



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

RENAN ESMERALDO RIBEIRO FILHO

INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DE PRÓPOLIS E OS
TEORES DE COMPOSTOS EM COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS NO
SEMIÁRIDO BAIANO

FORTALEZA

2026

RENAN ESMERALDO RIBEIRO FILHO

INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO SOBRE A PRODUÇÃO DE PRÓPOLIS E OS
TEORES DE COMPOSTOS EM COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS NO
SEMIÁRIDO BAIANO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro
de Ciências Agrárias da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharelado em Zootecnia.

Orientador(a): Prof(a). Dr(a). Eva Mônica
Sarmiento da Silva

FORTALEZA

2026

RENAN ESMERALDO RIBEIRO FILHO

INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA SOBRE A PRODUÇÃO DE
PRÓPOLIS E OS TEORES DE COMPOSTOS FENÓLICOS E FLAVONOIDES EM
COLÔNIAS DE ABELHAS AFRICANIZADAS NO SEMIÁRIDO BAIANO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Graduação em Zootecnia do Centro
de Ciências Agrárias da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
grau de Bacharelado em Zootecnia.

Aprovada em 06/07/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof(a). Dr(a). Eva Mônica Sarmento da Silva (Coorientadora)
Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF)

Dr. Isac Gabriel Abrahão Bomfim
Embrapa Alimentos e Territórios

Prof. Dr. Yan Souza Lima
Universidade de São Paulo (USP)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Ceará (UFC) pelas oportunidades oferecidas ao longo da graduação e pela estrutura disponibilizada, que foram fundamentais para meu desenvolvimento pessoal e profissional.

À Prof(a). Dr(a). Eva Mônica Sarmento da Silva, por ter aceitado a orientação deste trabalho, pela disponibilidade, paciência, dedicação e por toda a ajuda oferecida durante a realização deste TCC. Aos membros da banca examinadora, Dr. Yan Souza Lima e Dr. Isac Gabriel Abrahão Bomfim, por terem aceitado o convite para compor a banca e pelas valiosas contribuições para este trabalho.

Ao Prof. PhD Breno Magalhães Freitas, minha sincera gratidão pela orientação, confiança e pelos ensinamentos compartilhados ao longo de grande parte da minha graduação, especialmente durante o período em que participei dos projetos de pesquisa vinculados às bolsas do CNPq.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa durante minha graduação, possibilitando minha participação em atividades de pesquisa e contribuindo significativamente para minha formação acadêmica.

Aos funcionários e ex- funcionários do Setor de Abelhas Dr. Isac Gabriel Bomfim, ao Dr. Francisco Deoclécio e ao Dr. Leonardo Gurgel, minha gratidão por todo o conhecimento transmitido, pelos ensinamentos e pelo incentivo constante durante minha formação.

Ao meu grupo de amigos que fiz no Setor de Abelhas — Ana Carolina, Ana Vitória, Ananda Maria, Arianne Moreira, Conceição Parente, David Rezende, Epifânia Rocha, Felipe Jackson, Janaely Silva, Larysson Feitosa, Paloma Eleutério e Stefanie Nascimento — agradeço pela amizade, companheirismo e por terem sido peças fundamentais em meu processo de aprendizagem. Obrigado pelo incentivo constante à participação nas atividades do setor, pelas experiências compartilhadas e por tornarem essa caminhada mais leve e enriquecedora.

À zootecnista Hiara Menezes, agradeço pelo incentivo constante, pela confiança e por sempre me incluir e convidar para participar de atividades. Essas experiências foram extremamente enriquecedoras e contribuíram na minha formação. A todos os professores do Departamento de Zootecnia, agradeço pelos conhecimentos compartilhados, pela dedicação ao ensino. E aos servidores técnico-administrativos, agradeço pela constante disposição em ajudar sempre que necessário.

À minha família, em especial às três mulheres mais importantes da minha vida: minha mãe, Gabriella Galliza, e minhas irmãs, Luanna Galliza e Luísa Galliza. Obrigado por todo o amor, apoio, incentivo e por acreditarem em mim em todos os momentos. Esta conquista também pertence a vocês. Aos meus queridos animais de estimação — Bruce, Catarina, Frida, Lola e Rita.

Ao meu namorado, Eros Muniz, expresso minha profunda gratidão por todo o carinho, compreensão, apoio e incentivo durante esta etapa. Sua presença foi fundamental para que eu conseguisse superar os desafios e concluir este importante ciclo da minha vida.

Aos meus amigos e amigas de toda a vida — Alisson Alves, Beatriz Sekne, Bernardino Souza, Naíza Rebouças, Natália Aragão, Neila Leyelle da Costa, Mel Duarte, Paulo Roberto, Roberta Holanda e Ruth Oliveira — agradeço pela amizade, pelo carinho e pelo apoio ao longo de todos esses anos.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para minha formação acadêmica, profissional e pessoal, tornando possível a realização deste trabalho.

RESUMO

A própolis é um produto apícola de elevado valor biológico e econômico, cuja produção e composição química podem ser influenciadas por fatores ambientais, especialmente em regiões semiáridas. Este estudo teve como objetivo avaliar a influência da precipitação pluviométrica sobre a produção de própolis e os teores de compostos fenólicos e flavonóides produzidos por colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) no semiárido baiano. A pesquisa foi conduzida no município de Remanso (Bahia, Brasil) entre dezembro de 2017 e maio de 2018, utilizando dez colônias de abelhas. A precipitação foi monitorada por meio de pluviômetro, enquanto a produção de própolis foi quantificada mensalmente. Os teores de compostos fenólicos e flavonoides foram determinados por métodos espectrofotométricos utilizando os reagentes Folin-Ciocalteu e cloreto de alumínio, respectivamente. Os dados foram submetidos à análise descritiva e à correlação de Spearman ($p < 0,05$). A produção total de própolis foi de 1.164,20 g, com maiores valores registrados nos meses finais do experimento. Os teores de compostos fenólicos e flavonoides apresentaram elevada variação entre colônias e períodos de coleta. Não foi observada correlação estatisticamente significativa entre a precipitação pluviométrica e a produção de própolis, nem entre a precipitação e os teores dos compostos bioativos avaliados. Conclui-se que, nas condições do estudo, a precipitação pluviométrica, de forma isolada, não explicou as variações observadas na produção e na composição química da própolis, indicando que fatores como a disponibilidade de espécies vegetais produtoras de resinas e as características das colônias podem exercer maior influência sobre essas variáveis.

Palavras-chave: *Apis mellifera*; caatinga; compostos fenólicos; flavonoides; própolis; precipitação pluviométrica.

ABSTRACT

Propolis is a beekeeping product of high biological and economic value, whose production and chemical composition can be influenced by environmental factors, especially in semi-arid regions. The objective of this study was to evaluate the influence of rainfall on propolis production and the levels of phenolic compounds and flavonoids produced by Africanized bee colonies (*Apis mellifera*) in the semi-arid region of Bahia State. The research was conducted in the municipality of Remanso (Bahia, Brazil) between December 2017 and May 2018, using ten bee colonies. Precipitation was monitored using a rain gauge, while propolis production was quantified monthly. The levels of phenolic compounds and flavonoids were determined by spectrophotometric methods using the Folin-Ciocalteu and aluminum chloride reagents, respectively. The data were subjected to descriptive analysis and Spearman's correlation ($p < 0.05$). Total propolis production was 1,164.20 g, with higher values recorded in the final months of the experiment. The levels of phenolic compounds and flavonoids showed high variation among colonies and collection periods. No statistically significant correlation was observed between rainfall and propolis production, nor between rainfall and the levels of the bioactive compounds evaluated. It is concluded that, under the conditions of this study, rainfall alone did not explain the variations observed in propolis production and chemical composition, indicating that factors such as the availability of resin-producing plant species and colony characteristics may exert a greater influence on these variables.

Keywords: *Apis mellifera*; Caatinga; phenolic compounds; flavonoids; propolis; rainfall.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Localização da área experimental. Sítio Melosa em Remanso - BA..... **14**
- Figura 2** - Colônia com coletor de própolis em colmeia Langstroth (Padrão Breyer)..... **15**

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Produção mensal de própolis em gramas durante o período de coleta..... **18**

Gráfico 2 - Precipitação em milímetros ao longo dos meses de coleta de dados..... **19**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Compostos fenólicos e flavonóides.....**2**

Tabela 2 - Coeficientes de correlação de Spearman entre a precipitação pluviométrica, a produção de própolis e os teores de compostos fenólicos e flavonóides.....**23**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
2.1 Área de estudo.....	14
2.2 Monitoramento da precipitação.....	14
2.3 Seleção das colônias e instalação dos coletores.....	15
2.4 Coleta e mensuração da própolis.....	15
2.5 Determinação de fenólicos totais.....	16
2.6 Determinação de flavonoides totais.....	16
2.7 Análises estatísticas.....	17
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
3.1 Produção mensal de própolis e precipitação pluviométrica.....	18
3.2 Teores de compostos fenólicos e flavonóides da própolis.....	20
3.3 Relação entre precipitação, produção de própolis e compostos bioativos.....	22
4 CONCLUSÕES.....	25
REFERÊNCIAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

As condições climáticas do semiárido influenciam diretamente sobre a disponibilidade dos recursos utilizados pelas abelhas, principalmente em função da irregularidade das chuvas ao longo do ano. A sazonalidade climática promove alterações significativas na dinâmica da vegetação da Caatinga, afetando os períodos de floração e sendo responsáveis pelas oscilações na disponibilidade de recursos utilizados pelas abelhas (MAIA-SILVA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2023). Interferindo diretamente no desenvolvimento das colônias e na produção dos produtos apícolas obtidos, como a própolis.

A própolis é um produto elaborado pelas abelhas a partir da coleta de resinas, exsudatos e outras substâncias vegetais presentes em diferentes espécies botânicas. O termo “própolis” deriva do grego pro (“em defesa”) e polis (“cidade”), fazendo referência à função dessa substância na proteção da colônia. Nas colmeias, a própolis é utilizada na vedação de frestas, proteção contra microrganismos e manutenção das condições sanitárias internas da colmeia (MACHADO et al., 2016). A composição química varia de acordo com condições ambientais e a origem botânica das resinas coletadas, que é considerada um dos principais fatores responsáveis pela variabilidade observada nas diferentes regiões do Brasil. É constituída principalmente por compostos fenólicos, flavonoides, ceras e resinas vegetais (PARK; IKEGAKI; ALENCAR, 2002; SILVA et al., 2019).

Os compostos fenólicos e flavonoides se destacam devido às suas propriedades antioxidantes e antimicrobianas, além de serem considerados importantes indicadores da qualidade da própolis (FERREIRA et al., 2021). Diversos estudos apontam que concentrações elevadas desses compostos estão associadas ao maior potencial biológico da própolis, especialmente em relação à atividade antioxidante (WOISKY; SALATINO, 1998; MACHADO et al., 2016). Dessa forma, fatores climáticos, especialmente a precipitação pluviométrica, podem interferir tanto na produção quanto na composição química desse produto apícola.

Nesse contexto, as abelhas africanizadas (*Apis mellifera*) destacam-se pela rusticidade, resistência e eficiência na exploração dos recursos florais disponíveis no ambiente (CHAGAS et al., 2024). Essas características favorecem a produção de diferentes produtos apícolas, como mel, pólen e própolis. A apicultura destaca-se como uma importante atividade econômica e ambiental no semiárido brasileiro, contribuindo para a geração de renda e

fortalecimento da agricultura familiar, muitas vezes como atividade secundária (PAIM et al., 2021). Mesmo sob condições climáticas com elevadas temperaturas e irregularidade das chuvas, a atividade apresenta potencial produtivo significativo devido à diversidade florística da vegetação da Caatinga, que fornece recursos importantes para manutenção das colônias ao longo do ano (MAIA-SILVA et al., 2012; ASSIS et al., 2024). Em 2024, a produção brasileira de mel de abelha atingiu 67.313.986 quilogramas, correspondendo a um valor de produção anual superior a R\$ 1,01 bilhão, evidenciando a relevância econômica da atividade apícola para o país (IBGE, 2025).

Entre os polinizadores, as abelhas se destacam como um dos grupos mais importantes, principalmente devido à sua eficiência na coleta e transporte do pólen, pois esses insetos visitam as flores de uma grande variedade de plantas para coletar diversos recursos florais. Elas estão associadas à polinização da maioria das culturas agrícolas e desempenham papel central na produção de alimentos, visitando grande parte das plantas cultivadas no mundo (FREITAS et al., 2015; POTTS et al., 2016; WOLOWSKI et al., 2019). No Brasil, calcula-se que a polinização relacionada aos insumos da produção agrícola possui um valor econômico anual estimado em US\$ 12 bilhões (GIANNINI et al., 2015).

Devido a importância da própolis como produto apícola de interesse biológico e comercial, e considerando a influência das condições ambientais sobre sua composição química, torna-se relevante compreender como a precipitação pluviométrica pode afetar a qualidade desse produto em determinadas regiões. Nesse contexto, o estudo teve como objetivo avaliar a influência da precipitação pluviométrica sobre a produção de própolis e os teores de compostos fenólicos e flavonóides produzidos por colônias de abelhas africanizadas no semiárido baiano.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada no Sítio Melosa, situado no município de Remanso - BA, nas coordenadas $09^{\circ} 34' 46,7''$ S e $41^{\circ} 58' 46,9''$ W, com altitude de 397 metros. A área foi selecionada por apresentar vegetação típica do bioma Caatinga, característica predominante na região, sendo considerada representativa das propriedades rurais locais. A propriedade possui cerca de 700 hectares e é composta predominantemente por agricultores familiares.

Figura 1 - Localização da área experimental. Sítio Melosa em Remanso - BA.



Fonte: Registro Rural (2026).

2.2 Monitoramento da precipitação

O acompanhamento da precipitação pluviométrica na área experimental foi realizado com auxílio de um pluviômetro da marca Walmur, com capacidade de leitura entre 2,5 mm e 130 mm. O equipamento foi instalado seguindo as orientações técnicas do fabricante, permanecendo a 1,5 m do solo e distante aproximadamente 15 m de obstáculos que pudessem interferir nas medições.

As leituras foram efetuadas após os eventos de chuva ocorridos na comunidade, sendo os valores registrados para posterior cálculo do acumulado mensal de precipitação.

2.3 Seleção das colônias e instalação dos coletores

As colmeias utilizadas no experimento foram selecionadas por meio de sorteio inteiramente ao acaso, sendo 10 delas selecionadas para serem avaliadas. As colônias eram compostas por abelhas africanizadas *A. mellifera*, mantidas sob o manejo adotado pelos apicultores da propriedade, sem alterações na rotina de criação e produção.

Para a coleta da própolis, foi usado o modelo Tira e Põe, padrão Breyer (BREYER, 2016). As dimensões das aberturas laterais da melgueira e do quadro coletor móvel seguiram as especificações recomendadas de 50 mm na parte vertical e 483 mm na parte horizontal e 20 mm de profundidade.

Figura 2 - Coletor de própolis em colmeia Langstroth (Padrão Breyer).



Fonte: BREYER (2016).

2.4 Coleta e mensuração da própolis

As coletas de própolis foram realizadas entre dezembro de 2017 e maio de 2018, compreendendo seis meses de acompanhamento durante o período chuvoso da região. As

colheitas ocorreram em intervalos de 30 dias, seguindo um mesmo padrão de coleta ao longo de todo o experimento. Após cada coleta, as amostras foram identificadas com informações referentes ao número do coletor, data da coleta e colônia de origem. Em seguida, o material foi pesado (com balança com precisão de 0,01 g) para determinação da produção de própolis. Após a retirada das lâminas, os coletores eram imediatamente recolocados nas colmeias.

2.5 Determinação de fenólicos totais

A quantificação dos compostos fenólicos totais foi fundamentada no método de Slinkard e Singleton (1977), com adaptações, como as realizadas com base na metodologia descrita por Melquíades (2025). A determinação foi conduzida pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, empregando o ácido gálico como padrão fenólico de referência.

Inicialmente, foram solubilizados 5 mg de cada extrato em 1000 µL de etanol (EtOH), obtendo-se uma solução com concentração de 5 mg/mL. Paralelamente, foi preparada uma solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3) a 15%. Para a obtenção da curva analítica, 0,5 mg de ácido gálico foram pesados em microtubo e dissolvidos em 1 mL de EtOH. A curva de calibração foi construída utilizando concentrações de ácido gálico variando de 1 a 20 µg/mL. Para isso, em microtubos de 0,5 mL foram adicionados de 1 a 20 µL da solução padrão de ácido gálico, complementados com 459 a 440 µL de água destilada, seguidos da adição de 10 µL do reagente de Folin-Ciocalteu e 30 µL da solução de carbonato de sódio.

As amostras foram analisadas nas concentrações compreendidas entre 100 e 200 µg/mL. Após incubação por duas horas ao abrigo da luz, as leituras de absorbância foram realizadas em espectrofotômetro UV-Vis no comprimento de onda de 760 nm. Todas as determinações foram efetuadas em triplicata.

O conteúdo total de compostos fenólicos foi calculado por interpolação dos valores de absorbância das amostras na curva de calibração do ácido gálico, obtida nas concentrações de 1 a 20 µg/mL. Para os cálculos foi utilizada a equação da reta do padrão de ácido gálico ($y = 0,0509x - 0,0927$; $R^2 = 0,9991$). Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico (mg EAG).

2.6 Determinação de flavonoides totais

A quantificação dos compostos fenólicos totais foi baseada no método de Slinkard e Singleton (1977), utilizando a quercetina como padrão de referência, conforme metodologia adaptada de Melquíades (2025)

Inicialmente, 5 mg de cada amostra foram dissolvidos em 1000 μL de etanol (EtOH), resultando em uma solução com concentração de 5 mg/mL. Em seguida, foi preparada uma solução de cloreto de alumínio (AlCl_3) a 5%.

A curva de calibração da quercetina foi elaborada em concentrações variando de 1 a 30 $\mu\text{g/mL}$. Para sua preparação, utilizaram-se microtubos de 0,5 mL contendo de 1 a 30 μL da solução padrão de quercetina, aos quais foram adicionados de 249 a 220 μL de metanol (MeOH) e 250 μL da solução de cloreto de alumínio.

As análises das amostras foram conduzidas em concentrações entre 100 e 400 $\mu\text{g/mL}$. Após permanência por 30 minutos no escuro, as absorbâncias foram determinadas em espectrofotômetro ELISA UV-Vis, utilizando comprimento de onda de 425 nm. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

A quantificação total dos flavonoides foi obtida por meio da interpolação das absorbâncias das amostras na curva de calibração da quercetina, construída nas concentrações de 1 a 30 $\mu\text{g/mL}$. Para os cálculos foi empregada a equação da reta do padrão de quercetina ($y = 0,0681x - 0,0852$; $R^2 = 0,9996$). Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de quercetina (mg EQ).

2.7 Análises estatísticas

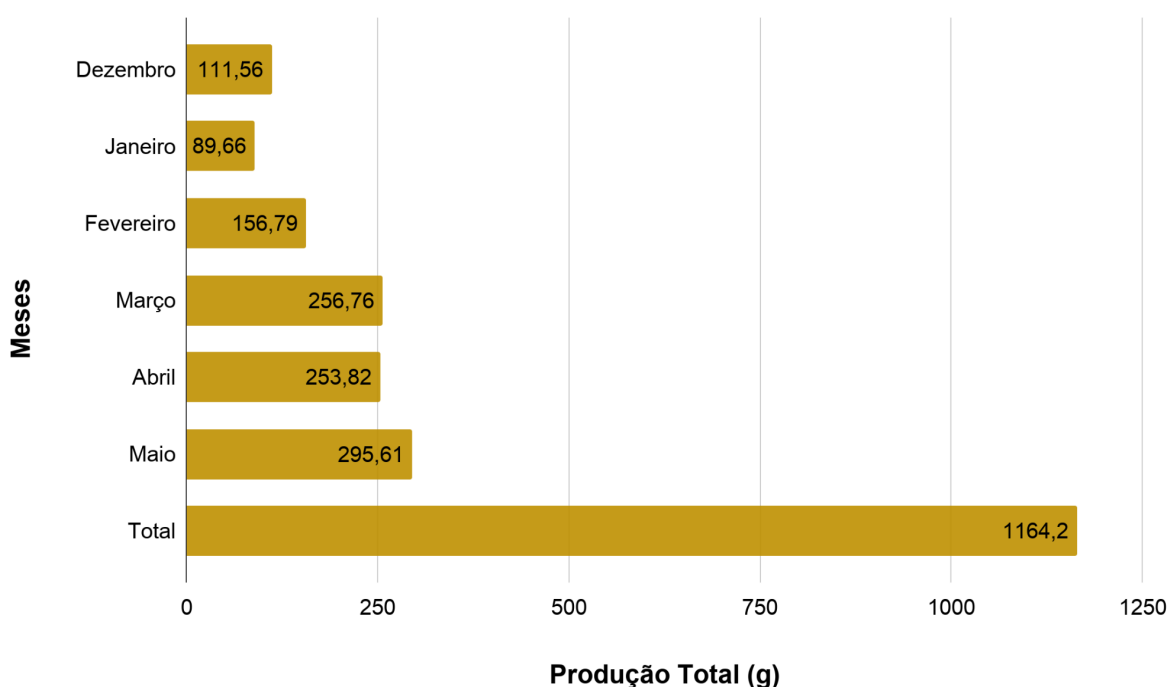
Inicialmente, os dados obtidos foram submetidos à análise descritiva, utilizando médias e desvios-padrão para caracterização das variáveis avaliadas. A relação entre a precipitação pluviométrica e as demais variáveis analisadas foi verificada por meio da correlação de Spearman, em função do reduzido número de observações e da ausência de normalidade dos dados. As análises estatísticas foram realizadas no software R, utilizando o pacote *stats* para os testes de correlação e o pacote *ggplot2*. Em todas as análises adotou-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produção mensal de própolis e precipitação pluviométrica

A produção de própolis apresentou variação ao longo do período experimental, totalizando 1.164,20 g durante os seis meses de avaliação. Os menores valores foram registrados em janeiro (89,68 g) e dezembro (111,56 g), enquanto os maiores ocorreram em março (256,76 g), abril (253,82 g) e maio (295,61 g) (Gráfico 1).

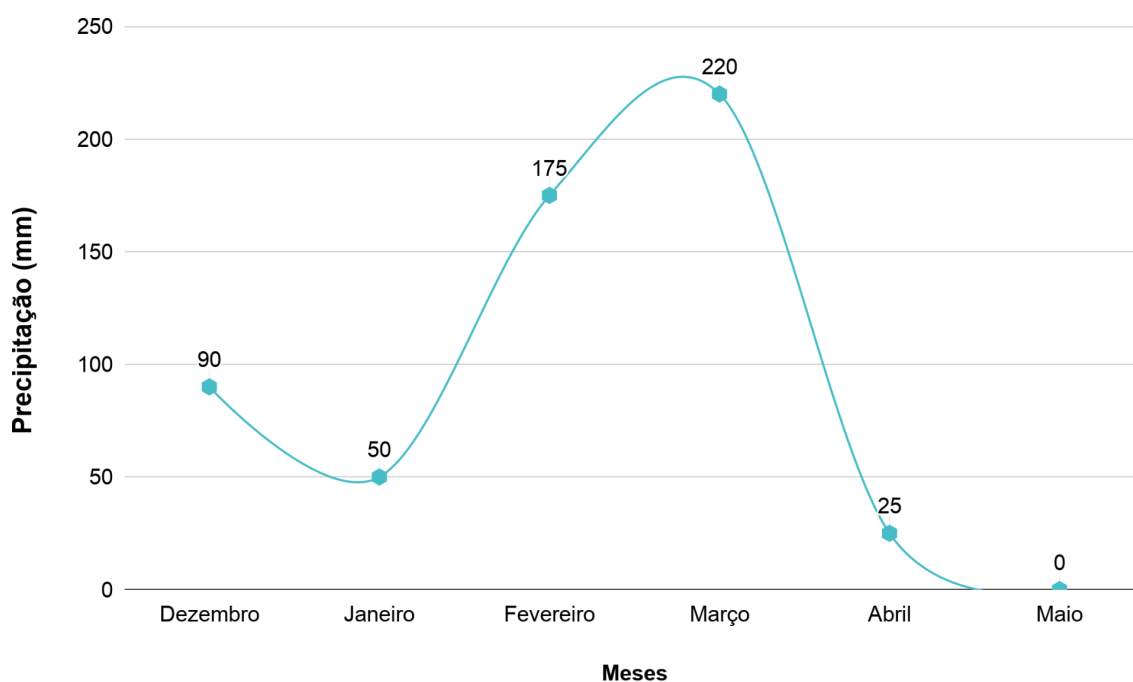
Gráfico 1 - Produção mensal de própolis em gramas durante o período de coleta.



Fonte: O próprio autor.

Em relação à precipitação pluviométrica, observou-se aumento progressivo dos índices de chuva entre janeiro e março, quando foi registrado o maior acumulado do período (220 mm). Posteriormente, houve redução acentuada da precipitação, com 25 mm em abril e ausência de chuvas em maio (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Precipitação em milímetros ao longo dos meses de coleta de dados.



Fonte: O próprio autor

Os resultados obtidos não indicam que a precipitação pluviométrica tenha exercido influência negativa sobre a produção de própolis. Embora o maior volume de chuva tenha sido registrado em março, esse mês também apresentou a segunda maior produção de própolis, evidenciando que o aumento da precipitação não esteve associado à redução da produção. As resinas utilizadas na produção da própolis não são obtidas exclusivamente das flores, podendo ser coletadas em brotos, cascas, gemas, exsudatos e outras partes das plantas (MACHADO et al., 2016), o que amplia as possibilidades de obtenção desse recurso pelas abelhas mesmo diante de variações climáticas. Além disso, a maior produção de própolis foi observada em maio, sugerindo que pode haver uma resposta produtiva positiva que não ocorre de forma imediata.

A chuva atua sobre a vegetação da Caatinga, promovendo respostas como brotação, emissão de novos tecidos e incremento da atividade metabólica das plantas. Esses processos podem aumentar a produção de resinas e outros exsudatos vegetais utilizados pelas abelhas na elaboração da própolis. Assim, o aumento da produção observado nos meses posteriores aos maiores índices pluviométricos pode representar uma resposta indireta, mediada pela maior disponibilidade de recursos vegetais, e não um efeito imediato da precipitação sobre as

colônias (Mountford-McAuley; Prior; Clavijo McCormick, 2023; Aldana-Mejía et al., 2024). O aumento da produção observado nos meses finais do experimento pode representar uma resposta indireta aos eventos de chuva, mediada pela maior disponibilidade desses recursos. A produção de própolis parece resultar da interação entre fatores ambientais, disponibilidade de fontes vegetais e condições internas das colônias, conforme discutido por Mountford-McAuley, Prior e Clavijo McCormick (2023).

Resultados semelhantes foram observados por Matos et al. (2014) ao avaliarem a produção de própolis em áreas de Caatinga, verificando que períodos com maior desenvolvimento vegetativo favoreceram a disponibilidade de recursos utilizados pelas colônias. De forma semelhante, Ferreira et al. (2021) destacam que fatores ambientais, especialmente a sazonalidade climática e a disponibilidade de fontes vegetais, exercem influência significativa sobre a produção de própolis em regiões semiáridas.

3.2 Teores de compostos fenólicos e flavonóides da própolis

Os teores de compostos fenólicos e flavonóides apresentaram elevada variação entre as colônias e entre os meses avaliados. Os maiores teores de compostos fenólicos foram observados na colônia 7, em dezembro (97,176 mgEq ácido gálico/g de extrato), e na colônia 2, em fevereiro (80,260 mgEq ácido gálico/g de extrato). Para os flavonoides, os maiores valores foram registrados nas colônias 2 e 8 durante fevereiro, com 43,23 e 42,91 mg EQ/g de extrato, respectivamente (Tabela 1).

A ampla amplitude observada nos teores de compostos fenólicos, variando desde valores inferiores a 10 mg EAG/g até aproximadamente 97 mg EAG/g de extrato, evidencia a elevada heterogeneidade química das amostras de própolis produzidas na área de estudo. Essa variabilidade é esperada em própolis produzidas em ambientes com elevada diversidade florística, como a Caatinga, uma vez que diferentes espécies vegetais sintetizam compostos fenólicos e flavonoides em proporções distintas (ALDANA-MEJÍA et al., 2024). Os compostos fenólicos e os flavonóides são metabólitos secundários produzidos pelas plantas, e sua incorporação à própolis depende diretamente da origem botânica das resinas coletadas pelas abelhas. Assim, alterações na composição da vegetação explorada podem resultar em perfis químicos bastante distintos entre colônias e entre diferentes períodos do ano. Estudos conduzidos com própolis verde da Caatinga também demonstram elevada diversidade química associada às espécies vegetais disponíveis, evidenciando que a composição da própolis reflete a flora explorada pelas abelhas (ALDANA-MEJÍA et al., 2024).

Tabela 1 - Compostos fenólicos e flavonóides.

Colônia	Composto	dez./17	jan./18	fev./18	mar./18	abr./18	mai./18
1	Fenólicos	40,289 ± 1,63	—	—	—	15,134 ± 2,77	15,803 ± 0,72
1	Flavonoides	16,675 ± 0,50	—	—	—	8,729 ± 0,01	13,232 ± 2,01
2	Fenólicos	—	—	80,260 ± 1,88	44,170 ± 1,32	15,955 ± 1,85	30,614 ± 2,05
2	Flavonoides	—	—	43,23 ± 3,52	11,11 ± 0,54	16,408 ± 0,02	19,903 ± 0,06
3	Fenólicos	—	—	38,590 ± 4,66	40,788 ± 3,89	24,743 ± 0,13	15,438 ± 2,57
3	Flavonoides	—	—	3,52 ± 0,36	23,163 ± 1,08	40,133 ± 0,02	9,686 ± 0,08
4	Fenólicos	—	—	—	—	—	—
4	Flavonoides	—	—	—	—	—	—
5	Fenólicos	—	—	—	8,935 ± 0,63	—	—
5	Flavonoides	—	—	—	—	—	—
6	Fenólicos	—	—	—	—	14,647 ± 0,14	7,765 ± 0,80
6	Flavonoides	—	—	—	—	12,429 ± 0,03	—
7	Fenólicos	97,176 ± 3,00	—	77,049 ± 0,81	—	—	9,696 ± 0,71
7	Flavonoides	23,962 ± 1,22	—	18,768 ± 1,55	—	—	5,196 ± 1,08
8	Fenólicos	—	41,387 ± 0,89	29,877 ± 2,38	46,034 ± 4,17	26,417 ± 2,90	7,582 ± 1,99
8	Flavonoides	—	16,223 ± 0,82	42,91 ± 4,36	11,21 ± 0,29	9,520 ± 0,01	3,589 ± 1,03
9	Fenólicos	—	—	—	—	—	6,548 ± 0,23
9	Flavonoides	—	—	—	—	—	3,309 ± 0,02
10	Fenólicos	—	—	30,250 ± 1,66	—	47,672 ± 4,43	—
10	Flavonoides	—	—	6,31 ± 0,10	—	18,448 ± 0,04	—

Fonte: O próprio autor

A variação observada entre colônias pode ser atribuída devido às diferenças nas fontes botânicas exploradas pelas colônias, uma vez que a composição química da própolis está diretamente relacionada às espécies vegetais disponíveis na área de coleta. Além disso, alterações sazonais podem modificar a disponibilidade de resinas vegetais ao longo do ano. De acordo com Machado et al. (2016), a composição química da própolis brasileira apresenta elevada variabilidade em função da origem botânica e das condições ambientais. De forma semelhante, Silva et al. (2019) relatam que os teores de compostos fenólicos e flavonoides podem sofrer alterações significativas entre regiões e períodos de coleta, refletindo diferenças na vegetação utilizada pelas abelhas.

Os compostos fenólicos e flavonóides são considerados importantes indicadores da qualidade da própolis, estando associados principalmente às atividades antioxidante e antimicrobiana (ALDANA-MEJÍA et al., 2024). Dessa forma, as diferenças observadas entre os meses avaliados podem refletir alterações na composição química das resinas disponíveis às colônias ao longo do período experimental.

3.3 Relação entre precipitação, produção de própolis e compostos bioativos

A análise de correlação de Spearman não evidenciou associação significativa entre a precipitação pluviométrica e as variáveis avaliadas ($p > 0,05$). A correlação entre precipitação e produção de própolis foi negativa e de baixa magnitude ($r = -0,086$), indicando ausência de relação significativa entre as variáveis. Para os compostos fenólicos foi observada correlação positiva fraca ($r = 0,257$), enquanto os flavonoides apresentaram correlação positiva moderada ($r = 0,486$). Apesar dessas tendências, nenhuma das correlações apresentou significância estatística (Tabela 2).

Tabela 2 - Coeficientes de correlação de Spearman entre a precipitação pluviométrica, a produção de própolis e os teores de compostos fenólicos e flavonóides.

Correlação	Coeficiente de Spearman (r)	Valor de p	Interpretação
Precipitação × Produção de própolis	-0,086	0,872	Correlação negativa muito fraca
Precipitação × Fenólicos	0,257	0,623	Correlação positiva fraca
Precipitação × Flavonoides	0,486	0,329	Correlação positiva moderada

Fonte: O próprio autor

A ausência de correlação significativa sugere que a precipitação pluviométrica, isoladamente, não foi suficiente para explicar as variações observadas na produção e na composição química da própolis durante o período avaliado. Entretanto, a ausência de significância estatística não implica necessariamente ausência de efeito da precipitação sobre essas variáveis. A correlação foi estimada com base em apenas seis meses de acompanhamento, o que reduz o poder estatístico da análise e dificulta a detecção de associações, especialmente diante da elevada variabilidade observada entre colônias e períodos de coleta. Além disso, as condições climáticas variaram consideravelmente ao longo do experimento, podendo influenciar a disponibilidade de recursos vegetais em diferentes momentos (MOUNTFORD-MCAULEY; PRIOR; CLAVIJO McCORMICK, 2023).

Resultados semelhantes foram relatados por Machado et al. (2016), que destacam a complexidade dos fatores que determinam a composição química da própolis. Além disso, Bankova et al. (2019) ressaltam que a origem botânica é frequentemente um fator mais determinante para a composição química da própolis do que variáveis climáticas isoladas.

A composição química da própolis depende principalmente da origem botânica das resinas coletadas pelas abelhas, de modo que diferentes espécies vegetais podem produzir perfis químicos bastante distintos quanto aos teores de compostos fenólicos e flavonoides. Em ambientes heterogêneos, como a Caatinga, essa diversidade de fontes vegetais contribui para a elevada variabilidade química observada entre colônias e períodos de coleta.

(ALDANA-MEJÍA et al., 2024; SILVA, 2013). Dessa forma, os resultados obtidos indicam que estudos conduzidos por períodos mais longos, abrangendo diferentes ciclos sazonais e incorporando variáveis climáticas, vegetacionais e características das colônias, poderão fornecer uma compreensão mais abrangente dos fatores que determinam a produção e a composição química da própolis em regiões semiáridas (MOUNTFORD-MCAULEY; PRIOR; CLAVIJO McCORMICK, 2023).

4 CONCLUSÕES

A produção de própolis e os teores de compostos fenólicos e flavonoides apresentaram variação entre as colônias e ao longo do período experimental. No entanto, não foi observada correlação estatisticamente significativa entre a precipitação pluviométrica e a produção de própolis, nem entre a precipitação e os teores dos compostos bioativos avaliados. A ausência de correlação significativa também pode estar relacionada às limitações do estudo, como o curto período de avaliação, o reduzido número de observações e a não inclusão de outras variáveis ambientais e biológicas que influenciam a produção de própolis.

Os resultados indicam que a precipitação pluviométrica, analisada de forma isolada, não explica as variações observadas, uma vez que seu efeito não ocorre de forma imediata, sendo necessário as alterações promovidas na vegetação, que influenciam a disponibilidade de resinas utilizadas pelas abelhas.

A disponibilidade e a diversidade das espécies vegetais produtoras de resinas na Caatinga parecem exercer papel relevante na produção e na composição química da própolis, podendo ser mais determinantes do que a precipitação pluviométrica isoladamente.

REFERÊNCIAS

- ALDANA-MEJÍA, J. A. et al. **Chemical characterization and antimicrobial activity of green propolis from the Brazilian Caatinga biome**. *Plants*, Basel, v. 13, n. 24, p. 3576, 2024. DOI: 10.3390/plants13243576.
- ASSIS, R. S. et al. **Beekeeping Potential of the Caatinga Vegetation: Apicultural Potential of the Caatinga Flora in the Dry Season**. *Research, Society and Development*, Vargem Grande Paulista, v. 13, n. 3, p. 1-12, 2024.
- BANKOVA, V.; POPOVA, M.; TRUSHEVA, B. **Propolis volatile compounds: chemical diversity and biological activity: a review**. *Chemistry Central Journal*, v. 13, p. 1-8, 2019.
- BREYER, H. F. E.; BREYER, E. D. H.; CELLA, I. **Produção e beneficiamento da própolis**. Florianópolis: Epagri, 2016. 30 p. (Boletim Didático, n. 138).
- CHAGAS, N. O. S. et al. **Avaliação de diferentes métodos de multiplicação de enxames de abelhas africanizadas**. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, Fortaleza, v. 18, n. 2, p. 1-10, 2024.
- FERREIRA, J. M. et al. **Composição e propriedades da própolis com ênfase em amostras de abelhas africanizadas e nativas do semiárido brasileiro**. *Research, Society and Development*, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 3, p. 1-15, 2021.
- FREITAS, B. M. et al. **Guia ilustrado de abelhas polinizadoras no Brasil**. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, 2015.
- GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. **The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil**. *Journal of Economic Entomology*, v. 108, n. 3, p. 849–857, 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mel de abelha**. IBGE Explica: Produção Agropecuária. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mel-de-abelha/br>. Acesso em: 23 jun. 2026.
- MACHADO, B. A. S. et al. **Brazilian propolis: chemical compositions, biological activities and therapeutic applications**. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, New York, v. 2016, p. 1-11, 2016.
- MAIA-SILVA, C. et al. **Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga**. Fortaleza: Fundação Brasil Cidadão, 2012.
- MATOS, V. R. et al. **Produção de própolis em ambiente de Caatinga e sua relação com fatores ambientais**. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 9, n. 5, p. 174-180, 2014.
- MELQUÍADES, Catiana da Conceição Vieira. **Avaliação da produção de própolis bruta e sua composição química em colônias de abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) sob**

diferentes condições de sombreamento no município de Petrolina, PE. 2025. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, 2025.

MOUNTFORD-MCAULEY, R.; PRIOR, J.; CLAVIJO McCORMICK, A. **Factors affecting propolis production.** Journal of Apicultural Research, Cardiff, v. 62, n. 1, p. 162-170, 2023. DOI: 10.1080/00218839.2021.1938456.

OLIVEIRA, J. S. et al. **Influência da sazonalidade sobre recursos florais utilizados por abelhas na Caatinga.** Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 9, n. 7, p. 1-14, 2023.

PARK, Y. K.; IKEGAKI, M.; ALENCAR, S. M. **Classification of Brazilian propolis by physicochemical characteristics and botanical origin.** Apidologie, Versailles, v. 33, n. 1, p. 73-81, 2002.

PAIM, Gêssica Andrade; LIMA, Yan Souza; CORREIA, Rebert Coelho; SILVA, Eva Monica Sarmiento da. **A atividade apícola no município de Remanso (Bahia, Brasil): aspectos socioeconômicos, produtivos e de mercado.** Acta Apicola Brasilica, [S. l.], v. 9, e7996, 2021. DOI: 10.18378/aab.v9i0.7996.

POTTS, S. G. et al. **Safeguarding pollinators and their values to human well-being.** Nature, London, v. 540, n. 7632, p. 220-229, 2016.

SILVA, D. A. **Produção e teor de flavonóides da própolis coletada por *Apis mellifera* em três fitofisionomias no estado do Ceará.** 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

SILVA, T. M. S. et al. **Chemical composition and biological activity of Brazilian propolis.** Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, London, v. 2019, p. 1-10, 2019.

WOISKY, R. G.; SALATINO, A. **Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control.** Journal of Apicultural Research, Cardiff, v. 37, n. 2, p. 99-105, 1998.

WOLOWSKI, M. et al. **Relatório temático sobre polinização, polinizadores e produção de alimentos no Brasil.** São Carlos: Cubo Multimídia, 2019.