimentação de abelhas *Apis mellifera*, como o objetivo de estimular o crescimento da população (CASTAGNINO et al., 2006).

Os estudos sobre a nutrição das abelhas melíferas são escassos, e muitos nutrientes ainda não tiveram seus valores mínimos de exigência determinados para as diferentes fases de vida das abelhas. Isso ocorre porque a maioria dos estudos nutricionais se concentra na aceitação de diferentes ingredientes, e não especificamente nas necessidades nutricionais. No entanto, mesmo sem uma base científica sólida, os apicultores geralmente fornecem dietas suplementares de forma empírica, como rações à base de farelo de soja, milho, farelo de arroz, levedura de cerveja e pólen (OLIVEIRA, 2019).

Portanto, para que uma dieta seja efetiva, é de suma importância possuir o conhecimento das necessidades nutricionais, evitando assim o fornecimento excessivo ou insuficiente de nutrientes. Desta forma, a pesquisa sobre os efeitos da suplementação mineral na alimentação das abelhas *Apis mellifera* é de grande importância para auxiliar na criação de dietas artificiais que contribuirão para a manutenção do potencial produtivo das colônias durante períodos de escassez (SHINOHARA, 2018).

Dentro deste contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar se há efeito da suplementação dietética com minerais, vitaminas e aminoácidos sobre a porcentagem de matéria mineral nas abelhas operárias de *Apis mellifera*, bem como também no peso do tórax de campeiras.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CASTA DE ABELHAS

Entre os insetos sociais a abelha *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae) se destaca principalmente pela seu sistema de divisão de trabalho altamente eficiente, e também por possuir uma alta capacidade de aprender, e possuem uma memória bem desenvolvida, além de também de ter um sistema de orientação espacial aprimorado (VIEIRA, 2020).

As abelhas são insetos holometábolos, apresentam metamorfose completa, passando pelo estágios embrionários, larval, pupal e adulta. A rainha faz a postura dos ovos, no qual abriga um embrião que levará cerca de 72 horas para que se desenvolva e chegue no estágio larval. Após as larvas eclodirem dos ovos, se inicia o período de alimentação intensa e crescimento corporal, passando por quatro mudas, nas quais designam cinco estágios larvais (L1 a L5). Após esse período larval se dá o início do período pupal, prosseguindo com uma muda metamórfica, no qual não terá alimentação.. Ao chegar na fase adulta, as abelhas desempenham funções específicas, como por exemplo cuidados cooperativos da prole, divisão de trabalho reprodutivo e organização eussociais. Na colônia apresenta apenas um tipo de macho, sendo denominado o mesmo por zangão, no qual sua única função é fazer a fecundação da rainha durante o vôo nupcial (VIEIRA, 2014).

Quadro 1 - Diferença entre as castas.

Casta	ovo	larva	pupa	total	Tempo de vida
Operária	3 dias	6 dias	12 dias	21 dias	38 a 42 dias
Zangão	3 dias	6,5 dias	14,5 dias	24 dias	80 dias
Rainha	3 dias	5,5 dias	7,5 dias	16 dias	5 anos

Fonte: ROCHA, 2008

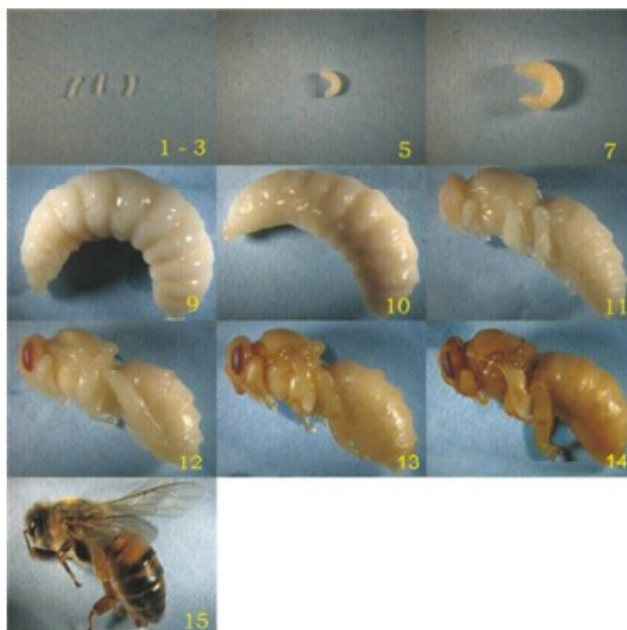


Figura 1 - Desenvolvimento da abelha *Apis mellifera*. Os números indicam os dias após a postura dos ovos: ovos (dias 1 a 3); larva (dias 5, 7 e 9); pré-pupa (dia 10); pupa (dias 11 a 14); adulto (dia 15).

Fonte: Adaptado de BARBOSA, 2015

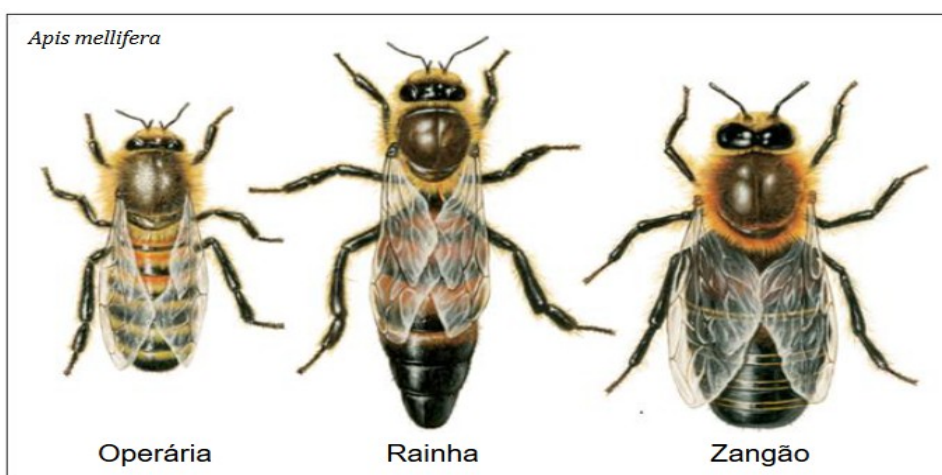


Figura 2 - Indivíduos de uma colônia de abelhas *Apis mellifera*, da esquerda para a direita, é mostrado a operária, a rainha e o macho.

Fonte: PERUZZOLO, 2022

O sistema de determinação de sexo em *Apis mellifera* são haplo-diploide, os ovos que são fertilizados/diploides dão origem as fêmeas, e ovos não fertilizados/haploides dão origem aos machos. Dependendo do tipo de alimentação as larvas fêmeas podem seguir trajetórias de desenvolvimento diferente, eventualmente dando origem a operárias ou rainhas, evento

conhecido como difenismo de castas. No entanto, o macho/zangão apresenta somente um tipo morfológico. Características da morfologia das rainhas permitem que elas sejam excelentes reprodutoras, elas apresentam um corpo maior e naturalmente são mais longevas do que as operárias, em que por sua vez são especializadas em realizar tarefas relacionadas com a manutenção e limpeza da colônia, alimentação das larvas e da rainha, produzem ceras, constroem favos, faz a manutenção da temperatura da colônia, defesa da colônia e atividades relacionadas a coleta e processamento de pólen, néctar, própolis e água (OLIVEIRA, 2014).

A diferenciação de castas em *Apis mellifera* ocorre a partir de um genótipo comum, que reage a estímulos externos durante o processo de desenvolvimento da larva, tais respostas são induzidas pela alimentação diferente que rainhas e operarias iram receber durante seus primeiros estágios larvais e que promoveram níveis diferentes do hormônio juvenil na hemolinfa. Portanto, larvas que receberam grandes quantidades de geleia real, que é produzida pelas glândulas hipofaríngeas e mandibulares das abelhas nutridoras, durante todo o seu período de crescimento irá se desenvolver rainha, já por outro lado, as que receberam geleia de operárias (menos rica em carboidratos) durante os três primeiros dias e, depois recebeu uma dieta mista de secreção glandular, pólen e mel nos dois dias seguintes aos seu período de crescimento, se tornam operarias (SANTOS, 2017).

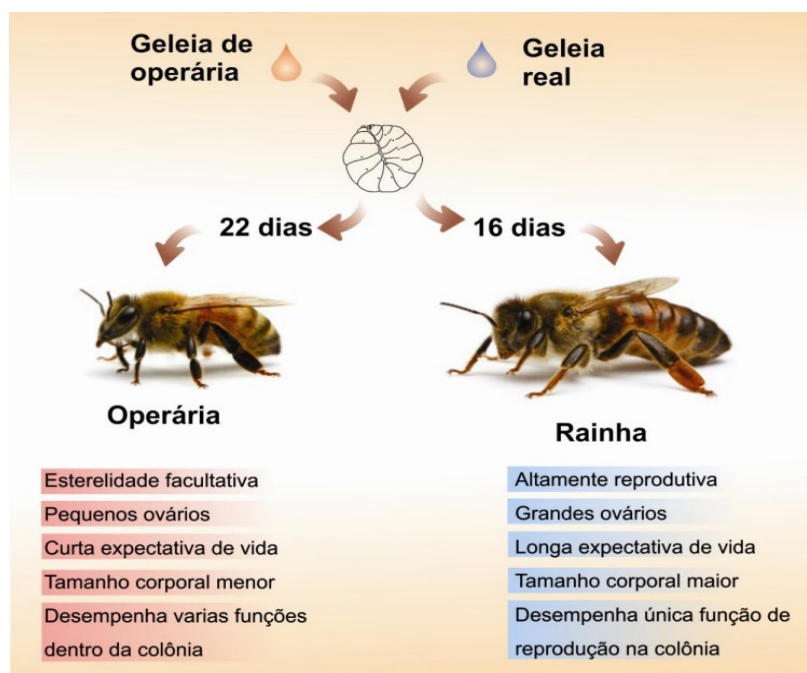


Figura 3 - Impacto da Nutrição na Plasticidade Fenotípica de *Apis melífera*.

Fonte: SANTOS, 2017

2.2.1 Rainha

A função da rainha é pôr ovos e manter a ordem social na colmeia. A larva da rainha é criada em uma célula modificada, muito maior do que as das larvas das operárias e zangões, com formato cilíndrico chamada realeira. Ela é alimentada durante toda a vida com geleia real, um produto rico em proteínas, vitaminas e hormônios sexuais, desde o estágio larval pelas operárias. A rainha adulta tem quase o dobro do tamanho de uma operária e é a única fêmea fértil da colmeia, apresentando um sistema reprodutor bem desenvolvido (EMBRAPA, 2003).

É a mãe de todas as abelhas da colmeia e dos zangões. Ela é a única que tem os órgãos reprodutores femininos perfeitamente desenvolvidos e nasce em uma cela especial (realeira), sendo alimentada com geleia real durante toda a sua vida, desde a fase larval. Cada colmeia possui apenas uma rainha. Em casos excepcionais, pode tolerar sua filha por alguns dias, se necessário, até que ela saia com a colmeia, resultando em um enxame novo. Normalmente, quem sai é a rainha mãe, deixando a filha em seu lugar (ROCHA, 2008).

Sua principal função na colmeia é a de depositar ovos e manter o enxame unido através do seu cheiro característico, conhecido como feromônio. Ela não possui órgãos para realizar tarefas e a partir dos ovos que ela coloca, irão nascer as operárias e os zangões. Incrivelmente, ela pode colocar até 3.000 ovos em um único dia, o que corresponde a mais que duas vezes o seu próprio peso. A quantidade de ovos vai depender do alimento que é fornecido para a colmeia, como néctar e pólen, podendo diminuir ou aumentar conforme a disponibilidade (ROCHA, 2008).

O tempo que leva para ela nascer é de 15 dias; a partir do quarto dia de vida, ela faz o seu primeiro voo para reconhecer e localizar a colmeia, e o voo de acasalamento normalmente acontece no nono dia. Durante o período de acasalamento, ela pode realizar quantos voos forem necessários para se acasalar com até 36 zangões e encher sua espermateca, que é o reservatório de sêmen. Após o voo de acasalamento, no segundo dia, ela começa a depositar ovos e, uma vez que a postura inicia, ela não mais se acasala até o fim de sua vida, que é em média de 2 a 5 anos. Nos alvéolos menores, ela coloca ovos fertilizados dos quais nascem as operárias. Nos maiores, ela coloca ovos não fertilizados que darão origem aos zangões (ROCHA, 2008).

A fim de manter as operárias informadas de sua presença, ela produz odores característicos conhecidos como feromônios, os quais marcam sua presença na colmeia. À medida que

envelhece, ela perde sua capacidade produtiva e a produção de feromônios diminui, sendo naturalmente substituída ou pelo apicultor, quando necessário (ROCHA, 2008).

Quando ocorre a morte da rainha ou quando ela deixa de produzir feromônios e realizar posturas devido à sua idade avançada, ou ainda quando o enxame está superpopuloso e há falta de espaço na colmeia, as operárias selecionam ovos recentemente depositados ou larvas com até 3 dias de idade para desenvolvê-los em células especiais chamadas realeiras, a fim de produzir novas rainhas. A primeira rainha que nascer destrói as demais realeiras e entra em confronto com outras rainhas que tenham nascido ao mesmo tempo, até que apenas uma sobreviva (EMBRAPA, 2003).

2.2.2 Operárias

Ao contrário das rainhas, as operárias são fêmeas que não se reproduzem. Essa diferença se deve à alimentação fornecida quando ainda são larvas. Todas as atividades realizadas dentro e fora da colônia são responsabilidade das operárias. O trabalho é dividido de acordo com a idade (ARAÚJO NETO, 2019).

A operária é a abelha que nasce de um ovo fecundado e, após a eclosão, é alimentada nos três primeiros dias com geleia real especial e, em seguida, com uma mistura de mel e pólen, até o início do período de pupa. Durante a pupa, ela não se alimenta e passa por várias mudanças de exoesqueleto até se tornar um inseto adulto. No primeiro dia após sair do alvéolo, ela se alimenta e, no segundo dia, já começa a realizar tarefas de limpeza e aquecimento do ninho (SILVEIRA, 2012).

As abelhas recém nascidas são designadas como faxineiras, encarregadas da limpeza, realizando a higienização dos favos e da colmeia. Esse período dura do primeiro ao terceiro dia de vida. Entre o quarto e o décimo quarto dia, elas são nomeadas como nutrizes, desempenhando a função de alimentar as larvas e a rainha. A rainha é suprida com geleia real, que é produzida através da combinação de secreções das glândulas mandibulares e hipofaríngeas. Esse alimento é fornecido a todas as larvas até o terceiro dia. Após esse período, as larvas das operárias são alimentadas com uma mistura de mel e pólen (ARAÚJO NETO, 2019).

Do décimo quarto ao décimo nono dia, as operárias assumem o papel de engenheiras, responsáveis por construir os favos e fechar os opérculos. É nesse intervalo que as abelhas estão mais aptas a produzir cera utilizando as glândulas cerígenas encontradas do quarto ao sétimo

mo segmento abdominal. Entre o décimo nono e o vigésimo primeiro dia, seu principal dever é proteger a colônia contra inimigos e possíveis invasores, sendo assim denominadas guardiãs. Por fim, a última tarefa da operaria é como campeira fazendo toda a parte de coleta de néctar, pólen, própolis, resinas e água. Essas etapas podem ser modificadas de acordo com a necessidade da colônia. As operárias de abelhas africanizadas levam 20 dias para nascer, tendo uma média de vida entorno de cinquenta e cinco dias, vindo a morrer na sua última função, a campeira (ARAUJO NETO, 2019).

2.2.3 Zangões

Os machos, conhecidos como zangões, possuem uma única função de grande importância, que é a reprodução. Eles não realizam nenhuma atividade para a colônia e são alimentados pelas operárias, o que resulta na redução ou ausência de estruturas relacionadas ao trabalho. Por outro lado, as estruturas envolvidas na orientação, voo e acasalamento são altamente desenvolvidas. Seus olhos compostos são maiores do que os das operárias, ocupando quase toda a cabeça. Além disso, o lóbulo ótico cerebral é maior e suas antenas possuem até 10 vezes mais estruturas olfativas do que as das operárias. Eles também possuem músculos de voo maiores e asas mais largas, características importantes para se orientarem e encontrarem a rainha virgem durante o voo nupcial, onde ocorre o acasalamento. O sistema reprodutivo do zangão é projetado para inserir o órgão genital na rainha durante a cópula, e, portanto, o zangão acasala apenas uma vez e morre logo em seguida, pois o endofalo do pênis é arrancado, ficando preso na genitália da rainha (DOHANIK, 2020).

No que diz respeito à longevidade, a média dos zangões é de 29,9 dias, com variação entre 7 e 54 dias. As abelhas são caracterizadas como protândricas, com os órgãos reprodutivos desenvolvendo-se primeiro nos machos e depois nas fêmeas. Os zangões emergem antes das rainhas, e o pico de produção de machos ocorre 30 dias antes do enxameamento, em sincronia com um maior número de rainhas prontas para o acasalamento. O número de zangões produzidos em uma colônia varia em média, de 2.400 zangões, número que vai reduzindo à medida em que ocorre a enxameação (PUENTES, 2020).

Pouco se sabe sobre a nutrição das larvas de zangões, embora pareça haver algumas diferenças na composição do alimento fornecido a eles. Os zangões recebem mais alimento do que as operárias, resultando em seu maior tamanho, e o alimento deles contém mais proteínas

do que o das operárias. O alimento fornecido às larvas mais velhas de zangões contém mais carboidratos, riboflavina, ácido fólico, alguns aminoácidos e vitaminas adicionais em comparação ao alimento dado às larvas mais jovens (ANTONIO, 2012).

2.3 DISPONIBILIDADE DE ALIMENTO X NECESSIDADE DE SUPLEMENTAÇÃO

A apicultura é uma atividade que é dependente dos recursos naturais, no qual poderá ocorrer oscilação de produção de acordo com as condições climáticas e ambientais de cada região. Quando a ocorrência de ausência de floradas, e a reserva de alimento na colônia é insuficiente, é aconselhável o fornecimento de alimentação artificial às abelhas. Esse fornecimento pode aumentar a postura da rainha, diminuindo a perda de peso das colônias e se relaciona positivamente com a produção de mel no período da safra (PEREIRA et al., 2006).

Dessa forma a produção de mel da safra seguinte fica comprometida, na dependência de uma nova coleta de enxame, pois necessitará de se fortalecer e se desenvolver para iniciar a produção, levando em consideração é necessária uma alimentação complementar para assegurar a produtividade e os lucros (COELHO et al., 2008).

Nesses casos, a alimentação artificial é crucial para a manutenção das colônias. A alimentação proteica desempenha um papel fundamental no desenvolvimento dos óvulos, glândulas e musculatura das crias, na síntese de proteínas e longevidade das abelhas adultas. Por outro lado, a alimentação energética é essencial para o fornecimento de energia que é utilizada na síntese de matéria orgânica, na contração muscular e auxilia na transmissão dos impulsos nervosos, além de contribuir na produção de cera. Atualmente, o xarope de água com açúcar (com as mais diversas concentrações dos dois ingredientes), é o principal substituto para a alimentação energética, onde é amplamente utilizado pela maioria dos apicultores. As pesquisas com rações apícolas proteicas levam em consideração fatores como palatabilidade, deterioração, disponibilidade no mercado, custos de produção e valor nutricional (SILVEIRA NETO, 2017).

O completo desenvolvimento, manutenção, reprodução, longevidade e produtividade das abelhas são dependentes dos nutrientes obtidos a partir dos recursos florais, como o pólen e néctar. O néctar é composto por carboidratos que fornecem energia aos indivíduos da colônia, além de sais minerais, já por outro lado o pólen é fonte de proteínas, que após um processo de fermentação é denominado beebread (pão das abelhas). Esse beebread fornece amino-

ácidos, lipídios, carboidratos, esteroides, vitaminas e minerais, sendo indispensável para o desenvolvimento das larvas, crescimento, imunidade e longevidade das abelhas (PINHO; CALDAS; ZALUSKI, 2018).

Além disso, a falta de alimento pode levar ao canibalismo de larvas jovens e ao fechamento prematuro de larvas mais desenvolvidas, resultando em declínio populacional devido à redução na produção de crias e na longevidade das abelhas adultas. Apesar de a alimentação das abelhas *Apis mellifera* se concentrar em alimentos energéticos e proteicos, vitaminas e minerais também são cruciais para o desenvolvimento das colônias. Embora em menor quantidade que proteínas e carboidratos, esses nutrientes são essenciais para o desenvolvimento normal dos organismos, desempenhando papéis estruturais e em processos metabólicos (MARTINELLI, 2021).

2.3.1 Xarope de açúcar

A suplementação alimentar energética visa aumentar a longevidade dos insetos adultos e manter elevada densidade populacional nas colônias. As dietas artificiais, geralmente compostas por açúcares simples, mel e água em forma de xarope concentrado, são fornecidas através de alimentadores especiais. Há uma ampla variedade de opções de alimentos energéticos para as abelhas, e é crucial que o produtor faça escolhas considerando os custos e as alternativas mais viáveis para cada região e tipo de apicultura praticada (PARENTE, 2016).

Os alimentos energéticos mais utilizados são o xarope de água e açúcar e o xarope invertido. Para a fabricação desse primeiro xarope, misture igualmente a água e açúcar na mesma quantidade, colocar a mistura no fogo e mexer até dissolver o açúcar por completo. No caso do xarope invertido utiliza-se 5 kg de açúcar; 1,7 litros de água e 5 g de ácido tartárico ou ácido cítrico, em seguida, levar o açúcar e a água ao fogo. Quando iniciar a liberação do vapor, adicionar ácido tartárico e manter a mistura no fogo baixo por 40 a 50 minutos, e fornecer 1 litro a cada 2 dias. Para evitar que se estrague, o seu fornecimento deve ser feito no mesmo dia que for produzido, tendo-se o cuidado de retirar das colônias o alimento que não for consumido pelas abelhas em 24 horas. Após este período inicia-se a fermentação e o alimento restante deve ser descartado (ANJOS, 2019).

2.3.2 Aminoácidos, minerais e vitaminas

Diversas formulações de suplementação alimentar proteica foram experimentadas em abelhas, destacando-se a importância da consideração constante das características de palatabilidade, estabilidade, custo e valor nutricional. A palatabilidade dos alimentos destinados às abelhas é uma das principais preocupações em estudos que visam desenvolver substitutos proteicos para esses insetos. Alimentos ricos em proteínas e eficazes para as abelhas devem ser consumíveis, proporcionando as quantidades necessárias de lipídios, proteínas, vitaminas e minerais essenciais para o crescimento, desenvolvimento e reprodução (PARENTE, 2016).

O pólen é a principal fonte de vitaminas para as abelhas, embora uma pequena quantidade também possa ser obtida do néctar. Além disso, micro-organismos presentes no trato digestivo das abelhas têm a capacidade de produzir vitaminas que podem ser aproveitadas. As abelhas necessitam de minerais, como cobre, zinco e magnésio, mas apenas em pequenas quantidades. No entanto, ainda há uma lacuna no conhecimento para uma compreensão completa da importância desses minerais na alimentação das abelhas (PINTO, 2010).

São necessários para as abelhas 10 aminoácidos essenciais, que são eles: arginina, lisina, histidina, triptofano, metionina, felinina, treonina, leucina, valina e isoleucina, os quais são obtidos do pólen. Uma dieta deficiente em qualquer um destes aminoácidos pode resultar em sintomas específicos de deficiência, uma vez que as abelhas não serão capazes de sintetizar as proteínas que o contribuem (MARCHINI; REIS; MORETI, 2006).

2.4 PESAGEM DAS ABELHAS ADULTAS E PARTES DO CORPO

O peso fresco das abelhas adultas é uma importante medida nutricional e de saúde, podendo ser avaliado tanto em abelhas vivas quanto em abelhas mortas. Para determinar o peso das abelhas mortas, recomenda-se separar o corpo em cabeça, tórax (incluindo pernas e asas) e abdômen utilizando uma pequena tesoura. Essa separação permite identificar deficiências de peso em partes específicas do corpo. O peso seco total é a soma do peso de todas essas partes (HENDRIKSMA; PACHOW; NIEH, 2019).

Por exemplo, o peso fresco da cabeça está correlacionado com o tamanho dos ácidos

das glândulas hipofaríngeas, enquanto o peso fresco e seco do tórax reflete o desenvolvimento da musculatura de voo. É importante notar que o peso do abdômen frequentemente é determinado sem incluir o trato gastrointestinal, devido à presença de pólen ou mecônio (HENDRIKSMA; PACHOW; NIEH, 2019).

2.5 MATÉRIA MINERAL

Segundo o relatório de Ghosh, Jung e Meyer-Rochow (2016) que se concentrou em analisar o conteúdo de nutrientes mineral de abelhas *Apis mellifera* em seus diferentes estágios de desenvolvimento, desde sua fase imatura como larvas de operárias, pupas e até a fase adulta, o estudo revelou que todos os estágios de desenvolvimento da abelha melífera são boas fontes de magnésio, potássio e fósforo, com menores quantidades de sódio e cálcio, destacando também a presença significativa de ferro, zinco e cobre. Notavelmente, exceto pelo potássio (e fósforo e chumbo especificamente nas pupas), os indivíduos adultos apresentaram maiores concentrações de todos os minerais testados em comparação aos estágios imaturos, indicando um aumento no conteúdo mineral conforme a abelha se desenvolve.

Adicionalmente, Ghosh, Jung e Meyer-Rochow (2016) forneceram valores de 13,1% e 7,3% para larvas e pupas de *A. mellifera*, respectivamente, enquanto relataram teores de cinzas de 4,9% e 6% para abelhas adultas machos e fêmeas, com valores mais elevados esperados quando baseados no peso seco, já o teor de cinzas de abelhas adultas (11,52%) foi superior ao de suas crias. Há consenso de que o conteúdo de cinzas se correlaciona com o conteúdo mineral, resumindo as variações nos diferentes estágios de desenvolvimento da abelha melífera.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Apiário Experimental Universidade do Estado de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Pontes e Lacerda, o qual está localizado sob as coordenadas geográficas 15°32'66.3" Sul e 59°23'24.4" Oeste, com altitude média de 254 m acima do nível do mar. Tendo início em outubro de 2023 e finalizado em abril de 2024. Utilizou-se 13 colmeias padrão langstroth de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*), para receberem dois tratamentos distintos: um recebendo xarope de açúcar invertido (três colônias); e outro recebendo xarope de açúcar invertido com suplementação (três colônias).

O apiário está situado em área de floresta, onde as colmeias estão mantidas sobre cavaletes de madeira, com distancias de aproximadamente 1 m entre si.

As colmeias são padronizadas e identificadas individualmente, sendo providas de uma cobertura de telha para protegê-las das intempéries causadas pelas chuvas.

Os tratamentos que as abelhas recebiam era energéticos e proteicos. A Tabela 1 mostra a composição da alimentação suplementar energética.

Os tratamentos foram compostos por dois tipos de alimentação. No tratamento energético a suplementação era feita de núcleos a base de açúcar invertido e outras alimentados com açúcar invertido + água + suplemento.

O açúcar invertido foi produzido a partir da combinação de 5 kg de açúcar cristal, 1,7 litros de água e 5 gramas de ácido cítrico, com fervura por 10 minutos em fogo baixo (CASTAGNINO et al., 2006).

Foram formuladas dietas artesanais utilizando ingredientes criteriosamente selecionados para atender às necessidades nutricionais das abelhas, buscando simultaneamente garantir a acessibilidade e viabilidade econômica dos componentes utilizados. Cada colmeia recebia cerca de 500 ml a 1L, onde era distribuídos em alimentadores internos, e 300 a 400 g de alimento proteico. A cada 15 dias eram feitas revisões para ver o estado geral da colmeia.

Tabela 1 - Composição nutricional do Suplemento.

Composição do Produto	Quantidade	Composição do Produto	Quantidade
Vitamina A (UI)	7440	Alanina (mg)	30,17
Vitamina D3 (UI)	372	Cisteína (mg)	0,9270
Vitamina E (UI)	7,44	Valina (mg)	8,80
Vitamina B1(mg)	1,48	Metionina (mg)	69,72
Vitamina B2(mg)	1,48	Isoleucina (mg)	4,17
Vitamina B6 (mg)	0,7440	Leucina (mg)	10,87
Vitamina B12 (mcg)	14,88	Tirosina (mg)	3,30
Vitamina C (mg)	37,20	Fenilalanina (mg)	6,55
Biotina (mg)	0,1339	Triptofano (mg)	0,6673
Ácido Nicotínico (mg)	4,46	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (UFC)	66960
Pantotenato de Cálcio (mg)	2,97	Ácido Fólico (mg)	7,44
Taurina (mg)	7,44	Magnésio (g)	0,0937
L-Carnitina (g)	0,0744	Enxofre (mg)	1,48
Colina (mg)	37,20	Iodo (mg)	0,6919
Lisina (g)	0,1057	Ferro (mg)	0,8332
Histidina (mg)	3,71	Cobalto (mg)	0,2976
Argina (mg)	13,76	Cobre (mg)	0,5580
Ácido Aspártico (mg)	2,02	Zinco (mg)	12,65
Treonina (mg)	2,00	Manganês (mg)	2,53
Serina (mg)	3,63	Selênio (mg)	0,0744
Ácido glutâmico (mg)	10,04	Cálcio (g)	1,11
Prolina (mg)	38,17	Fósforo (g)	0,5565
Glicina (mg)	44,72	Sódio (mg)	15,62
Hidroxiprolina (mg)	3,36		

Fonte: Elaborado pelo Autor

Os adultos de abelhas europeias africanizadas foram coletados de colônias ativas, alojada em uma colmeia padrão modelo Langstroth. O método de captura foi realizado de forma aleatória, garantindo uma amostragem representativa da população da colônia.

As abelhas utilizadas foram coletadas de pelo menos 12 colmeias, no qual as caixas de números 09, 11, 23, 24, 25 e 31 recebia tratamento suplementar diferente, já as colmeias de números, 02, 16, 17, 18, 22 e 33 não recebia nenhum tipo de tratamento. Assim que coletadas, foram guardadas em um saco plástico enumerado para que posteriormente fosse analisada a

sua composição corporal e congelas no freezer. O delineamento foi o inteiramente casualizado, com 12 tratamento e 2 repetições por tratamento, em que cada enxame representou uma unidade experimental, sendo que para cada enxame foram coletadas uma amostra de 100 abelhas em média.

Para a avaliação da composição corporal, as amostras foram levadas e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal - LAANA, pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Pontes e Lacerda.

As amostra de abelhas foram pré secas em estufa a 55° C por 72 horas, As amostras analisadas foram pesadas tanto antes quanto após o processo de secagem, utilizando uma balança de precisão, com a subtração do peso do recipiente de armazenamento.

Posteriormente foi feita a matéria seca definitiva, onde as amostra que foram pré secas passou pelo novo processo onde foi pesada cerca de 2,000g de amostra que foram maceradas invés de serem trituradas, posteriormente adicionadas em cadinhos de porcelana previamente seca e pesada na tara, foram identificados com lápis grafite antes de serem submetidas a uma temperatura de 105° C por 24 horas.

No dia seguinte após a determinação da matéria seca os cadinhos com as amostras foram levados para a mufla a 600° C por cerca de 4 horas. Esse processo de calcinação é essencial para a obtenção das cinzas e a posterior análise mineralógica das amostras. As cinzas resultantes representam a quantidade total de minerais contidos na matéria seca, no entanto, análises adicionais são necessárias para identificar e quantificar cada mineral individualmente.

Este estudo investiga como a suplementação afetou diferentemente o peso das diferentes partes do corpo das abelhas operárias. Em vez de medir o peso total das abelhas como na metodologia (De Groot, 1953) optamos por medir o peso das partes do corpo (cabeça, tórax e abdômen) considerando tal abordagem que é justificada pelas diferentes castas de abelhas, como as forrageiras e nutrizes, que desenvolvem características específicas em suas estruturas corporais.

Para a coleta as amostras de abelhas operarias foram coletadas de ambas as colônias, selecionando cerca de 10 abelhas por colônia, no qual utilizamos uma tampa de tela para alvado com escape invertido, pinça e sacola para o armazenamento das amostras. As abelhas foram congeladas para minimizar a degradação dos tecidos.

Cada abelha foi separada cabeça, tórax e abdômen usando uma tesoura pequena. As partes foram levadas para o laboratório, o peso de cada segmento corporal foi medido utilizando uma balança analítica com precisão de 0,0001 mg, em seguida foram pré seca a 55° C em es-

tufas por 72 horas para remover a umidade, posteriormente transferimos a amostra pré seca para um novo processo de secagem na temperatura de 105° C, demorando cerca de 30 horas, retiramos do forno e deixamos esfriar em um dessecador, pesamos a amostra seca final.



Figura 4 – Tampa de tela para alvado.

Fonte: Aatoria Própria (2024).



Figura 5 - Parte dos corpos.

Fonte: Aatoria Própria (2024).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados apresentaram distribuição normal pelo teste de Shapiro-wilk, assim como também homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene, por este motivo, para verificar se o percentual de matéria mineral de abelhas operárias e peso do tórax de abelhas campeiras apresentou diferença para as colmeias que receberam ou não suplementação foi empregada a análise de variância. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R, versão 4.4.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se normalidade dos dados de percentual de matéria mineral da composição

corporal das abelhas *Apis mellifera* que receberam suplementação dietética com minerais, vitaminas e aminoácidos, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Verificou-se também homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene, sendo assim, para verificar o efeito da suplementação ou não empregou-se a análise de variância. Quando analisamos o percentual de matéria mineral de abelhas suplementadas ou não suplementadas observamos que não houve diferença estatística para abelhas suplementadas ou não (figura 6).

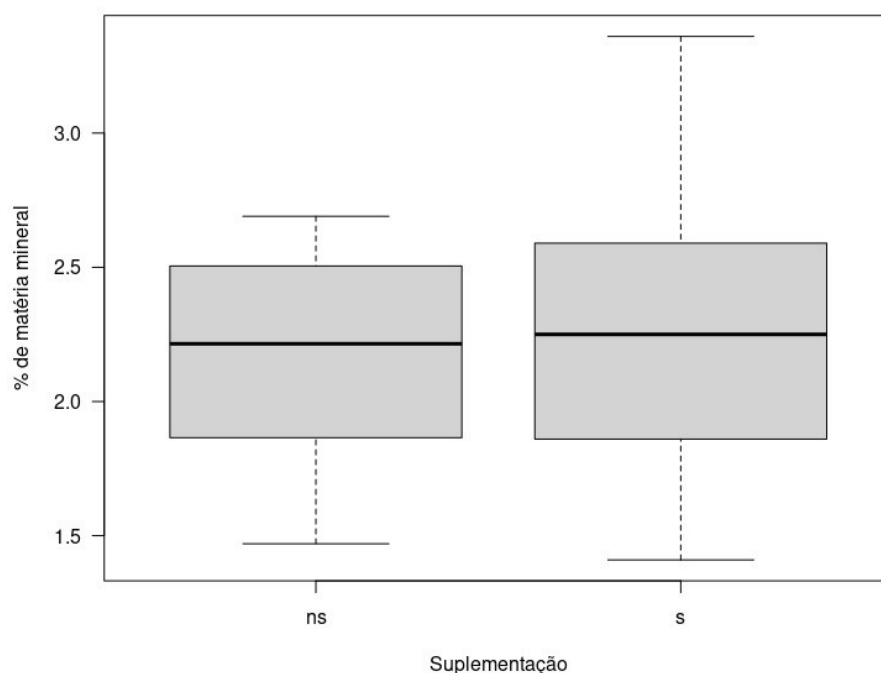


Figura 6 - Porcentagem de matéria mineral nas abelhas não suplementadas (ns) e suplementadas (s).

Os dados de Kratz et al. (2024) corroboram com os dados encontrados no presente estudo, pois relataram que as abelhas recebendo distintas fontes de pólen que continham diferente composição centesimal de minerais, não apresentaram diferença estatística no peso corporal das abelhas bem como na concentração corporal de minerais. Assim como também segundo Imdorf et al. (1998), ao analisarem a composição de minerais de abelhas adultas e pupas, verificaram que as adultas não apresentaram diferenças significativas da maioria dos minerais presentes em seu corpo.

É possível discutir a hipótese de que as abelhas brasileiras apresentam uma grande diversidade de peso e variabilidade genética, fatores que influenciam diretamente no peso das abelhas e, potencialmente, na composição centesimal de minerais. Uma análise realizada em laboratório sobre a matéria mineral das abelhas mostrou resultados não significativos, indi-

cando que a suplementação ou não suplementação da dieta das abelhas não altera a composição mineral de forma expressiva.

De acordo com Francoy (2014) que avaliou a populações de *Apis mellifera* do Brasil e do Panamá, Os resultados mostram que as populações brasileiras apresentam um gradiente de variação de tamanho, com abelhas do sul sendo significativamente maiores que as do norte. Essas diferenças dos tamanhos refletem graus de mistura populacional e fatores ecológicos.

Essa constatação pode ser explicada pelo fato de que as abelhas são muito leves e difíceis de pesar com precisão. Além disso, uma amostragem incluiu abelhas de diferentes idades, novas e velhas, o que pode contribuir para a variação na composição mineral observada. A variabilidade genética também desempenha um papel crucial, uma vez que algumas abelhas podem ser geneticamente predispostas a serem maiores e mais pesadas, enquanto outras podem ser menores e mais leve.

Diversos motivos podem causar a ausência de variações substanciais na composição mineral das abelhas. Em primeiro lugar, a quantidade e a forma em que os suplementos dietéticos foram administrados não podem ter sido apropriadas para provocar alterações mensuráveis nos níveis minerais do corpo. Além disso, as abelhas possuem sistemas homeostáticos eficazes que regulam a absorção e o armazenamento de minerais, ou que podem ser fornecidos para a manutenção dos níveis, mesmo na ausência de suplementação.

Outra questão relevante é a grande variação das colônias, devido aos fatores de diversidade genética encontrada nas abelhas, por causa da falta de seleção adequada o que pode ter um impacto significativo no peso e na constituição física (FAQUINELLO, 2007). As abelhas *Apis mellifera* possuem uma variabilidade genética única, que pode levar a variações nas habilidades de absorção e metabolismo de nutrientes. A diversidade genética pode encobrir os impactos da adição de nutrientes, resultando em diversas reações individuais e, portanto, na ausência de variação significativa nas médias dos resultados.

Além disso, apesar do foco ter sido na análise mineral, e posteriormente o tórax de abelhas campeiras, é provável que a inclusão de suplementos na dieta possa afetar outros aspectos da saúde das abelhas que não foram avaliados, como a imunidade ou a resistência ao ambiente.

É essencial analisar o desenvolvimento do tórax de abelhas operárias em relação ao fornecimento de nutrientes, uma vez que a musculatura torácica é fundamental para um voo eficaz. As abelhas campeiras precisam de músculos de voo torácicos forte para coletar pólen e néctar (HENDRIKSMA, 2019). Suplementos de nutrição oferecem nutrientes importantes que fortalecem esses músculos, proporcionando um peito mais forte e uma maior habilidade de

voar, o que possibilita maior alcance e coleta de néctar, pólen e água. Isso não só aumenta a eficiência da colônia, mas também a torna mais resistente e saudável, garantindo sua sustentabilidade no longo prazo.

Para obter o máximo de benefícios da suplementação dietética em abelhas *Apis mellifera*, é crucial orientar futuras pesquisas que analisem detalhes e tipos variados de suplementos. Considerar a diversidade genética das abelhas é importante tanto na elaboração dos experimentos quanto na interpretação dos resultados. Pesquisas que acompanham o crescimento das abelhas ao longo de suas vidas e que analisam os impactos da suplementação em outros aspectos da saúde e do desempenho dessas abelhas fornecendo instruções úteis para entender melhor como a influência da dieta. Gameda (2014) indicou que a alimentação com farinha de ervilha e xarope de açúcar resultou em postura precoce de ovos e aumento da produção de crias e pólen, além de estimular a atividade de forrageamento e o comportamento higiênico das abelhas.

De Souza et al (2018) claramente explica que abelhas desenvolvidas diferencialmente têm respostas variadas aos mesmos nutrientes durante a fase larval. Ele menciona que a manipulação alimentar pelas abelhas enfermeiras pode substituir as influências genótípicas no desenvolvimento larval, ajustando os fenótipos conforme as necessidades da colônia. Isso sugere que a criação artificial pode examinar a variação fenotípica associada à nutrição.

Essas descobertas reforçam a complexidade da interação entre genética, idade e composição corporal nas abelhas. Portanto, a diversidade genética e a variabilidade no peso das abelhas brasileiras são fatores importantes a serem considerados em estudos sobre sua composição mineral.

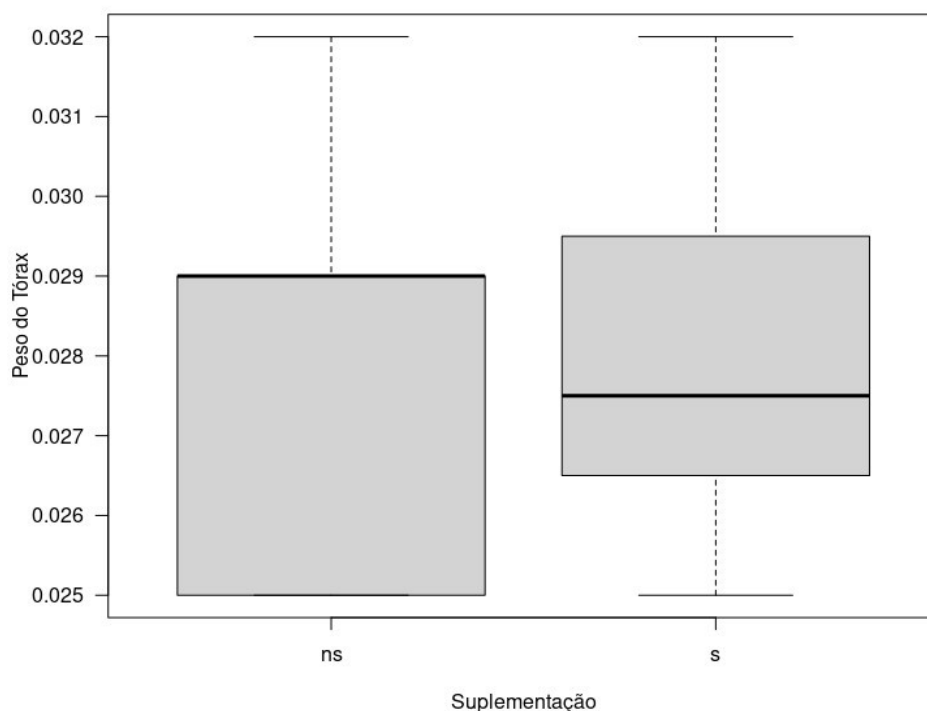


Figura 7 - Comparação do peso do tórax dos grupos com e sem suplementação.

De acordo com estudos de Da Silva et al. (2020), foi constatado um aumento de 20% no peso das abelhas *A. mellifera* após a emergência, até se tornarem nutrízes, aproximadamente aos dez dias de vida. O peso continua aumentando até os 16 dias de vida e, após esse período, à medida que fazem a transição para se tornarem forrageiras, o peso regride. Este aumento de peso inicial está associado às reservas lipídicas corporais das abelhas.

No contexto do estudo de De Groot (1953) e nossa própria investigação sobre o peso e a análise de matéria seca do tórax, não houve variação estatisticamente significativa observada (Figura 7). Em estudos semelhantes, foi constatado que diferentes castas de abelhas desenvolvem diferentes partes de seus corpos devido às suas funções específicas. As abelhas nutrízes, por exemplo, precisam desenvolver glândulas hipofaríngeas em suas cabeças, enquanto as abelhas forrageiras precisam de músculos de voo torácicos fortes para coletar pólen e néctar. Em seu experimento, encontraram que as forrageadoras tinham cabeças significativamente mais leves e tórax mais pesados em comparação com as enfermeiras.

Esses achados reforçam a complexidade da interação entre genética, idade e composição corporal nas abelhas. A ausência de diferenças significativas nos pesos das partes corporais em função da suplementação dietética pode ser atribuída à variabilidade genética das abelhas africanizadas no Brasil. As abelhas brasileiras apresentam diferentes graus de genética distin-

ta, o que pode resultar em variações significativas no tamanho e no peso das abelhas, independentemente da nutrição.

Para estudos futuros deve-se considerar que o tempo de vida dos membros de uma colônia é influenciada pela região, pelas condições climáticas e pela disponibilidade de pasto apícola, e dado o alto grau de adaptação da abelha *Apis mellifera*, faz-se necessário realizar estudos sobre as características genéticas das abelhas africanizadas (GOMES, 2016).

Isto nos permitirá observar mais claramente os efeitos da nutrição, uma vez que a variação genética tem um efeito muito mais pronunciado no peso corporal do que a nutrição. Estudos que acompanham o crescimento ao longo da vida das abelhas e avaliam os efeitos da suplementação em outros aspectos da saúde e desempenho das abelhas fornecendo informações valiosas sobre como a dieta afeta a plasticidade fenotípica.

5 CONCLUSÃO

Não houve efeito da suplementação dietética com minerais, vitaminas e aminoácidos sobre a porcentagem de matéria mineral nas abelhas operárias de *Apis mellifera*, bem como também no peso do tórax de campeiras.

REFERÊNCIAS

ANJOS, E. J. S. D. **Validação de metodologia para testes de consumo de suplementação alimentar para abelhas adultas *Apis mellifera* L.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônômica) - Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2019.

ANTONIO, D. S. M. **Processos celulares e moleculares no desenvolvimento do sistema visual em operárias e zangões de *Apis mellifera*.** Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo,

ARAUJO NETO, E. R. **Produção de zangões de abelhas africanizadas *Apis mellifera* I. No semiárido nordestino do Brasil.** 2019. Dissertação (Mestre em Produção Animal) - Universidade Federal Rural do Semiárido, 2012.

BARBOSA, M. A. **Identificação de sexo e castas em abelhas *Apis mellifera* utilizando a técnica de Espectroscopia no Infravermelho Próximo**. Dissertação (Mestre em ciências) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus-AM, 2015.

CAMPOS, J. P. T. **Suplementação Energética Para Abelhas Africanizadas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) - Universidade Federal de São João Del Rei- Campus Tancredo de Almeida Neves, 2015.

CASTAGNINO, G. L. et al. Desenvolvimento de núcleos de *Apis mellifera* alimentados com suplemento aminoácido vitamínico, Promotor L®. **Ciência Rural**, v. 36, p. 685–688, 2006.

COELHO, M. S. et al. Alimentos convencionais e alternativos para abelhas. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, 2008.

DA SILVA, L. A. et al. Peso e capacidade de armazenamento da vesícula melífera de abelhas africanizadas no Sul de Santa Catarina. **Acta Apicola Brasilica**, v. 8, 2020.

DE GROOT, A. P. Protein and Amino Acid Requirements of the Honeybee (*Apis Mellifica* L.). W. Junk, 1953.

DE SOUZA, D. A., Kaftanoglu, O., De Jong, D., Page, R. E., Amdam, G. V. and Wang, Y. (2018). Differences in the morphology, physiology and gene expression. of honey bee queens and workers reared in vitro versus in situ. *Biol. Open* 7, bio 036616.

DOHANIK, V. T. **Expressão e função do receptor de vitelogenina nas glândulas hipofaríngeas de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae)**. Tese (Doutorado em Biologia Celular e Estrutural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2020.2020.

EMBRAPA, Produção de mel. Sistema de produção 3, Embrapa Meio-Norte, Julho de 2003.

FAQUINELLO, P. Avaliação genética em abelhas *Apis mellifera* africanizadas para produção de geléia real. Dissertação (Mestre em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, 2007.

FRANCOY, T. M. **Variabilidade genético – morfológica em populações Neotropicais de *Apis mellifera***. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina, Ribeirão Preto, São Paulo, 2007.

GEMEDA T.K. Testing the effect of dearth period supplementary feeding of honeybee (*Apis*

mellifera) on brood development and honey production. *Int. J. Adv. Res.* 2014;2:319–324.

GHOSH, S; JUNG, C; MEYER-ROCHOW, V. B. Nutritional value and chemical composition of larvae, pupae and adults of the worker bee *Apis mellifera ligustica* as a sustainable food source. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 2, pág. 487-495, 2016.

GOMES, R. V. R. D. S. **Avaliação das características genéticas de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) importantes na seleção de rainhas matrizes para a produção de mel.** Tese (Doutorado Curso de Pós-graduação em Ciência Animal) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

HENDRIKSMA, H. P.; PACHOW, C. D.; NIEH, J. C. Effects of essential amino acid supplementation to promote honey bee gland and muscle development in cages and colonies. **Journal of insect physiology**, v. 117, p. 103906, 2019.

IMDORF, A. et al. Nitrogen and mineral constituents of honey bee worker brood during pollen shortage. **Apidologie**, v. 29, n. 4, p. 315-325, 1998.

KRATZ, M. et al. Nurse bees regulate the larval nutrition of developing workers (*Apis mellifera*) when feeding on various pollen types. **Journal of Economic Entomology**, v. 117, n. 3, p. 683-695, 2024.

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**, v. 36, p. 949-953, 2006.

MARTINELI, G. M. Suplementação de zinco orgânico e inorgânico no desenvolvimento da glândula hipofaríngea de abelhas *Apis mellifera* L. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Botucatu-SP, 2021.

OLIVEIRA, G. D. **Desempenho produtivo, reprodutivo e resposta fisiológica de abelhas africanizadas que receberam suplementação alimentar.** Dissertação (Mestre em Zootecnia) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

OLIVEIRA, M. T. **Transcrição diferencial e morfogênese do cérebro adulto de castas de abelhas *Apis mellifera*.** Dissertação (Mestrado em Biociências Aplicada à Saúde) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2014.

PARENTE, R. R. P. Avaliação da alimentação artificial, em período chuvoso, no desempenho de Colônias de *Apis mellifera*, E seu reflexo na safra, em área de ecótono cerrado Amazônia. Trabalho de Conclusão de curso (Zootecnia) - Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2016.

PEREIRA, F. M. et al. Desenvolvimento de colônias de abelhas com diferentes alimentos protéicos. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 41, p. 1-7, 2006.

PERUZZOLO, M. C. **Análises transcricionais de genes candidatos à determinação de castas de abelhas melíferas (*Apis mellifera* L.)**. Dissertação (Mestre em Ciências) - Universidade de São Paulo, 2022.

PINHO, M. P.; CALDAS, C. A.; ZALUSKI, R. Alimentação artificial para abelhas *Apis mellifera* africanizadas. **XI MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ/UFMS**, v. 11, p. 1-7, 2018.

PINTO, M. R. R. **Alimentação de *Apis mellifera* africanizadas: relação com a fisiologia, produção, sanidade e segurança alimentar**. Dissertação (Mestre em Ciências) - Universidade Federal de Pelotas, 2010.

PUENTES, S. M. D. **Qualidade espermática de zangões de *Apis mellifera* L. selecionados para produção de geleia real**. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, 2020.

ROCHA, J. S. Apicultura, **Manual Técnico 05**; Programa Rio Rural, Niterói – RJ, Julho de 2008.

SANTOS, D. E. **O metabolismo oxidativo na diferenciação de castas em abelhas melíferas: número e estrutura mitocondrial e expressão de genes indicadores de funcionalidade**. Tese de Doutorado (Doutor em Ciências) - Universidade de Ribeirão Preto- SP, 2017.

SHINOHARA, A. J. **Efeito da suplementação de fonte inorgânica de ferro no desenvolvimento da glândula hipofaríngeas de abelhas *Apis mellifera* L.** Dissertação (Mestre em Zootecnia) – Botucatu-SP, 2018.

SILVEIRA NETO, A. A. **Toxicidade, digestibilidade e ganho de peso da abelha *Apis mellifera* alimentada com ração proteica alternativa**. Tese (Tese em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

SILVEIRA, D. C. D. **Avaliação da agressividade de abelhas *Apis mellifera* L. africanizadas no sertão da Paraíba.** Dissertação (Mestre em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande-PB, 2012.

SOMBRA, D. S. **Suplementação alimentar de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) na região do semiárido.** Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2018.

TURCATTO, A. P. **Desenvolvimento e análise do efeito de dietas protéicas como suplementação nutricional para abelhas *Apis mellifera*.** Dissertação (Mestre em Ciências) - Universidade de São Paulo-USP, 2011.

VIEIRA, J. **Biologia molecular da morfogênese diferencial inicial do cérebro em castas de abelhas *Apis mellifera*.** Tese (Doutorado em Biociências Aplicada à Saúde) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2020.

VIEIRA, J. **Determinantes moleculares da diferenciação inicial do cérebro em castas de abelhas *Apis mellifera*.** Dissertação (Mestrado em Biociências Aplicada à Saúde) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2014.