

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**Preferência e biologia de *Leucoptera coffeella* (Guérin-méneville)  
(Lepidoptera: Lyonetidae) mediados por fertilizantes nitrogenados em  
mudas de café**

Júlia Correia Chagas  
*Magister Scientiae*

**RIO PARANAÍBA - MINAS GERAIS  
2024**

**JÚLIA CORREIA CHAGAS**

**Preferência e biologia de *Leucoptera coffeella* (Guérin-méneville)  
(Lepidoptera: Lyonetidae) mediados por fertilizantes nitrogenados em  
mudas de café**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Flavio Lemes Fernandes

Coorientador: Andre M. X. de Carvalho

**RIO PARANAÍBA - MINAS GERAIS  
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba**

T

C433p  
2024

Chagas, Julia Correia, 1998-  
Preferência e biologia de *Leucoptera coffeella* (Guérin-méneville) (Lepidoptera: Lyonetidae) mediados por fertilizantes nitrogenados em mudas de café / Julia Correia Chagas. – Rio Paranaíba, MG, 2024.  
31 f.: il. (algumas color.).

Orientador: Flávio Lemes Fernandes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, 2024.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvcrp.2025.008>

1. Nitrogênio. 2. oviposição. 3. mortalidade pupa. 4. manejo nutricional. 5. interação planta-praga. I. Fernandes, Flávio Lemes, 1979-. II. Universidade Federal de Viçosa. Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal. Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal). III. Título.

633.73

**JÚLIA CORREIA CHAGAS**

**Preferência e biologia de *Leucoptera coffeella* (Guérin-méneville)  
(Lepidoptera: Lyonetidae) mediados por fertilizantes nitrogenados em  
mudas de café**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 17 de dezembro de 2024.

Assentimento:

---

Júlia Correia Chagas  
Autora

---

Flavio Lemes Fernandes  
Orientador

Essa dissertação foi assinada digitalmente pela autora em 10/02/2025 às 12:47:23 e pelo orientador em 10/02/2025 às 13:36:27. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **Y3MK.3VVI.ZHN1** e clique no botão 'Validar documento'.

*Dedico este trabalho a Deus, pela força e perseverança que me concedeu ao longo desta jornada acadêmica.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à minha família, por todo o amor, apoio e compreensão durante esta jornada. Sem o incentivo constante e a presença inabalável de vocês, este trabalho não teria sido possível.

Aos meus orientadores, Flávio Lemes Fernandes e André Mundstock Xavier de Carvalho, expressei minha profunda gratidão pela paciência, pelas orientações valiosas e pelo exemplo de dedicação à pesquisa. Suas contribuições foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Aos professores que, ao longo da minha trajetória, compartilharam seu conhecimento e suas experiências, meus sinceros agradecimentos. Cada aula, cada conselho e cada desafio desenvolvido para minha formação e para que eu chegue até aqui.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar a pós-graduação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de estudo (Processo 313288/2021-6).

A todos, o meu muito obrigado.

## RESUMO

CHAGAS, Júlia Correia, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2024. **Preferência e biologia de *Leucoptera coffeella* (Guérin-méneville) (Lepidoptera: Lyonetidae) mediados por fertilizantes nitrogenados em mudas de café.** Orientador: Flavio Lemes Fernandes. Coorientador: Andre Mundstock Xavier de Carvalho.

*Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) é uma das principais pragas do cafeeiro. Esta praga pode ser favorecida por fatores ambientais e por fatores antrópicos como o uso de fertilizantes. Doses elevadas de fertilizantes nitrogenados podem resultar em acúmulo de compostos atrativos à insetos na planta, como o glutamato e a glutamina. Estudos anteriores indicaram que doses e fontes de nitrogênio, pode influenciar na atratividade para oviposição e o ciclo de vida dessa praga. Nesse contexto, o presente estudo foi realizado para investigar como diferentes doses e fontes de fertilizantes nitrogenados afetam a interação entre *L. coffeella* e o cafeeiro, buscando estratégias sustentáveis para o manejo da praga. O objetivo foi analisar os efeitos de diferentes doses e fontes de nitrogênio na morfologia de café, preferência de oviposição e na biologia de *L. coffeella*. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, utilizando mudas de café tratadas com três fontes de nitrogênio (sulfato de amônio, fertilizante organomineral e fertilizante mineral de liberação lenta) aplicadas em duas doses (alta e baixa). Foram avaliados os parâmetros como número de ovos, duração e mortalidade de larva e pupa, características das plantas (número de pares de folhas, diâmetro do caule e teor de clorofila, medido pelo índice SPAD). Doses mais altas de nitrogênio reduziram a atratividade das plantas para oviposição e aumentaram a mortalidade das pupas. O índice SPAD foi mais elevado em plantas tratadas com doses altas de nitrogênio, refletindo maior concentração de clorofila. Contudo, as fontes de nitrogênio, independentemente de sua liberação, não apresentaram diferenças significativas isoladamente em relação aos parâmetros avaliados. Doses mais altas de nitrogênio, apesar de reduzirem a atratividade das plantas, comprometem o desenvolvimento das pupas. Por outro lado, doses equilibradas, mais do que a escolha da fonte de fertilizante, são determinantes para um manejo eficiente. Esses dados fornecem bases para práticas agrícolas mais sustentáveis e para a atualização das recomendações de fertilização do cafeeiro. Concluiu-se que o manejo adequado das doses de nitrogênio é essencial para equilibrar o crescimento saudável do cafeeiro e a redução da infestação por *L. coffeella*.

Palavras-chave: nitrogênio; oviposição; mortalidade pupa; manejo

nutricional; interação planta-praga.

## ABSTRACT

CHAGAS, Júlia Correia, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2024.  
**Preference and biology of *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetidae) mediated by nitrogen fertilizers in coffee seedlings.**  
Adviser: Flavio Lemes Fernandes. Co-adviser: Andre Mundstock Xavier de Carvalho.

*Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae) is one of the main pests affecting coffee plants. This pest can be favored by environmental factors and anthropogenic factors, such as the use of fertilizers. High doses of nitrogen fertilizers may lead to the accumulation of insect-attracting compounds in the plant, such as glutamate and glutamine. Previous studies have indicated that nitrogen doses and sources can influence the pest's attractiveness for oviposition and its life cycle. In this context, the present study was conducted to investigate how different doses and sources of nitrogen fertilizers affect the interaction between *L. coffeella* and coffee plants, aiming for sustainable pest management strategies. The objective was to analyze the effects of different nitrogen doses and sources on coffee plant morphology, oviposition preference, and the biology of *L. coffeella*. The experiments were conducted in a greenhouse, using coffee seedlings treated with three nitrogen sources (ammonium sulfate, organomineral fertilizer, and slow-release mineral fertilizer) applied at two doses (high and low). Parameters such as the number of eggs, larval and pupal duration and mortality, and plant characteristics (number of leaf pairs, stem diameter, and chlorophyll content measured by the SPAD index) were evaluated. Higher nitrogen doses reduced the plants' attractiveness for oviposition and increased pupal mortality. The SPAD index was higher in plants treated with higher nitrogen doses, reflecting greater chlorophyll concentration. However, the nitrogen sources, regardless of their release type, did not show significant differences in isolation concerning the evaluated parameters. While higher nitrogen doses reduced plant attractiveness, they also compromised pupal development. On the other hand, balanced doses, more than the choice of fertilizer source, are crucial for efficient management. These data provide a basis for more sustainable agricultural practices and for updating coffee fertilization recommendations. It was concluded that proper management of nitrogen doses is essential to balance healthy coffee plant growth and reduce *L. coffeella* infestation.

Keywords: nitrogen; oviposition; pupal mortality; nutritional management; plant-pest interaction

1	<b>LISTA DE FIGURAS</b>	
2	Figura 1- Gaiola com tela antiafídeo contendo plantas de café ( <i>C. arabica</i> ). ....	12
3	Figura 2- Mudas de <i>C. arabica</i> (Paraíso MG2) mostrando os campos de marcação	
4	de ovos (A), ovo recém depositado pela fêmea (B), eclosão das lagartas (C), marcação de	
5	minas novas (D) de <i>L. coffeella</i> .....	14
6	Figura 3 – Médias das características morfológica das mudas de <i>C. arabica</i> , altura	
7	das mudas (a), diâmetro do caule (b) e índice SPAD (c).....	16
8	Figura 4. Duração das fases de larva (a) e pupa (b) de <i>L. coffeella</i> em mudas de <i>C.</i>	
9	<i>arabica</i> submetidas à diferentes tratamentos. ....	18
10	Figura 5. Mortalidade da fase de larva de <i>L. coffeella</i> em <i>C. arabica</i> submetidas a	
11	diferentes tratamentos.....	19
12		

13	<b>SUMÁRIO</b>	
14	1. INTRODUÇÃO.....	8
15	2. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
16	2.1 Caracterização geral e desenho experimental.....	10
17	2.2 Preparo das mudas e criação dos insetos.....	12
18	2.3 Tratamentos .....	13
19	2.4 Teste de preferência .....	13
20	2.5 Características morfológica das mudas de <i>C. arabica</i> .....	14
21	2.6 Análise dos dados .....	14
22	3. RESULTADOS.....	15
23	3.1 Avaliações morfofisiológicas das mudas.....	15
24	3.2 Preferência de oviposição.....	17
25	3.3 Duração da fase de larva e pupa .....	17
26	3.4 Mortalidade de larva e pupa .....	18
27	4. DISCUSSÃO .....	20
28	5. CONCLUSÃO.....	22
29	6. REFERÊNCIAS .....	22
30		
31		
32		
33		
34		

## 35 1. INTRODUÇÃO

36 A qualidade nutricional das plantas pode afetar o crescimento, o desenvolvimento  
37 e a reprodução de insetos que se alimentam delas (Korányi et al. 2022, Benjamin e  
38 Chistine 2024). Em particular, plantas submetidas a estresses ambientais, como déficit  
39 hídrico, salinidade do solo (Texeira et al. 2020, Ma et al. 2021), temperaturas extremas  
40 (Laura et al. 2020, Verspagen et al. 2020, Abarca e Spahn 2021), ou sob ataque de  
41 patógenos ou artrópodes, podem sofrer alterações que prejudicam a qualidade nutricional  
42 para os insetos fitófagos (Chen et al. 2010, Salgado et al. 2020, Van Dijk et al. 2020).

43 A escolha do sítio de oviposição dos insetos começa com os adultos no momento  
44 da seleção da planta hospedeira, baseada em sinais sensoriais emitidos pelas plantas,  
45 como compostos voláteis, textura das folhas e características visuais ou táteis (Chen et al.  
46 2010, Farooq et al. 2020). Esses sinais desempenham papel crucial na decisão, que podem  
47 influenciar diretamente o sucesso da prole (Verspagen et al. 2020). No entanto, mesmo  
48 que uma planta pareça adequada no momento da oviposição, mudanças ambientais podem  
49 comprometer sua qualidade nutricional, impactando níveis de crescimento,  
50 desenvolvimento e reprodução dos insetos (Farooq et al. 2020, Verspagen et al. 2020).

51 O bicho-mineiro-do-cafeeiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville)  
52 (Lepidoptera: Lyonetiidae) é uma das pragas com maior importância econômica no  
53 cafeeiro (*Coffea arabica*, L.) e está presente em todos os países neotropicais (Pantoja-  
54 Gomez et al. 2019). Este inseto é monófago, alimenta-se exclusivamente do cafeeiro,  
55 confecciona galerias no parênquima, a camada de células responsável pela maior parte da  
56 fotossíntese (Pantoja-Gomez et al. 2019, Dantas et al. 2021). Os danos causados pela  
57 lagarta de *L. coffeella*, resultam em necrose e perda de área fotossintética, podendo levar  
58 a queda prematura das folhas, impactando negativamente o desenvolvimento da planta,  
59 reduzindo seu vigor e, em muitos casos, prejudicando significativamente a produção de  
60 café, podendo causar até 40% de desfolha, e de mais 50% de perda da produção (Righi et  
61 al. 2013, Dantas et al. 2021). A composição das folhas consumidas pelas lagartas de *L.*  
62 *coffeella* afeta diretamente seu ciclo de vida, influenciando desenvolvimento,  
63 sobrevivência e fecundidade (Zhang et al. 2017, Santiago-Salazar et al. 2021).

64 As plantas, em geral, possuem alguma capacidade de estocar os nutrientes  
65 inorgânicos que obtêm do solo, seja para melhor suprir estes nutrientes em fases futuras  
66 do desenvolvimento com maior demanda, seja para aproveitar momentos em que o  
67 nutriente possui maior mobilidade no solo. A regulação destes estoques, no entanto, é

68 complexa para a planta, podendo acumular em quantidades inferiores ou superiores à  
69 necessidade a depender da espécie, do estágio fisiológico da planta e da eficácia de  
70 regulação por feedback negativo dos mecanismos de absorção do N inorgânico (Taiz &  
71 Zeiger, 2006).

72 No caso do N, o estoque de amônio nos vacúolos é limitado pelo risco de formação  
73 do íon tóxico amônio. Havendo algum excesso, portanto, a assimilação do N é estimulada,  
74 apesar do enorme gasto energético (Taiz & Zeiger, 2006). O glutamato é o primeiro  
75 aminoácido formado na planta a partir do nitrogênio amoniacal absorvido. A formação do  
76 glutamato, assim como da glutamina, são, portanto, importantes não apenas como as  
77 primeiras etapas da assimilação do nitrogênio, mas também como uma forma mais segura  
78 de estoque de N. Embora alguns autores sustentem que a glutamina seja a principal forma  
79 de estoque inicial do N assimilado nas plantas (Fan et al. 2006, Kam et al. 2015), é  
80 possível que o glutamato também tenha seus teores aumentados em função da maior  
81 disponibilidade de amônio no solo. No entanto, o maior estoque de glutamato nos  
82 vacúolos ou a sua maior presença no floema podem aumentar a atratividade ou a  
83 preferência alimentar de insetos, o que pode representar um problema para o manejo de  
84 pragas em culturas agrícolas. A *Drosophila melanogaster*, por exemplo, possui  
85 mecanismos sensoriais sensíveis à amônio e aminas em geral (Mim et al. 2013), o que  
86 explica a capacidade atrativa destes compostos.

87 Plantas nutricionalmente desequilibradas, seja por excesso ou déficit nutricional,  
88 são mais suscetíveis a maiores ataques de pragas, devido a ter maiores teores de  
89 aminoácidos livres e menos compostos de defesa (Melchert et al. 2023). A deficiência de  
90 nitrogênio em níveis muito baixos na planta limita a produção de compostos de defesa, já  
91 que é essencial para metabolismo primário da planta (Chen et al. 2010, Dantas et al.  
92 2021). Por outro lado, o excesso de nitrogênio faz com que a planta tenha um crescimento  
93 vegetativo excessivo, aumenta o teor de proteína bruta, aminoácidos livres e açúcares  
94 solúveis, o que torna a planta mais atrativa e suscetível ao ataque de pragas indiretamente  
95 (Sabino et al. 2018). Em espécies como tomate (*Solanum lycopersicon* L.), a deficiência  
96 de nitrogênio pode criar condições que favorecem o ataque de *Tuta absoluta* (Meyrick,  
97 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae), causando danos maiores a planta e reduzindo o  
98 desenvolvimento das lagartas dessa praga (Han et al. 2014, Coquete et al. 2017, Queiroz  
99 et al. 2022). Por outro lado, em culturas como o arroz (*Oryza sativa*), o incremento na  
100 adubação nitrogenada intensifica a preferência de alimentação e de oviposição dos

101 adultos de *Sogatella furcifera* (Horváth) (Hemiptera: Delphacidae) (Li et al. 2021).  
102 Também foi observado aumentou a preferência de *Dalbulus maidis* (DeLong)  
103 (Hemiptera: Cicadellidae) por plantas com níveis mais altos de nitrogênio, em plantas de  
104 milho (Melchert et al. 2023). Em ambos os casos, o manejo do nitrogênio nas culturas  
105 agrícolas desempenha um papel crucial na regulação da suscetibilidade das plantas e  
106 preferência dos insetos praga (Han et al. 2014, Coquete et al. 2017, Li et al. 2021, Queiroz  
107 et al. 2022, Melchert et al. 2023).

108 Além da quantidade, a fonte de nitrogênio também influencia na suscetibilidade  
109 das plantas a insetos pragas, podendo afetar a fisiologia das plantas de maneiras a alterar  
110 sua atratividade (Singh 2015). Uma liberação controlada e gradual de nitrogênio garante  
111 que as plantas recebam uma quantidade constante de nutrientes, promovendo um  
112 crescimento mais equilibrado e conseqüentemente, sendo mais resistente que plantas que  
113 recebem adubos de liberação rápida (Sabino et al. 2018).

114 Com base nisso, foi levantada a hipótese de que plantas com déficit de nitrogênio  
115 são preferidas para oviposição de *L. coffeella* e influenciam o ciclo de vida desse inseto e  
116 morfologia do café. Nesse contexto, o objetivo foi avaliar como diferentes doses e fontes  
117 de nitrogênio influenciam a morfologia do café, bem como a preferência e a biologia de  
118 *L. coffeella*.

119

## 120 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### 121 **2.1 Caracterização geral e desenho experimental**

122 O experimento foi conduzido na casa-de-vegetação da Universidade Federal de  
123 Viçosa, *Campus* Rio Paranaíba (UFV-CRP) (19° 12' 49,28" S e 46° 13' 56,97" O). Para  
124 conduzir o estudo, foi coletado, na Fazenda Arcos, localizada em Rio Paranaib (19°14  
125 37,48" S e 46° 16' 54,55" O), uma amostra de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico  
126 (Santos et al. 2018) sob pousio (sem cultivo) e sem histórico recente de adubação. O solo  
127 foi coletado e peneirado com auxílio de uma peneira de malha losangular com 8 cm de  
128 abertura.

129 Em seguida, uma amostra foi encaminhada para análise química e física de rotina  
130 segundo procedimentos descritos em van Raij (2001). As características químicas e físicas  
131 do solo evidenciaram um solo argiloso (62.4 % de argila e apenas 7.2 % de areia), ácido  
132 (pH em CaCl<sub>2</sub> de 4.5), com níveis baixos ou médios de nutrientes (P, K, Ca e Mg em  
133 resina de 8 mg dm<sup>-3</sup>; 3.4 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; 16 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e 6 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente) e

134 com CTC mediana ( $82.4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ). A disponibilidade inicial de micronutrientes  
135 (extraídos por água quente e DTPA) foi de 0.35; 1.00; 22.00; 2.50 e 1.40  $\text{mg dm}^{-3}$  de B,  
136 Cu, Fe, Mn, Zn, respectivamente). O solo foi alocado em vasos plásticos, com capacidade  
137 de 8 L, nos quais foram pesados 7 kg de solo.

138 Antes do transplântio das mudas, o pH do solo foi corrigido utilizando  $8,2 \text{ g vaso}^{-1}$   
139  $^1$  de calcário dolomítico (PRNT de 98%) (Matiello et al. 2016). Aguardou-se 40 dias para  
140 adicionar as demais adubações. Após a correção do pH, foi feita adubação para a correção  
141 dos níveis dos outros nutrientes, sendo potássio, fósforo, zinco e boro. Em cada vaso foi  
142 adicionado 1 g de KCl, sendo 1/4 da dose anual recomendada (Moura et al. 2019) dividida  
143 em duas aplicações para reduzir o estresse salino nas mudas. A necessidade de adubação  
144 fosfatada foi estimada em  $65 \text{ g vaso}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Moura et al. 2019), sendo utilizado duas  
145 fontes de fósforo (termofosfato e superfosfato triplo), divididos em  $180 \text{ g vaso}^{-1}$  de  
146 termofosfato (18%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) e  $72 \text{ g vaso}^{-1}$  de superfosfato triplo (45% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ). Além disso,  
147 foi aplicado  $0,1 \text{ g vaso}^{-1}$  de sulfato de zinco  $0,1 \text{ g vaso}^{-1}$  de ácido bórico (Matiello et al.  
148 2016).

149 O experimento foi estruturado em um esquema fatorial  $3 \times 2$ , sendo três fontes  
150 comerciais de N (sulfato de amônio, fertilizante organomineral e um fertilizante mineral  
151 de liberação lenta) aplicados em duas doses cada (alta,  $6 \text{ g de N planta}^{-1}$  aplicação $^{-1}$  e  
152 baixa,  $1,67 \text{ g de N planta}^{-1}$  aplicação $^{-1}$ ). O experimento foi conduzido no delineamento  
153 em blocos casualizados, com 6 repetições para as avaliações relacionadas à biologia da  
154 *L. coffeella* e com 9 repetições para as avaliações morfológicas das mudas de café, cada  
155 repetição sendo um vaso contendo uma muda. Cada gaiola de organza (dimensões  $2,0 \times$   
156  $0,8 \times 1,25 \text{ m}$ ) (figura 1) foi considerada um bloco, sendo dispostas duas repetições de  
157 cada tratamento por bloco.

158

159 **Figura 1-** Gaiola com tela antiafídeo contendo plantas de café (*C. arabica*).



160

161

## 162 **2.2 Preparo das mudas e criação dos insetos**

163 Mudas de *C. arabica* da variedade Paraíso MG 2, com três meses e cinco pares de  
164 folhas, foram obtidas do viveiro de mudas Aeroporto, localizado em Patos de Minas (18°  
165 39' 54,00" S e 46°28'47,37" O). Esta variedade foi utilizada por não apresentar resistência  
166 a *L. coffeella* (EPAMIG). As mudas foram transplantadas nos vasos, contendo 7 kg de  
167 solo cada, 42 dias após a correção do solo.

168 Os insetos utilizados no experimento foram obtidos da criação (idade  
169 aproximadamente de 1 ano) do laboratório de Entomologia da UFV-CRP, mantidas em  
170 casa-de-vegetação (15 x 10 m) em gaiolas (2,0 x 0,8 x 1,25 m) marca Lad Creation,  
171 recobertas com tela antiafídeo. Para iniciar a criação de *L. coffeella*, folhas de *C. arabica*,  
172 foram coletas em áreas produtivas de café, na propriedade Nova Suíça, localizada em  
173 Carmo do Paranaíba (18° 59' 0,78" S e 46° 16' 26,14" O), contendo pupas e minas de *L.*  
174 *coffeella* com a presença de lagartas. As folhas foram acondicionadas no interior de  
175 gaiolas até a emergência dos adultos. Em seguida, os adultos foram succionados e  
176 transferidos para uma nova gaiola contendo 30 mudas (Variedade Paraíso MG 2) mantidas  
177 para a oviposição dos adultos. A alimentação dos adultos foi feita com uma solução de  
178 água destilada e mel a 10%. Nesta solução foi imergido algodão hidrofílico e ele foi fixado  
179 no teto da gaiola (Gonring et al. 2019).

180

### 181 2.3 Tratamentos

182 Quinze dias após o transplântio (04/01/2024) iniciou-se as adubações  
183 nitrogenadas de acordo com cada tratamento. Sendo para os tratamentos com sulfato de  
184 amônio(21% de N e 22% de S) adicionado 28,6 g vaso<sup>-1</sup> na dose alta e 7,95 g vaso<sup>-1</sup> para  
185 doses baixa por parcelamento, para os tratamentos com organomineral (Agrocp Industria  
186 e Comercio de Fertilizantes LTDA) (25% de N) adicionado 24 g vaso<sup>-1</sup> na dose alta e  
187 6,68 g vaso<sup>-1</sup> na dose baixa para o parcelamento, para o adubo de liberação lenta (Israel  
188 Chemicals Ltd) (37% de N e 16% de S) foi utilizado 16,2 g vaso<sup>-1</sup> para doses altas e 4,5  
189 g vaso<sup>-1</sup> na dose baixa por parcelamento. Repetida essa adubação nitrogenada três vezes  
190 com 15 (04/01/2024), 45 (04/02/2024), 70 (04/03/2024) dias após as mudas serem  
191 transplantadas nos vasos. As adubações nitrogenadas foram feitas a lanço, sobre o solo,  
192 longe do caule das mudas.

193 Para o nivelamento do enxofre, com a fonte de maior fornecimento de enxofre,  
194 que é o sulfato de amônio, que em doses altas vai fornecer 6,29 g de S e em doses baixas  
195 1,75 g de S, ambos por adubação. Foi usado o gesso agrícola (14% de S), para os  
196 tratamentos com o adubo de liberação lenta, adicionou 26,42 g de gesso para o tratamento  
197 com doses altas e 7,36 g para os tratamentos de doses baixas, para os tratamentos com  
198 organomineral usado 44,92 g de gesso nos tratamentos de dose altas e 12,5 g no  
199 tratamento com doses baixas.

200

### 201 2.4 Teste de preferência

202 Vinte e oito dias após a terceira adubação nitrogenada (01/04/2024), foi liberado  
203 80 adultos por bloco, sendo 160 adultos por gaiola (dois blocos). Os adultos foram  
204 succionados da criação e transferidos para gaiola já com as mudas, correspondente a dois  
205 blocos, com livre escolha de oviposição, assim verificando a preferência de oviposição  
206 dos adultos. 144 horas após a liberação dos adultos foi contabilizado o número de ovos  
207 (Figura 2 b) em cada muda. Os ovos foram mapeados por meio de círculos com tinta  
208 vermelha, para facilitar as próximas avaliações (Figura 2 a). Após a eclosão dos ovos em  
209 lagartas, foram contabilizadas quantidade de minas que se formou (Figura 2 d), e  
210 acompanhando o desenvolvimento e mortalidade de larva (Figura 2 c) (Gonrig et al.  
211 2019). Com esses dados registrando taxa de mortalidade de ovos e larva e contabilizando  
212 o tempo de vida de cada uma dessas fases. Quando na fase pupa, foi retirada das mudas

213 e colocadas em potinhos, separados para cada muda, para acompanhar e contabilizado a  
 214 taxa de emergência dos adultos.

215

216 **Figura 2-** Mudanças de *C. arabica* (Paraíso MG2) mostrando os campos de marcação de  
 217 ovos (A), ovo recém depositado pela fêmea (B), eclosão das lagartas (C), marcação de  
 218 minas novas (D) de *L. coffeella*.



219

220

## 221 2.5 Características morfológica das mudas de *C. arabica*

222 Outras variáveis avaliadas foram diâmetro de caule medido próximo ao solo,  
 223 utilizando um paquímetro (Western-1944), expresso em milímetros, o número de pares  
 224 de folhas e a altura das mudas, medindo do solo até a gema apical, utilizando uma trena.  
 225 A primeira avaliação foi realizada no dia em que as mudas foram transplantio  
 226 (20/12/2023) e a segunda avaliação 103 dias (01/04/2024) após o transplantio das mudas.  
 227 Também foi realizada a avaliações da quantidade de clorofila, com uso de um índice  
 228 SPAD, tipo SPAD Plus 502 (Konica Minolta) aos 46 dias após a terceira adubação  
 229 nitrogenada (19/04/2024) em três regiões diferentes das mudas (superior, média e  
 230 inferior).

231

## 232 2.6 Análise dos dados

233 Os dados morfológicos de *C. arabica* (pares de folhas, altura das mudas, diâmetro  
 234 do caule, índice SPAD) foram submetidos à análise de variância (ANOVA) considerando-  
 235 se um modelo estatístico inteiramente ao acaso com 9 repetições, com estrutura fatorial.

236 Os dados relacionados à biologia da *L. coffeella* (preferência de oviposição, duração das  
 237 fases de larva e pupa, bem como a taxa de mortalidade nas fases de larva e pupa) foram  
 238 submetidos à ANOVA considerando-se um modelo estatístico em blocos casualizados  
 239 (modelo misto com blocos de efeito aleatório) e com estrutura fatorial. Os resíduos dos  
 240 modelos foram submetidos aos testes de Cochran, Jarque-Bera e ESD não-reduzido  
 241 (Rosner, 1983) para avaliação das condições de normalidade, homocedasticidade e  
 242 presença de outliers, respectivamente. Quando necessário foram realizadas  
 243 transformações de escala visando atender aos requisitos dos modelos. Posteriormente as  
 244 médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5 %, modificado para controle  
 245 da multiplicidade do erro  $\alpha$  entre as famílias de comparações (controle do erro  $\alpha$   
 246 experimental). Variáveis discretas (contagens) foram submetidas a análises não-  
 247 paramétricas correspondentes (testes de Conover) apenas quando o teste de Jarque-Bera  
 248 indicou a violação de normalidade ( $P < 0.05$ ).

249

### 250 3. RESULTADOS

#### 251 3.1 Avaliações morfofisiológicas das mudas

252 Os tratamentos alteraram significativamente o número de pares de folhas das  
 253 plantas ( $F_{5,46} = 3,97$ ,  $p = 0,004$ ). Em condições de baixa adubação, os tratamentos  
 254 apresentaram uma média geral mais alta de pares de folhas em comparação com a alta  
 255 intensidade (Tabela 2).

256

257 **Tabela 1-** Media do número de pares de folhas de mudas de Café (*C. arabica*) submetidas  
 258 a diferentes tratamentos.

Fertilizantes	Níveis		Média marginal
	Alta	Baixa	
Sulfato de amônio	14,44 Aa	19,75 Aa	17,10 a
Mineral de liberação lenta	18,56 Aa	20,22 Aa	19,39 a
Organomineral	11,25 Ba	20,44 Aa	15,85 a
Média marginal	14,75 B	20,14 A	

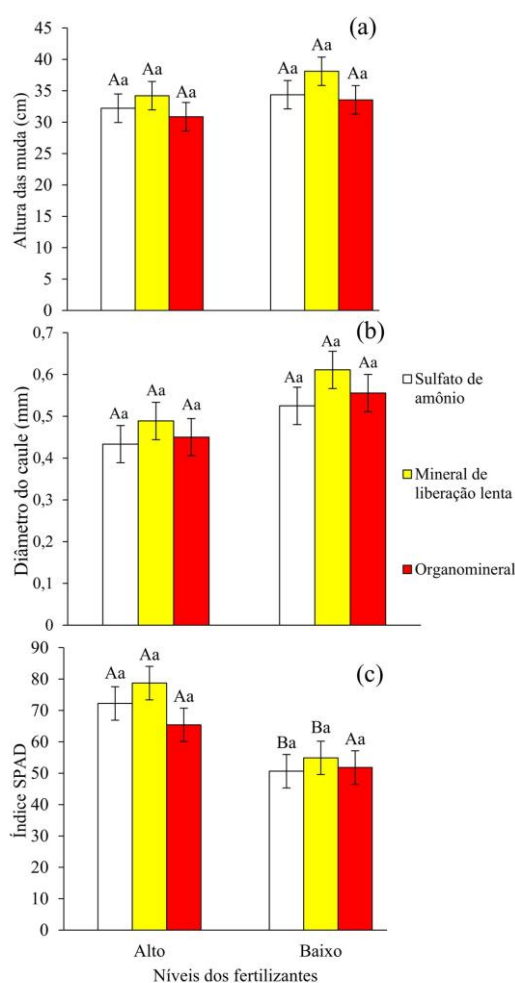
259 Interação não-significativa ( $P > 0.05$ ). Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas entre doses  
 260 e minúsculas entre fontes, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %, CV (50,51%). Dados  
 261 transformados utilizando Rank.

262

263 A altura das mudas ( $F_{5,46}= 1,18, p= 0,335$ ) (Figura 3 a), diâmetro do caule ( $F_{5,46}=$   
 264  $2,29, p= 0,061$ ) (Figura 3 b) não houve evidência suficiente de que os tratamentos  
 265 afetaram essas características das mudas (altura das mudas, diâmetro de caule). Já para o  
 266 índice SPAD as doses de nitrogênio alteraram significativamente ( $F_{1,28}= 21,08, p< 0.001$ ).  
 267 Os tratamentos alteraram significativamente o índice SPAD (Figura 3 c) ( $F_{5,28}= 4,93, p=$   
 268  $0,002$ ). Os tratamentos com dose alta de nitrogênio apresentaram valores do índice SPAD  
 269 mais elevados do que as doses baixas. O fertilizante organomineral não apresentou  
 270 diferenças estatística entre as doses, já o sulfato de amônio e fertilizante de liberação lenta  
 271 em doses baixa tiveram desempenho inferiores a doses mais alta de nitrogênio (Figura 3  
 272 c).

273

274 **Figura 3** – Médias das características morfológica das mudas de *C. arabica*, altura das  
 275 mudas (a), diâmetro do caule (b) e índice SPAD (c).



276

277 Interações não-significativas ( $P>0.05$ ). Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas entre  
 278 doses e minúsculas entre fontes, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %. Altura de mudas CV  
 279 (19,68%), Diâmetro do caule CV (25,74%), Índice SPAD CV (20,48%).

280

281 **3.2 Preferência de oviposição**

282 Não houve evidência suficiente de que as fontes de N aplicadas afetaram a  
 283 preferência de oviposição dos adultos de *L. coffeella*. No entanto, as doses menores de N  
 284 resultaram em um aumento no número de ovos ( $F_{1,27} = 6,11$ ,  $p = 0,020$ ) (Tabela 3). As  
 285 doses de nitrogênio alteraram significativamente a médias de oviposição, mostrou que a  
 286 dose baixa resultou em uma média significativamente maior de oviposição (57,83) em  
 287 comparação com a dose alta (41,7), conforme evidenciado pela diferença nas médias  
 288 gerais das doses.

289

290 **Tabela 2** – Média do número de ovos de *L. coffeella* em resposta a diferentes tratamentos.

Fertilizantes	Níveis		
	Alta	Baixa	Média marginal
Sulfato de amônio	42,67 Aa	61,67 Aa	52,17 a
Mineral de liberação lenta	39,67 Aa	53,17 Aa	46,42 a
Organomineral	42,80 Aa	58,67 Aa	50,73 a
Média marginal	41,7 B	57,83 A	

291 Interação não-significativa ( $P > 0,05$ ). Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas entre doses  
 292 e minúsculas entre fontes, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %. CV (5,58%). Dados  
 293 transformados utilizando Box-Cox ( $y+1$ ),  $\lambda = -0,5$ .

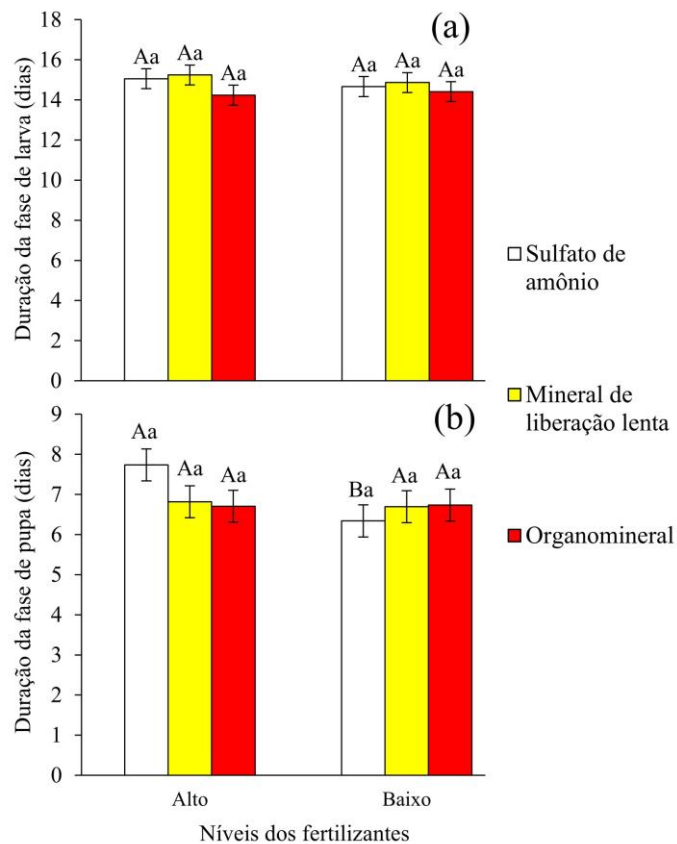
294

295 **3.3 Duração da fase de larva e pupa**

296 Não houve evidência suficiente de que os tratamentos aplicados afetaram a  
 297 duração da fase de larva ( $F_{5,27} = 0,58$ ,  $p = 0,716$ ), a duração da fase de larva foi similar  
 298 entre todos os tratamentos, indicando que não houve efeito dos tratamentos sobre o tempo  
 299 da fase de larva (Figura 4 a). Os tratamentos alteraram significativamente na duração da  
 300 fase de pupa, o tratamento com sulfato de amônio em doses baixa de nitrogênio  
 301 apresentou uma redução significativa na duração da fase de pupa em comparação às doses  
 302 altas, as quais resultaram em uma fase de pupa mais longa (Figura 4 b).

303

304 **Figura 4.** Duração das fases de larva (a) e pupa (b) de *L. coffeella* em mudas de *C. arabica*  
 305 submetidas à diferentes tratamentos.



306

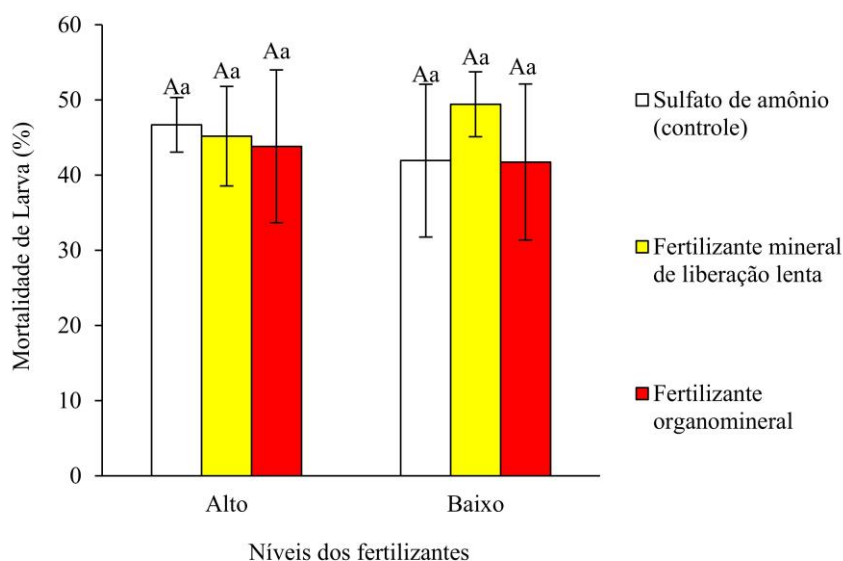
307 Interações não-significativas ( $P > 0.05$ ). Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas entre  
 308 doses e minúsculas entre fontes, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %. Duração da fase de  
 309 larva CV (8,11%). Duração da fase de pupa CV (55,67), dados transformados utilizando Rank.  
 310

### 311 3.4 Mortalidade de larva e pupa

312 Não houve evidência suficiente de que os tratamentos aplicados afetaram a  
 313 mortalidade de larva ( $F_{5,27}=0,15$ ,  $p=0,977$ ) (Figura 5).

314

315 **Figura 5.** Mortalidade da fase de larva de *L. coffeella* em *C. arabica* submetidas a  
316 diferentes tratamentos.



317

318 Interações não-significativas ( $P > 0.05$ ). Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas entre  
319 doses e minúsculas entre fontes, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %. CV (41,02%).

320

321 As diferentes doses alteraram significativamente a mortalidade de pupa  
322 ( $F_{1,27} = 5,37$ ,  $p = 0,028$ ), com a dose alta apresentando mortalidade significativamente maior  
323 que a dose baixa. A média geral das doses sugere uma tendência de mortalidade maior  
324 com doses mais altas, independentemente do tipo de fertilizante (Tabela 4).

325

326 **Tabela 3** – Média da mortalidade (%) de pupa de *L. coffeella* em resposta a diferentes  
327 tratamentos.

Fertilizantes	Níveis		
	Alta	Baixa	Média marginal
Sulfato de amônio	33,22 Aa	14,62 Aa	23,92 a
Mineral de liberação lenta	16,09 Aa	10,82 Aa	13,46 a
Organomineral	26,96 Aa	11,89 Aa	19,42 a
Média marginal	25,43 A	12,44 B	

328 Interação não-significativa ( $P > 0.05$ ). Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas entre doses  
329 e minúsculas entre fontes, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %. CV (88,66%).

330

#### 331 4. DISCUSSÃO

332 Em relação ao desenvolvimento das mudas, Doses mais baixas de nitrogênio  
333 favoreceram o crescimento das mudas em termos de número de pares de folhas. A  
334 aplicação de doses elevadas resultou em um crescimento menor, o que pode estar  
335 relacionado ao excesso de nitrogênio, que provoca um desequilíbrio metabólico nas  
336 plantas, retardando seu desenvolvimento, de acordo com o que foi notado em estudos  
337 anteriores (Da Silva Filho et al. 2021). O fertilizante de liberação lenta demonstrou ser o  
338 mais eficiente na manutenção de um crescimento estável das mudas, independentemente  
339 da dose aplicada. No entanto, em relação ao diâmetro do caule e à altura das mudas, não  
340 foram observadas diferenças estatisticamente significativas, tanto para as doses quanto  
341 para as fontes de nitrogênio, também podem estar relacionados ao excesso de nitrogênio,  
342 demonstrando que o nível ideal de adubação nitrogenada deve ser em níveis médios  
343 (Rehman et al. 2020, Da Silva Filho et al. 2021).

344 As plantas tratadas com doses mais elevadas de nitrogênio tiveram índice SPAD  
345 maiores, maior concentração de clorofila, já mostrado em outros estudos que se faz essa  
346 relação das medidas de SPAD com a concentração de clorofila (Shibaeva et al. 2020).  
347 Esse aumento no teor de clorofila é esperado, já que o nitrogênio é um elemento da  
348 clorofila e, conseqüentemente do processo de fotossíntese, sendo que os resultados  
349 obtidos pelo SPAD são correlacionados com as concentrações de nitrogênio foliar  
350 (Afonso et al. 2017).

351 Os resultados indicam que as doses de nitrogênio tiveram um efeito significativo  
352 na preferência de oviposição de *L. coffeella*, com menores números de ovos sendo  
353 depositados em plantas tratadas com doses mais elevadas de nitrogênio. Esse padrão  
354 sugere que doses mais altas de nitrogênio podem aumentar a capacidade de defesa das  
355 plantas, tornando-as menos atrativas para a oviposição dos insetos. Entretanto, esses  
356 resultados contrastam com os de estudos anteriores, como os de Li et al. (2021) e Melchert  
357 et al. (2023), que observaram um aumento na atratividade das plantas para a oviposição  
358 à medida que as doses de nitrogênio aumentavam, mais nutritivas e atrativas para os  
359 insetos, que são sugadores. Os estudos com insetos mastigadores mostras resultadas  
360 semelhantes ao encontrado nesse estudo, que doses maiores de nitrogênio diminui a  
361 apetidão dos insetos, aumenta a mortalidade e tempo de desenvolvimento (Kula et al.  
362 2014, Xu et al. 2019).

363 Embora doses mais altas de nitrogênio possam, em geral, aumentar as defesas da  
364 planta, elas também podem induzir desequilíbrios metabólicos, esse desequilíbrio  
365 também pode desfavorecer a praga, podendo se tornar um ambiente desfavorável  
366 (Raharivololoniaina et al. 2022). A menor atratividade para oviposição em plantas com  
367 doses elevadas de nitrogênio pode ser resultado de uma alteração no perfil químico das  
368 folhas, tornando-as menos propícias para a escolha dos adultos para deposição de ovos  
369 (Chen et al. 2010, Han et al. 2014, Raharivololoniaina et al. 2022).

370 No entanto, as diferentes fontes de fertilizantes utilizadas (sulfato de amônio,  
371 organomineral e de liberação lenta) não apresentaram um efeito significativo isolado  
372 sobre o número de ovos. Isso indica que a preferência da praga foi influenciada  
373 principalmente pela quantidade de nitrogênio disponível na planta e não pela fonte  
374 específica do fertilizante aplicado. A ausência de efeito significativo das diferentes fontes  
375 de fertilizantes sobre o número de ovos pode ser explicada pelo fato de que,  
376 independentemente da fonte utilizada (sulfato de amônio, organomineral ou fertilizante  
377 de liberação lenta), o que realmente influencia o comportamento da praga é quantidade  
378 de aminoácidos livres, proteínas, que atraem indiretamente insetos pragas, que é  
379 influenciada pela quantidade de nitrogênio (Zhu et al. 2020, Li et al. 2021,  
380 Raharivololoniaina et al. 2022, Melchert et al. 2023).

381 A fase pupa, os resultados indicaram que nenhuma das três fontes de nitrogênio  
382 avaliadas exerceu, de forma isolada, um efeito significativo sobre esse parâmetro. No  
383 entanto, houve uma interação significativa entre as doses e as fontes de nitrogênio,  
384 proporcionando que a combinação de certos fertilizantes com determinadas doses  
385 influenciou o tempo de desenvolvimento da pupa. Isso foi mais evidente no caso do  
386 sulfato de amônio (SA), em que doses mais altas prolongaram significativamente a fase  
387 de pupa. O prolongamento da fase pupa pode resultar em uma redução populacional da  
388 praga, pois o ciclo de vida global do inseto se torna mais longo. Isso limita o número de  
389 gerações que podem ser completadas em um período determinado, reduzindo o potencial  
390 de crescimento exponencial da população. Com um intervalo maior entre as gerações,  
391 diminui-se também o número de adultos reprodutores que surgem em um período  
392 específico (Giraldo-Jaramillo et al. 2024).

393 Doses mais altas de nitrogênio podem afetar o desenvolvimento e mortalidade do  
394 inseto praga em comparação com aquelas tratadas com doses mais baixas. O nitrogênio  
395 em excesso pode induzir uma produção suficiente de compostos de defesa, como taninos

396 e fenóis, que são essenciais para limitar o desenvolvimento das larvas que conseguem, se  
397 desenvolver nessas plantas acabam enfrentando um ambiente nutricional menos  
398 adequado ao longo de seu desenvolvimento, o que se reflete na maior mortalidade de pupa  
399 e prolongamento da fase pupa (Chen et al. 2010, Han et al. 2014, Queiroz et al. 2022,  
400 Raharivololoniaina et al. 2022).

401

## 402 5. CONCLUSÃO

403 O aumento das doses de nitrogênio levou a uma redução na preferência de  
404 oviposição de *L. coffeella*, com menor número de ovos depositados nas plantas tratadas  
405 com doses elevadas. Além disso, as doses de nitrogênio tiveram impacto tanto no  
406 desenvolvimento das plantas quanto nos ataques de pragas. As pupas de *L. coffeella* foram  
407 diretamente afetadas pelas doses de nitrogênio aplicadas, com uma maior mortalidade de  
408 pupa e prolongando da fase pupa, observada nas plantas tratadas com doses mais  
409 elevadas. Isso destaca a importância do manejo adequado do nitrogênio para o controle  
410 eficaz da praga e para o equilíbrio do crescimento saudável das plantas.

411 A relação observada entre a menor oviposição em plantas com doses elevadas de  
412 nitrogênio e a maior mortalidade de pupas nessas mesmas plantas sugere uma interação  
413 complexa entre a nutrição vegetal e o ciclo de vida da praga.

414 O estudo ressalta a importância de promover o desenvolvimento saudável das  
415 plantas de café, garantindo maior produtividade e menor suscetibilidade a infestações.  
416 Esse trabalho contribui para a literatura sobre a interação entre nutrição vegetal e controle  
417 de pragas, fornecendo uma base para futuros estudos e práticas de manejo mais  
418 sustentáveis em sistemas agrícolas.

419

## 420 6. REFERÊNCIAS

421 ABARCA, M; SPAHN, R. Direct and indirect effects of altered temperature  
422 regimes and phenological mismatches on insect populations. *Current Opinion in Insect*  
423 *Science*, 47:67-74, 2021. doi: 10.1016/ 2021.04.008.

424 AFONSO, S; ARROBAS, M; FERREIRA, IQ; RODRIGUES, MÂ. Assessing the  
425 potential use of two portable chlorophyll meters in diagnosing the nutritional status of  
426 plants. *Journal of Plant Nutrition*, 41: 261–271, 2017.  
427 doi:10.1080/01904167.2017.1385798.

- 428 BENJAMIN, JMJ; CHISTINE, WM. Host plant effects on sexual selection  
429 dynamics in phytophagous insects. *Annual Review of Entomology*, 69:41-57, 2024 doi:  
430 10.114622823-020258.
- 431 EPAMIG. Paraiso MG2. Disponivel em :<  
432 [https://www.epamig.br/tecnologias\\_lista/mgs-paraiso-2/](https://www.epamig.br/tecnologias_lista/mgs-paraiso-2/)> 15 de set. de 2022.
- 433 COQUERET, V; BOT, J; LARBAT, R; DESNEUX, N; ROBIN, C;  
434 ADAMOWICZ, S. Nitrogen nutrition of tomato plant alters leafminer dietary intake  
435 dynamics. *Journal of Insect Physiology*, 99:130-138, 2017. doi: 10.1016/2017.04.002.
- 436 CHEN, Y; OLSON, DM; RUBERSON, JR. Effects of nitrogen fertilization on  
437 tritrophic interactions. *Arthropod-Plant Interactions*, 4:81–94, 2010. doi:  
438 10.1007/s11829-010-9092-5.
- 439 DANTAS, J; MOTTA, IO; VIDAL, LA; NASCIMENTO, EFMB; BILIO, J;  
440 PUPE, JM; VEIGA, A; CARVALHO, C; LOPES, RB; ROCHA, TL; et al. A  
441 Comprehensive review of the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera:  
442 Lyonetiidae) - A major pest for the coffee crop in brazil and others neotropical  
443 countries. *Insects*, 1130:12-12, 2021. doi: 10.3390/insects12121130.
- 444 DA SILVA FILHO, JCF; BATALHA, JAB; LIMA, RKA; MELO, RS; MATOS, S  
445 dos S; DO NASCIMENTO, NM; DUTRA, AF; DA SILVA, GBJ. Excess ammonium  
446 causes toxicity in watermelon and cucumber plants grown in nutrient solution. *Científica*,  
447 49:144–151, 2021. doi: 10.15361/1984-5529.2021v49n3p144-151.
- 448 FAN, X; GORDON-WEEKS, R; SHEN, Q; MILLER, AJ. Glutamine transport  
449 and feedback regulation of nitrate reductase activity in barley roots leads to changes in  
450 cytosolic nitrate pools. *Journal of Experimental Botany*, 57: 1333–1340, 2006. doi:  
451 10.1093/jxb/erj110.
- 452 FAROOQ, M; BAIG, S; HONEY, SF; BAJWA, BE; FAZLULLAH; SHAH, IH.  
453 Evaluation of host susceptibility, preference and offspring performance of *Zeugodacus*  
454 *cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) on different hosts. *International Journal of*  
455 *Tropical Insect Science*, 40 :93–99, 2020. doi : 10.1007/s42690-019-00056-z.
- 456 GIRALDO-JARAMILLO, M; QUIROGA-MOSQUERA, A; FERNANDES, FL.  
457 Thermal requirements and estimation of the number of generations of *Leucoptera*

458 *coffeella* (Guérin-Méneville, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) in Minas Gerais state,  
459 Brazil. *Crop Protection*, 174: 106483, 2024. doi: 10.1016/j.cropro.2023.106483.

460 GONRING, AHR. SILVA, FMA; PLATA-RUEDA, RA; GORRI, JER;  
461 FERNANDES, FL. Comparative bioassay methods to determine diamide susceptibility  
462 for two coffee pests. *Crop Protection*, 121 :34-38, 2019. doi:  
463 10.1016/j.cropro.2019.03.010.

464 GUÉRIN-MÉNEVILLE, F ; PERROTTET, S. Mémoire sur um insect et um  
465 champignon qui ravagent les cafiers aux Antilles, Mme. Ve. Bouchard-Huzard,  
466 Imprimeur-Libraire, Paris, 1842.

467 HAN, P ; LAVOIR, AV ; LEBOT, J ; DSNEUX, EA ; DESNEUX, N. Nitrogen  
468 and water availability to tomato plants triggers bottom-up effects on the leafminer *Tuta*  
469 *absoluta*. *Scientific Reports*, 4455:1-4, 2014. doi: 10.1038/srep04455.

470 KAN, CC; CHUNG, TY; JOU, YA; HSIEH, MH. Glutamine rapidly induces the  
471 expression of key transcription factor genes involved in nitrogen and stress responses in  
472 rice roots. *BMC Genomics*, 16: 731, 2015. doi: 10.1186/s12864-015-1892-7.

473 KORÁNYI, D; MARKÓ, V. Host plant identity and condition shape  
474 phytophagous insect communities on urban maple (*Acer* spp.) trees. *Arthropod-Plant*  
475 *Interactions*, 16:129–143, 2022. doi: 10.1007/s11829-022-09887-z.

476 KULA, E; PESLOVÁ, A; MARTINEK, P; MAZAL, P. Effects of nitrogen on  
477 bionomics and food consumption of *Cabera pusaria* (Lepidoptera: Geometridae).  
478 *Entomologica Fennica*, 25: 6–15, 2014. doi: 10.33338/ef.41465.

479 LAURA, JA; VAN,D; JOHAN, E; AYCON, JMT. The timing and asymmetry of  
480 plant–pathogen–insect interactions. *Proceedings of the Royal Society*, 287, 2020. doi:  
481 10.1098/rspb.2020.1303.

482 LI, Z; XU, B; DU, Y; MA, Y; TIAN, X; WANG, F; WANG, W. Excessive nitrogen  
483 fertilization favors the colonization, survival, and development of *Sogatella furcifera* via  
484 Bottom-up effects. *Plants*, 10:875, 2021. doi: 10.3390/plants10050875.

485 MA, H; XIN, C; XU, Y; WANG, D; XIANGGING, L; CHEN, Z. Effect of salt  
486 stress on secondary metabolites of cotton and biological characteristics and detoxification

487 enzyme activity of cotton spider mites. *Crop Protection*, 141 :105498, 2021. doi:  
488 10.1016/j.cropro.2020.105498.

489 MATIELLO, JB ; SANTINATO, R ; ALMEIDA, SR ; GARCIA, AWR. *Cultura*  
490 *de café no brasil: manual de recomendações*, São Paulo: Futurama Editora, 2016. 585p.

491 MELCHERT, NA; MANZANO, C; VIRLA, EG; LUFT-ALBARRACIN, E. On  
492 how nitrogen fertilization affects the host election and oviposition behavior of the corn  
493 stunt spiroplasma vector, *Dalbulus maidis* (Hemiptera: Cicadellidae). *Arthropod-Plant*  
494 *Interactions*, 17:621–628, 2023. doi: 10.1007/s11829-023-09983-8.

495 MIM, S; AI, M; SHIN, SA; SUH, GSB. Dedicated olfactory neurons mediating  
496 attraction behavior to ammonia and amines in *Drosophila*. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*,  
497 110 :1321-1329, 2013. doi: 10.1073/pnas.1215680110.

498 MOURA, WM; PEREIRA, AA; DONZELES, SML; CAIXETA, GZT; SOARES,  
499 SFS; TANCREDI, FD; RIBEIRO, MF; OLIVEIRA, ACB; COSTA, EL; VEZON, M. 101  
500 *Culturas*. Belo Horizonte: EPAMIG, 2019. 220-242pp.

501 PANTOJA-GOMEZ, LM; CORRÊA, AS; OLIVEIRA, LO; GUEDES RNC.  
502 Common origin of Brazilian and Colombian populations of the neotropical *Coffee* leaf  
503 miner, *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Journal of Economic*  
504 *Entomology*, 112:924–931, 2019. doi: 10.1093/jee/toy416.

505 QUEIROZ, RB; LOPES, MC; COSTA, TL; DA SILVA, RS; GALDINO, TVS.  
506 GONTIJO, PDC. Influence of tomato plants nutritional status on the fitness and damage  
507 of *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae). *Agricultural and Forest Entomology*,  
508 24:260–266, 2022. doi: 10.1111/afe.12489.

509 RAHARIVOLOLONIAINA, A; MOEWERT, E; FISCHER, K. Simulating effects  
510 of agricultural intensification and climate change: nitrogen fertilisation and drought stress  
511 decrease insect herbivore performance. *Ecological Entomology*, 48:325–335, 2023. doi:  
512 10.1111/een.13224.

513 REHMAN, M; YANG, M; FAHAD, S; SALEEM, MH; LIU, L; LIU, F; DENG,  
514 G. Morpho-physiological traits, antioxidant capacity, and nitrogen metabolism in ramie  
515 under nitrogen fertilizer. *Agronomy Journal*, 112:2988-2997, 2020. doi:  
516 10.1002/agj2.20212.

- 517 RIGHI, CA; CAMPOE, OC, BERNARDES, MS; LUNZ, AMP. Influence of  
518 rubber trees on leaf-miner damage to coffee plants in an agroforestry system. *Agroforestry*  
519 *Systems* , 87:1351–1362, 2013. doi: 10.1007/s10457-013-9642-9.
- 520 ROSNER B. Percentage points for a generalized ESD many-outlier procedure.  
521 *Technometrics*. 25:165-72, 1983.
- 522 SABINO, PHS; JUNIOR, FAR; CARVALHO, GA; MANTOVANI, JR. Nitrogen  
523 fertilizers and occurrence of *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet) in  
524 transplanted coffee. *Coffee Science*, 13:410–414, 2018. doi: 10.25186/cs.v13i3.1458.
- 525 SALAGADO, AL; DILEO, MF; SAASTAMOINEN, M. Narrow oviposition  
526 preference of an insect herbivore risks survival under conditions of severe drought.  
527 *Functional Ecology*, 34:1358-1369, 2020. doi:10.1111/1365-2435.13587.
- 528 SANTOS, HG; JACIMINE, PKT; AANJOS, LHC; OLIVEIRA, VAV;  
529 LUMBRERAS, JF; COELHO, MR; ALMEIDA, JA; ARAUJO FILHO, JC; OLIVEIRA,  
530 JBX; CUNHA, TJF. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solo*. 5ª ed. Brasília:  
531 Embrapa, 356p. 2018.
- 532 SANTIAGO-SALAZAR, CM; BARRERA, JF; ROJAS, JC; PALACIOS-  
533 HUERTA, G; PARADO-ESCAMILLA, E. The oviposition preference of *Leucoptera*  
534 *coffeella* is not determined by the cultivar of *Coffea arabica*, but it may influence some  
535 traits of its offspring performance. *Arthropod-Plant Interactions*, 15:563–571, 2021. doi:  
536 10.1007/s11829-021-09840-6.
- 537 SHIBAEVA, TG; MAMAEV, AV; SHERUDILO, EG. Evaluation of a SPAD-502  
538 Plus chlorophyll meter to estimate chlorophyll content in leaves with Interveinal  
539 chlorosis. *Russian Journal of Plant Physiology*, 67:690–696, 2020. doi:  
540 10.1134/S1021443720040160.
- 541 SINGH, DP. Plant nutrition in the management of plant diseases with particular  
542 reference to wheat. *Recent Advances in the Diagnosis and Management of Plant Diseases*,  
543 273-284, 2015. doi: 10.1007/978-81-322-2571-3\_20.
- 544 TAIZ, L; ZEIGER, E. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6ª ed. Porto Alegre:  
545 Artmed, 2017.

546 TEIXEIRA, NC; VALIM, JOS; OLIVEIRA, MGA; CAMPOS, WG. 2020.  
547 Combined effects of soil silicon and drought stress on host plant chemical and  
548 ultrastructural quality for leaf-chewing and sap-sucking insects. *Journal of Agronomy and*  
549 *Crop Science*. 206:187–201, 2020. doi: 10.1111/jac.12386.

550 VAN DIJK, LJA; EHELÉN, J; TACK, AJM. The timing and asymmetry of plant–  
551 pathogen-insect interactions. *Proc. Royal Society B: Biological Sciences*, 287: 20201303,  
552 2020. doi: 10.1098/rspb.2020.1303.

553 VERSPAGEN, N; IKONEN, S; SASTAMOINEN, M. BERGEN, EV.  
554 Multidimensional plasticity in the Glanville fritillary butterfly: larval performance is  
555 temperature, host and family specific. *Proceedings of the Royal Society B: Biological*  
556 *Sciences*, 287:1941, 2020. doi: 10.1098/rspb.2020.2577.

557 XU, H; XIE, H; WU, S; WU, S; WANG, Z; HE, K. Effects of Elevated CO<sub>2</sub> and  
558 Increased N Fertilization on Plant Secondary Metabolites and Chewing Insect Fitness.  
559 *Frontiers in Plant Science*, 10:739, 2019. doi: 10.3389/fpls.2019.00739.

560 ZHANG, L; ZHANG, F; MELOTTO, M; YAO, J; HE, SY. Jasmonate signaling  
561 and manipulation by pathogens and insects. *Journal of Experimental Botany*, 68:1371–  
562 1385, 2017. doi: 10.1093/jxb/erw478.

563 ZHU, P. ZHEMG, X; XU, H; JOHNSON, AC; HEONG, KL; GURR, GM; LU,  
564 Z. Nitrogen fertilization of rice plants improves ecological fitness of an entomophagous  
565 predator but dampens its impact on prey, the rice brown planthopper. *Journal of Pest*  
566 *Science*, 93:747–755, 2020. doi: 10.1007/s10340-019-01174-w.