



FILIPE DE SOUZA CARNEIRO

**VALIDAÇÃO DA ESCALA DE NOTAS DE SEVERIDADE DE
INFESTAÇÃO DO BICHO-MINEIRO PARA
DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE RESISTÊNCIA EM
CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA**

**LAVRAS-MG
2021**

FILIFE DE SOUZA CARNEIRO

**VALIDAÇÃO DA ESCALA DE NOTAS DE SEVERIDADE DE INFESTAÇÃO DO
BICHO-MINEIRO PARA DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE RESISTÊNCIA EM
CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso de
Agronomia, para obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Bruno Henrique Sardinha de Souza

Orientador

Me. Daniel de Carvalho Melo Costa

Coorientador

LAVRAS-MG

2021

FILIFE DE SOUZA CARNEIRO

**VALIDAÇÃO DA ESCALA DE NOTAS DE SEVERIDADE DE INFESTAÇÃO DO
BICHO-MINEIRO PARA DETERMINAÇÃO DOS NÍVEIS DE RESISTÊNCIA EM
CULTIVARES DE CAFÉ ARÁBICA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso de
Agronomia, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em ____ de novembro de 2021

Prof. Dr. Bruno Henrique Sardinha de Souza – UFLA

**LAVRAS-MG
2021**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as conquistas, bênçãos, pelo dom da vida, sabedoria e por me dar força nos momentos mais difíceis para não pensar em desistir.

Aos meus pais, Pedro e Sônia, por toda dedicação e luta para a realização dessa nossa conquista, por toda educação e ensinamentos passados para me tornar a pessoa que eu sou hoje.

Aos meus avós, que mesmo não estando presente fisicamente, mas espiritualmente sei que tiveram grande participação dessa conquista.

Aos meus padrinhos, Luís Carlos e Lúcia por todo carinho, apoio e por estarem sempre presentes nas minhas conquistas.

Ao meu tio, Ari por sempre estar me apoiando e por todo apoio durante a minha graduação.

Aos meus primos e irmãos, Caco, Léo, Leandro e Pedro por servirem de inspiração pra mim e por todo apoio durante esses anos de graduação e pelos ensinamentos passados para me tornar uma pessoa melhor.

A minha família e a todos que participaram, me apoiaram e estiveram presente nessa conquista.

Aos meus amigos e companheiros, que estiveram presentes nessa minha caminhada, as amizades que a UFV-CRP e a UFLA puderam me proporcionar, aos momentos difíceis superados e aos que ficarão eternizados na vida.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Entomologia o qual foi minha casa durante toda a graduação e por todas as oportunidades.

Aos meus professores de toda a graduação, em especial ao Professor Bruno Sardinha por todo suporte, orientação, ensinamento passado, paciência e gratidão por me apresentar essa incrível área que é o Manejo Integrado de Pragas – MIP da qual me orgulho trabalhar.

A todos os membros e colegas do Laboratório de Resistência de Plantas e Manejo Integrado de Pragas (LARP-MIP) em especial ao Daniel pela sua orientação pelo apoio e trabalhos que juntos realizamos. Aos técnicos do Departamento de Entomologia que sempre mantiveram a organização do laboratório e auxílio nas realizações dos experimentos.

AGRADEÇO!

RESUMO

O bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* é uma das pragas-chave de café arábica (*Coffea arabica* L.) no Brasil. O uso de cultivares resistentes é uma importante tática de controle, sendo a avaliação dos níveis de resistência feita por várias metodologias, como contagem dos insetos nas plantas, porcentagem de plantas ou estruturas infestadas e escalas de notas de injúria. Para que o uso das metodologias seja acurado, há necessidade da validação dos métodos. Assim, este trabalho teve como objetivos avaliar a utilização de uma escala diagramática para severidade de infestação do bicho-mineiro previamente desenvolvida, comparar a precisão dessa escala com os dados obtidos através de um programa computacional e correlacionar esses parâmetros com a infestação da praga em campo para validação. Foram avaliadas no trabalho as cultivares Aranãs RH, Arara, Catucaí Amarelo 2SL, Siriema AS1, e os Clones 224 e 312, com níveis de infestação natural do bicho-mineiro variáveis em campo. O experimento foi realizado entre maio e agosto de 2019, no painel de cultivares do INCT-Café, UFLA. A área experimental foi dividida em três blocos casualizados, onde cada parcela foi representada por 10 plantas espaçadas em 3,5 x 0,75m. Foram coletadas ao acaso três folhas do terceiro/quarto par de folhas de ramos do terço médio das plantas, levadas ao Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e MIP, e avaliadas quanto à porcentagem de folhas com presença de minas, número de minas por folhas e intensidade de injúria utilizando-se uma escala diagramática de severidade do bicho-mineiro proposta por Vieira Júnior (2011), para uso em *C. canephora*. Posteriormente, as folhas foram digitalizadas com uma câmera e a área foliar minada quantificada por meio do software ImageJ, obtendo-se com precisão a porcentagem da injúria foliar em cada folha. Os dados de intensidade de injúria (%) avaliada por meio da escala diagramática foram correlacionados com a porcentagem de área foliar minada fornecida pelo software. Os parâmetros número de minas por folha e intensidade de injúria foram correlacionados com a porcentagem de infestação da praga em campo nas cultivares resistentes e suscetíveis por meio da análise de correlação de Spearman. Houve correlação significativa e positiva entre a intensidade de injúria (%) obtida pela escala diagramática e a porcentagem de área foliar minada obtida por meio do software ImageJ. A correlação entre a intensidade de injúria e a infestação da praga em campo mostrou correlação positiva e alto ajuste ao modelo, tanto para altas infestações (cultivares suscetíveis) como em baixas infestações (cultivares resistentes). As correlações entre o número de minas por folha e a intensidade de injúria e porcentagem de infestação da praga em campo foram moderadamente correlacionadas. Diante dos resultados obtidos, a escala diagramática de severidade previamente desenvolvida para *C. canephora* mostra-se método viável para ser utilizado em campo para avaliar a intensidade de infestação de *L. coffeella*, auxiliando com confiabilidade a determinação dos níveis de resistência entre cultivares de *C. arabica* ao bicho-mineiro.

Palavras-chave: *Coffea arabica*. *Leucoptera coffeella*. Siriema.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Escala diagramática de severidade do bicho-mineiro do cafeeiro, a) 0,5%; b) 2%; c) 5%; d) 10%; e) 15%; f) 25%. 15
- Figura 2 – Regressão Linear entre as médias da Injúria estimada versus a Injúria Real. Onde: 1,2546= coeficiente angular da reta; 0,1426= coeficiente linear ou intercepto. 16
- Figura 3 – A: Curva ajustada para as variáveis Área foliar com mina versus Infestação em cultivares suscetíveis. Coeficiente de correlação de Spearman= 0,69. B: Curva ajustada para as variáveis Área foliar com mina versus Infestação em cultivares resistentes. Coeficiente de correlação de Spearman= 0,87. 17
- Figura 4 – Curva ajustada para as variáveis Número de minas por folha versus Infestação em cultivares suscetíveis. Coeficiente de correlação de Spearman= 0,53. B: Curva ajustada para as variáveis Número de minas por folha versus Infestação em cultivares resistentes. Coeficiente de correlação de Spearman= 0,46. 18
- Figura 5 – Curva ajustada para as variáveis Área foliar com mina versus Número de minas por folha em cultivares suscetíveis. Coeficiente de correlação de Spearman= 0,54. B: Curva ajustada para as variáveis Área foliar com mina versus Número de minas por folha em cultivares resistentes. Coeficiente de correlação de Spearman= 0,40. 19

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Cafeicultura	10
2.2 Bicho Mineiro (<i>Leucoptera coffeella</i>).....	10
2.3 Manejo Integrado do Bicho Mineiro	12
2.4 Resistência de Plantas a <i>Leucoptera coffella</i>	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Caracterização da área experimental	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5 CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

1 INTRODUÇÃO

Maior produtor e exportador mundial de café, o Brasil responde por um terço da produção mundial de café e ocupa a segunda posição entre os consumidores da bebida. Minas Gerais é o maior estado produtor de café do Brasil, responsável por cerca de 50% da produção nacional de café arábica. O Espírito Santo é o segundo maior estado produtor de café e o principal produtor de Conilon. Os demais estados produtores podem ser citados São Paulo, conhecido por ser um dos mais tradicionais no cultivo de café arábica, Bahia, Paraná e Rondônia. (Domingues, 2020). Conforme levantamento realizado pela CONAB, estima-se que a safra brasileira de café em 2021, já em reta final, deverá alcançar 48,8 milhões de sacas de 60 quilos, sendo 33,3 milhões de sacas da espécie arábica (*Coffea arabica* L.) e 15,4 milhões de sacas da espécie conilon (*Coffea canephora*) (CONAB, 2021).

No Brasil, o café foi introduzido pelos portugueses no século XVIII em 1727, sendo o responsável por esse acontecimento o português, Francisco de Mello Palheta, que adquiriu sementes e mudas da Guiana Francesa, dando a início a produção no estado do Pará, no entanto as condições edafoclimáticas da região não foram favoráveis para o desenvolvimento do cafeeiro, posteriormente foi levado aos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Paraná estados que apresentaram grande potencial para o cultivo do café, iniciando-se a era do “ouro-negro” no Brasil (OLIVEIRA, 2012).

Destacando entre os principais fatores que afetam a produção cafeeira, temos as pragas-chaves da cultura, insetos que causam danos quantitativos e qualitativos aos órgãos vegetativos e reprodutivos das plantas. Ressalta-se a importância do Manejo Integrado de Pragas (MIP) e suas táticas de controle, sendo usadas de forma eficientes, sustentáveis e econômicas, visando manter a densidade populacional dessas pragas abaixo do nível de controle.

O *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae), conhecido popularmente como bicho mineiro é um inseto monófago, praga-chave do cafeeiro, possui um ciclo holometábolo, passando pelos estágios de ovo, larva, pupa e adulta. Uma das pragas mais importantes da cultura, podendo afetar indiretamente a produtividade dos cafezais, causando grandes perdas econômicas aos cafeicultores. A forma biológica que causa o dano a cultura é a lagarta, uma vez que a fêmea adulta oviposita sobre as folhas do cafeeiro, após a eclosão dos ovos, as larvas de *L. coffeella* penetram o mesófilo foliar alimentando-se do parênquima clorofiliano, formando lesões necróticas no interior da folha, ocasionando na redução de fotoassimilados e abscisão precoce das folhas, reduzindo então a produtividade da planta (MATIELLO, 1991).

Entre os métodos de controle e os mais utilizados para o bicho mineiro, temos o controle químico. Porém, a utilização intensa e inadequada de inseticidas químicos para o controle do *L. coffella* pode não ser eficiente e causar impactos negativos para o seu controle, causando principalmente a mortalidade de inimigos naturais, possibilitando também o desenvolvimento de populações resistentes da praga às principais moléculas inseticidas disponíveis no mercado (LEITE et al., 2020).

A utilização de cultivares resistentes a insetos pragas é uma alternativa promissora dentro do manejo integrado de pragas (MIP), podendo ser utilizada para diminuir a população do bicho-mineiro nos cafezais, mantendo sua população abaixo do nível de dano econômico. A avaliação dos níveis de resistência pode ser realizada por várias metodologias, como contagem dos insetos nas plantas, porcentagem de plantas ou estruturas infestadas e escalas diagramáticas de notas de injúria. Para utilização precisa dessas metodologias, há uma necessidade da validação desses métodos comprovando a sua eficácia para o monitoramento agrícola.

Entre as táticas utilizadas pelo manejo integrado de pragas (MIP) para a avaliação do impacto nas principais culturas, temos a utilização das escalas diagramáticas para avaliação dos níveis de resistência de plantas a insetos-pragas, avaliando a intensidade de injurias e níveis de infestação das pragas sobre as culturas agrícolas, muito utilizadas e comum para algumas culturas. Um exemplo muito utilizado e conhecido na literatura é a Escala de Davis, metodologia desenvolvida para avaliação visual do dano e severidade do ataque da *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho (TEODORO; SILVA, 2015).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de uma escala diagramática previamente desenvolvida para quantificar a severidade de infestação do bicho-mineiro, comparar a precisão dessa escala com os dados obtidos através de um programa computacional e correlacionar esses parâmetros com a infestação da praga em campo para validação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cafeicultura

O café (*Coffea* sp.) pertence a um gênero de plantas que tiveram sua origem no continente Africano, possuindo cerca de 124 espécies. Sendo o café arábica (*Coffea arabica*) e o café robusta (*Coffea canephora*) as espécies mais cultivadas e consumidas no mundo. Essas duas espécies têm sua origem do continente Africano, ambas de regiões distintas, o *Coffea arabica* espécie nativa do Sul da Etiópia e o *Coffea canephora* espécie que tem sua origem no Camarões. Espécies que foram levadas para diversas regiões tropicais e subtropicais e se difundindo pelo Mundo, fazendo com que o café se torna-se uma cultura de grande importância (INFANTE, 2018).

Para o agronegócio brasileiro a cafeicultura é uma das principais atividades do setor agrícola, movimentando elevados valores, desde o início da sua cadeia produtiva no campo até mercado financeiro, consumo interno e exportações. Além de ser *commodities* agrícola a cafeicultura tem sua importância social na geração de empregos e renda para a população, produtores, indústrias do agronegócio e de todos os processos envolvidos na produção e comercialização do café (CAIXETA et al., 2008).

Entre as espécies de importância econômica cultivadas no Brasil, destaca-se o *Coffea arabica* e o *Coffea canephora*. As principais regiões produtoras de café estão localizadas na região Centro-Sul do país, sendo os maiores estados produtores de café, Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Paraná. O *C. arabica* é a espécie mais cultivada e comercializada na cadeia produtiva do café (CONAB, 2021).

Um dos principais fatores que afetam as lavouras de café são os ataques de pragas e doenças. Consideradas como pragas principais da cultura a nível mundial temos a broca do café (*Hypotenemus hampei*) e o bicho mineiro (*Leucoptera coffeella*), insetos-pragas que causam grandes prejuízos aos produtores em diversas regiões produtoras do país e do mundo (PARRA; REIS, 2013).

2.2 Bicho Mineiro (*Leucoptera coffeella*)

Inseto originário do continente africano, teve seu primeiro relato em lavouras de café nas Antilhas, no Caribe em 1842. Praga cosmopolita que causa danos econômicos a diversos países e regiões produtoras de café, sendo eles pertencentes aos continentes da América

Central, América do Sul, África e Ásia. No Brasil, a presença do bicho-mineiro (*Leucoptera coffella*) nos cafezais foi constatada em meados do século XIX, se tornando desde então uma praga importante que acomete grandes prejuízos para a cultura do café (BOX, 1923; PEREIRA et al., 2007).

O bicho-mineiro *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae), é um microlepidoptero, inseto monófago que se alimenta e reproduz apenas do cafeeiro, possui um ciclo holometábolo, passando pelas fases de ovo, larva, crisálida e adulta (SOUZA, et al., 1998). Destaca-se sendo uma das pragas mais importantes da cultura, podendo afetar indiretamente a produtividade dos cafezais, causando grandes perdas econômicas aos produtores. O seu dano é causado pela fase larval, a fêmea adulta oviposita sobre a epiderme da folha do cafeeiro e após a eclosão dos ovos, as larvas de *L. coffeella* penetram e se alimentam do mesófilo foliar, especificamente do parênquima clorofiliano, formando uma lesão necrótica sobre a folha, através de minas ou galerias, provocando assim uma queda prematura das folhas, redução da taxa fotossintética e produtividade da planta (MATIELLO, 1991).

Em condições de temperatura a 25°C, o *L. coffeella* apresenta um ciclo de vida em torno de 22-30 dias, para a eclosão dos ovos levam cerca de 5 dias, as lavas passam por 4 instares em um período de 12 dias e as crisálidas 5 dias, completando assim seu ciclo em um período de 22 dias, podendo ocorrer variações no seu ciclo devido a fatores climáticos como temperatura, chuva e umidade relativa do ar (KATIYAR; FERRER, 1968, COSTA et al., 2012).

Na fase adulta, as mariposas apresentam hábitos crepusculares, possuindo um tamanho de aproximado 6,5 mm de envergadura, coloração prateada, sendo encontrada na ponta de cada uma das asas anteriores um halo amarelo (SOUZA, J.C.; REIS; RIGITANO, 1998). O ovo apresenta características translúcida na sua coloração, possuindo cerca de 0,3mm de diâmetro e sua morfologia circular e côncavo (BOX, 1923; COSTA et al., 2012). Após a eclosão dos ovos, as larvas recém eclodidas penetram o mesófilo foliar e se alimenta do parênquima paliçádico. A larva, apresenta 4 instares de crescimento (NOTLEY, 1948). Em seu último instar ela apresenta um tamanho aproximado de 4,0-5,0 mm de comprimento, corpo segmentado com 11 segmentos e coloração esbranquiçada para o amarelo (BOX, 1923; GUÉRIN-MÉNEVILLE et al., 1842). Após o desenvolvimento das quatro etapas da larva, elas saem de suas galerias para o lado externo da folha, tecendo um casulo em formato de X, a pupa apresenta um tamanho aproximado de 2,00 mm, coloração branca, olhos pretos, asas enrugadas e pernas fundidas na posição ventral (BOX, 1923; COSTA et al., 2012).

O estudo e entendimento dos fatores determinantes da dinâmica da população do bicho mineiro é de extrema importância, para adoção de programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP). Entre os principais fatores podemos citar os elementos climáticos, podendo eles afetar positivamente ou negativamente o aumento populacional de *L. coffella*. Em regiões quentes, secas e de baixa umidade relativa do ar a ocorrência do bicho-mineiro tende a ser maior, principalmente onde o café é produzido de forma mecanizada em maiores espaçamentos, podendo reduzir em até 80% a produção da safra seguinte (SOUZA; REIS; RIGITANO, 1998).

2.3 Manejo Integrado do Bicho Mineiro

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é de extrema importância para agricultura, pois ele consiste na aplicação de táticas de controle isoladas ou em conjunto com foco nos fatores econômicos, ecológicos e toxicológicos de forma que consiga manter a densidade populacional das pragas abaixo do nível de dano econômico. Para adoção de um programa de MIP, é importante o conhecimento e estudo da dinâmica populacional dos insetos, conhecimento dos fatores ambientais e sobre como eles influenciam no crescimento populacional da praga e como eles podem interferir na intensidade de ataque da praga sobre a cultura (KOGAN, 1998).

A utilização de estratégias precisas para o controle do bicho mineiro do café é de grande valia, pois altas infestações desta praga, podem ocasionar em uma grande perda na produtividade, devido a uma intensa desfolha que a planta pode sofrer com o seu ataque. A flutuação populacional do *Leucoptera coffella* pode variar muito de uma região para outra, devido principalmente aos fatores ambientais, sendo necessário o desenvolvimento de estratégias de amostragens e táticas de controle regionalizadas (MATIELLO, 1991).

Em certas regiões com altas infestações do bicho-mineiro, o início do controle começa nos meses de novembro e dezembro, realizado por meio do controle químico preventivo, uma vez que o primeiro ciclo do inseto se inicia entre os meses de março a abril, época favorável à emergência de adultos de crisálidas que estavam em diapausa. Esta aplicação preventiva deve ser realizada com eficiência, para reduzir outros picos populacionais durante o ano. Dessa forma, o produtor geralmente faz uma aplicação de um inseticida sistêmico em novembro e complementa com uma nova aplicação em fevereiro, também de um inseticida sistêmico. A partir de maio, deve-se iniciar o monitoramento da infestação do bicho-mineiro, no terço superior do cafeeiro, e caso forem encontradas de 20 a 30% de folhas minadas em 200 folhas coletadas de cada talhão, novas pulverizações devem ser realizadas por meio de misturas de inseticidas com diferentes modos de ação, visando matar ovos, lagartas dentro das minas e

também adultos do bicho-mineiro. Após o período de controle dessa última pulverização, é feito novo monitoramento e novas pulverizações podem ser necessárias em função da presença de minas intactas no cafeeiro (MESQUITA et al., 2016; PARRA; REIS, 2013; SOUZA; REIS; RIGITANO, 1998).

Verifica-se que o controle químico é a tática mais utilizada para reduzir os danos causados pelo bicho-mineiro. No entanto, seu uso intenso causa efeitos negativos, como a mortalidade de inimigos naturais, resíduos de produtos no ambiente, e promove a seleção de populações resistentes da praga. A seleção de populações resistentes de *L. coffeella* levou inseticidas convencionais, como organofosforados e piretroides, a se tornarem ineficientes no seu controle na região do cerrado de Minas Gerais. Nos últimos anos a busca por métodos alternativos, menos agressivos do ponto de vista ambiental e visando reduzir o risco do desenvolvimento de populações resistentes as moléculas químicas, pesquisadores vem se mobilizando no desenvolvimento de cultivares resistentes ao bicho-mineiro (GUERREIRO FILHO; SILVAROLLA; ESKES, 1999; SOUZA, 2017).

2.4 Resistência de Plantas a *Leucoptera coffella*

O uso de cultivares resistentes é uma das alternativas mais promissora para o Manejo Integrado de Pragas. Plantas são tidas como resistentes quando suportam o ataque ou uma menor intensidade de injúria ocasionado por um inseto-praga quando comparada a outras plantas suscetíveis, presentes em mesmas condições de ambiente. A resistência pode ser conferida devido a presença de um único gene ou mais que apresentam expressões fenotípicas, esses genes são selecionados naturalmente devido a herbivoria ocasionado pelas pragas ou através de métodos de melhoramento genético (BOIÇA JÚNIOR et al., 2015).

O desenvolvimento de cultivares de café tem sido realizado por meio de técnicas clássicas e moleculares de seleção. Pesquisas vêm sendo realizada para obter informações sobre a expressão e o tipo de resistência de cultivares de café ao bicho-mineiro. As principais características investigadas nas diferentes espécies de café resistentes são anatomia foliar, morfologia das folhas, desenvolvimento fenológico e compostos fitoquímicos (GUERREIRO FILHO, 2006).

Para o desenvolvimento de variedades resistentes e recomendações de cultivares comerciais resistentes a *L. coffeella*, há a necessidade de avaliações em condições de campo, ambiente protegido e laboratório. Nestes ambientes é essencial a avaliação das injúrias causadas pelo inseto-praga às plantas. Segundo Waquil et al. (2019), os danos causados pelos

pelas pragas podem ser visualmente contabilizados através do uso de escalas de notas, por meio da área foliar ou com base na diferença de peso antes e depois da injúria foliar.

Alguns programas de melhoramento visam o desenvolvimento de cultivares resistentes às pragas, no entanto, envolvem milhares de genótipos, alguns pesquisadores vêm utilizando escalas diagramáticas ou visuais de notas de injúria, pois possibilitam identificar de maneira rápida e eficiente diferenças significativas entre os materiais estudados. Sendo essas escalas eficientes para identificar de maneira precisa plantas resistentes, intermediárias e suscetíveis, devendo também serem práticas e de fácil utilização uma vez que, em programas de melhoramento milhares de genótipos são avaliados (DAVIS et al. 1992).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O ensaio ocorreu entre maio e agosto de 2019, época de pico populacional do bicho-mineiro, realizado no município de Lavras, localizada na região Sul de Minas Gerais, no painel de cultivares do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia do Café (INCT-Café), na Universidade federal de lavras (UFLA). Os tratos culturais realizados na área experimental foram os mesmos recomendados para o manejo convencional da cultura do café, porém com a ausência de aplicação de defensivos agrícolas e irrigação.

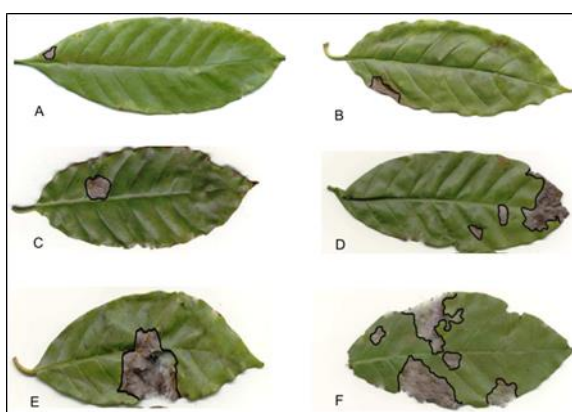
A área experimental foi dividida em três blocos casualizados, cada parcela contendo 10 plantas com espaçamento de 3,5 x 0,75 m, considerando como área útil das parcelas as seis plantas centrais. Os materiais avaliados foram as cultivares Aranãs RH, Arara, Catucaí Amarelo 2SL, Siriema AS1, e os clones Clone 224 e Clone 312.

Foram coletadas ao acaso três folhas do terceiro/quarto par de folhas de ramos do terço médio das plantas, levadas ao Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos e MIP, e avaliadas quanto à porcentagem de folhas com presença de minas, número de minas por folhas e intensidade de injúria utilizando-se uma escala diagramática de severidade do bicho-mineiro proposta por Vieira Júnior (2011), para uso em *C. canephora* (Figura 1). Posteriormente, as folhas foram digitalizadas com uma câmera e a área foliar minada quantificada por meio do software ImageJ, obtendo-se com precisão a porcentagem da injúria foliar em cada folha. Os

dados de intensidade de injúria (%) avaliada por meio da escala visual foram correlacionados com a porcentagem de área foliar minada fornecida pelo software ImageJ.

A escala diagramática de severidade para o bicho-mineiro utilizada neste estudo, apresenta seis níveis, variando de 0,5% a 25% e foi elaborada por Vieira Júnior (2011) para quantificar os danos provocados por *Leucoptera coffeella* em folhas de *Coffea canphora* (Figura1).

Figura 1 – Escala diagramática de severidade do bicho-mineiro do cafeeiro, a) 0,5%; b) 2%; c) 5%; d) 10%; e) 15%; f) 25%.



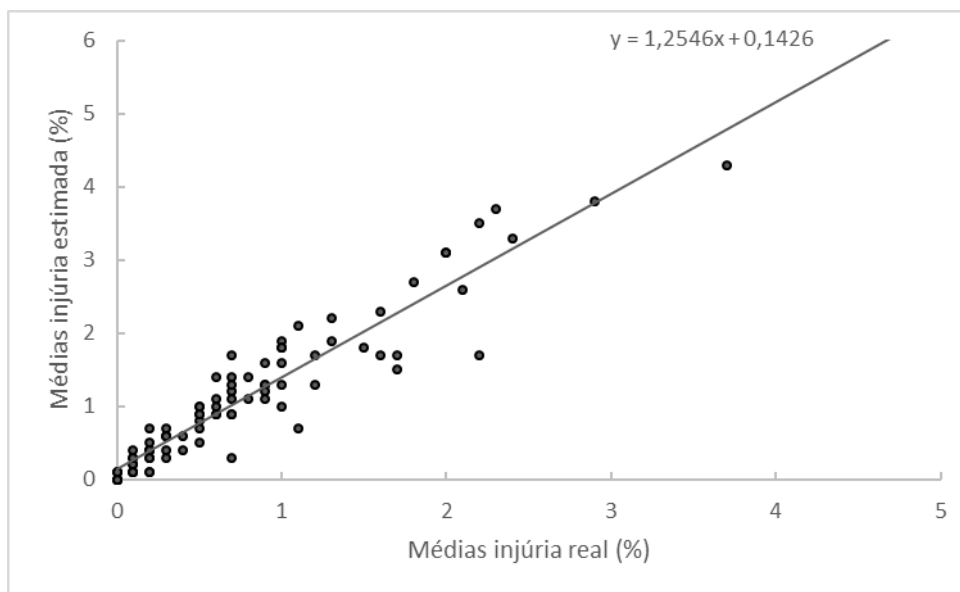
Fonte: VIEIRA JÚNIOR et al. (2011).

Os dados de intensidade de injúria (%) avaliada por meio da escala visual foram correlacionados com a porcentagem de área foliar minada fornecida pelo software ImageJ. Os parâmetros número de minas por folha e intensidade de injúria foram correlacionados com a porcentagem de infestação da praga em campo e com a intensidade de injúria nas cultivares resistentes e suscetíveis por meio da análise de correlação de Spearman ou Pearson, em função do ajuste dos dados à curva normal e teste de Bartlett para homocedasticidade. Para o ajuste do modelo os parâmetros analisados foram a significância do modelo, o coeficiente de determinação e o sentido biológico da curva. O software IBM® SPSS® Statistics (Versão 21) foi utilizado para as análises estatísticas e os gráficos foram feitos no Excel.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da severidade de ataque do Bicho-mineiro em campo obtidos através da escala diagramática foram significativamente correlacionados com a injúria real fornecida a partir da análise das folhas infestadas no software ImageJ. A regressão linear simples mostrou que a escala diagramática é capaz de prever a injúria real provocada por *L. coffeella* [$F(1, 88) = 777,3$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,898$]. Assim, os valores de severidade estimadas com a escala diagramática elaborada por Vieira júnior (2011) apresentou alta precisão, com coeficiente de determinação de 0,89, indicando que os valores estimados de severidade foram fortemente correlacionados com a injúria real (Figura 2).

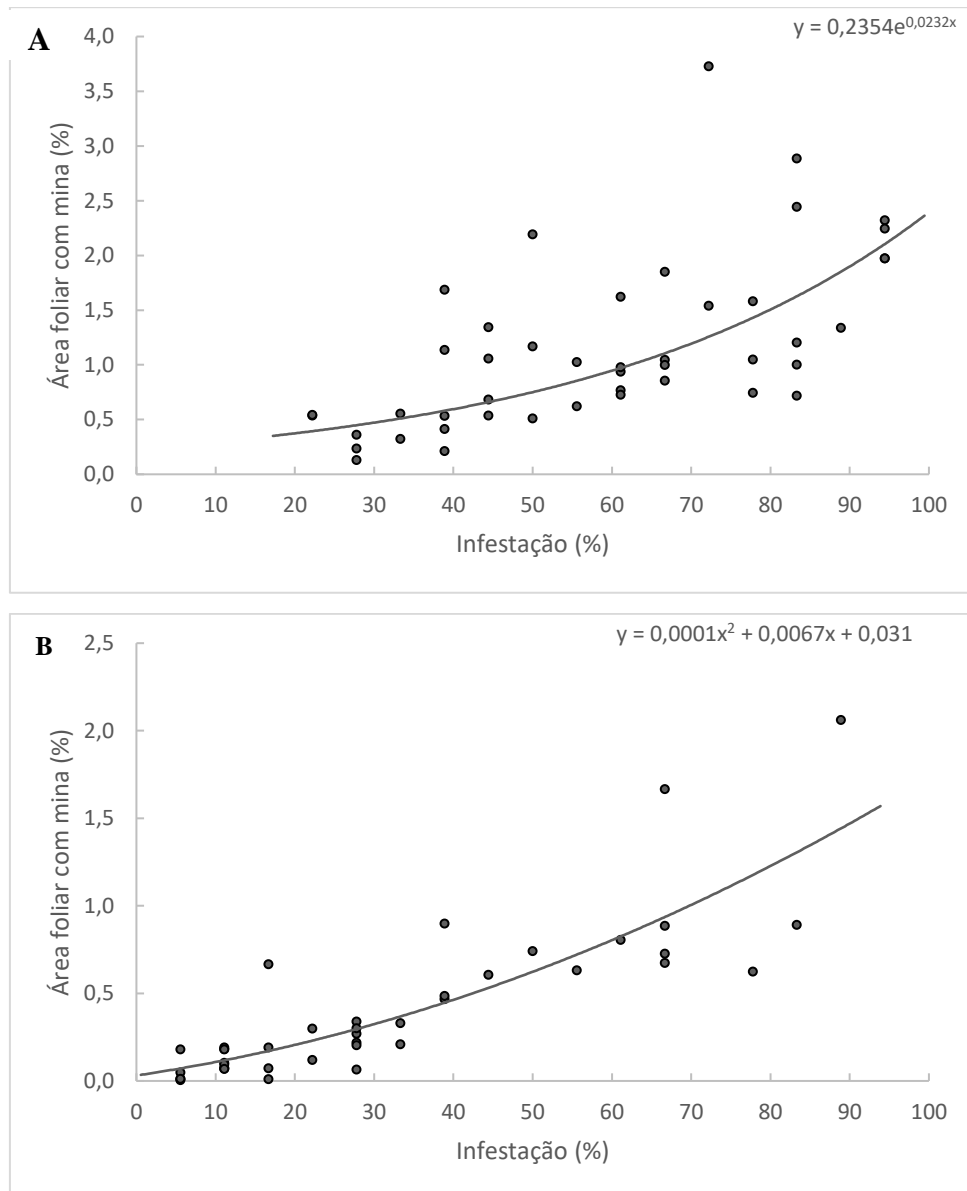
Figura 2 – Regressão Linear entre as médias da Injúria estimada versus a Injúria Real. Onde: 1,2546= coeficiente angular da reta; 0,1426= coeficiente linear ou intercepto.



Na avaliação da infestação e severidade de ataque do bicho-mineiro nas cultivares suscetíveis, foram observadas infestações médias entre 20% e 95%. Houve forte correlação positiva entre esses dois parâmetros tanto nas cultivares suscetíveis [$F(1, 43) = 40,81$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,487$] como nas resistentes [$F(2, 38) = 48,07$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,717$] (Figuras 3A e 3B). O uso da escala visual para avaliação em campo permitiu observarmos que há um gradiente de resposta diferente para a variável severidade de dano entre cultivares suscetíveis e cultivares

resistentes, sendo as menores severidades observadas nas cultivares resistentes, embora essas cultivares apresentaram infestações por vezes próximas de 90%.

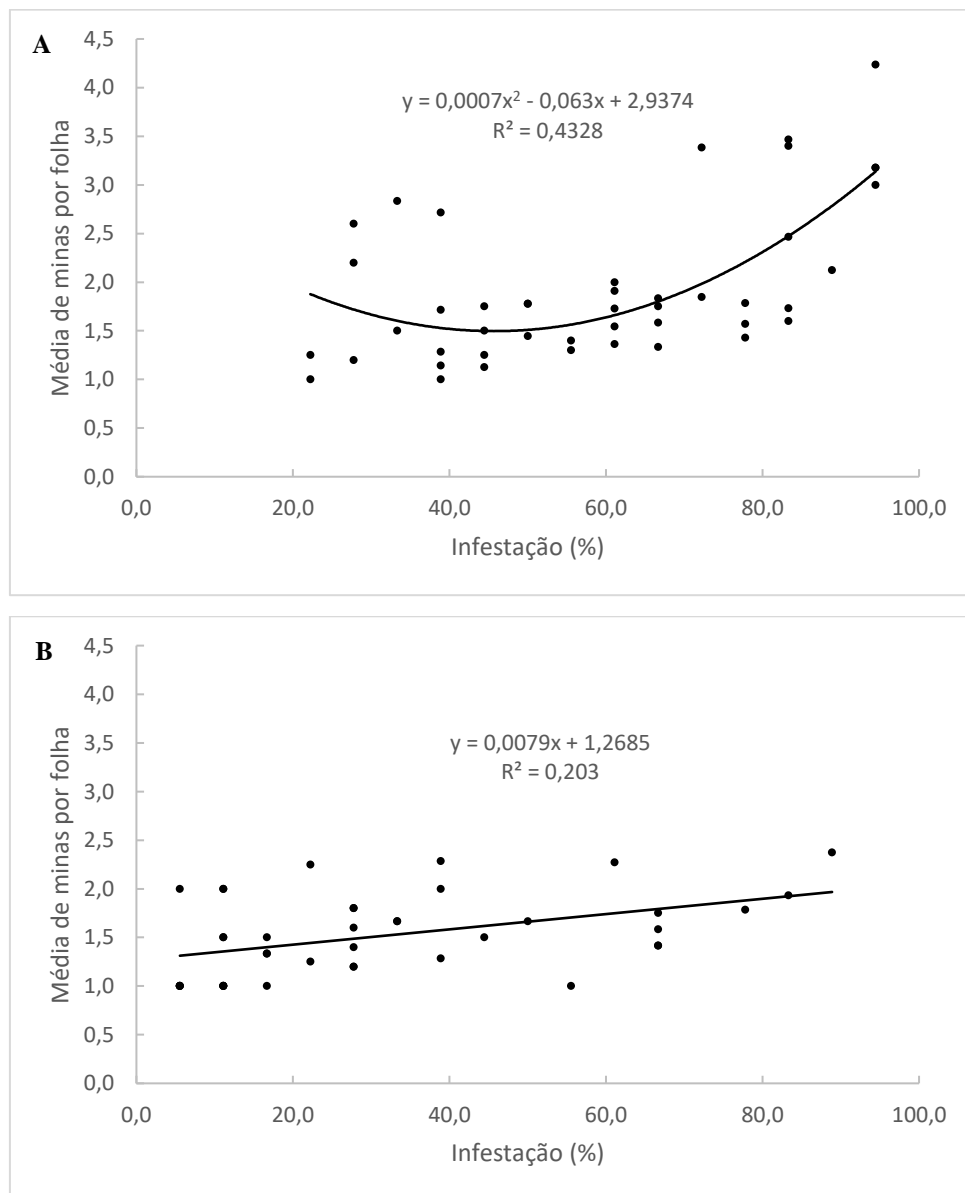
Figura 3 – A: Curva ajustada para as variáveis Área foliar com mina versus Infestação em cultivares suscetíveis. Coeficiente de correlação de Spearman= 0,69. B: Curva ajustada para as variáveis Área foliar com mina versus Infestação em cultivares resistentes. Coeficiente de correlação de Spearman= 0,87.



Na avaliação do número de minas por folhas em função da infestação, observamos nas cultivares suscetíveis [$F(2, 42) = 16,024$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,433$] uma tendência do número de minas por folha se manter constante até certo nível de infestação por bicho-mineiro, porém ao atingir altos níveis observamos um aumento progressivo no número de minas por folha (Figura 4A).

Para as cultivares resistentes o número de minas por folha seguiu uma tendência linear, onde o aumento da infestação de *L. coffeella* levou a um aumento do número de minas por folha, embora reduzido, como podemos ver por meio da pequena inclinação da reta [$F(1, 39) = 9,933$; $p = 0,003$; $R^2 = 0,203$] (Figura 4B).

Figura 4 – Curva ajustada para as variáveis Número de minas por folha versus Infestação em cultivares suscetíveis. Coeficiente de correlação de Spearman= 0,53. B: Curva ajustada para as variáveis Número de minas por folha versus Infestação em cultivares resistentes. Coeficiente de correlação de Spearman= 0,46.

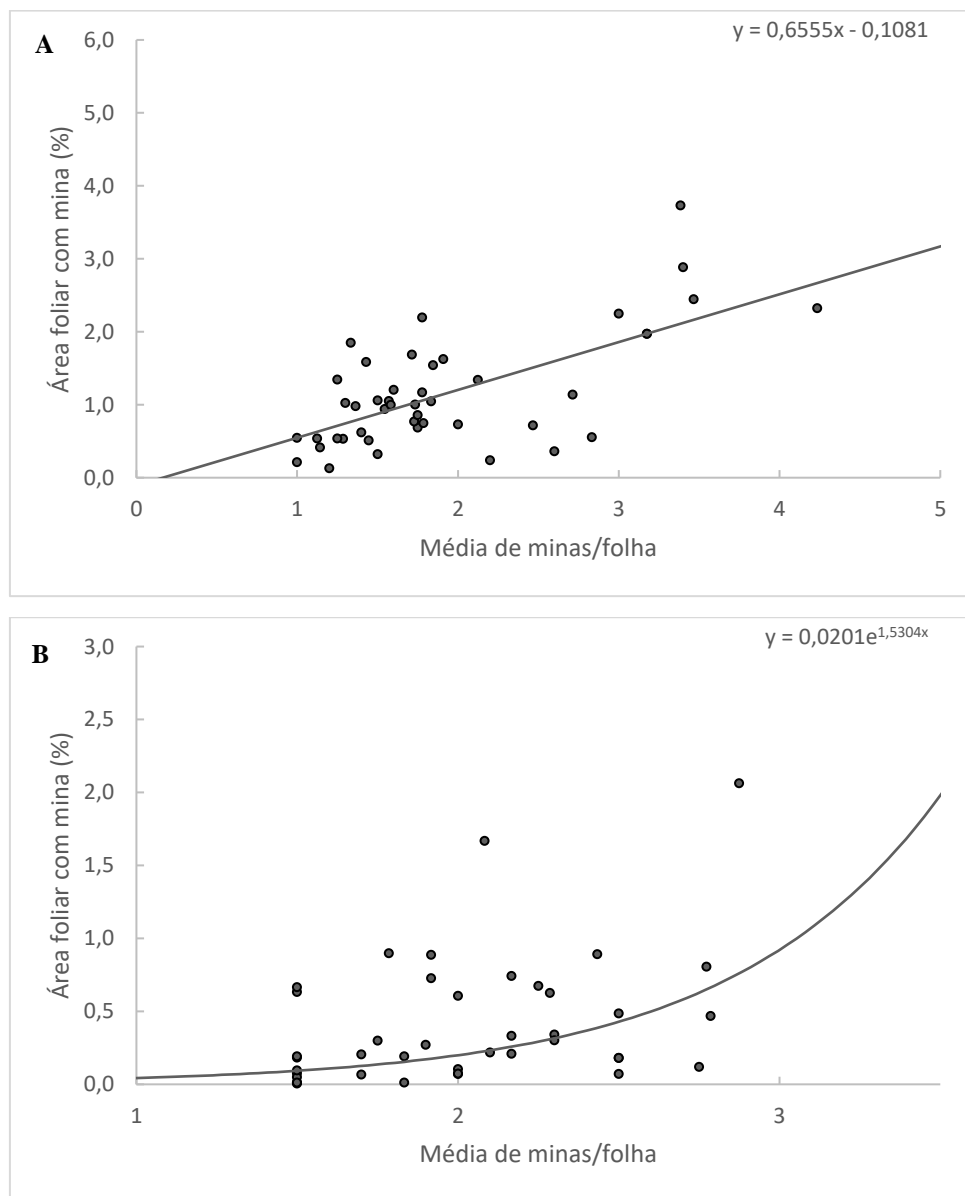


Observamos que houve uma correlação moderada entre os parâmetros área foliar com mina e número de minas por folha, tanto nas cultivares resistentes como nas suscetíveis. Nas cultivares suscetíveis houve uma tendência linear do aumento da porcentagem de área foliar

com mina em função do aumento do número de minas por folha [$F(1, 43) = 33,045$; $p < 0,001$; $R^2 = 0,435$] (Figura 5A).

Para as cultivares resistentes a porcentagem de área foliar com mina ficou concentrada em poucos pontos da escala o que é já se esperava, pois as cultivares resistentes inibem ou retardam o desenvolvimento das lagartas, o que reflete no tamanho das minas observadas (Figura 5B).

Figura 5 – Curva ajustada para as variáveis Área foliar com mina versus Número de minas por folha em cultivares suscetíveis. Coeficiente de correlação de Spearman= 0,54. B: Curva ajustada para as variáveis Área foliar com mina versus Número de minas por folha em cultivares resistentes. Coeficiente de correlação de Spearman= 0,40.



Segundo Nutter ; Schultz (1995) a avaliação da severidade de insetos ou doenças com um sistema padronizado, como por exemplo com uma escala diagramática, permite comparar os resultados obtidos diferentes locais e instituições. E além dessa padronização da avaliação, observamos neste trabalho que apenas a observação da porcentagem de infestação de *L. coffeella* em campo não seria suficiente para discriminar cultivares resistentes das cultivares suscetíveis, uma vez que altas infestações foram observadas nas cultivares resistentes, porém com baixa intensidade de injúria nas folhas, conforme observamos com a utilização da escala diagramática de severidade do Bicho-mineiro. Segundo Davis (1992) o gradiente de severidade observado entre os genótipos resistentes e suscetíveis pode ser avaliado por meio de escalas visuais, permitindo classificar as plantas em resistentes, moderadamente resistentes e suscetíveis.

A concentração da intensidade da injúria em poucos pontos da escala nas cultivares resistentes já era de se esperar, uma vez que os genótipos resistentes neste estudo são oriundos de cruzamentos entre a espécie resistente *Coffea racemosa* e *C. arabica*. As plantas originadas desses cruzamentos são denominadas de Siriema. Segundo Guerreiro-Filho, Medina Filho e Carvalho (1991) a inibição na formação de minas é provavelmente devido à ação de compostos fitoquímicos produzidos pela espécie resistente que interferem no desenvolvimento das lagartas, conseqüentemente formando minas de tamanho reduzido nas folhas do café, sendo portanto um exemplo de resistência por antibiose.

Inicialmente esses genótipos foram agrupados quanto à uma escala qualitativa de lesões, onde foram consideradas lesões pontuais (resistentes) ou lesões filiformes pequenas (moderadamente resistentes), enquanto lesões grandes e irregulares ou arredondadas foram classificadas como suscetíveis ao bicho-mineiro (GUERREIRO-FILHO; MEDINA-FILHO; CARVALHO, 1991; GUERREIRO FILHO; SILVAROLLA; ESKES, 1999; GUERREIRO FILHO, 2006).

Desta forma destacamos a importância do desenvolvimento e validação de uma escala quantitativa de severidade para avaliações em campo do bicho-mineiro para identificação de genótipos ou mesmo cultivares comerciais com diferentes gradientes de resistência e sejam avaliadas de forma prática e padronizada.

As análises das interações significativas entre porcentagem da área foliar com mina, infestação da praga, número de minas e cultivares resistentes e suscetíveis observadas neste trabalho reforçam a importância da utilização de uma escala visual de severidade para o Bicho-mineiro em *Coffea arabica*. A importância da utilização de uma escala para avaliação de pragas

é destacada em diversos outros trabalhos (DAVIS, 1992; SMITH, 2005; VIEIRA JÚNIOR 2011; WEBSTER; PORTER, 2000).

5 CONCLUSÃO

Podemos concluir neste trabalho que a escala diagramática de severidade para o bicho-mineiro elaborada por Vieira Júnior (2001) mostrou ser adequada para estimar a severidade do Bicho-mineiro em *Coffea arabica*, discriminando baixas, médias e altas intensidades de injúrias. Podendo ser utilizada para avaliações de campo, em experimentos como o monitoramento da flutuação populacional do inseto e avaliação de genótipos com diferentes graus de resistência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; SOUZA, B. H. S.; RIBEIRO, Z. A.; MORAES, R. F. O.; EDUARDO, W. I.; NOGUEIRA, L. A defesa das plantas ao ataque dos insetos. **Tópicos em Entomologia Agrícola VII**, n. January 2016, p. 161–179, 2015.
- BOX, H. E. The bionomics of the white coffee-leaf miner, leucoptera coffeella, guér., in Kenya Colony. (lepidoptera, lyonetidae.). **Bulletin of Entomological Research**, v. 14, n. 2, p. 133–145, 1923.
- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira 2012/2013. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2012/2013**, p. 1–29, 2020.
- DAVIS, F. M.; NG, S. S.; WILLIAMS, W. P. **Visual rating scales for screening whorl-stage corn for resistance to fall armyworm**. Mississippi: Agricultural and Forest Experiment Station, 1992. 9 p.
- GUERREIRO-FILHO, O.; MEDINA-FILHO, H. P.; CARVALHO, A. Fontes de resistência ao Bicho-mineiro *Perileucoptera coffeella*, em *Coffea* spp. **Bragantia**, v. 50, p. 45–55, 1991.
- GUERREIRO FILHO, O. **Coffee Leaf Miner Resistance**. v. 18, n. January, p. 109–117, 2006.
- GUERREIRO FILHO, O.; SILVAROLLA, M. B.; ESKEES, A. B. Expression and mode of inheritance of resistance in coffee to leaf miner *Perileucoptera coffeella*. **Euphytica**, v. 105, n. 1, p. 7–15, 1999.
- INFANTE, F. Pest Management Strategies Against the Coffee Berry Borer (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 66, n. 21, p. 5275–5280, 2018.
- KOGAN, M. Integrated pest management: Historical perspectives and contemporary developments. **Annual Review of Entomology**, v. 43, p. 243–270, 1998.
- LEITE, S. A. et al. Area-Wide Survey of Chlorantraniliprole Resistance and Control Failure Likelihood of the Neotropical Coffee Leaf Miner *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 113, n. 3, p. 1399–1410, 2020.
- NUTTER, F. W.; SCHULTZ, P. M. Improving the accuracy and precision of disease assessments: Selection of methods and use of computer-aided training programs. **Canadian Journal of Plant Pathology**, v. 17, n. 2, p. 174–184, 1995.
- OLIVEIRA, I. P. De; OLIVEIRA, L. C.; MOURA, C. S. F. T. Cultura de café: histórico, classificação botânica e fases de crescimento. **Revista Faculdade Montes Belos**, p. 17–32, 2012.

PARRA, J. R. P.; REIS, P. R. Manejo integrado para as principais pragas da cafeicultura , no Brasil. **Visão Agrícola**, n. 12, p. 47–50, 2013.

PEREIRA, E. J. G.; PICANÇO, M. C.; BACCI, L.; DELLA LUCIA, T. M. C.; SILVA, É. M.; FERNANDES, F. L. Natural mortality factors of *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae) on *Coffea arabica*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 17, n. 5, p. 441–455, 2007.

SMITH, C. M. **Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches**. Dordrecht: Springer, 2005. 423 p.

SOUZA, J. C.; REIS, P.; RIGITANO, R. L. O. **Bicho-mineiro do café: Biologia, dano e manejo integrado**. Boletim Técnico EPAMIG, 1998.

TEODORO, A. V. et al. Suscetibilidade de Cultivares de Milho à Lagarta-doCartucho *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Comunicado técnico 165**, p. 1–12, EMBRAPA, Dez. 2015.

SOUZA, J. C. de. Café: Controle do bicho-mineiro precisa ser feito a partir de agora para garantir grande safra em 2018. **Notícias Agrícolas**. 2017. Disponível em: <<https://www.noticiasagricolas.com.br>>. Acesso em 01 de Ago. 2021.

SOUZA, J. C.; REIS, P. R.; RIGITANO, R. L. O. **Bicho-mineiro do café: biologia, danos e manejo integrado**. Boletim técnico 54, 2. ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 1998. 48 p.

VIEIRA JÚNIOR, J. R. et al. Elaboração de escala diagramática de severidade para o bicho-mineiro do café. **Comunicado Técnico 373**, p.4, EMBRAPA, Porto Velho, RO, Set. 2011.

WEBSTER, J. A.; PORTER, D. R. Plant resistance components of two greenbug (Homoptera: Aphididae) resistant wheats. **Journal of Economic Entomology**, v. 93, n. 3, p. 1000-1004, 2000.