

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

NATAN GABRIEL DE OLIVEIRA RIBEIRO

**DESENVOLVIMENTO DE ABELHAS *Apis mellifera* EM
FUNÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO DIETÉTICA DE MINERAIS, VITAMINAS E
AMINOÁCIDOS**

PONTES E LACERDA – MT
DEZEMBRO/2025

NATAN GABRIEL DE OLIVEIRA RIBEIRO

**DESENVOLVIMENTO DE ABELHAS *Apis mellifera* EM
FUNÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO DIETÉTICA DE 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 ZOOTECHNIA”.

Orientador: Dr. Rafael Kill Silveira

PONTES E LACERDA – MT
DEZEMBRO/2025

Ficha catalográfica elaborada pela Supervisão de Bibliotecas da UNEMAT Catalogação de Publicação na Fonte.
UNEMAT - Unidade padrão

R484d Ribeiro, Natan Gabriel de Oliveira.

Desenvolvimento de abelhas apis mellíferas em função a suplementação dietética de minerais, vitaminas e aminoácidos / Natan Gabriel de Oliveira Ribeiro. - Cáceres, 2025.

37f.: il.

Universidade do Estado de Mato Grosso "Carlos Alberto Reyes Maldonado", Zootecnia/PLC - Pontes e Lacerda - Bacharelado - Contínua, Campus Universitário De Pontes E Lacerda.

Orientador: Dr RAFEL KILL SILVEIRA.

1. estrutura. 2. rentabilidade. 3. manejo. I. SILVEIRA, Dr RAFEL KILL. II. Título.

UNEMAT / MTSCB

CDU 638.14

NATAN GABRIEL DE OLIVEIRA RIBEIRO

**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE ABELHAS *Apis mellifera* EM
FUNÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO DIETÉTICA DE 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: 04/12/2025



Documento assinado digitalmente
RAFAEL KILL SILVEIRA
Data: 16/12/2025 14:32:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

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



Documento assinado digitalmente
MARCELO DA SILVEIRA MEIRELLES PINHEIRO
Data: 16/12/2025 14:21:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Marcelo da Silveira Meirelles Pinheiro
Zootecnia/Produção Animal



Documento assinado digitalmente
SIDNEI GREGÓRIO TAVARES
Data: 17/12/2025 13:43:42-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Sidnei Gregório Tavares
Zootecnista/Desenvolvimento Rural Sustentável

Dedico este trabalho aos meus pais por ter me ajudado e apoiado todos os momentos desse processo, e ter dado força para superar esse desafio. Aos meus irmãos por sempre estarem comigo nos momentos difíceis. A minha companheira Amanda Pouso por me dar todo suporte necessário e por me apoiar em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família que sempre esteve ao meu lado me apoiando em todos os momentos, minha mãe Lucia Oliveira ao meu pai Miguel Lima vocês são a base de tudo.

Agradeço a minha companheira e namorada Amanda Pouso por estão ao meu lado todos os momentos, por todo carinho e amor que tem por mim.

Aos meus irmos Gisele Oliveira, Miguel Junior e Lais Cristina que tanto me ajudaram e me deram apoio sem vocês nada disso seria possível.

A universidade UNEMAT Pontes e Lacerda que foi minha casa durante toda a trajetória e foi fundamental para realizar esse sonho.

Ao Prof. Dr. Rafael Kill Silveira pela confiança e ter aceitado esse e por todo o conhecimento que me passou.

Agradeço aos amigos que a universidade me deu e levarei para toda vida Tais Ribeiro, Lucas de Freitas, Lucas Ribeiro Sara Ortega, vocês sempre estiveram me apoiando e ajudando criar boas histórias que hoje tenho para contar.

Agradeço aos meus primos Patrick Matheus e Mateus Eduardo, vocês sem dúvida me apoiaram e fizeram parte da minha formação.

“Nutrir uma abelha é investir no elo mais pequeno e mais vital da cadeia da vida.”
(autor desconhecido)

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da suplementação alimentar com aminoácidos, minerais e vitaminas no desenvolvimento de colmeias de *Apis mellifera*. Durante períodos de escassez de recursos naturais, a suplementação visa reduzir perdas, melhorar o desenvolvimento da cria e fortalecer a colônia. Foram utilizadas seis colmeias, divididas em dois tratamentos: três receberam apenas xarope invertido e três receberam xarope invertido associado ao suplemento. Os resultados indicaram maior média de células de pupas nas colmeias suplementadas, embora sem diferença estatística significativa. A suplementação, portanto, apresenta potencial como estratégia de manejo nutricional em períodos.

Palavras-chave: Estrutura, rentabilidade, manejo, nutrição

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of nutritional supplementation with amino acids, minerals, and vitamins on the development of *Apis mellifera* bee colonies. During periods of natural resource scarcity, supplementation aims to reduce losses, improve brood development, and strengthen the colony. Six bee colonies were used, divided into two treatments: three received only inverted syrup and three received inverted syrup combined with the supplement. The results indicated a higher average number of pupal cells in the supplemented bee colonies, although without statistically significant differences. Supplementation, therefore, shows potential as a nutritional management strategy during these periods.

Keywords: Structure, profitability, management, nutrition

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Anatomia das abelhas	12
2.2 Pólen e Néctar.....	13
2.3 Proteínas e Carboidratos	15
2.4 Minerais, vitaminas e água	16
2.5 Alimentação suplementar	16
2.5.1 Alimentação suplementar ou substituta do pólen	17
2.5.2 Alimentação suplementar ou substituta do néctar	19
2.6 Área de cria.....	21
2.8 RELAÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO E ÁREA DE CRIA.....	22
2.7 Fenologia do cerrado	23
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5 CONCLUSÃO.....	31

1 INTRODUÇÃO

A nutrição é um dos fatores mais determinantes para a manutenção da saúde, do desenvolvimento e da produtividade das colônias de abelhas *Apis mellifera*. Os recursos alimentares naturais, especialmente o néctar, o pólen e a água, são as principais fontes de carboidratos, proteínas, lipídios, minerais e vitaminas, nutrientes essenciais para a termorregulação, crescimento das crias, postura da rainha e longevidade das operárias. A deficiência de qualquer um desses nutrientes pode comprometer o equilíbrio fisiológico da colmeia, tornando-a mais suscetível a doenças, queda populacional e menor desempenho produtivo (Batista et al., 2023)

Em regiões tropicais, é comum ocorrerem períodos de escassez de floradas, principalmente durante a entressafra, quando a disponibilidade de néctar e pólen é severamente reduzida. Essa limitação alimentar impacta diretamente o desenvolvimento das colônias, reduz a área de cria, diminui a postura da rainha e pode levar ao enfraquecimento ou até mesmo à perda dos enxames. Diante desse cenário, a alimentação suplementar tem sido amplamente utilizada como estratégia de manejo, com o objetivo de manter a vitalidade das colônias e minimizar os efeitos da escassez de recursos naturais (Lira, 2014)

A suplementação alimentar pode ser energética, por meio da oferta de xaropes açucarados, ou proteica, utilizando substitutos do pólen. Essa prática, quando realizada de forma adequada, contribui para o fortalecimento das colônias, estímulo à postura da rainha e manutenção da área de cria. No entanto, a eficácia desses suplementos depende diretamente de sua composição e do equilíbrio entre aminoácidos, minerais e vitaminas, uma vez que esses nutrientes participam de processos metabólicos essenciais ao desenvolvimento das abelhas (Wolff, 2007)

Apesar da ampla utilização da suplementação alimentar na apicultura, ainda são escassos os estudos que avaliam de forma integrada o efeito da adição simultânea de aminoácidos, vitaminas e minerais em dietas energéticas sobre o desenvolvimento das colônias, especialmente em condições de entressafra. Assim, torna-se necessário aprofundar o conhecimento científico sobre estratégias nutricionais que possam contribuir para a manutenção e o fortalecimento dos enxames em períodos críticos de disponibilidade de recursos florais.

Além da importância biológica, as abelhas *Apis mellifera* exercem papel fundamental na sustentabilidade dos sistemas agroecológicos e na manutenção da biodiversidade, atuando como um dos principais agentes de polinização de culturas agrícolas e espécies vegetais nativas. A redução do vigor das colônias compromete não apenas a produção de mel, mas também os serviços ecossistêmicos associados à polinização, resultando em impactos diretos na

produtividade agrícola e no equilíbrio dos ecossistemas. Dessa forma, o fortalecimento nutricional das colônias por meio de estratégias adequadas de suplementação torna-se uma ferramenta essencial tanto para o sucesso da atividade apícola quanto para a conservação ambiental (Pirani; Sanchez; Pedroni, 2009; Zangirolami; Junior, 2022)

Nesse contexto, torna-se fundamental a avaliação de suplementos que combinem aminoácidos, vitaminas e minerais, uma vez que esses nutrientes participam diretamente de processos fisiológicos essenciais, como o desenvolvimento larval, o fortalecimento do sistema imunológico e o aumento da longevidade das abelhas. Apesar do uso frequente desse tipo de suplementação na prática apícola, ainda existem limitações na literatura científica quanto à comprovação de seus efeitos sobre parâmetros reprodutivos, especialmente no que se refere à área de cria durante períodos de entressafra. Assim, estudos experimentais tornam-se necessários para fornecer subsídios técnicos que auxiliem na tomada de decisão sobre o manejo nutricional das colmeias (Wolff, 2007; Paray et al., 2021)

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação alimentar com aminoácidos, vitaminas e minerais sobre a área de cria de colônias de *Apis mellifera* durante o período de entressafra.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ANATOMIA DAS ABELHAS

As abelhas *Apis mellifera* pertencem à ordem Hymenoptera, grupo que inclui também vespas e formigas. Sua estrutura corporal é altamente especializada e adaptada para atividades como coleta de alimento, comunicação, defesa e manutenção da colônia. O corpo dessas abelhas é dividido em três regiões distintas: cabeça, tórax e abdômen, cada uma exercendo funções fisiológicas e comportamentais essenciais para a sobrevivência da colônia (Zangirolami; Junior, 2022)

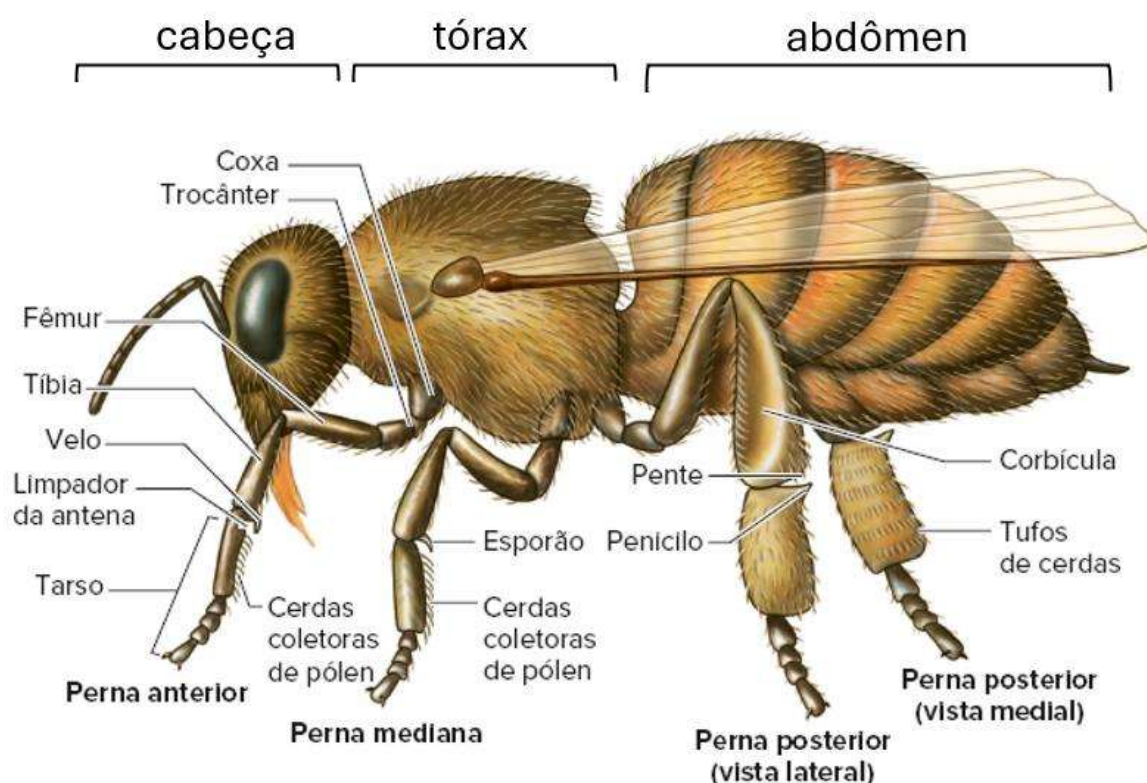


Figura 1: Ilustração de uma abelha operária demonstrando a divisão anatômica de seu corpo e a especialização de suas pernas. Na perna anterior, o recorte denteado coberto pelo velo penteia a antena. O esporão da perna mediana retira cera das glândulas de cera do abdome. As cerdas coletoras de pólen nas pernas anteriores e medianas penteiam o pólen coletado por pelos do corpo e depositam esse pólen nos tufos de cerdas das pernas posteriores. Os pelos longos do pente de pólen da perna posterior retiram o pólen do pente da perna oposta; então, o penicilo (empacotador de pólen) pressiona o pólen na corbícula quando a perna é dobrada para trás. Uma abelha carrega sua carga nas duas corbículas até a colmeia e empurra o pólen dentro de uma célula, para ser tratado por outras operárias.

Fonte: Junior Cleveland *et al.* (2022)

Na primeira parte do corpo fica a cabeça, que estão localizados os olhos, as antenas e o aparelho bucal. Os olhos estão localizados na parte lateral da cabeça e o número de omitidos pode variar de acordo com a casta, os zangões têm cerca de 13.000 omatídeos enquanto as operárias cerca de 6.500 é a rainha 3.000. As antenas são um par e estão localizadas na parte frontal da cabeça. E o aparelho bucal que é formado por duas mandíbulas e uma língua ou glossa. São utilizados para manipular cera, própolis e pólen, além de alimentar as larvas e limpar os favos. A língua é revestida por pelos e bem maleável para fazer a coleta e transferência de alimentos e desidratação do néctar (Ramos; Carvalho, 2007).

A segunda parte é o tórax que é formado por três segmentos, o protorax que fica acoplado à cabeça, a segunda mesotórax e o último que é acoplado no abdômen é o metatórax. No tórax estão os órgãos locomoção, asas e pernas que tem a particularidade uma grande cobertura de pelos para a fixação de pólen quando entra em contato com as flores. No tórax também estão presentes os espiráculos, que são órgãos de respiração, o estômago e o sistema digestivo também fazem parte (Ramos; Carvalho, 2007).

O abdômen contém órgãos fundamentais, como o sistema digestório, reprodutor, excretor e as glândulas produtoras de cera. Essa região é determinante para a fisiologia reprodutiva e defensiva das abelhas, pois também abriga as estruturas relacionadas à produção do ferrão. A organização anatômica altamente especializada possibilita o elevado grau de eficiência das abelhas no exercício de suas funções ecológicas (Zangirolami; Junior, 2022)

Além da estrutura externa, a organização interna das abelhas apresenta elevado grau de especialização funcional, especialmente no sistema digestório e nas glândulas associadas à produção de substâncias essenciais para a colônia. As glândulas hipofaríngeas, por exemplo, desempenham papel fundamental na produção de geleia real, substância essencial para o desenvolvimento das larvas e da rainha. Segundo Winston *et al.* (1991) e Snodgrass *et al.* (1956), a eficiência dessas estruturas está diretamente relacionada à nutrição adequada e ao equilíbrio fisiológico das operárias, influenciando de forma indireta a expansão da área de cria e o fortalecimento das colônias.

2.2 PÓLEN E NÉCTAR

O pólen constitui a principal fonte de proteínas para as abelhas e é produzido pelas estruturas masculinas das flores. Sua composição nutricional é rica em proteínas, lipídios, vitaminas e minerais, sendo essencial para o desenvolvimento das crias e para o funcionamento das glândulas hipofaríngeas das operárias. A qualidade nutricional do pólen sofre variações de acordo com a espécie vegetal, condições climáticas e características do solo (Paray et al., 2021)

Além de seu papel nutricional, o pólen é fundamental para o funcionamento equilibrado da colônia, influenciando diretamente a taxa de postura da rainha e a longevidade das operárias. Estudos demonstram que o consumo adequado de pólen está positivamente relacionado à resistência a doenças e ao desempenho fisiológico das abelhas (Brodschneider; Crailsheim, 2010)

O néctar, por sua vez, é a principal fonte de carboidratos das abelhas. Ele é coletado por meio da probóscide e armazenado no inglúvio, sendo posteriormente transformado em mel no interior da colmeia. Os principais açúcares presentes no néctar são sacarose, glicose e frutose, os quais fornecem energia essencial para atividades como voo, termorregulação e produção de cera (Coelho et al., 2008)

Durante o processo de retorno à colmeia, o néctar sofre ação de enzimas como invertases e diastases, que alteram sua composição química, favorecendo a formação do mel. Esse processo fisiológico demonstra a elevada especialização metabólica das abelhas e a importância do néctar como base energética do metabolismo da colônia (Zangirolami; Junior, 2022)

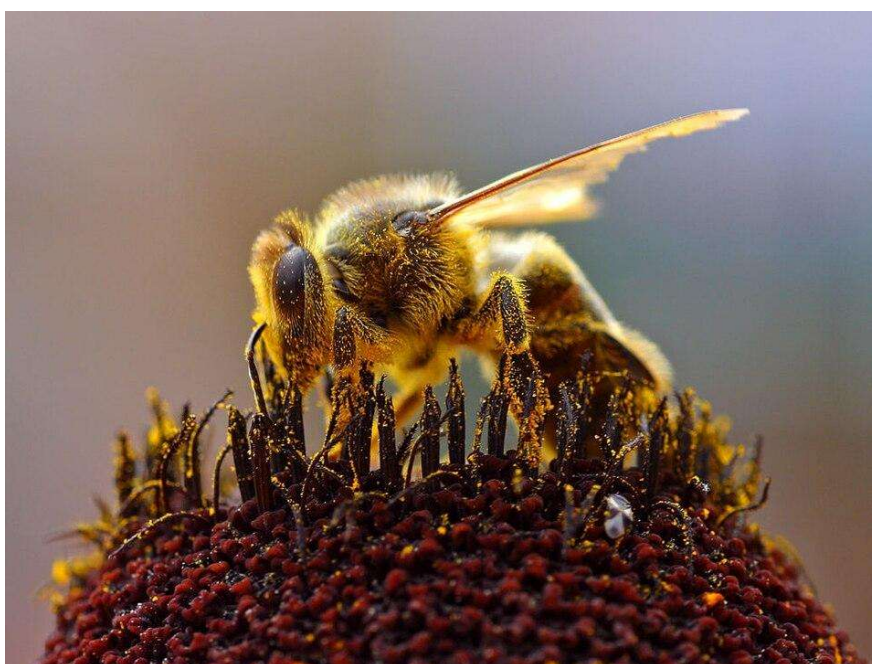


Figura 2: Abelha coletando néctar e pólen, destaca-se na imagem a adesão dos grãos de pólen (pontos amarelos) em suas cerdas coletoras de pólen distribuídas em suas pernas e corpo.

Fonte: Jon Sullivan (2004) liberada em creative commons, disponível em: <https://commons.wikimedia.org/>

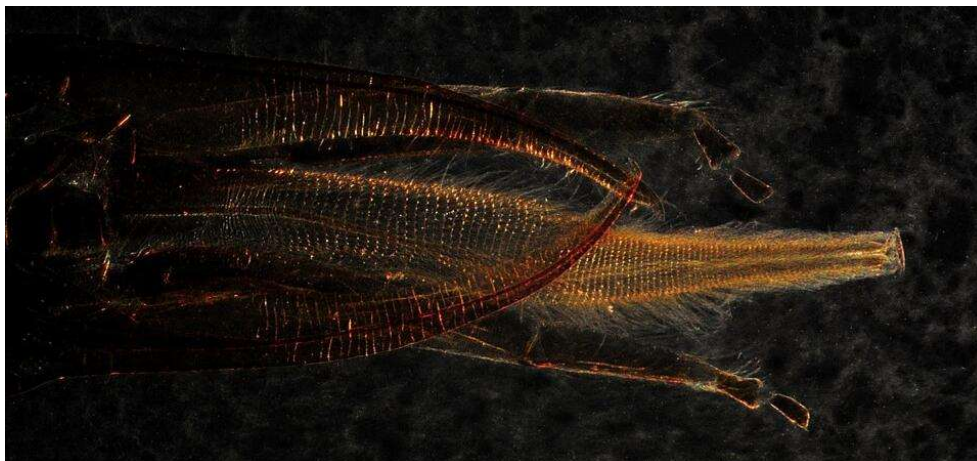


Figura 3: Detalhe da estrutura bucal da abelha denominada de Prosbóscide, na qual a da abelha língua (parte clara) é a responsável por sugar o néctar

Fonte: Mostly Dross (2018) liberada em creative commons, disponível em: <https://www.flickr.com/>

2.3 PROTEÍNAS E CARBOIDRATOS

A disponibilidade de proteínas é considerada um dos fatores mais determinantes para o desenvolvimento das colônias de *Apis mellifera*. O pólen é a principal fonte proteica e está diretamente relacionado ao crescimento populacional da colmeia, ao desenvolvimento das crias e à eficiência das abelhas nutrizes. A deficiência proteica resulta em redução da longevidade das operárias, diminuição da postura da rainha e maior vulnerabilidade a patógenos (Paray et al., 2021)

Os carboidratos, fornecidos principalmente pelo néctar, são a principal fonte de energia para as abelhas. Eles são responsáveis por sustentar o alto gasto energético exigido pelas atividades de voo, produção de cera, manutenção térmica da colmeia e preparo do alimento larval. Dietas com níveis adequados de carboidratos favorecem o aumento da longevidade e da resistência ao estresse ambiental (Quinlan et al., 2023)

O equilíbrio entre proteínas e carboidratos é essencial para a estabilidade da colônia. Quando há desbalanceamento nutricional, ocorre redução na produção de geleia real, queda na eficiência das nutrizes e comprometimento do desenvolvimento das crias (Brodschneider; Crailsheim, 2010)

A compreensão dessa dinâmica nutricional é fundamental para o manejo apícola, especialmente em períodos de escassez floral, quando estratégias de suplementação passam a ser indispensáveis para a manutenção do vigor e produtividade das colmeias (Pinto et al., 2019)

2.4 MINERAIS, VITAMINAS E ÁGUA

Os minerais e as vitaminas são exigidos em pequena quantidade pelas abelhas, e são encontradas facilmente nos alimentos naturais néctar e pólen. Os minerais têm função de regulação de vias metabólicas e processos fisiológicos. Os minerais vão atuar para a manutenção da homeostase, proteção celular. As vitaminas não são armazenadas em quantidade suficiente por isso devem ser consumidas diariamente. As vitaminas têm função de produzir energia celular e facilitar o metabolismo dos aminoácidos (Ares *et al.*, 2018).

A presença balanceada de minerais e vitaminas na dieta das abelhas é determinante para a manutenção de funções metabólicas essenciais, como a atividade enzimática, o desenvolvimento do sistema imunológico e a síntese de proteínas estruturais. De acordo com Standifer *et al.* (1977) e De Jong (1990), a deficiência desses micronutrientes pode provocar alterações comportamentais, redução da longevidade das operárias e diminuição da taxa de desenvolvimento da cria. Da mesma forma, a disponibilidade de água em quantidade adequada é indispensável para a termorregulação da colmeia, preparação do alimento larval e manutenção da umidade interna, sendo considerada um fator estratégico no manejo apícola, especialmente em regiões de clima seco.

A água tem um papel crucial na colmeia, controla a temperatura da colmeia, para a diluição do néctar e pólen, sendo essencial para as criações de alimento das larvas e produção do mel. As abelhas precisam armazenar água para garantir que consigam fazer a homeostase hídrica. As abelhas conseguem regular a ingestão e a coleta de água através de mecanismo fisiológicos, essa capacidade em condições de estresse hídrico é essencial para a sobrevivência, já que a água é tão necessária para a colmeia (Ostwald; Smith; Seeley, 2016).

2.5 ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR

Os apicultores costumam fornecer alimentação suplementar às suas colônias na entressafra com a finalidade de aumentar a postura da rainha, reduzir a perda de peso das colônias e para obter aumento de produção de mel no período da safra (Oliveira *et al.*, 2020). Para evitar a perda de enxames durante os períodos de escassez de floradas, alguns apicultores oferecem alimentação suplementar energética e/ou proteica para as abelhas. O alimento

suplementar pode ser disponibilizado na forma líquida, pastosa ou sólida, procurando atender as exigências nutricionais das abelhas, tendo função de subsistência ou atuando como estimulante (BALIEIRA *et al.*, 2018).

O xarope de açúcar invertido é uma alternativa de alimento suplementar que pode ser usado na entressafra. O xarope é uma mistura de glicose, sacarose e frutose, e se dá por métodos de inversão ácida. Essa reação gera um xarope extremamente doce e de cor amarela. As proporções para fazer o xarope são: 5 kg de açúcar, 1,7 litro de água e 5 g de ácido tartárico ou ácido cítrico. Seu modo de preparo é levar o açúcar e água ao fogo e quando todo o açúcar estiver dissolvido na água acrescentar o ácido cítrico e misturar em fogo baixo por 3 minutos (Lazarov 2025).

Outra opção de alimento com função suplementar o xarope de água com açúcar, seu modo de preparo é acrescentar em um recipiente a mesma quantidade de açúcar e água e misturar até que o açúcar tenha se dissolvido todo. Essa mistura deve ser fornecida ao exame no mesmo dia, para evitar que fermente (Pereira *et al.*, 2014).

Uma das alternativas para realizar uma suplementação alimentar proteica é utilizar uma mistura de farelo de soja, farinha de milho e mel. Seu modo de preparo é misturar dois farelos e ir adicionando o mel até formar uma pasta. Quando o acesso ao mel for difícil o produtor pode usar xarope invertido na receita. Porém a troca deixa o alimento menos atrativo para as *apis melíferas* (Camargo, 2002).

2.5.1 Alimentação suplementar ou substituta do pólen

A alimentação proteica pode fornecer aminoácidos essenciais às abelhas quando composta por uma combinação de ingredientes que contenham tais nutrientes. Esse tipo de dieta é especialmente importante durante o período em que larvas mais velhas e abelhas nutrízes necessitam de uma alta quantidade de proteína (Zangirolami, Souza, 2018).

Existem diversas formas de produzir essa alimentação, utilizando ingredientes como farelo de soja, farinha de milho, farelo de trigo, albumina e mel. As proporções podem variar, e o mel pode ser substituído por xarope de açúcar invertido (Camargo, 2002).

De acordo com Medina-Flores *et al.* (2018) a maioria das dietas proteicas é baseada no uso de farelo de soja e/ou levedura de cerveja, contudo é necessário que os apicultores testem diferentes formulações conforme as particularidades climáticas de cada região.

Estudos demonstram que o desempenho das dietas pode variar conforme os ingredientes

utilizados. Segundo Lima *et al.* (2015), por exemplo, observaram que uma dieta pastosa contendo albumina, em comparação ao farelo de soja bruto, proporcionou melhor resultado no aumento da área de cria, menor consumo alimentar e melhor conversão nutricional. De forma semelhante, Souza *et al.* (2021) relataram que a inclusão de 20 g de farinha de soja em uma dieta líquida composta por 60% de açúcar e 40% de água resultou em aumento na produção de larvas. Os autores também sugerem que as variações climáticas locais podem interferir nos resultados obtidos.

No estudo conduzido por Moraes *et al.* (2013), duas dietas artificiais proteicas foram testadas visando ao consumo alimentar, desenvolvimento populacional, peso das colônias e produção de mel. A Dieta 1 apresentava 20,2% de proteína bruta (30 g de leite de soja em pó, 10 g de albumina, 20 g de sacarose e 50% de xarope de sacarose), enquanto a Dieta 2 continha 14,4% de proteína bruta (20 g de levedura de cerveja, 20 g de leite de soja em pó, 10 g de farelo de arroz, 20 g de sacarose e 50% de xarope de sacarose). Ambas as formulações apresentaram resultados significativos, com aumento nos níveis de proteína da hemolinfa, o que indica que essas dietas podem ser bons substitutos ao pão de abelha natural.

Segundo Pinho, Caldas e Zuluski (2018) apontam que a inclusão de compostos fenólicos nas dietas proteicas é atualmente uma das abordagens mais eficazes para se aproximar da alimentação natural proveniente do pólen das flores. Essa prática visa suprir de maneira mais completa as necessidades nutricionais das abelhas, contribuindo para sua manutenção e sanidade.

É importante destacar que a sanidade das abelhas não se resume à ausência de doenças. Ela está diretamente relacionada à capacidade das colônias de criar e nutrir novas gerações de indivíduos fortes e resistentes a infecções e patógenos (Ulutaş; Özkirim, 2018).

A relação entre nutrição e manejo higiênico em *Apis mellifera* tem sido destacada por estudos recentes que apontam que dietas equilibradas elevam a expressão de genes relacionados à imunidade e ao comportamento higiênico das operárias. De acordo com Simone-Finstrom e Spivak (2017), colônias bem nutridas exibem maior eficiência na remoção de crias comprometidas, reduzindo a disseminação de agentes patogênicos. Resultados semelhantes foram observados por Corona e Morimoto (2020), que mostraram que deficiências proteicas diminuem a capacidade de defesa social da colmeia. Além disso, Burnham *et al.* (2022) demonstraram que suplementos contendo compostos bioativos aumentam a resistência a doenças e fortalecem o comportamento higiênico. Assim, a suplementação nutricional atua como ferramenta estratégica para potencializar os mecanismos naturais de defesa da colônia.

Além do fortalecimento da imunidade individual, a nutrição adequada influencia diretamente a eficiência do manejo higiênico ao garantir maior vigor fisiológico e funcional às

operárias responsáveis pelas atividades internas da colmeia. Abelhas bem nutridas apresentam maior capacidade sensorial e energética para identificar e remover crias inviáveis ou contaminadas, reduzindo a permanência de patógenos no ninho (Evans; Spivak, 2010). Em situações de estresse nutricional, ocorre comprometimento da divisão de tarefas e diminuição da eficiência desses comportamentos coletivos, o que favorece a proliferação de agentes infecciosos (Alaux et al., 2010). Dessa forma, o manejo higiênico deve ser compreendido como um comportamento dependente não apenas de fatores genéticos, mas também das condições nutricionais da colônia, reforçando a suplementação alimentar como estratégia complementar de manejo sanitário.

Em meio às diversas tentativas de aprimorar as dietas proteicas, foi testada também a inclusão de farelo de jatobá (*Hymenaea* spp.). Contudo, alguns autores não recomendam seu uso *in natura* devido ao baixo teor proteico (Pereira, 2010). Além disso, Ricigliano (2020) ressalta que o jatobá contém proteínas de origem vegetal com baixa digestibilidade pelas abelhas, o que limita seu aproveitamento nutricional.

2.5.2 Alimentação suplementar ou substituta do néctar

O açúcar é o principal insumo utilizado na alimentação energética das abelhas, sendo oferecido, geralmente, sob a forma de xarope de açúcar ou xarope de açúcar invertido. Na preparação mais simples, basta misturar os dois ingredientes por agitação, resultando em uma solução instantânea. No entanto, essa mistura deve ser fornecida às colônias em até 24 horas (Pereira, 2010).

O xarope de açúcar invertido é um adoçante natural constituído por glicose, frutose e sacarose. Pode ser obtido por processos de inversão ácida, enzimática ou catiônica, apresentando-se como uma solução líquida, límpida, levemente amarelada, com odor característico e sabor intensamente doce (machado, 2016).

Segundo Camargo (2002), uma fórmula comum de xarope invertido é composta por 5 kg de açúcar, 1,7 litros de água e 1 g de ácido tartárico ou cítrico por quilo de açúcar. O preparo envolve aquecer a mistura e, ao iniciar a fervura, adicionar o ácido, mantendo em ebulição por mais 3 minutos. Além disso, conforme Pereira (2010), é possível enriquecer o xarope invertido com aminoácidos, vitaminas e minerais, promovendo uma suplementação mais eficaz para a nutrição das colmeias.

Existem diversas dietas voltadas a suprir as necessidades fisiológicas das abelhas,

contribuindo para o aumento da produtividade e o bem-estar da colônia. Uma dessas estratégias consiste na oferta de xarope de açúcar com adição de mel, em proporção de 60% de açúcar, 40% de água e 100 g de mel. Essa composição promoveu um aumento significativo na produção de alvéolos de pólen, impactando positivamente na produção de geleia real. Assim, os resultados demonstram os benefícios dessa formulação para o desenvolvimento das colônias, especialmente em períodos de escassez alimentar, destacando o uso do mel como fonte proteica adicional (Souza *et al.*, 2021).

Considerando a alimentação energética como fonte de nutrientes em períodos críticos. Segundo Mirjanic *et al.*, (2013) observaram que o uso do xarope invertido impacta positivamente a longevidade das abelhas, em comparação à dieta com levedura de cerveja. Além disso, o xarope não compromete o trato digestivo, contribuindo para uma digestão e absorção de nutrientes mais eficientes.

Na preparação dos xaropes, alguns estudos investigaram a substituição do ácido cítrico ou tartárico por suco de limão. Segundo Frizzera (2020) testaram uma solução contendo 10% de suco de limão fresco, fervido por 10 minutos a 110°C, e outra mantida à temperatura ambiente de 25°C, os resultados indicaram que a adição de suco de limão teve efeito negativo, devido ao aumento da acidez e à formação de compostos não identificados, incluindo altas concentrações de hidroximetilfurfural (HMF), substância tóxica para abelhas quando em níveis elevados.

Ainda de acordo com Frizzera *et al.* (2020), os efeitos adversos observados relacionam-se ao aquecimento prolongado após a adição do suco de limão. A variação da acidez pode estar associada à sazonalidade, ao clima e ao estágio de maturação dos frutos, fatores que impactam negativamente até mesmo na longevidade das abelhas.

A importância de uma suplementação adequada é evidenciada no estudo de Jovanovic *et al.* (2021), que investigaram os efeitos da infecção por *Nosema ceranae*. As dietas compostas por xarope invertido favoreceram significativamente o desenvolvimento do patógeno, possivelmente devido à ausência de proteínas e aminoácidos nos alimentos ricos apenas em açúcares, o que compromete a imunidade das abelhas. Este trabalho ressalta a importância do uso de suplementos nutricionais como estratégia de controle sanitário.

Conforme descrito por Martin-Hernandez *et al.* (2011) observaram que a presença do patógeno reduz a taxa de sobrevivência das abelhas, devido à queda no metabolismo. A infecção eleva a necessidade de consumo de xarope e, quanto mais infestadas, mais alimento é ingerido. No entanto, essa ingestão não resulta em aproveitamento nutricional eficaz, pois o consumo de oxigênio é reduzido. Em contrapartida, Williams *et al.* (2014) relataram que a infecção não aumentou o consumo alimentar, o que foi considerado um achado inesperado, já que patógenos

como *Nosema* normalmente demandam maior ingestão de nutrientes energéticos, especialmente sacarose.

Na busca por alternativas mais eficazes de suplementação, estudos apontam que a adição de cafeína ao xarope invertido pode reduzir os efeitos do estresse oxidativo causado por agrotóxicos. A inclusão dessa substância mostrou-se capaz de diminuir a exposição crônica das abelhas a moléculas tóxicas ao longo de seu ciclo de vida (Balieira *et al.*, 2018; Pinho; Caldas; Zaluski, 2018).

2.6 ÁREA DE CRIA

A boa alimentação das larvas é essencial, ele deve receber todos os nutrientes, proteínas, minerais e vitaminas. A alimentação de qualidade e com todos os nutrientes está ligada com número de crias na colmeia, o tamanho da área de cria demonstra a qualidade do alimento que está sendo coletado (Cremonez, 2001). Nos 3 primeiros dias de vida de uma larva, ela recebe geleia real produzida pelas abelhas-operárias, através das glândulas hipofaríngeas. Essa geleia é rica em proteínas, e pode mudar a sua composição de níveis de nutrientes, dependendo do futuro da larva se ela está sendo alimentada para se tornar rainha, operária e zangão (Babendreier *et al.*, 2004).

As abelhas operárias nutrizas, revisam as crias e as mentem. No seu alimento tem cerca de 18% de açúcar nos 3 primeiros dias e após esse período aumenta para 45%. Portais Naturalmente o pólen é o único alimento que fornece todos os nutrientes necessários para o desenvolvimento da cria, pode ser fornecido diretamente ou processado pelas abelhas nutrizas que consomem o pólen e o transformam em alimento da cria rico em proteínas, lipídios, vitaminas e minerais (Mattila; Otis, 2006).

Na entressafra, quando os alimentos naturais (néctar e pólen) se encontram escassos, a alternativa de usar a artificial para minimizar as perdas no enxame. Abelhas alimentadas nesse período de excesso de alimentos, tiveram um aumento na postura da rainha, e um aumento na área de cria. Isso possibilita o produtor a ter um enxame forte para o período de safra apícola (Castagnino *et al.*, 2006).

2.8 RELAÇÃO ENTRE NUTRIÇÃO E ÁREA DE CRIA

A nutrição das abelhas *Apis mellifera* está diretamente relacionada ao desenvolvimento e à manutenção da área de cria nas colônias. A disponibilidade de recursos alimentares adequados influencia a postura da rainha, o desenvolvimento das larvas e a sobrevivência das operárias. Segundo Winston (1991), colônias bem nutridas apresentam maior equilíbrio fisiológico, maior estabilidade populacional e melhor desempenho na produção de mel e na polinização.

Diversos estudos apontam que a escassez de alimentos compromete o metabolismo das abelhas, reduz a produção de geleia real pelas operárias nutrizas e impacta negativamente o crescimento das crias (Brodschneider; Crailsheim, 2010). Dessa forma, a nutrição adequada constitui um dos pilares fundamentais para a manutenção da sanidade e da produtividade das colmeias.

A postura da rainha é diretamente influenciada pela qualidade e quantidade de alimento disponível na colônia. Dietas ricas em proteínas estimulam o desenvolvimento dos ovários da rainha e favorecem a regularidade da postura. Conforme descrito por Standifer et al. (1977), a presença contínua de pólen na dieta promove maior taxa de oviposição e maior uniformidade no padrão da área de cria.

Em condições de deficiência nutricional, ocorre redução da postura e aumento do risco de interrupções no ciclo reprodutivo. Segundo De Jong (1990), a escassez de nutrientes pode induzir comportamentos de estresse, como o canibalismo de larvas, utilizado pela colônia como mecanismo de contenção populacional em períodos de crise alimentar.

As operárias nutrizas são responsáveis pela produção e fornecimento do alimento larval, principalmente por meio das glândulas hipofaríngeas. A atividade dessas glândulas depende diretamente da qualidade nutricional da dieta das operárias. Dietas ricas em proteínas favorecem a produção de geleia real, essencial para o desenvolvimento das larvas (Snodgrass, 1956).

De acordo com Seeley (1995), colônias com disponibilidade contínua de alimento apresentam maior eficiência na divisão de tarefas e maior estabilidade social, o que favorece o crescimento saudável da área de cria. A redução da atividade das nutrizas, por outro lado, compromete o desenvolvimento das crias e enfraquece a estrutura populacional da colônia.

A suplementação alimentar é considerada uma das principais estratégias para mitigar os efeitos da escassez de floradas, especialmente durante o período de entressafra. O fornecimento de dietas energéticas e proteicas contribui para a manutenção da atividade das nutrizas e para a continuidade da postura da rainha (Somerville, 2005).

Estudos demonstram que colônias suplementadas apresentam maior área de cria, maior taxa de desenvolvimento larval e maior resistência a condições adversas (Mattila; Otis, 2006). A inclusão de aminoácidos, vitaminas e minerais em dietas artificiais potencializa os efeitos da suplementação, promovendo maior equilíbrio metabólico e imunológico das abelhas.

A área de cria é considerada um dos principais indicadores da condição nutricional da colônia, pois reflete diretamente a interação entre disponibilidade de alimento, postura da rainha e eficiência das operárias. Segundo Delaplane, Van der Steen e Guzman (2013), a mensuração da área de cria é uma ferramenta confiável para avaliar o vigor das colônias e a eficácia de práticas de manejo nutricional.

A nutrição adequada também exerce papel fundamental no fortalecimento do sistema imunológico das abelhas. Dietas balanceadas favorecem a produção de peptídeos antimicrobianos e aumentam a resistência a patógenos (Evans; Spivak, 2010).

A deficiência de nutrientes compromete as barreiras imunológicas naturais das abelhas, tornando-as mais suscetíveis a doenças como nosemose, loque e infestações por ácaros. Segundo Alaux et al. (2010), colônias submetidas a estresse nutricional apresentam maior mortalidade e menor expectativa de vida das operárias.

A compreensão da relação entre nutrição e área de cria é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficientes de manejo apícola. A adoção de práticas de suplementação nutricional, quando realizada de forma planejada, permite reduzir perdas de colônias, manter a força dos enxames e melhorar a produtividade dos apiários (Somerville, 2005).

Nesse contexto, a avaliação experimental proposta neste trabalho, que analisa o efeito da suplementação com aminoácidos, vitaminas e minerais sobre a área de cria, justifica-se pela necessidade de gerar dados científicos que auxiliem na tomada de decisão por parte dos apicultores, especialmente em regiões sujeitas à entressafra prolongada.

2.7 FENOLOGIA DO CERRADO

O bioma cerrado, que predomina na região de Pontes e Lacerda (MT), é regido por uma acentuada sazonalidade climática, caracterizada pela alternância entre uma estação chuvosa e quente (geralmente de outubro a março) e uma estação seca e fria (abril a setembro) (Malheiros, 2016.). essa dualidade é o fator determinante que influencia a fenologia das espécies vegetais e, conseqüentemente, a disponibilidade de recursos alimentares essenciais para as colônias de *apis mellifera*.

A apicultura no Cerrado possui um ciclo produtivo atípico em relação a outras regiões, pois o principal período de alta produção e fluxo de néctar – a safra apícola – coincide, paradoxalmente, com a estação seca (entre julho e outubro). Nesse período, as plantas arbustivas e arbóreas do Cerrado respondem com florações intensas e explosivas, resultando nos picos de produção de mel para o apicultor (SANTOS et al., 2016; REVISTA TECNIA, 2021).

A floração concentrada na estação seca não é um acaso, mas sim uma estratégia ecofisiológica do bioma. Grande parte das espécies do Cerrado desenvolve raízes profundas (fenômeno conhecido como xeromorfismo) que permitem o acesso a reservas hídricas subterrâneas durante a estiagem (RIBEIRO; WALTER, 2008). Ao florescerem na seca, essas plantas evitam a competição com a maior biomassa verde da estação chuvosa. Além disso, a ausência de folhagem (deciduidade) torna as flores mais expostas e visíveis, aumentando a atratividade para os polinizadores, como a *Apis mellifera*, e garantindo o sucesso reprodutivo da espécie (COUTINHO, 2006; REVISTA DARCY, 2019).

Apesar da abundância de florada na estação seca, é crucial considerar o impacto do estresse hídrico nas recompensas florais. Plantas sob estresse podem mobilizar açúcares para a produção de néctar, mas o fator hídrico afeta a quantidade e, principalmente, a composição do recurso. Em condições de seca severa, o néctar produzido tende a ser mais concentrado em açúcares devido à baixa umidade, o que favorece a qualidade do mel. No entanto, o estresse hídrico pode levar à diminuição da taxa de secreção do néctar e à redução na produção de pólen, que demanda alta energia e recursos proteicos da planta (MACHADO; LOPES, 2000; MARENCO; LOPES, 2005).

Contrariamente, os meses de chuva intensa e transição (abril a junho) marcam a entressafra crítica e o período de maior carência para as colônias. A intensa pluviosidade dilui o néctar e dificulta o voo de forrageamento, resultando em um severo déficit nutricional na colônia, que não consegue mais manter o desenvolvimento máximo da cria. Na região do Nordeste (PEREIRA, 2008.)

A escassez de recursos leva a colônia a consumir suas reservas e impõe um estresse que se manifesta por meio de consequências biológicas, como o estreitamento do ninho – a rainha reduz ou paralisa a postura (SILVA, 2010). A insuficiência de pólen, que é a principal fonte de proteínas, lipídeos, vitaminas e minerais essenciais, compromete a fisiologia das operárias, afetando a longevidade e, principalmente, a capacidade de nutrição das larvas, por meio da atrofia das glândulas hipofaríngeas (DOULL, 1980; UFG, 2019).

Além da carência quantitativa, é fundamental considerar a deficiência qualitativa do pólen coletado na entressafra. Muitas vezes, o pólen é de origem limitada, podendo apresentar

um teor de proteína bruta inferior ao mínimo ideal (cerca de 20%) ou um perfil desbalanceado de aminoácidos essenciais e micronutrientes (ARRUDA et al., 2015). Diante da previsibilidade e severidade desse ciclo de estresse nutricional, a suplementação estratégica é uma ferramenta de manejo crucial. A intervenção com alimentação artificial visa não apenas compensar a falta de alimento, mas corrigir a deficiência qualitativa da dieta base, garantindo que o desenvolvimento da cria e o vigor da colmeia sejam mantidos durante o período de baixa oferta. É neste contexto de limitação nutricional que o presente estudo se insere, buscando avaliar o efeito do MVA no desenvolvimento da cria, preparando a colmeia para a safra subsequente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no apiário da universidade do estado de mato grosso UNEMAT campus de Pontes e Lacerda, foram utilizadas caixas Langstroth tamanho normal com dez quadros por caixa. Foram usados dois tratamentos no experimento, no primeiro tratamento foi fornecido somente o xarope invertido e no tratamento dois, xarope invertido com uma mistura de minerais e vitaminas foram usadas 6 colmeias durante o experimento sendo 3 as que receberam o xarope invertido com suplementação e 3 somente o xarope invertido.

A metodologia utilizada foi uma adaptação de E.P. Jeffree, foi construído um quadrado com madeira, parafusos, pregos e linha de nylon, e pintado com uma tinta spray branca para ficar mais fácil na hora de identificar. O quadrado tem as dimensões de 13,50 x 7,41 polegadas com uma área total de 100 polegadas e 1 polegadas ao quadrado de cada. Essa metodologia permitiu fazer a contagem das células com área de pupas (Jeffree, 1958).



Figura 01: Registro da caixa Langstroth utilizada para a coleta dos dados demonstrando as células de pupas.

Fonte: Autoria própria (2023).

O experimento teve início em agosto de 2023 e finalizando em abril de 2024. Foram feitas três coletas nesse período, a primeira no dia 15 de agosto de 2023, a segunda após 36 dias no dia 19 de setembro de 2023 e a última coleta foi realizada após 195 dias no dia 03 de abril de 2024.

Foram usados dois tratamentos no experimento, o primeiro somente com o xarope invertido e o segundo com xarope invertido adicionando-se um suplemento de aminoácidos,

minerais e vitaminas, conforme pode ser observado na tabela 1. A dose de suplemento testado foi de 0.3% onde era adicionado ao xarope invertido e misturado para diluir.

Tabela 01: Composição do suplemento

Produto	Quantidade	Produto	Quantidade
Vitamina A (UI)	7440	Alanina	30,1692
Vitamina D3 (UI)	372	Cisteína	0,927024
Vitamina E (mg)	7,44	Valina	8,80524
Vitamina B1(mg)	1,488	Metionina	69,717264
Vitamina B2(mg)	1,488	Isoleucina	4,175328
Vitamina B6 (mg)	0,744	Leucina	10,86984
Vitamina B12 (mcg)	14,88	Tirosina	3,305592
Vitamina C (mg)	37,2	Fenilalanina	6,555384
Biotina (mg)	0,13392	Triptofano	0,667368
Ácido Nicotínico (mg)	4,464	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (UFC)	66960000
Pantotenato de Cálcio (mg)	2,976	Ácido Fólico	7,44
Taurina (mg)	7,44	Magnésio (g)	0,093744
L-Carnitina (g)	0,0744	Enxofre	1,488
Colina (mg)	37,2	Iodo	0,69192
Lisina (g)	0,1057596	Ferro	0,83328
Histidina (mg)	3,7180656	Cobalto	0,2976
Argina (mg)	13,76772	Cobre	0,558
Ácido Aspártico	2,022192	Zinco	12,648
Treonina	2,003592	Manganês	2,5296
Serina	3,6398712	Selênio	0,0744
Ácido glutâmico	10,0471992	Cálcio (g)	1,11972
Prolina	38,177616	Fósforo (g)	0,556512
Glicina	44,727792	Sódio	15,624
Hidroxiprolina	3,36288		

Fonte: Dados do autor.

Para ambos os tratamentos foi fornecido alimentação proteica semissólida, na proporção de 150 g a cada 15 dias, nos momentos em que era observado a ausência de pão de abelha estocado nos favos, constituída por proteína texturizada de soja, levedura de cerveja, albumina, açúcar, óleo de girassol, óleo de milho, xarope de açúcar, suplemento de mineral, vitaminas e aminoácidos, própolis e sal. A mistura desses ingredientes formou uma dieta capaz de fornecer de 25% de PB e 3,24% de EE.

Os dados de células contendo pupas vivas apresentaram distribuição normal pelo teste de Shapiro-Wilk, e apresentaram homogeneidade de variâncias pelo teste de Levene, por este motivo, para verificar se houve diferenças no número de pupas, utilizou-se o teste t de Student. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R, versão 4.4.2. Para a geração do gráfico foi utilizado o pacote ggplot2, e os pacotes car e carData para o teste de Levene.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da quantidade de células de pupas nos dois tratamentos avaliados revelou que as colmeias suplementadas apresentaram média aproximada de 60.000 células, enquanto as colmeias que não receberam suplementação registraram cerca de 40.000 células (Figura 02). Embora os valores absolutos indiquem uma tendência de maior desenvolvimento da área de cria nas colmeias suplementadas, a análise estatística demonstrou que a diferença não foi significativa ($p = 0,0301$), sugerindo que, nas condições experimentais utilizadas, o efeito da suplementação pode não ter sido suficientemente expressivo para gerar distinções estatisticamente robustas.

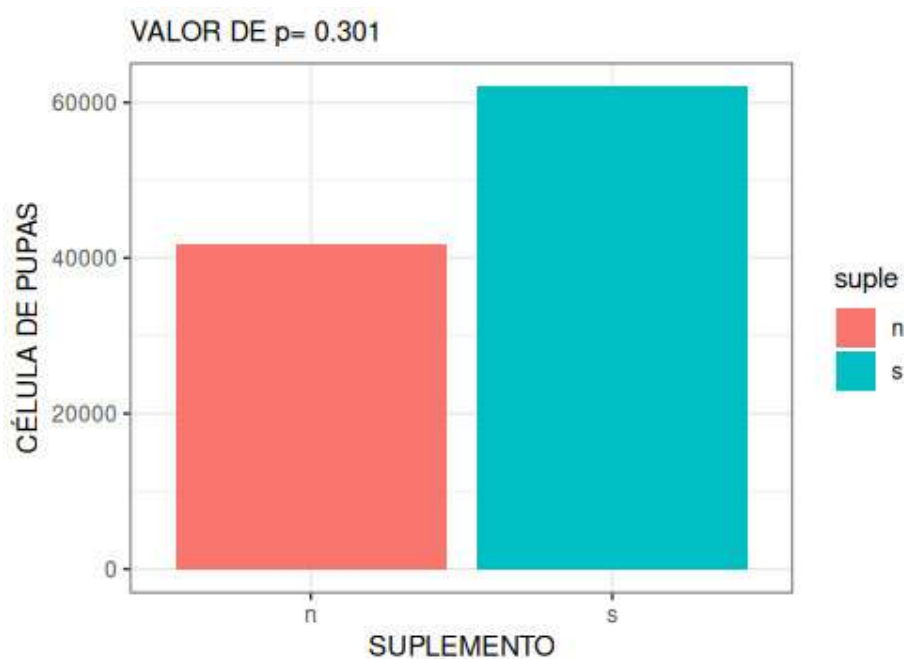


Figura 02: Média de células de pupas em colmeias de *Apis mellifera* suplementadas e não suplementadas.

Fonte: Dados do autor (2025)

Apesar da ausência de significância estatística, observa-se um comportamento biológico relevante: as colmeias que receberam o suplemento apresentaram valores médios superiores de células de pupas. Esse padrão pode indicar que a suplementação, ainda que de forma moderada, exerceu influência positiva no estímulo da postura da rainha e na nutrição das larvas. Por esse motivo, torna-se necessária uma investigação mais aprofundada sobre fatores que podem ter interferido no resultado, como tempo de tratamento, doses adequadas do suplemento e a própria genética das colônias, conforme ressaltado por Schafaschek et al. (2008). Esses elementos

podem ter papel decisivo na resposta ao suplemento e ajudam a explicar a variação entre estudos encontrados na literatura.

Ambos os tratamentos receberam suplementação proteica contendo aminoácidos, vitaminas e minerais (Tabela 1), o que, por si só, já poderia ter favorecido o desempenho geral das colônias e contribuído para um aumento basal da quantidade de pupas, inclusive no grupo controle. Essa situação é comum em estudos de nutrição de abelhas, uma vez que qualquer incremento nutricional, mesmo que indireto, tende a melhorar a condição fisiológica da rainha e o desenvolvimento das larvas, refletindo-se no crescimento da área de cria.

Pesquisas recentes reforçam a importância da suplementação em períodos críticos de escassez. Ullah et al. (2021) demonstraram que colmeias suplementadas com proteínas, vitaminas e minerais apresentaram maior área de cria e aumento na produção de mel, confirmando que a qualidade nutricional influencia diretamente a vitalidade das colônias. Segundo os autores, a oferta de nutrientes adequados em fases de limitação floral atua como um amortecedor fisiológico, garantindo manutenção da colônia até o retorno da florada.

Resultados semelhantes foram reportados por Castahnino et al. (2006), que avaliaram o suplemento comercial Promotor L. Embora o estudo não tenha identificado diferenças significativas entre os tratamentos, observou-se que colmeias alimentadas com xarope de açúcar invertido apresentaram melhor desempenho em comparação às suplementadas. Os autores destacaram ainda que o custo elevado do suplemento reduziu sua viabilidade econômica, sendo um aspecto importante em sistemas produtivos de apicultura comercial.

Por outro lado, Schafaschek et al. (2008) verificaram que a suplementação pode ser mais eficaz quando aplicada em intervalos maiores de tempo, especialmente ao longo da entressafra. Em seu estudo, colmeias suplementadas apresentaram maior produção de mel e melhor desempenho após o início da florada, indicando que a resposta da colônia ao suplemento pode ser mais evidente quando há maior disponibilidade de néctar e pólen natural. Esses resultados sugerem que a suplementação atua como um reforço nutricional capaz de preparar as colônias para períodos de abundância floral, aumentando sua força populacional e, consequentemente, sua produtividade.

Considerando o conjunto de resultados obtidos no presente estudo e comparando-os com a literatura, é possível inferir que, embora a suplementação não tenha atingido significância estatística nas condições avaliadas, ela mostrou tendência positiva no desenvolvimento das colônias. Além disso, fatores como ambiente, concentração nutricional, condições climáticas, manejo prévio e características genéticas das colônias podem alterar a resposta das abelhas à

suplementação. Assim, futuros estudos devem incluir períodos mais longos de acompanhamento, diferentes formulações nutricionais, além da avaliação simultânea de parâmetros como peso das colônias, consumo de alimento, vigor da rainha e produção de mel, a fim de compreender melhor o impacto global da suplementação.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a suplementação com aminoácidos, minerais e vitaminas não promoveu aumento estatisticamente significativo na área de cria de *Apis mellifera* durante o período de entressafra. Entretanto, observou-se tendência de maior desenvolvimento nas colônias suplementadas, indicando que o suplemento pode ter algum efeito positivo sob determinadas condições.

Os resultados reforçam a necessidade de estudos adicionais que considerem intervalos maiores de aplicação, diferentes doses de suplemento, variáveis ambientais e características genéticas das colmeias. Assim, ainda que a suplementação não tenha apresentado efeito significativo nas condições deste experimento, ela continua sendo uma estratégia potencialmente útil para fortalecer colônias em períodos de escassez, contribuindo para sua manutenção e preparação para a florada subsequente.

REFERÊNCIAS

- ARES, A. M.; VALVERDE, S.; BERNAL, J. L.; NOZAL, M. J.; BERNAL, J. Extraction and Determination of Bioactive Compounds from Bee Pollen. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 147, p. 110–124, jan. 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0731708517314528>>. Acesso em: 12 jun. 2024.
- ARRUDA, V. A. S. et al. **Qualidade do pólen apícola produzido na região sudeste do Brasil e a influência da diversidade floral**. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 8, n. 2, 2015.
- ALAUX, C.; BRUNET, J. L.; DUSSAUBERE, F.; MONDET, F.; TCHAMITCHIAN, S.; COUSIN, M.; BRUTSCHER, L.; DUSSUTOUR, A.; LE CONTE, Y. **Interactive effects of diet and pathogens on honey bee health**. *Journal of Insect Physiology*, v. 56, n. 6, p. 611–619, 2010.
- BABENDREIER, D.; KALBERER, N.; ROMEIS, J.; FLURI, P.; BIGLER, F. Pollen Consumption in Honey Bee Larvae: A Step Forward in the Risk Assessment of Transgenic Plants. **Apidologie**, v. 35, n. 3, p. 293–300, maio 2004. Disponível em: <<http://www.edpsciences.org/10.1051/apido:2004016>>. Acesso em: 21 jun. 2024.
- BALIEIRA, K. V. B.; MAZZO, M.; BIZERRA, P. F. V.; GUIMARÃES, A. R. D. J. S.; NICODEMO, D.; MINGATTO, F. E. Imidacloprid-induced oxidative stress in honey bees and the antioxidant action of caffeine. **Apidologie**, v. 49, n. 5, p. 562–572, out. 2018. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s13592-018-0583-1>>. Acesso em: 22 maio. 2025.
- BARROS, D. C. B. de; SAMIR M. KADRI; RODRIGO ZALUSKI; RICARDO DE OLIVEIRA ORSI. HISTÓRICO DAS ABELHAS *Apis mellifera* L. NO BRASIL E A INFLUÊNCIA DO PROMOTOR L® (SUPLEMENTO AMINOÁCIDO VITAMÍNICO) EM ÁREAS DE CRIA E RESERVA DE ALIMENTO. p. 1–6, 2016.
- BATISTA, M. D. C. da S.; PESSOA, R. M. S.; GOIS, G. C.; SILVA, A. A. F. da; LIMA, C. A. B. de; CUNHA, D. de S. ALIMENTAÇÃO DAS ABELHAS:: REVISÃO SOBRE A FLORA APÍCOLA E NECESSIDADES NUTRICIONAIS. **BIOFARM - Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management**, v. 14, n. 1, p. 62–72, 20 jul. 2023. Disponível em: <<https://revista.uepb.edu.br/BIOFARM/article/view/2105>>. Acesso em: 28 jun. 2024.
- BRODSCHNEIDER, R.; CRAILSHEIM, K. Nutrition and health in honey bees. **Apidologie**, v. 41, n. 3, p. 278–294, maio 2010. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1051/apido/2010012>>. Acesso em: 6 jun. 2024.
- CAMARGO, R. C. R. de. Produção de Mel. v. 3, 2002.

CASTAGNINO, G. L.; ARBOITTE, M. Z.; LENGIER, S.; GARCIA, G. G.; MENEZES, L. F. G. D. Desenvolvimento de núcleos de *Apis mellifera* alimentados com suplemento aminoácido vitamínico, Promotor L®. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 685–688, abr. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000200054&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 28 ago. 2023.

COELHO, M. S.; DA SILVA, J. H. V.; OLIVEIRA, E. R.; ARAÚJO, J. A.; LIMA, M. R. Alimentos convencionais e alternativos para abelhas. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/download/500/254>>. Acesso em: 30 jun. 2024.

CREMONEZ, T. M. **Influência da nutrição sobre aspectos da fisiologia e nutrição de abelhas *Apis mellifera***. 2001. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2001. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59131/tde-14072021-155531/>>. Acesso em: 8 jun. 2024.

DE LAPLANE, K. S.; VAN DER STEEN, J.; GUZMAN-NOVOA, E. **Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies**. *Journal of Apicultural Research*, v. 52, n. 1, p. 1–12, 2013.

DE JONG, D. Nutrição e fisiologia das abelhas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA**, 10., 1990, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: CBA, 1990. p. 45–52.

EVANS, J. D.; SPIVAK, M. **Socialized medicine: individual and communal disease barriers in honey bees**. *Journal of Invertebrate Pathology*, v. 103, p. S62–S72, 2010.

FRIZZERA, D.; DEL FABBRO, S.; ORTIS, G.; ZANNI, V.; BORTOLOMEAZZI, R.; NAZZI, F.; ANNOSCIA, D. Possible Side Effects of Sugar Supplementary Nutrition on Honey Bee Health. **Apidologie**, v. 51, n. 4, p. 594–608, 1 ago. 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s13592-020-00745-6>>. Acesso em: 8 maio. 2025.

JOVANOVIC, N. M.; UROS GLAVINIC; BRANISLAV VEJNOVIC; BRANISLAV VEJNOVIC; NEVENKA ALEKSIC; VLADIMIR MLADJAN; ZORAN STANIMIROVIC. **Plant-based supplement containing B-complex vitamins can improve bee health and increase colony performance - ScienceDirect**. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167587721000660>>. Acesso em: 8 maio. 2025.

JR., Cleveland P H.; KEEN, Susan L.; David J. Eisenhour; et al. **Princípios Integrados de Zoologia**. 18. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2022. E-book. p.428. ISBN 9788527738651. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788527738651/>. Acesso em: 21 nov. 2025.

LIRA, T. S. SUPLEMENTO PROTEICO ARTESANAL PARA ABELHAS AFRICANIZADAS. 2014.

LIMA, M. V.; SILVA, V. T. da; SOARES, K. O.; RODRIGUES, A. E. Características reprodutivas das colônias de abelhas *Apis mellifera* submetidas à alimentação artificial.

AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO, v. 11, n. 4, p. 97–104, 2015. Disponível em: <<https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/731>>. Acesso em: 8 maio. 2025.

MACHADO, S. S. Tecnologia da Fabricação do Açúcar. p. 1–56, 2016.

MACHADO, S. L.; LOPES, J. G. C. **A influência do estresse hídrico e luminosidade na produção de néctar e pólen em *Acacia mearnsii* De Wild.** *Ciência Florestal*, v. 10, n. 2, p. 115-125, 2000.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, Respiração, Relações Hídricas e Nutrição Mineral.** Viçosa: UFV, 2005.

MARTÍN-HERNÁNDEZ, R.; BOTÍAS, C.; BARRIOS, L.; MARTÍNEZ-SALVADOR, A.; MEANA, A.; MAYACK, C.; HIGES, M. Comparison of the Energetic Stress Associated with Experimental Nosema Ceranae and Nosema Apis Infection of Honeybees (*Apis Mellifera*). **Parasitology Research**, v. 109, n. 3, p. 605–612, 2011. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s00436-011-2292-9>>. Acesso em: 8 maio. 2025.

MALHEIROS, R. **A INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA DINÂMICA DA VIDA NO BIOMA CERRADO.** *Revista Brasileira De Climatologia*, 19, 2016.

MATTILA, H. R.; OTIS, G. W. The effects of pollen availability during larval development on the behaviour and physiology of spring-reared honey bee workers. **Apidologie**, v. 37, n. 5, p. 533–546, set. 2006. Disponível em: <<http://www.apidologie.org/10.1051/apido:2006037>>. Acesso em: 28 jun. 2024.

MEDINA FLORES, C. A.; GUZMÁN NOVOA, E.; SALDÍVAR FRAUSTO, S.; AGUILERA SOTO, J. Efecto de tres dietas energético-proteicas en la población y producción de miel de colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*). **Nova scientia**, v. 10, n. 20, p. 1–12, 2018. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-07052018000100001&lng=es&nrm=iso&tlng=es>. Acesso em: 8 maio. 2025.

MIRJANIC, G.; GAJGER, I. T.; MLADENOVIC, M.; KOZARIC, Z. IMPACT OF DIFFERENT FEED ON INTESTINE HEALTH OF HONEY BEES. 2013.

MORAIS, M. M.; TURCATTO, A. P.; PEREIRA, R. A.; FRANCOY, T. M.; GUIDUGLI-LAZZARINI, K. R.; GONÇALVES, L. S.; DE ALMEIDA, J. M. V.; ELLIS, J. D.; DE JONG, D. Protein Levels and Colony Development of Africanized and European Honey Bees Fed Natural and Artificial Diets. **Genetics and Molecular Research**, v. 12, n. 4, p. 6915–6922, 2013. Disponível em: <<http://www.funpecrp.com.br/gmr/year2013/vol12-4/pdf/gmr3653.pdf>>. Acesso em: 8 maio. 2025.

Lazarov, SB; Veleva, PM; Atanasov, AZ; Hristakov, IS; Puškadija, Z. Impacto de diferentes xaropes de açúcar no desenvolvimento do corpo gorduroso em abelhas operárias (*Apis mellifera macedonica*). **Agricultura** 2025, 15, 83.

OLIVEIRA, G. D. Desempenho produtivo, reprodutivo e resposta fisiológica de abelhas

africanizadas que receberam suplementação alimentar. 2019.

OLIVEIRA, G. P. de; KADRI, S. M.; BENAGLIA, B. G. E.; RIBOLLA, P. E. M.; ORSI, R. de O. Energetic Supplementation for Maintenance or Development of *Apis Mellifera* L. Colonies. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**, v. 26, p. e20200004, 15 maio 2020. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/jvatitd/a/YYcHndpTphhbVrt9Fc5jbZJ/>>. Acesso em: 22 jun. 2024.

OSTWALD, M. M.; SMITH, M. L.; SEELEY, T. D. The Behavioral Regulation of Thirst, Water Collection and Water Storage in Honey Bee Colonies. **Journal of Experimental Biology**, v. 219, n. 14, p. 2156–2165, 15 jul. 2016. Disponível em: <<https://journals.biologists.com/jeb/article/219/14/2156/15394/The-behavioral-regulation-of-thirst-water>>. Acesso em: 12 jun. 2024.

PAPEŽÍKOVÁ, I.; PALÍKOVÁ, M.; SYROVÁ, E.; ZACHOVÁ, A.; SOMERLÍKOVÁ, K.; KOVÁČOVÁ, V.; PECKOVÁ, L. Effect of Feeding Honey Bee (*Apis Mellifera* Hymenoptera: Apidae) Colonies With Honey, Sugar Solution, Inverted Sugar, and Wheat Starch Syrup on Nosematosis Prevalence and Intensity. **Journal of Economic Entomology**, p. toz251, 27 set. 2019. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jee/advance-article/doi/10.1093/jee/toz251/5575216>>. Acesso em: 8 maio. 2025.

PARAY, B. A.; KUMARI, I.; HAJAM, Y. A.; SHARMA, B.; KUMAR, R.; ALBESHR, M. F.; FARAH, M. A.; KHAN, J. M. Honeybee Nutrition and Pollen Substitutes: A Review. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, n. 1, p. 1167–1176, jan. 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1319562X20306185>>. Acesso em: 8 jun. 2024.

PEREIRA, D. S.; HERNÁNDEZ, M. L.; ANDRADE, A. B. A. D.; SOUSA, J. D. S.; MARACAJÁ, P. B. Alimentação de abelhas *Apis mellifera* L. (Africanizadas) no período de estiagem, no Semiárido Nordeste, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 5, p. 117, 26 dez. 2014. Disponível em: <<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3421>>. Acesso em: 14 jun. 2024.

PEREIRA, F. de M. Alternativas de alimentação para abelhas. 2010. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/872929>>. Acesso em: 22 maio. 2025.

PINHO, M. P.; CALDAS, C. A.; ZALUSKI, R. ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL PARA ABELHAS *Apis mellifera* AFRICANIZADAS. p. 1–7, 2018.

PINTO, M. R. R.; NUNES, A.; MUNARO, D.; MARASCHIN, M.; LEITE, F. P. L. ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO DE ABELHAS *Apis mellifera*. Em: ALEXANDRE IGOR AZEVEDO PEREIRA. **A Interface do Conhecimento sobre Abelhas**. 1. ed. [s.l.] Atena Editora, 2019. p. 13–24.

PIRANI, F. R.; SANCHEZ, M.; PEDRONI, F. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 4, p. 1096–1110, dez. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062009000400019&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 23 jun. 2024.

QUINLAN, G.; DÖKE, M. A.; ORTIZ-ALVARADO, Y.; RODRIGUEZ-GOMEZ, N.; KORU, Y. B.; UNDERWOOD, R. Carbohydrate Nutrition Associated with Health of Overwintering Honey Bees. **Journal of Insect Science**, v. 23, n. 6, p. 16, 1 nov. 2023. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jinsectscience/article/doi/10.1093/jisesa/iead084/7458965>>. Acesso em: 22 jun. 2024.

RAMOS, J. M.; DE CARVALHO, N. C. ESTUDO MORFOLÓGICO E BIOLÓGICO DAS. p. 1–21, 2007.

RIBEIRO, M. de F.; MARIANO, A. M. C.; SANTOS, K. P. dos. Abelhas mandaçaia (Melipona mandacaia) preferem xarope comum ou invertido? 2017. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1088242>>. Acesso em: 22 maio. 2025.

RICIGLIANO, V. A. Microalgae as a Promising and Sustainable Nutrition Source for Managed Honey Bees. **Archives of Insect Biochemistry and Physiology**, v. 104, n. 1, p. e21658, 2020. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/arch.21658>>. Acesso em: 8 maio. 2025.

SCHAFASCHEK, T. P.; PADILHA, M. T. S.; SANTOS, I. I. D.; PADILHA, J. C. F.; BRAGA, F. E. Efeito da suplementação alimentar sobre as características produtivas e reprodutivas de Apis mellifera Linnaeus, 1758. **Biotemas**, v. 21, n. 4, p. 99–104, 13 set. 2008. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/20639>>. Acesso em: 6 maio. 2025.

SANTOS, F. A. R. et al. *Apium Plantae*. In: SANTOS, F.A.R. (Ed.). **Apicultura: o mundo da abelha**. Recife: Ministério da Ciência e Tecnologia, Série IMSEAR, 2016. p. 103-118.

SILVÉRIO, D. V.; LENZA, E. Fenologia de espécies lenhosas em um cerrado típico no Parque Municipal do Bacaba, Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 3, p. 205–216, set. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032010000300024&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 28 jun. 2024.

SEELEY, T. D. *The Wisdom of the Hive: The Social Physiology of Honey Bee Colonies*. **Cambridge**: Harvard University Press, 1995.

SOUZA, K. A. R. de; FILHO, D. E. de F.; SANTOS, S. K. A. dos; PASSOS, L. de C. B.; PALMA, R. C.; NASCIMENTO, M. da P. do; ROCHA, T. C. da; LOPES, F. A. M. Fornecimento de alimentação artificial para Apis mellifera. 27 fev. 2021. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/53213>>. Acesso em: 8 maio. 2025.

STANDIFER, L. N.; HAYDAK, M. H.; MILLS, J. P. **Influence of diet on honey bee longevity and brood rearing**. *Journal of Apicultural Research*, v. 16, n. 1, p. 3–10, 1977.

SOMERVILLE, D. *Fat Bees, Skinny Bees: A Manual on Honey Bee Nutrition for Beekeepers*. Canberra: Rural Industries Research and Development Corporation, 2005.

SNODGRASS, R. E. *Anatomy of the Honey Bee*. Ithaca: Cornell University Press, 1956.

ULUTAŞ, K.; ÖZKIRIM, Aşlı. **Mellifera » Submission » Importance of Nutrition for Honey Bee Health.** Disponível em: <<https://dergipark.org.tr/en/pub/mellifera/issue/40742/491033>>. Acesso em: 8 maio. 2025.

WILLIAMS, G. R.; SHUTLER, D.; BURGHER-MACLELLAN, K. L.; ROGERS, R. E. L. Infra-Population and -Community Dynamics of the Parasites *Nosema Apis* and *Nosema Ceranae*, and Consequences for Honey Bee (*Apis Mellifera*) Hosts. **PLoS ONE**, v. 9, n. 7, p. e99465, 2 jul. 2014. Disponível em: <<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0099465>>. Acesso em: 8 maio. 2025.

WOLFF, L. F. Alimentação de Enxames em Apicultura Sustentável. v. 63, p. 1–14, 2007.

WINSTON, M. L. ***The Biology of the Honey Bee***. Cambridge: Harvard University Press, 1991.

ZANGIROLAMI, M. D. S.; JUNIOR, O. D. O. S. Organização, necessidades nutricionais e suplementação artificial para abelhas *Apis Mellifera*. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. e22211931453, 7 jul. 2022. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31453>>. Acesso em: 5 jun. 2024.

ZANGIROLAMI, MARCELA DE SOUZA. **Avaliação da Composição, Segurança e Impacto dos Suplementos Alimentares para Abelhas Comercializados em Portugal - ProQuest.** Disponível em: <<https://www.proquest.com/openview/aa32e49a405fff6ec5869071ffa1da43/1?cbl=2026366&diss=y&pq-origsite=gscholar>>. Acesso em: 8 maio. 2025.