

NATACHA SALVADOR DA CUNHA BARBOZA

Eficiência de produtos biológicos comerciais e multiplicados *on farm* no controle de pragas e doenças no cafeeiro

Monte Carmelo

2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

NATACHA SALVADOR DA CUNHA BARBOZA

Eficiência de produtos biológicos comerciais e multiplicados *on farm* no controle de pragas e doenças no cafeeiro

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Carolina Silva Siquieroli

Monte Carmelo

2022

NATACHA SALVADOR DA CUNHA BARBOZA

Eficiência de produtos biológicos comerciais e multiplicados *on farm* no controle de pragas e doenças no cafeeiro

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Monte Carmelo, 05 de agosto de 2022

Banca Examinadora

Prof^ª. Dr^ª. Ana Carolina Silva Siquieroli
Orientadora

Prof^ª. Dr^ª. Gleice Aparecida de Assis
Membro da Banca

Prof^ª. Dr^ª. Vanessa Andaló Mendes de Carvalho
Membro da Banca

Monte Carmelo

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me guiado e me fortalecido ao longo do caminho para que eu conseguisse alcançar essa vitória.

Agradeço imensamente aos meus pais, Osvaldo e Efigênia, por terem lutado incansavelmente para fazer com que eu me dedica-se 100% aos meus estudos sem nenhuma distração.

Agradeço as minhas irmãs, Natália e Nachalli, e ao André, por terem participado de forma direta e estarem disponíveis nos momentos que mais precisei.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Ana Carolina por estar comigo desde o início, e ter me motivado, me orientado, me ensinado todos esses anos para que eu conseguisse chegar onde cheguei.

As professoras Dr^a. Vanessa Andaló e Gleice Aparecida por terem aceitado esse desafio de executar um trabalho inovador na área do café.

Agradeço ao proprietário e Engenheiro Agrônomo Luiz Augusto Pereira Monguilod, por ter disponibilizado toda a estrutura e ter aceitado o desafio de realizar um trabalho voltado aos biológicos.

Agradeço a empresa Monguilod e seus colaboradores por terem me recebido de braços abertos e pela participação direta no meu trabalho de conclusão de curso.

Agradeço imensamente ao Eng. Agrônomo Luiz Felipe Pinto Mendonça, por ter me ajudado nas avaliações e ter me ensinado o que é vivência em campo. Ao gerente geral da empresa Reginaldo Pena Mundim Sobrinho, por ter disponibilizado todo o tempo necessário e ter mostrado todos os desafios enfrentados por um produtor.

Agradeço a Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Monte Carmelo, ao Instituto de Ciências Agrárias e a todo seu corpo docente e técnicos por me proporcionarem todo o conhecimento necessário para conseguir trilhar esse caminho.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4. CONCLUSÃO	16
REFERÊNCIAS	17

RESUMO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo. Para manter a alta produtividade, os cafeicultores passam por diversos desafios ao longo do ciclo da cultura, sendo um deles o manejo de pragas e doenças. O método de controle mais utilizado é o químico, mas com as sucessivas aplicações têm levado a redução da eficiência do controle e o surgimento de resistência. Como alternativa tem-se o controle biológico, que consiste na utilização de microrganismos benéficos no manejo de pragas e doenças. O estudo foi realizado na fazenda certificada Vitória 2, no município de Monte Carmelo, MG. A área é estabelecida com a cultivar Topázio MG-1190, os tratamentos foram dispostos em quatro setores, sendo o setor 1 com tratamento preconizado pela empresa A; setor 2 constituído com o tratamento *on farm*; setor 3 com controle químico; e setor 4 representado pela testemunha. As avaliações foram feitas com dez repetições, com cinco plantas, e dessas, duas folhas do terço médio, 50 frutos por ponto, e cinco ponteiros. As pragas e doenças avaliadas foram broca-do-café, lagarta-mede-palmo, cercosporiose e ferrugem-do-café. As análises foram submetidas a análise de *Deviance* e quando detectada diferença estatística as médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Microrganismos multiplicados de maneira *on farm* apresentam eficiência de controle de pragas e doenças na cultura do cafeeiro, além de um custo/benefício positivo.

Palavras-Chave: *Coffea arabica* L., controle biológico, microrganismos.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, atingindo produção na safra 2020/21 de 47,7 milhões de sacas beneficiadas (MAPA, 2022). Para a safra 2021/22 a estimativa de produção é de 53,43 milhões de sacas, com destaque para o estado de Minas Gerais, com uma produção que corresponde a 46,2% da nacional (CONAB, 2022).

Para manter a alta produtividade, os cafeicultores passam por diversos desafios ao longo do ciclo da cultura. Um deles é o manejo de pragas e doenças, para o qual há uma constante busca por novas tecnologias para auxiliar nas práticas agrícolas (VALE; CALDERARO; FAGUNDES, 2014).

No Brasil, as pragas mais importantes são a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), o bicho-mineiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Méneville) (Lepidoptera: Lyonettidae) e lagarta mede palmo, *Oxydia saturniata* (Guenée, 1858) (Lepidoptera Geometridae). Entre as principais doenças estão a ferrugem (*Hemileia vastatrix*), a cercosporiose (*Cercospora coffeicola*), nematoides e em alguns locais ocorre grande pressão com mancha de phoma (*Phoma costarricensis*), mancha de ascochyta (*Ascochyta coffeae*) e mancha anular (*Coffe ringspot virus* – CoRSV). A ocorrência dessas doenças e insetos-pragas está associada a diversos fatores como o clima e a cultivar (PARRA; REIS, 2013).

Entre os métodos de controle mais utilizados está o químico, que consiste na aplicação de produtos fitossanitários com o objetivo de eliminar a população desses insetos-pragas ou doenças que afetam o cafeeiro. As sucessivas aplicações de produtos químicos, sem a devida rotação de princípios ativos com diferentes mecanismos de ação, têm levado a redução da eficiência do controle e ao surgimento de resistência (MATIELLO et al., 2020).

Com finalidade de diminuir o indevido uso de agroquímicos, que tem acarretado danos ao meio ambiente e a saúde humana (BASSOS et al., 2021), e simular o equilíbrio populacional nos ambientes de vegetação natural, tem-se procurado alternativas de controle, destacando-se o uso de microrganismos nas lavouras cafeeiras (CHALFOUN et al., 2019).

O uso do controle biológico consiste em empregar microrganismos benéficos para o controle de pragas e doenças. Esse método é caracterizado pelas relações ecológicas que envolvem a competição antrópica com as pragas por recursos naturais, podendo o homem interferir, manipular e facilitar a ação desses agentes de controle biológico (FONTES et al., 2020).

Os microrganismos são utilizados para a manutenção do sistema, ou seja, quando não há alta pressão das pragas e doenças na lavoura (LAZZARINI, 2005). Existem fungos entomopatogênicos capazes de controlar as pragas do cafeeiro. Espécies do gênero *Metarhizium* foram uns dos primeiros a serem estudados no século XIX com potencial de controle, porém, somente no século XX que surgiram os primeiros resultados práticos da técnica empregada na aplicação de fungos. No Brasil, a utilização de fungos entomopatogênicos como agente de controle vem sendo praticada, principalmente com os fungos *Metarhizium* spp. e *Beauveria bassiana* (MORAIS, 2019). O fungo *B. bassiana*, descrito em 1911 e 1912, é utilizado para o controle de insetos-pragas, pela sua grande eficiência em causar uma enfermidade contagiosa, atacando um elevado número de insetos na mesma região e ao mesmo tempo (ROCHA, 2019).

Além dos fungos, há isolados de bactérias com grande potencial de controle biológico sobre pragas e doenças. O gênero *Bacillus* spp. forma endósporos e apresenta um grande espectro de mecanismos antagônicos, possibilitando uma longa manutenção e sobrevivência no campo, destacando-se as espécies *subtilis* e *thuringiensis* (LANNA FILHO; FERRO; PINHO, 2010).

Assim, a mais nova estratégia é a utilização de métodos de multiplicação de microrganismos na fazenda. Essa metodologia teve início ainda na década de 90 na Índia e na Colômbia, por meio de multiplicação de fungos micorrízicos arbusculares (PASQUALINI, 2013; CZERNIAK; STÜRMER, 2014). Foi então denominado de *on farm* que significa “na fazenda”, e tem como objetivo a multiplicação em larga escala de microrganismos benéficos para o controle de pragas, doenças e enriquecimento do solo, apresentando um melhor custo-benefício.

Trabalhos vem sendo desenvolvidos com o intuito de avaliar a aplicação *on farm* no campo, na cultura do milho (OLIVEIRA JÚNIOR, 2021), da soja e da cana-de-açúcar (BERNARDO et al, 2019). No entanto, de forma bastante incipiente na cultura do cafeeiro. Assim, o objetivo com a realização desse trabalho foi avaliar a eficiência de produtos biológicos comerciais e multiplicados *on farm* sob o controle de broca-do-café, lagarta mede palmo, cercosporiose e ferrugem do cafeeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período compreendido entre dezembro de 2021 a maio de 2022 na Fazenda Vitória 2 com certificação *Rainforest Alliance* IMA-G-RA_0034772108,

localizada no município de Monte Carmelo, Minas Gerais ($18^{\circ} 44' 20''$ S; $47^{\circ} 35' 29''$ W, altitude de 865 m) (Figura 1). O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, de textura argilosa.

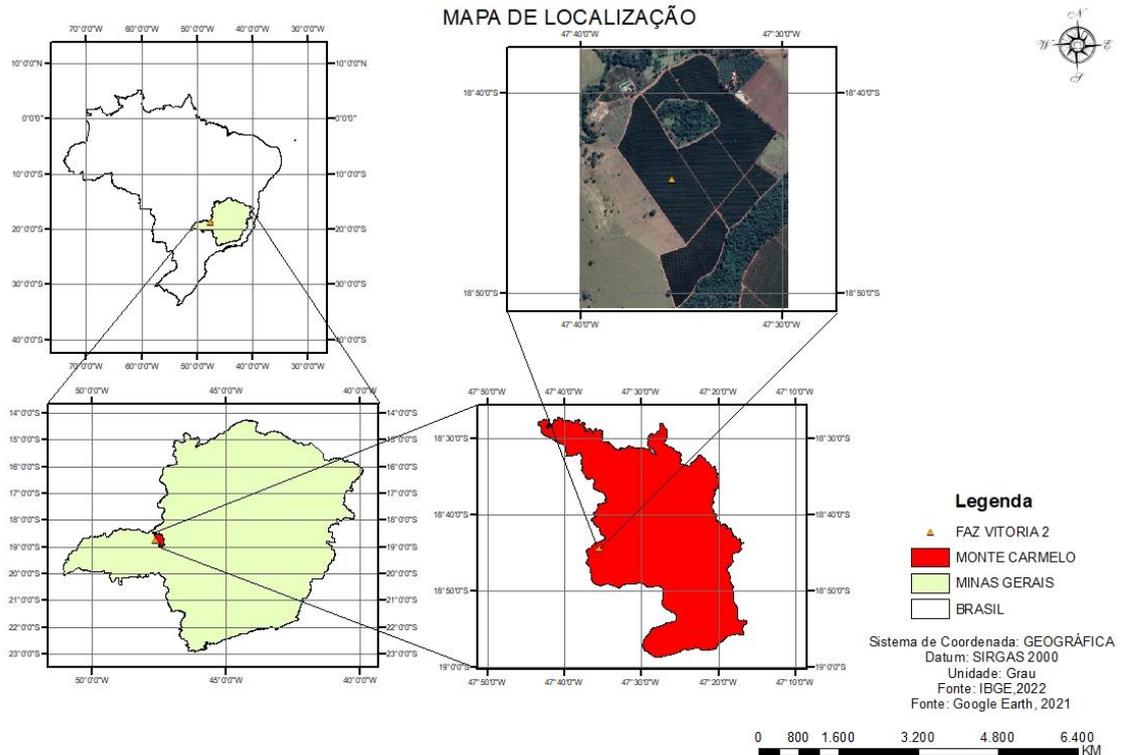


Figura 1. Localização da área experimental. Fonte: BARBOZA, N.S.C; IBGE, 2022; GOOGLE EARTH, 2022.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, com temperatura média anual de 22°C e precipitação média anual de 1.500 mm, com chuvas concentrando-se em seis meses, principalmente no período do verão. Os dados meteorológicos do período de realização do experimento estão representados na Figura 2.

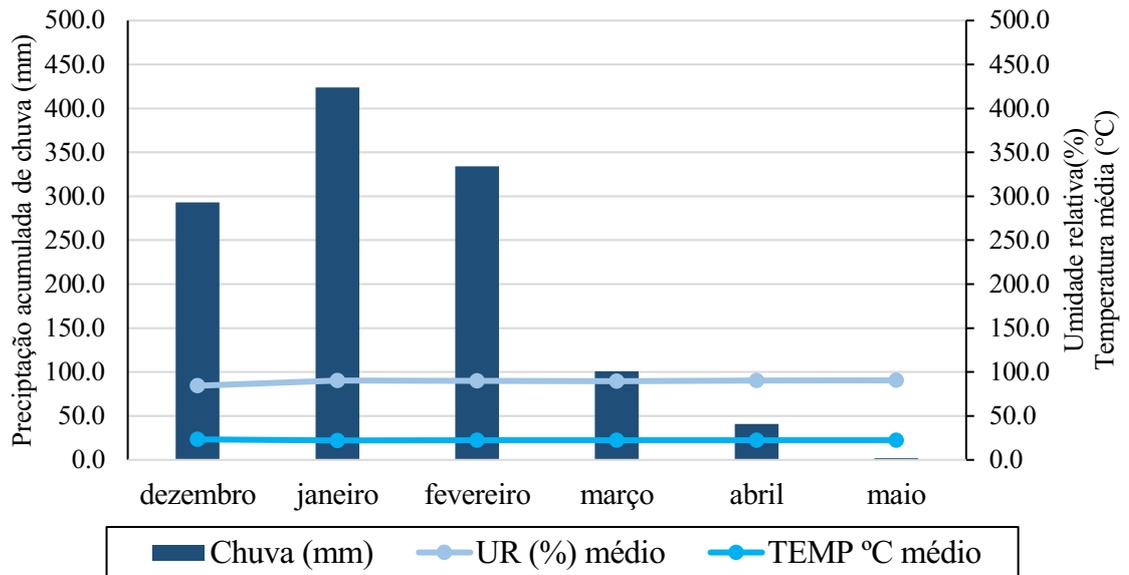


Figura 2. Dados meteorológicos da fazenda certificada Vitória 2 de dezembro 2021 a 13 de maio de 2022.

A área é estabelecida com a cultivar Topázio MG-1190, com idade de 12 anos e espaçamento de 3,80 m entre linhas e 0,60 m entre plantas. Os tratamentos foram dispostos em quatro setores (Figura 3), sendo setor 1 com tratamento estabelecido pela empresa A, contendo 53400 m²; setor 2 constituído com o tratamento *on farm*, contendo 51830 m²; setor 3 controle químico da fazenda, contendo 52900 m²; e setor 4 representado pela testemunha, contendo 2570 m².



Figura 3. Representação da distribuição dos setores da fazenda certificada Vitória 2. Fonte: Imagem de satélite XPTO.

As avaliações foram realizadas em sete datas, com padrão de 15 e 30 dias após as aplicações (Tabela 1).

Tabela 1. Datas das aplicações e avaliações dos setores 1, 2, 3 e 4.

Aplicação	Data	Avaliação	Data
Sanitizador	03/11/2021	1ª avaliação	09/12/2021
1ª aplicação	10/12/2021	2ª avaliação	22/12/2021
		3ª avaliação	19/01/2022
2ª aplicação	10/03/2022	4ª avaliação	24/03/2022
		5ª avaliação	07/04/2022
3ª aplicação	11/04/2022	6ª avaliação	28/04/2022
		7ª avaliação	13/05/2022

As aplicações foram realizadas de acordo com o cronograma da fazenda, sendo realizadas com conjunto trator-pulverizador de arrasto hidropneumático Arbus 2000, com capacidade de 2000 L, vazão de 480 L ha⁻¹, velocidade de 6 m s⁻¹ e ponta de pulverização JA 2, jato cônico vazio.

Quadro 1. Produtos aplicados em cada tratamento e data, com suas respectivas doses e possíveis alvos atingidos.

Tratamento*	Aplicação	Produto	Concentração	Dose	Possíveis alvos
Empresa A	10/12/2021	<i>B. bassiana</i>	10 ⁹ UFC	0,5 kg ha ⁻¹	Broca-do-café
	10/03/2021	<i>B. bassiana</i>	10 ⁹ UFC	0,5 kg ha ⁻¹	Broca-do-café
		<i>I. fumosorosea</i>	10 ⁹ UFC	0,5 kg ha ⁻¹	Lagarta mede palmo
	11/04/2022	<i>B. bassiana</i>	10 ⁹ UFC	0,5 kg ha ⁻¹	Broca-do-café
		<i>I. fumosorosea</i>	10 ⁹ UFC	0,5 kg ha ⁻¹	Lagarta mede palmo
On farm	10/12/2021	<i>B. bassiana</i>	10 ⁷ UFC	1,5 kg ha ⁻¹	Broca-do-café
	10/03/2022	<i>B. bassiana</i>	10 ¹⁰ UFC	1,5 kg ha ⁻¹	Broca-do-café
		<i>Metarhizium sp.</i>	10 ⁹ UFC	1,5 kg ha ⁻¹	Lagarta mede palmo; Broca-do-café
		<i>B. thuringiensis</i>	10 ⁷ UFC mL ⁻¹	6 L ha ⁻¹	Lagarta mede palmo
		<i>B. subtilis</i>	10 ⁷ UFC mL ⁻¹	6 L ha ⁻¹	Ferrugem do cafeeiro
		<i>C. subtsugae</i>	10 ⁷ UFC mL ⁻¹	6 L ha ⁻¹	Ácaro
	11/04/2022	<i>B. bassiana</i>	10 ¹⁰ UFC	1,5 kg ha ⁻¹	Broca-do-café

		<i>Metarhizium sp.</i>	10 ⁹ UFC	1,5 kg ha ⁻¹	Lagarta mede palmo; Broca-do-café
		<i>B. thuringiensis</i>	10 ⁷ UFC mL ⁻¹	6 L ha ⁻¹	Lagarta mede palmo
		<i>B. subtilis</i>	10 ⁷ UFC mL ⁻¹	6 L ha ⁻¹	Ferrugem do cafeeiro
		<i>C. subtsugae</i>	10 ⁷ UFC mL ⁻¹	6 L ha ⁻¹	Ácaro
Químico	10/12/2021	Azoxistrobina + ciproconazol	200; 80 g L ⁻¹	0,8 L ha ⁻¹	Ferrugem-do-cafeeiro; Cercosporiose
		Diafentiurum	500 g L ⁻¹	0,8 L ha ⁻¹	Ácaro
	10/03/2022	Azoxistrobina + difenoconazol	200; 125 g L ⁻¹	0,4 L ha ⁻¹	Mancha-de-phoma
		Etiprole	200 g L ⁻¹	2 L ha ⁻¹	Broca-do-café
	11/04/2022	Acetamiprido + bifentrina	250 g Kg ⁻¹	0,5 kg ha ⁻¹	Broca-do-café
		Abamectina	84 g L ⁻¹	0,5 L ha ⁻¹	Ácaro; Bicho-mineiro

*Para o setor 4, considerado como testemunha, não houve nenhuma aplicação.

Antes do início das aplicações e avaliações do experimento, foi realizada uma aplicação química (sanitizador) em toda a área (03/11/2021), com o fungicida a base de azoxistrobina + difenoconazol na dose de 0,4 L ha⁻¹ e concentração de 200 e 125 g L⁻¹, respectivamente, com o intuito de padronizar as áreas, já que elas se encontravam com uma alta porcentagem de doenças. Após 30 dias realizou-se a primeira avaliação, servindo como parâmetro para as demais. As avaliações foram iniciadas dia 09/12/2021, com dez repetições, sendo adotados pontos aleatórios distribuídos em cada setor, respeitando uma bordadura de cinco ruas e cinco plantas, para amenizar o efeito externo dos tratamentos.

Em cada ponto foram avaliadas cinco plantas, e dessas, duas folhas do terço médio, 50 frutos por ponto, e cinco ponteiros. Os alvos avaliados constituíram-se em contagem de insetos-pragas e doenças. Para os insetos-pragas foram observados broca-do-café (*H. hampei*), realizando a contagem de brocas-vivas, brocas-mortas, brocas-colonizadas e frutos brocados; lagarta mede palmo (*O. saturniata*), observando-se os ponteiros danificados pela lagarta. Para as doenças foram observadas cercosporiose (*C. coffeicola*) e ferrugem-do-café (*H. vastatrix*).

Após as análises de campo foi realizado o levantamento dos custos de cada tratamento, para relacioná-los aos benefícios de cada método de controle.

Os dados de contagem de insetos-praga e doenças foram ajustados a um Modelo Linear Generalizado Misto (MLGM) Zero Inflacionado, com distribuição binomial negativa, sendo que os produtos considerados como efeito fixo e as datas de avaliação como efeito aleatório. Quando diferenças significativas foram detectadas pela Análise de *Deviance*, por meio do teste de Qui-Quadrado ($p < 0,01$), as médias obtidas nos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da avaliação do comportamento da broca-do-café na área de estudo não foi verificada diferença significativa para a incidência de brocas vivas na primeira avaliação, visto que o inseto-praga ainda não estava presente na área (Tabela 2).

Tabela 2. Médias de incidência de brocas-do-café vivas em diferentes datas de avaliação e tratamentos.

Tratamento	09/dez.	22/dez.	19/jan.	24/mar.	07/abr.	28/abr.	13/mai.
Empresa A	0,0 a	0,7 a	1,2 a	0,4 a	2,8 b	1,2 ab	0,0 a
<i>On farm</i>	0,0 a	1,4 ab	4,4 b	2,7 b	3,0 b	1,8 b	1,6 b
Químico	0,0 a	1,0 ab	1,1 a	0,1 a	0,6 a	0,4 a	0,3 a
Testemunha	0,0 a	2,2 b	3,7 b	4,7 b	4,8 b	4,0 c	1,8 b

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A ocorrência da broca-do-café foi detectada a partir da avaliação realizada em 22/12/2021, podendo ser explicada pelo ciclo do inseto-praga e pela fisiologia do grão do café, que se encontrava em fase de crescimento e granação. O tratamento da empresa A, no qual ocorreu uma primeira aplicação de *B. bassiana* (10/12/2021), apresentou uma menor incidência do inseto-praga em relação a testemunha.

Na avaliação realizada em 24/03/2022, após o tratamento químico receber uma aplicação de etiprole (10/03/2022), observou-se uma eficiência de controle, sendo que não diferiu estatisticamente da empresa A, porém, se mostrou superior ao tratamento *on farm* e a testemunha. A partir da avaliação realizada em 07/03/2022, pode-se observar uma estabilidade na população de broca-do-café, podendo ser justificada pela ação do princípio ativo etiprole. Esses resultados estão em consonância com o estudo de San Juan et al. (2017), que apresentou um controle de 52,4 a 100% da broca-do-café em relação a testemunha na presença de etiprole.

Na avaliação que ocorreu em 13/05/2022, 30 dias após a terceira aplicação (10/04/2022), houve controle do inseto-praga para o tratamento da empresa A, que utilizou um produto a base de *B. bassiana*, e para o tratamento químico que conseguiu se manter após a aplicação de etiprole e acetamiprido + bifentrina nos dias 10/03 e 10/04/2022.

Analisando o comportamento da incidência da broca-do-café viva no período compreendido entre a primeira e última avaliação, observou-se um pico de incidência no setor 2 (*on farm*) na terceira avaliação ocorrida em 19/01/2022 (Figura 4), 30 dias após a primeira aplicação de *B. bassiana*. O aumento na incidência da infestação da broca-do-café pode ser

devido ao fato de que a primeira aplicação do produto *on farm* de *B. bassiana* estava em baixa concentração, não apresentando eficiência de controle. Esse resultado ocasionou um aumento da concentração de *B. bassiana* nas próximas aplicações.

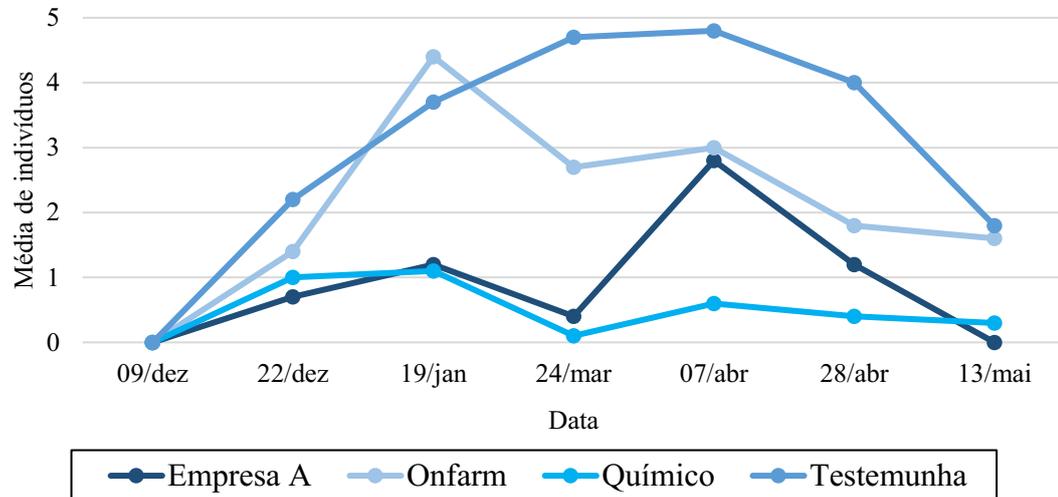


Figura 4. Comportamento de brocas-do-café vivas ao longo das datas de avaliação.

Após as aplicações sucessivas de *B. bassiana* e *Metarhizium* sp. no tratamento *on farm*, com concentrações maiores que a primeira aplicação, pode ser observado uma queda do número de brocas-do-café, conseguindo se manter reduzidas ao longo do tempo.

Em relação a incidência de ferrugem-do-cafeeiro, observou uma menor incidência do fungo no tratamento da empresa A quando comparada com o tratamento *on farm* na avaliação de 22/12/2022 (Tabela 3).

Tabela 3. Médias de incidência de ferrugem-do-café em diferentes datas e tratamentos.

Tratamento	09/dez.	22/dez.	19/jan.	24/mar.	07/abr.	28/abr.	13/mai.
Empresa A	1,0 a	0,4 a	1,6 a	2,5 ab	3,5 a	0,6 a	0,6 a
<i>Onfarm</i>	1,4 a	1,6 b	2,4 a	1,7 a	3,9 a	1,7 ab	0,6 a
Químico	1,5 a	1,4 ab	2,4 a	5,1 c	2,7 a	2,5 bc	0,2 a
Testemunha	0,6 a	1,2 ab	2,4 a	4,4 bc	4,3 a	3,8 c	0,7 a

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

No entanto, após a aplicação ocorrida em 10/03/2022 da bactéria *B. subtilis*, observou-se um controle da ferrugem no tratamento *on farm* superior ao tratamento químico e a testemunha (Tabela 3). Cacefo e Araújo (2015) também obtiveram resultados similares no controle da doença ferrugem-do-café com essa bactéria.

O período favorável para a ocorrência da ferrugem-do-café são altas temperaturas e alta umidade, no entanto, a aplicação deve ser feita de maneira preventiva para que a doença não se desenvolva (PRELA-PANTANO, et al., 2015). No início do ano/safra 21/22 observou-se um grande acúmulo de chuvas nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (717 mm) com temperatura constante próximo a 20 °C (Figura 1).

O tratamento *on farm* apresentou uma redução na curva de incidência da ferrugem em 24/03/2022, mas um pico da doença na avaliação seguinte (07/04/2022) (Figura 5).

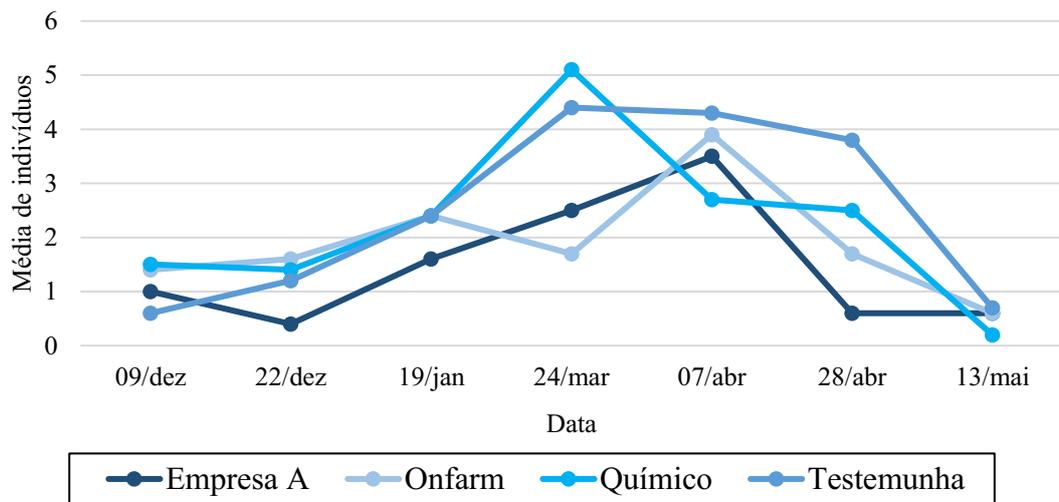


Figura 5. Comportamento de ferrugem-do-café ao longo das datas de avaliação.

Por esse pico de incidência ter ocorrido 30 dias após a primeira aplicação da bactéria *B. subtilis*, sugere-se uma ausência de residual da bactéria, impossibilitando uma manutenção no controle da doença. No entanto, após a segunda aplicação da bactéria, foi possível reduzir a incidência do fungo causador da ferrugem-do-café.

Com relação à lagarta mede palmo, a avaliação ocorrida em 24/03/2022 demonstrou que o controle realizado no tratamento *on farm* foi mais eficiente em relação aos demais tratamentos (Tabela 4). Nas demais avaliações, esse controle manteve-se mais eficiente que a testemunha.

Tabela 4. Médias de incidência de lagartas mede palmo em diferentes datas e tratamentos.

Tratamento	09/dez.	22/dez.	19/jan.	24/mar.	07/abr.	28/abr.	13/mai.
Empresa A	0,2 a	0,3 a	1,4 a	2,4 b	0,8 a	0,0 a	0,0 a
<i>Onfarm</i>	0,1 a	0,6 a	2,1 a	0,9 a	0,8 a	0,1 a	0,4 ab
Químico	0,2 a	0,2 a	1,9 a	4,7 c	2,0 ab	1,4 b	0,2 a
Testemunha	0,1 a	0,8 a	2,0 a	2,9 bc	3,2 b	3,2 c	1,2 b

* Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O controle da lagarta mede palmo no tratamento *on farm* foi mais eficiente devido a aplicação da bactéria *B. thuringiensis* e ao fungo *Metarhizium* spp. Estudo de Costa et al. (2012) apresentaram resultados eficazes sobre o controle da lagarta de mesmo gênero com a aplicação da bactéria *B. thuringiensis* na cultura da laranja.

Avaliando a ocorrência da doença cercosporiose na área do estudo observou-se uma menor incidência no tratamento *on farm* em relação a testemunha (Tabela 5).

Tabela 5. Médias de incidência da doença olho-pardo em diferentes tratamentos.

Tratamento	Média
Empresa A	0,90 ab
<i>On farm</i>	0,66 a
Químico	1,07 ab
Testemunha	1,39 b

* Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A doença cercosporiose se desenvolve em plantas com deficiência nutricional ou que foram submetidas a algum estresse de origem biótica (MATIELLO et al., 2020). Contudo, pode-se deduzir que, como no tratamento da testemunha não houve nenhuma intervenção, a área poderia estar com plantas apresentando um estresse mais acentuado, facilitando o desenvolvimento da doença.

Os resultados do levantamento dos custos de cada método de controle estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Custos dos tratamentos de controle de insetos-praga e doenças avaliados no experimento.

Produto	Custo/L	Dose(Kg; L)	Aplicações	Custo/ha
<i>B. bassiana</i>	R\$ 8,01	1,50	3	R\$ 36,05
<i>Metarhizium</i> sp.	R\$ 8,01	1,00	2	R\$ 16,02
<i>B. subtilis</i>	R\$ 5,09	6,00	2	R\$ 61,08
<i>C. subtsugae</i>	R\$ 5,43	6,00	2	R\$ 65,16
<i>B. thuringiensis</i>	R\$ 5,48	6,00	2	R\$ 65,76
TOTAL/ha				R\$ 244,07
Produto	Custo/L	Dose(Kg)	Aplicações	Custo/ha
<i>B. bassiana</i>	R\$ 140,00	0,50	3	R\$ 210,00
<i>I. fumosorosea</i>	R\$ 140,00	0,50	2	R\$ 140,00
TOTAL/ha				R\$ 350,00
Produto	Custo/L	Dose(Kg; L)	Aplicações	Custo/ha
Etiprole	R\$ 149,00	2,0	1	R\$ 298,00

Diafentiurom	R\$ 116,40	0,8	1	R\$ 93,12
Azosctrobina+ciproconazol	R\$ 144,00	0,8	1	R\$ 115,20
Azosctrobina+difenoconazol	R\$ 134,40	0,4	1	R\$ 53,76
Acetamiprido+bifentrina	R\$ 215,00	0,5	1	R\$ 107,50
Abamectina	R\$ 51,04	0,5	1	R\$ 25,52
TOTAL/ha				R\$ 693,10

O tratamento *on farm* apresenta um custo 64,8% inferior ao do tratamento químico e 30,2% inferior ao custo do tratamento da empresa A.

Os resultados positivos no controle de insetos-praga e doenças do cafeeiro associados ao custo de aplicação, apontam o controle *on farm* como uma possível opção para o agricultor. Esse manejo sustentável, que possui como característica auxiliar na manutenção das relações ecológicas do sistema, apresenta custo-benefício positivo, podendo impulsionar mais estudos sobre suas aplicações na cafeicultura.

Multiplicações de forma *on farm* deixou de ser uma estratégia, antigamente, por conta das contaminações com bactérias nocivas ao homem. Contudo, com o avanço das tecnologias e estudos voltados para a multiplicação *on farm*, essa estratégia está sendo impulsionada com o intuito de ajudar o produtor a conseguir reduzir custos e os impactos ao meio ambiente devido às aplicações de produtos fitossanitários.

Para que essa estratégia de manejo funcione é necessário ter uma estrutura física adequada, com equipamentos laboratoriais de qualidade, além de mão de obra qualificada, com experiência laboratorial e em qualidade microbiológica.

4. CONCLUSÃO

Microrganismos multiplicados de maneira *on farm* apresentam eficiência de controle de pragas e doenças na cultura do cafeeiro, além de um custo/benefício positivo.

REFERÊNCIAS

- BASSO, C.; SIQUEIRA, A. C. F.; RICHARDS, N. S. P. dos S. Impacts on human health and environment related to the use of pesticides: An integrative review. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 8, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i8.17529.
- BERNARDO, J. T. *et al.* Isolamento *on farm* de *Trichoderma*: uma ferramenta no controle de doenças de solo para os agricultores no Brasil. **Revista eletrônica científica da UERGS**, [s. l.], v. 5, ed. 03, p. 263-270, 26 maio 2019.
- CACEFO, V.; ARAÚJO, F. F. *Bacillus subtilis* no Controle Biológico da Ferrugem e do Bicho Mineiro no Cafeeiro. **Encontro Nacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, Presidente Prudente - SP, p. 14-22, 20 ago. 2015.
- CHALFOUN, S. M.; ANGÉLICO, C. L.; SANT'ANA, M. A. R.; PIMENTEL, G. C. S.; MORAIS, G. E. Seletividade de produtos químicos utilizados na cafeicultura à agentes de controle biológicos. **X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, Vitória - ES, p. 1-4, 8 out. 2019.
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento de safra brasileiro – café: Nono levantamento, maio 2022 – safra 2021/2022.: Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento.
- COSTA, D. H. M.; GRAVENA, S.; GRAVENA, R.; GRAVENA, A. R.; SILVA, J. L.; LUCCA, G.; MACEDO, M. A. Efeito de DiPel (*Bacillus thuringiensis*) no controle de Lagarta-medede-palmo *Oxydia apidania* Cramer (Lepidoptera: Geometridae) em Citros *Citrus sinensis* (L.) Osbeck. **XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia 2012**, Jaboticabal, p. 1203, 2012.
- CZERNIAK, M. J.; STÜRMER, S. L. **Produção de inoculante micorrízico *on farm* utilizando resíduos da indústria**. 2014. Dissertação (Mestre em Engenharia Ambiental) - Universidade Regional de Blumenau, [S. l.], 2014.
- FONTES, E. M. G.; PIRES, C. S. S.; SUJII, E. R. Estratégias de uso e histórico. In: FONTES, Eliana Maria Golveia; VALADARES-INGLIS, Maria Cleria. **Controle Biológico da Agricultura**. 1. ed. Brasília-DF: Embrapa, 2020. cap. 1, p. 21-40. ISBN 978-65-86056-01-3.
- GONÇALVES, K. C. **Mortalidade e efeitos subletais de *Bacillus thuringiensis* berliner em *Spodoptera albula* (Walker, 1857)**. Orientador: Prof. Dr. Ricardo Antonio Polanczyk. 2015. 41 p. Dissertação (Mestre em Agronomia (Entomologia Agrícola) - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP, Jaboticabal, SP, 2015.
- LANNA FILHO, R.; FERRO, H. M.; PINHO, R. S. C. Controle biológico mediado por *Bacillus subtilis*. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Lavras, v. 4, n. 2, p. 12-20, 2010.

- LAZZARINI, G. M. J. Efeito da umidade sobre a germinação *in vitro* de *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* e atividade contra *Triatoma infestans*. 2005. 46p.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/conheca-a-historia-do-caffe-no-mundo-e-como-o-brasil-se-tornou-o-maior-produtor-e-exportador-da-bebida>>. Acesso em: 05 jun. 2022.
- MATIELLO, J. B.; SANTINATO, R.; ALMEIDA, S. R. de; GARCIA, A. W. R. Manejo dos cafezais: Controle de praga, doenças e distúrbios do cafeeiro. *In*: MATIELLO, J. B. *et al.* **Cultura do Café no Brasil: Manual de Recomendações**. 10. ed. Varginha - MG: Fundação Procafé, 2020. cap. 5, p. 219-594. ISBN 978-85-6687-97-8.
- MORAIS, K. O. **Avaliação do potencial inseticida e metabolômica microbiana de extratos orgânicos de isolados de fungos entomopatogênicos *Metarhizium spp.*** Orientador: Prof^a Dr^a. Juliana Feijó de Souza Daniel. 2019. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019.
- OLIVEIRA JÚNIOR, F. V. L. de. **Acompanhamento da multiplicação *on farm* de bactérias promotoras de crescimento e sua eficiência na cultura do milho em empresa de bioinsumos no oeste da Bahia**. 2021. 43 F. Relatório de Estágio (Bacharel Em Agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, [s.l.], 2021.
- PARRA, J. R. P.; REIS, P. R. Manejo integrado para as principais pragas da cafeicultura, no Brasil. **Visão Agrícola**, [s. l.], ed. 12, p. 47-50, 2013.
- PASQUALINI, D. **Inoculação de fungos micorrízicos arbusculares e bactérias solubilizadoras de fosfato como alternativas para agricultura familiar e recomposição Florística**. Orientador: Prof. Dr. Julio Cesar Pires Santos. 2013. 178 p. Tese (Doutor em manejo do solo.) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC, 2013.
- PRELA-PANTANO, A.; PATRICIO, F. R. A.; ALFONSI, W. M. V.; MEIRELES, E. J. L. Condições climáticas e período de incubação para ferrugem do cafeeiro nos anos de 2013 e 2014 na Região de Campinas, SP. **IX Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, Curitiba - PR, p. 1-4, 2015.
- ROCHA, L. G. **Atividade de isolados de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. sobre a broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) em laboratório**. Orientador: Prof. Dr. Fernando Juari Celoto. 2019. 24 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, 2019.

SAN JUAN, R.C.C.; CAPATO, S. B.; SULZBACH, F.; ANDRADE, R. J.; GONÇALVES, C. B. Avaliação da Eficácia de Etiprole e Etiprole+Imidacloprido no Controle da Broca-do-Café. **SBIfcafé**, [s. l.], p. 2-6, 2017.

SILVA, R. A.; MACHADO, J. L.; CARVALHO, T. A. Fe.; MATOS, C. S. M.; PEREIRA, A. B. Influência das Condições Climáticas na Flutuação Populacional da Broca-do-Café *Hypothenemus hampei* (Ferrari, 1867) (Coleoptera – Scolytidae) no Sul de Minas Gerais. **VIII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil**, Salvador-BA, p. 2-6, 28 nov. 2013.

VALE, A. R.; CALDERARO, R. A. P.; FAGUNDES, F. N. A cafeicultura em Minas Gerais: estudo comparativo entre as regiões Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Sul/Sudoeste. **CAMPO-TERRITÓRIO**: revista de geografia agrária, Alfenas, MG, ed. Edição especial, p. 1-23, 2014.