

3 DÉCADAS DE INOVAÇÕES NA CULTURA DO MILHO SAFRINHA: AVANÇOS E DESAFIOS

EDITORES

Aildson Pereira DUARTE

Alfredo TSUNECHIRO

Rogério Soares de FREITAS



**XVI SEMINÁRIO NACIONAL
DE MILHO SAFRINHA 2021**
3 DÉCADAS DE INOVAÇÕES:
AVANÇOS E DESAFIOS



**Governo do Estado de São Paulo
Secretaria de Agricultura e Abastecimento
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Instituto Agrônômico**

**Governador do Estado de São Paulo
João Doria**

**Secretário de Agricultura e Abastecimento
Itamar Borges**

**Secretário-executivo de Agricultura e Abastecimento
Francisco Matturro**

**Coordenador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Sergio Luiz dos Santos Tutui**

**Diretor Técnico de Departamento do Instituto Agrônômico
Marcos Guimarães de Andrade Landell**

**3 DÉCADAS DE INOVAÇÕES
NA CULTURA DO MILHO SAFRINHA:
AVANÇOS E DESAFIOS**

EDITORES

Aildson Pereira **DUARTE**

Alfredo **TSUNECHIRO**

Rogério Soares de **FREITAS**

Ficha elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação do Instituto Agronômico

D291 3 décadas de inovações na cultura do milho safrinha: avanços e desafios / editores: Aildson Pereira Duarte, Alfredo Tsunechiro, Rogério Soares de Freitas. Campinas, SP: Instituto Agronômico, 2021. 330 p. (on-line)

Versão on-line

ISBN: 978-65-88414-06-4

1. Milho safrinha. I. Duarte, Aildson Pereira. II. Tsunechiro, Alfredo. III. Freitas, Rogério Soares de. IV. Título.

CDD. 633.15

O Conteúdo do Texto é de Inteira Responsabilidade dos Autores.

Equipe participante desta publicação

Editoração Eletrônica: Cíntia Rafaela Amaro - Amaro Comunicação

Revisão: Lúcia Helena Signori Melo de Castro

Capa: NOVA MCP Comunicação

Instituto Agronômico

Centro de Comunicação e Transferência do Conhecimento

Caixa Postal 28

13012-970 Campinas (SP) - Brasil

www.iac.agricultura.sp.gov.br

SUMÁRIO

Página

| | |
|---|----|
| Apresentação..... | 1 |
| Autores..... | 2 |
| I. A GERAÇÃO DE TECNOLOGIAS E O SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA COMO INDUTORES DO DESENVOLVIMENTO DO MILHO SAFRINHA NO BRASIL..... | 3 |
| Resumo | 3 |
| 1. Introdução | 4 |
| 2. O início e o primeiro ciclo de expansão | 5 |
| 3. Principais contribuições das quinze edições presenciais do seminário | 6 |
| 4. A XVI edição no formato on-line | 14 |
| 5. Considerações finais | 16 |
| Referências..... | 17 |
| II. IMPACTO DA SAFRINHA E PERSPECTIVAS DO MERCADO DE MILHO NO BRASIL | 19 |
| Resumo | 19 |
| 1. Introdução | 20 |
| 2. Situação da safra 2020/21 | 20 |
| 3. Cenário atual do mercado de milho no Brasil | 24 |
| 4. Exportações brasileira de milho e o Arco Norte | 32 |
| 5. Considerações finais | 38 |
| Referências..... | 39 |
| III. IMPORTÂNCIA DO MILHO SAFRINHA E DOS CULTIVOS ALTERNATIVOS..... | 41 |
| Resumo | 41 |
| 1. Introdução | 42 |
| 2. Panorama da produção de milho no Brasil..... | 43 |
| 2.1. Área cultivada, produção e produtividade | 43 |
| 3. Inserção do milho safrinha nos sistemas de produção..... | 46 |
| 3.1. O milho na sucessão com soja..... | 46 |
| 3.2. O milho na rotação de culturas | 51 |
| 3.3. O milho na integração lavoura-pecuária..... | 53 |
| 3.4. O milho em sistemas de cultivos alternativos..... | 55 |
| 4. Benefícios agronômicos do milho safrinha | 57 |
| 4.1. No estabelecimento das culturas | 57 |
| 4.2. Na fertilidade do solo e ciclagem de nutrientes..... | 61 |
| 4.3. Na sanidade das culturas sucessoras..... | 64 |
| 5. Culturas de cobertura em substituição ao milho safrinha..... | 65 |
| 6. Considerações finais | 67 |
| Referências..... | 67 |

| | |
|---|-----|
| IV. ECOFISIOLOGIA: IMPACTOS DO AMBIENTE NA PLANTA DO MILHO | 69 |
| Resumo | 69 |
| 1. Introdução | 70 |
| 2. Comparação safra verão versus safrinha abordando as diferenças no ambiente..... | 70 |
| 2.1. Baixa disponibilidade hídrica | 71 |
| 2.2. Temperatura | 74 |
| 2.3. Radiação solar..... | 77 |
| 3. O que é preciso alterar no manejo do milho safrinha com base na ecofisiologia? | 78 |
| 4. Cultivares tolerantes à seca: quais os principais mecanismos fisiológicos? | 80 |
| 5. Importância do armazenamento de água no solo sob déficit hídrico | 82 |
| 6. A translocação de fotoassimilados e nutrientes é maior na safrinha - impactos na qualidade do colmo..... | 84 |
| 7. Qual milho usar na safrinha, os de ciclo superprecoces, ou precoces? .. | 85 |
| 8. Considerações finais | 90 |
| Agradecimentos | 91 |
| Referências..... | 91 |
| V. CONSTRUÇÃO DE PERFIL DO SOLO: APENAS MELHORIA QUÍMICA? | 95 |
| Resumo | 95 |
| 1. Introdução | 96 |
| 2. Construir perfil de solo: estratégia para viabilizar o uso do estoque de água disponível | 98 |
| 3. Compactação do solo: uma ameaça à produção agrícola | 101 |
| 4. Limitações hídricas em perfis de solos arenosos | 104 |
| 5. Manejo físico do solo como fundamento para a construção e manutenção do perfil de solo | 106 |
| 6. Considerações finais..... | 121 |
| Referências..... | 121 |
| VI. O QUE PODERÁ ACONTECER COM A AGRICULTURA NOS PRÓXIMOS 20 ANOS? | 124 |
| Resumo | 124 |
| 1. As três tecnologias que vão mudar a agricultura..... | 124 |
| 2. A agricultura e os modelos de organização no novo cenário global..... | 127 |
| 2.1. E como a agricultura será impactada por estes modelos de coopetição? | 133 |

| | |
|--|-----|
| 3. Perspectivas de alteração da estrutura produtiva..... | 134 |
| 4. Cultura digital para todos..... | 137 |
| 5. Avanços e novidades do setor de automação..... | 138 |
| 6. Considerações finais | 139 |
| Referências..... | 140 |

VII. DESAFIOS DO MANEJO DE PLANTAS DANINHAS NO MILHO SAFRINHA

| | |
|---|-----|
| MILHO SAFRINHA | 142 |
| Resumo | 142 |
| 1. Introdução..... | 143 |
| 2. Quando gastar os recursos destinado ao manejo de plantas daninhas?... 143 | |
| 3. Integração dos sistemas de controle soja - milho safrinha | 153 |
| 3.1. Desafios do sistema soja-milho safrinha..... | 155 |
| 3.2. Manejo de buva e de capim-amargoso resistentes ao glifosato | 156 |
| 3.3. O milho cultivado em consórcio com a braquiária (<i>Urochloa ruziziensis</i>) | 157 |
| 4. Novas tecnologias em milho safrinha..... | 159 |
| 4.1. Novos herbicidas | 159 |
| 4.2. Novas tecnologias: milho ENLIST | 160 |
| 5. Considerações finais | 162 |
| Referências..... | 163 |

VIII. PRINCÍPIOS E PRÁTICAS PRECONIZADAS PELO GRUPO ASSOCIADO DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL (GAAS) NO MANEJO DE PRAGAS DO MILHO SAFRINHA.....

| | |
|--|-----|
| ASSOCIADO DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL (GAAS) NO MANEJO DE PRAGAS DO MILHO SAFRINHA..... | 166 |
| Resumo | 166 |
| 1. Introdução..... | 167 |
| 2. Bases conceituais da agricultura sustentável e do manejo biológico de pragas e doenças | 168 |
| 3. Práticas gerais que auxiliam o manejo de pragas e doenças do milho safrinha | 171 |
| 3.1. Manejo da fertilidade | 171 |
| 3.2. Cultivo mínimo | 171 |
| 3.3. Manutenção do solo coberto | 172 |
| 3.4. Sucessões de culturas | 172 |
| 3.5. Plantio consorciado | 173 |
| 3.6. Manejo das emergentes | 173 |
| 3.7. Manejo da diversidade na paisagem | 173 |
| 3.8. Agentes de controle biológico | 174 |
| 3.9. Condução de solo supressivo..... | 175 |

| | |
|--|-----|
| 4. Considerações de práticas específicas para o manejo das principais pragas do milho..... | 176 |
| 4.1. Características e técnicas de manejo da lagarta-do-cartucho (<i>Spodoptera frugiperda</i>) e lagarta-da-espiga (<i>Helicoverpa zea</i>) ... | 176 |
| 4.2. Características e técnicas de manejo do nematóide das lesões (<i>Pratylenchus brachyurus</i>) | 181 |
| 4.3. Características e técnicas de manejo da cigarrinha-do-milho (<i>Dalbulus maidis</i>) | 183 |
| 5. Considerações finais | 183 |
| Referências..... | 184 |
| IX. ENFEZAMENTOS DO MILHO: BIOECOLOGIA DO INSETO-VETOR, SINTOMAS, DANOS E MANEJO..... | |
| Resumo | 187 |
| 1. Introdução | 188 |
| 2. Aspectos bioecológicos da cigarrinha-do-milho | 189 |
| 3. Plantas hospedeiras | 191 |
| 4. Como <i>Dalbulus maidis</i> sobrevive na entressafra do milho? | 192 |
| 5. Características da transmissão de fitopatógenos por <i>D. maidis</i> | 194 |
| 6. Enfezamentos do milho | 196 |
| 6.1. Sintomas | 198 |
| 6.2. Danos provocados pelos enfezamentos | 199 |
| 6.3. Estratégias de manejo dos enfezamentos e das populações de <i>Dalbulus maidis</i> | 200 |
| 7. Considerações finais | 204 |
| Referências..... | 205 |
| X. VIROSES DO MILHO: EPIDEMIOLOGIA, SINTOMAS E DIAGNOSE..... | |
| Resumo | 215 |
| 1. Introdução | 216 |
| 2. <i>Sugarcane Mosaic Virus</i> (SCMV) | 218 |
| 3. <i>Maize Yellow Mosaic Virus</i> (MAYMV) | 220 |
| 4. <i>Maize Striate Mosaic Virus</i> (MSMV) | 224 |
| 5. <i>Maize Rayado Fino Virus</i> | 225 |
| 6. Infecções mistas..... | 226 |
| 7. Manejo das viroses | 229 |
| Referências | 231 |

| | |
|--|-----|
| XI. BIOLOGIA, HOSPEDEIROS E MANEJO DE PULGÕES EM MILHO | 235 |
| Resumo | 235 |
| 1. Introdução | 236 |
| 2. Pulgões..... | 238 |
| 3. <i>Rhopalosiphum maidis</i> | 240 |
| 4. <i>Rhopalosiphum padi</i> | 241 |
| 5. Manejo de pulgões em milho..... | 242 |
| 6. Considerações finais | 251 |
| Agradecimentos | 252 |
| Referências..... | 252 |

| | |
|--|-----|
| XII. CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE MILHO SAFRINHA NA REGIÃO DE PARAGOMINAS, PA..... | 256 |
| Resumo | 256 |
| 1. Introdução | 257 |
| 2. Tecnologia de produção | 263 |
| 2.1. Semeadura e cultivares | 264 |
| 2.2. Adubação | 266 |
| 2.3. Controle de plantas daninhas | 267 |
| 2.4. Controle de pragas | 268 |
| 2.5. Controle de doenças..... | 268 |
| 2.6. Colheita..... | 270 |
| 3. Comercialização | 270 |
| 4. Considerações Finais | 271 |
| Agradecimentos | 272 |
| Referências..... | 272 |

| | |
|--|-----|
| XIII. SISTEMA DE PRODUÇÃO DE MILHO SAFRINHA NAS REGIÕES SUDOESTE, OESTE E CAMPO DAS VERTENTES DE MINAS GERAIS..... | 274 |
| Resumo | 274 |
| 1. Introdução | 274 |
| 2. Características das mesorregiões | 280 |
| 2.1. Oeste de Minas | 280 |
| 2.2. Sul e Sudoeste de Minas | 282 |
| 2.3. Campos das Vertentes | 285 |
| 3. Tecnologias de produção | 287 |
| 3.1. Semeadura e cultivares | 287 |

| | |
|---|-----|
| 3.2. Adubação | 290 |
| 3.3. Controle de plantas daninhas | 291 |
| 3.4. Controle de pragas | 292 |
| 3.5. Controle de doenças..... | 293 |
| 3.6. Colheita..... | 294 |
| 4. Comercialização | 294 |
| 5. Considerações finais | 295 |
| Referências..... | 296 |

XIV. CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE MILHO SAFRINHA NO ESTADO DE SANTA CATARINA

| | |
|--|-----|
| Resumo | 297 |
| 1. Caracterização da região e da sucessão de culturas..... | 297 |
| 2. Tecnologia de produção | 302 |
| 2.1. Semeadura e cultivares | 302 |
| 2.2. Adubação | 305 |
| 2.3. Controle de plantas daninhas | 306 |
| 2.4. Controle de pragas | 308 |
| 2.5. Controle de doenças..... | 310 |
| 2.6. Colheita..... | 313 |
| 3. Comercialização | 313 |
| 4. Considerações finais | 314 |
| Referências..... | 315 |

XV. HOMENAGENS AOS AGRICULTORES E TÉCNICOS

| | |
|---|-----|
| ATUANTES NA CULTURA DO MILHO SAFRINHA | 317 |
| 1. José Roberto Borges | 318 |
| 2. Dirceu Parmegiani | 320 |
| 3. Bruno Alísio Schlegel e Herbert Schlegel | 322 |
| 4. Gessi Ceccon | 325 |

APRESENTAÇÃO

O Seminário Nacional de Milho Safrinha, na sua 16ª edição, retorna ao local de origem, Assis, SP. Foi neste local que, em 1993, foi realizado o I Seminário, com a denominação de Seminário Sobre a Cultura do Milho Safrinha, promovido e realizado pelo Instituto Agrônomo de Campinas e Centro de Desenvolvimento do Vale do Paranapanema. A partir da 6ª edição do evento, realizado em 2001, em Londrina, PR, passou a ser denominado de Seminário Nacional de Milho Safrinha (SNMS) e promovido pela Associação Brasileira de Milho e Sorgo.

Durante esse período, a cultura do milho safrinha cresceu acentuadamente, acompanhando a expansão da soja e decréscimo do milho na safra de verão. A expansão da cultura do milho safrinha se deu não apenas no aspecto dimensional, de área cultivada e produção, mas também no aspecto qualitativo das lavouras, com melhor manejo e genéticas das plantas, minimizando os efeitos das adversidades bióticas e abióticas, graças ao processo contínuo de desenvolvimento das pesquisas científicas em todas as áreas da agronomia. As instituições públicas e privadas de pesquisa, em conjunto com a assistência técnica e os produtores, têm gerado inovações tecnológicas ao longo dos últimos trinta anos, a maioria delas divulgada e/ou discutida no SNMS.

Os acontecimentos recentes de natureza externa ao setor agrícola, como a ocorrência de pandemia do coronavírus, tem afetado a dinamicidade das atividades produtivas. Neste cenário, a pandemia do coronavírus provocou alteração no formato do XVI Seminário Nacional de Milho Safrinha, dada a impossibilidade de se aglomerar grande número de participantes em ambiente fechado, de sorte que se decidiu pelo formato on-line com a abertura presencial. Foi realizada uma conferência durante a cerimônia de abertura, e apresentadas 15 palestras on-line que foram discutidas em seis painéis temáticos.

Neste livro são publicados 15 capítulos, referentes à conferência e à maioria das palestras acima referidas, acrescidos de um capítulo alusivo às três décadas do milho safrinha com tecnologia e de outro as homenagens aos agricultores e técnicos. Os temas abordados nos capítulos contemplam áreas de economia, ecofisiologia do milho, impacto das novas tecnologias, produtos biológicos para estímulo do desenvolvimento das plantas e manejo de pragas, enfezamentos, viroses e pulgões, sistemas de produção em milho safrinha. Os textos foram elaborados pelos melhores especialistas do Brasil em cada área.

Os editores de "3 Décadas de Inovações na Cultura do Milho Safrinha: Avanços e Desafios" agradecem o esforço empreendido pelos autores, bem como a todos que participaram, direta ou indiretamente, no processo de preparo, revisão e acabamento da edição do presente livro.

XI. BIOLOGIA, HOSPEDEIROS E MANEJO DE PULGÕES EM MILHO

Rafael Major **Pitta** ⁽¹⁾

Simone Martins **Mendes** ⁽²⁾

RESUMO

O aumento da produção de milho na segunda safra no país trouxe consigo, dentre outros, o aumento da importância econômica de pulgões, sendo *Rhopalosiphum maidis* a principal espécie, ocorrendo principalmente no final do período vegetativo e início do período reprodutivo. Vários sintomas são relatados na lavoura em função do ataque intenso dessa praga, 1) transmissão de viroses à planta, 2) crescimento de fungos oportunistas (fumagina) em função da grande produção de *honeydew* sobre a folha, e finalmente, o sintoma mais raro, 3) a possibilidade da redução de polinização das espigas. Diante desse cenário, este capítulo sumariza as principais informações sobre a biologia da praga, seus principais hospedeiros e as estratégias para seu controle, bem como aborda a provável relação entre o aumento da frequência de controle da cigarrinha *Dalbulus maidis* (DeLong e Wolcot) (Homoptera: Cicadellidae) (vetora de fitopatógenos em milho) com o aumento da importância dos pulgões na cultura. Para embasar essa hipótese, realizou-se uma pesquisa on-line com produtores e consultores envolvidos com o cultivo milho. Os resultados revelam aumento da aplicação de inseticidas para o controle dessa praga, sobretudo o percentual de produtores que realizam mais de uma aplicação. Vale aqui

⁽¹⁾ Pesquisador Científico, Embrapa Agrossilvipastoril, Caixa Postal 343, CEP 78550-970, Sinop-MT. rafael.pitta@embrapa.br

⁽²⁾ Pesquisadora Científica, Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, CEP 35701970, Sete Lagoas-MG. simone.mendes@embrapa.br

ressaltar a importância do monitoramento da praga e o respeito de seu nível de controle como bases técnicas na tomada de decisão de controle a fim de garantir o uso rentável, eficaz e sustentável dos inseticidas nas lavouras.

Palavras-chave: *Rhopalosiphum maidis*, Mosaico comum do milho, MIP milho.

1. INTRODUÇÃO

O manejo de pragas na cultura do milho tem se tornado cada vez mais complexo, com aumento da importância de insetos sugadores no cultivo. Em uma série temporal, o percevejo barriga-verde *Disceraeus melacanthus* (DALLAS, 1851) (Heteroptera: Pentatomidae) é o primeiro sugador no cultivo a preocupar os agricultores (Figura 1A), pois seus danos podem reduzir o estande da lavoura. Em seguida, surgem as infestações da cigarrinha *Dalbulus maidis* (DeLong e Wolcot) (Hemiptera: Cicadellidae), vetora de patógenos causadores do enfezamento (Figura 1B) e, na fase final do período vegetativo, o pulgão do milho, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Homoptera), que é a principal espécie de pulgão na cultura (Figura 2).

Essa espécie de pulgão está disseminada em todas as regiões brasileiras produtoras de milho e ocorre normalmente no final do estágio vegetativo e início do estágio reprodutivo. Ao se alimentar da seiva da planta, os pulgões excretam uma substância açucarada denominada *honeydew* (mela), sobre a qual pode crescer a fumagina (fungo oportunista que pode reduzir a capacidade fotossintética da planta). Além disso, essa praga é vetora de viroses para a cultura e, em infestações extremamente elevadas podem alterar o processo de polinização das espigas. O aumento da produção de milho na segunda safra, trouxe consigo, dentre outros, o aumento da importância econômica dessa espécie-praga, sobretudo porque na principal época de ocorrência, depois do estágio de 12 folhas completamente formadas, a

incidência de chuvas nas principais regiões produtoras é mais escassa. Desta forma, objetivamos com esse capítulo revisitar as características das principais espécies de pulgão na cultura do milho, caracterizar sua ocorrência e principais estratégias de manejo, bem como abordar a correlação do aumento da importância da cigarrinha do milho com o aumento da importância dos pulgões, através de dados obtidos por uma pesquisa on-line com produtores e consultores envolvidos com o cultivo do milho. Nesse cenário, é fundamental ressaltar a necessidade do aumento de pesquisas que abordem métodos mais sustentáveis de controle, uma vez que as principais moléculas inseticidas se repetem para diferentes pragas na cultura, o que pode representar em um curto prazo o comprometimento das atuais estratégias de controle.

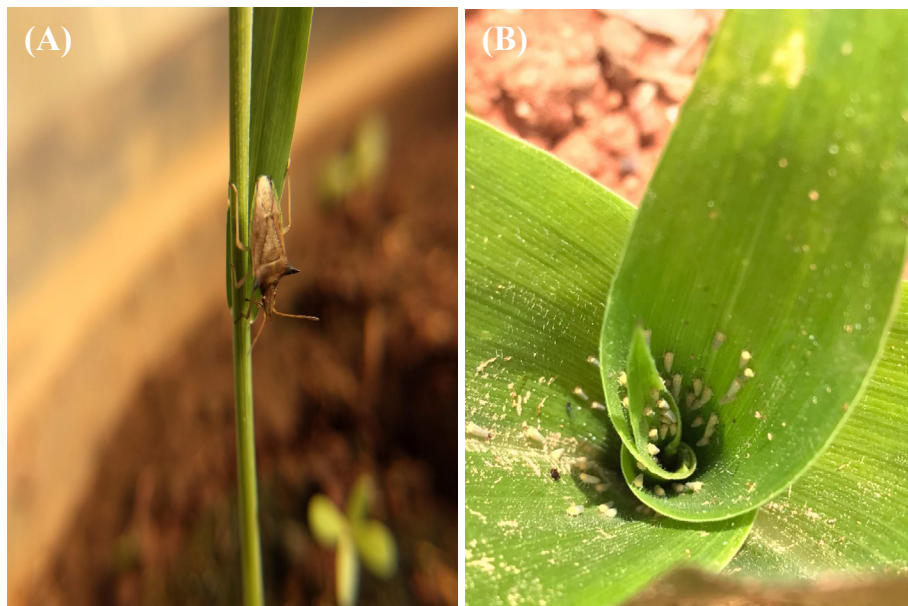


Figura 1. Adulto do percevejo barriga verde *Disceraeus* spp. (A) e Adultos da cigarrinha do milho *Dalbulus maidis* (B). Foto: Mendes, S. M.

2. PULGÕES

Os pulgões, um dos grupos de insetos-praga amplamente distribuídos geograficamente na agricultura, podem causar perdas de produtividade em diversos sistemas produtivos devido a danos diretos e indiretos as plantas. Os danos diretos são devidos à (1) sucção da seiva no floema, (2) injeção de substâncias contidas em sua saliva que podem ser tóxicas às plantas e (3) interferência na performance fisiológica das culturas. Seus danos indiretos são causados por (1) transmissão de vírus durante a alimentação e (2) excreção do *honeydew* que causa alterações na microflora presente na superfície das plantas que, por consequência, influenciará em sua fisiologia (WELLINGS et al., 1989).

Apesar da maior riqueza de espécies de pulgões ocorrer em regiões mais frias, esse grupo de insetos se adaptou às condições tropicais ou temperadas sem frio extremo, como no Brasil. Uma de suas adaptações foi se reproduzir por partenogêse telítoca, onde fêmeas virgens dão origem a outras fêmeas (PERKOVSKY e WEGIEREK, 2017).

As espécies mais comuns de afídeos encontradas em milho são *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (espécie predominante) e *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758) (Figuras 2 e 3). Em temperatura constante de 25 °C, o período médio dessas espécies para atingir fase adulta e se multiplicar é de seis dias e um número médio de ninfas produzidas de 40 ninfas/fêmea quando desenvolvidos em boas plantas hospedeiras (FONSECA et al., 2005; DESCAMPS e CHOPA, 2011).

Fatores como espécie ou cultivar, estado nutricional, estado de déficit hídrico e fase fenológica das plantas hospedeiras afetam o desenvolvimento e o potencial reprodutivo dos pulgões. Aqueel e Leather (2011) constataram variações significativas na biologia dos pulgões *R. padi* e *Sitobion avenae* (Fabricius, 1775) em função das cultivares de trigo hospedeiras, além de benefícios biológicos nas duas espécies, quando desenvolvidas em plantas adubadas com nitrogênio. Esse nutriente eleva a concentração de aminoácidos livres na seiva, que são uma fonte alimentar essencial para os pulgões (SANDSTRÖM

e MORAN, 1999). Plantas sob estresse hídrico também apresentam elevação na concentração de aminoácidos livres na seiva, fenômeno esse já comprovado com *R. maidis* quando alimentado em plantas de milho com restrição hídrica (MAIA et al., 2006).

Em relação à influência da fenologia da planta no desenvolvimento dos pulgões, a fase próxima ao florescimento é a mais propícia para o desenvolvimento dos pulgões (MAIA et al., 2005). Justamente a fase mais crítica da planta ao ataque da praga, uma vez que elevadas infestações produzem uma quantidade de *honeydew* capaz de impedir a entrada dos grãos de pólen no estilo-estigma da espiga e/ou dispersar os grãos de pólen devido à compactação gerada por essa substância (PEREIRA et al., 2006).



Figura 2. Ninfas e adultos do pulgão do milho, *Rhopalosiphum maidis*. Foto: Pitta, R. M.



Figura 3. Ninfas e adultos do pulgão-da-aveia, *Rhopalosiphum padi*. Foto: Pitta, R. M.

3. RHOPALOSIPHUM MAIDIS

Conhecido como pulgão-do-milho, os indivíduos ápteros têm formato oval, coloração verde-oliva a verde-azulado, antenas curtas e pernas, sífúnculos e cauda escuras. Se alimentam de folhas jovens de seus hospedeiros. Essa espécie é predominante no milho e provavelmente o principal afídeo-praga de cereais cultivados em climas tropical e temperado ao redor do mundo (BLACKMAN e EASTOP, 2017). *Rhopalosiphum maidis* pode também causar danos em diversas plantas daninhas de Poaceas e eventualmente Cyperacea e Typhaceae (RAZMJOU e GOLIZADEH, 2010).

4. *RHOPALOSIPHUM PADI*

Ápteros têm formato mais oval que *R. maidis*, variando sua coloração de um verde mosqueado com verde-amarelado ao verde-oliva, verde-oliva escuro ou preto-esverdeado, e muitas vezes com manchas ferrugíneas ao redor da base dos sífúnculos. Popularmente chamado de pulgão-da-aveia, *R. padi* ataca as principais espécies de cereais e pastagens de gramíneas e é provavelmente a principal praga dos cereais em clima temperado. Além de alimentar de diversas espécies de Poaceas, pode colonizar muitas outras monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas (BLACKMAN e EASTOP, 2017).

Além dos danos mencionados anteriormente, os pulgões são importantes vetores de vírus que infectam o milho. São eles: mosaico comum *Sugarcane mosaic virus* (SCMV), *Sorghum mosaic virus* (SrMV), *Maize dwarf mosaic virus* (MDMV), *Johnsongrass mosaic virus* (JGMV) (SHUKLA et al., 1994), *Zea mosaic virus* (ZeMV) (SEIFERS et al., 2000) e *Pennisetum mosaic virus* (PenMV) (DENG et al., 2008), sendo todos pertencentes ao gênero Potyvirus. Existe também *Sugarcane yellow leaf virus* pertencente aos Poleovirus (ELSAIED, 2013) e *Maize yellow mosaic virus* pertencente aos Polorovirus que também são transmitidos por pulgões (STEWART et al., 2020).

No Brasil, o principal vírus transmitido por pulgões que infecta o milho é SCMV (GONÇALVES et al., 2007), mas existem registros também de *Johnsongrass mosaic virus* detectado em plantas de sorgo (SOUZA et al., 2017) e *Maize yellow mosaic virus* em milho (GONÇALVES e DUARTE, 2021).

Uma característica epidemiológica importante de SCMV é que esse vírus infecta outras espécies de plantas, como cana-de-açúcar, sorgo e milho que, por diversas vezes, são cultivadas próximas uma da outra, braquiária *Urochloa brizantha*, teosinto *Euchlaena mexicana*, além de plantas daninhas, como capim marmelada *Urochloa plantaginea* e sorgo selvagem *Sorghum verticilliflorum*, intensificando assim a taxa de transmissão da doença (SOUZA et al., 2016). *Rhopalosiphum maidis*

e *R. padi* são as espécies mais eficientes na transmissão desse vírus, porém outras espécies pouco presentes em milho, como *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) e *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897) também são vetores (HASAN et al., 2003; SINGH et al., 2004), assim como podem transmitir outros vírus mencionados anteriormente.

5. MANEJO DE PULGÕES EM MILHO

A época da ocorrência dessa espécie de pulgão, concentrada no final do estágio vegetativo e início do reprodutivo, bem como o local de ocorrência (ponto de crescimento da planta), torna o manejo dessa praga particularmente difícil, uma vez que atingir o alvo com a lavoura de milho “fechada” não é tarefa fácil, mesmo com pulverizações aéreas. Contudo, mesmo dentro desse contexto o controle químico tem se tornado uma estratégia cada vez mais utilizada, principalmente com inseticidas de ação sistêmica, por conseguirem controlar os insetos que estão protegidos dentro do cartucho da planta, ao passo que inseticidas de contato só conseguem boa efetividade após o florescimento, pois os insetos se tornam alvos expostos.

Apesar da eficácia do controle químico, é preciso enfatizar que o manejo de pulgões ou de qualquer outra praga não deve ser alicerçado em apenas uma das estratégias de controle, pois tal prática se torna inviável a médio e longo prazo devido ao processo natural de seleção de indivíduos resistentes a determinada tática de controle. A evolução nos registros de pragas resistentes a inseticidas tem crescido em uma projeção preocupante, sendo um problema global a ser manejado (TABASHNIK et al., 2004).

Um fator importante no processo de evolução da resistência é o tempo de exposição de uma espécie ao seu agente controlador. Assim, é importante rotacionar o uso dos inseticidas em função de seus modos de ação para reduzir o tempo de exposição a determinada molécula ao longo das safras.

Apesar de ser uma estratégia óbvia, na prática isso se torna mais complexo, pois na lavoura coexistem diversas espécies-praga como, por exemplo, no milho onde temos o percevejo barriga-verde *Diceraeus* spp., a cigarrinha do milho *Dalbulus maidis* (DeLong e Wolcott, 1923), a lagarta *Spodoptera frugiperda* (Smith, 1797) e pulgões ocorrendo ao mesmo tempo em pelo menos algum momento do ciclo da planta. Dessa forma, a necessidade de controle para uma espécie-praga promove que outras espécies também entrem em contato com os inseticidas e, portanto, isso deve ser levado em consideração para a rotação de modos de ação.

A crescente importância econômica dos percevejos e da cigarrinha em milho acarretou o aumento do número de pulverizações de inseticidas e, como existem poucos grupos químicos de inseticidas registrados para seu controle e a maioria desses inseticidas também são utilizados para o controle de pulgões (Tabela 1), o período de exposição dessas espécies tem sido intensificado.

Além da preocupação com a resistência, o aumento da frequência de pulverizações de inseticidas para controlar insetos sugadores como *D. maidis*, importante transmissor de fitopatógenos no milho, pode elevar também o número de pulverizações para o controle de pulgões, devido à redução drástica da comunidade de inimigos naturais (predadores e parasitoides). Esse fenômeno pode ocorrer de maneira direta quando se utiliza inseticidas de largo espectro e, portanto, tanto pragas como inimigos naturais são mortos, ou de maneira indireta quando se utiliza inseticidas seletivos, porém de maneira intensiva. Apesar dos inseticidas seletivos não matarem os inimigos naturais, a comunidade pode reduzir em função da alta mortalidade de presas ou hospedeiros (fontes alimentares) e conseqüentemente, esses inimigos podem não permanecer no ambiente. Nesse cenário, reinfestações de insetos-praga ganham uma vantagem significativa, pois suas taxas de mortalidade causadas por inimigos naturais serão menores e então, a taxa de incremento de indivíduos a cada geração se torna potencializada.

Tabela 1. Ingredientes ativos (sub-grupo químico ou exemplo de ingrediente ativo) registrados para a cultura do milho para o controle de insetos-sugadores

| Ingredientes ativos | Produtos registrados | <i>R. maidis</i> | <i>D. maidis</i> | <i>D. furcatus</i> | <i>D. melacanthus</i> |
|--|----------------------|------------------|------------------|--------------------|-----------------------|
| Acefato (organofosforado) | 9 | | | | |
| acetamiprido (neonicotinoide) | 7 | | | | |
| acetamiprido (neonicotinoide) + alfa-cipermetrina (piretroide) | 2 | | | | |
| acetamiprido (neonicotinoide) + bifentrina (piretroide) | 1 | | | | |
| acetamiprido (neonicotinoide) + fenpropratrina (piretroide) | 1 | | | | |
| acetamiprido (neonicotinoide) + fipronil (fenilpirazol) | 1 | | | | |
| beta-ciflutrina (piretroide) + imidacloprido (neonicotinoide) | 1 | | | | |
| bifentrina (piretroide) + carbossulfano (carbamato) | 1 | | | | |
| bifentrina (piretroide) + cipermetrina (piretroide) | 1 | | | | |
| bifentrina (piretroide) + diafentiurom (diafentiurom) | 1 | | | | |
| bifentrina (piretroide) + imidacloprido (neonicotinoide) | 4 | | | | |
| bifentrina (piretroide) + metomil (carbamato) | 1 | | | | |
| cipermetrina (piretroide) + profenofós (organofosforado) | 2 | | | | |
| cipermetrina (piretroide) + tiametoxam (neonicotinoide) | 2 | | | | |
| Clotianidina (neonicotinoide) | 2 | | | | |
| Dinotefuram (neonicotinoide) + lambda-cialotrina (piretroide) | 1 | | | | |
| Etiprole (Fenilpirazol) | 1 | | | | |
| imidacloprido (neonicotinoide) + tiodicarbe (carbamato) | 1 | | | | |
| imidacloprido (neonicotinoide) | 8 | | | | |
| lambda-cialotrina (piretroide) + sulfoxaflor (sulfoxaminas) | 3 | | | | |
| lambda-cialotrina (piretroide) + tiametoxam (neonicotinoide) | 4 | | | | |
| lambda-cialotrina (piretroide) | 6 | | | | |
| metomil (carbamato) | 1 | | | | |
| tiametoxam (neonicotinoide) | 6 | | | | |

Gerado a partir da base de dados do Agrofit. https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Células em cinza significam que os produtos são registrados para espécie na respectiva coluna.

Para responder a essa hipótese de que o aumento da importância de *D. maidis* pode impactar em maior número de pulverizações para o controle de pulgões, foi enviado em agosto de 2021 um questionário eletrônico para produtores e extensionistas, via aplicativo de mensagens, perguntando o número de pulverizações realizadas para o controle de pulgões antes e após os crescentes prejuízos causados pelos mollicutes transmitidos por *D. maidis*.

Os resultados a seguir foram gerados a partir de 161 questionários oriundos de diversas localidades brasileiras produtoras de milho. Não será apresentado possíveis diferenças no controle da praga por região, pois não foi nosso objetivo com o estudo e, portanto, algumas parametrizações como amostragem proporcional em relação ao número de propriedades rurais em cada região e nível tecnológico dos produtores não foram realizadas.

Nota-se que com a intensificação do controle de *D. maidis*, o controle de pulgões em milho também passou a ser mais relevante para os produtores e consultores, pois quando a importância econômica de *D. maidis* era menor, 44% dos entrevistados não observavam necessidade de controle de pulgões, 43% realizavam em média uma pulverização, 11% realizaram duas pulverizações e apenas 2% chegaram a pulverizar três vezes para o controle da praga (Figura 4). No entanto, os entrevistados afirmaram que após o recente surto epidêmico de enfezamentos em milho e, portanto, o controle de cigarrinhas se tornou uma prática rotineira, apenas 30% dos entrevistados não realizaram pulverizações direcionadas para o controle de pulgões, 38% realizaram uma pulverização, 24% utilizaram duas pulverizações e 8% realizaram três pulverizações (Figura 5).

Das 161 respostas analisadas, em 38% delas houve acréscimo no número de pulverizações para o controle de pulgões após o aumento da importância econômica de *D. maidis*. Ao analisar exclusivamente esses entrevistados, nota-se que quando o controle de *D. maidis* não era uma atividade corriqueira, 44% delas não realizavam pulverizações, 39% realizavam em média uma pulverização e 22% realizavam até

duas pulverizações para controle de pulgões no passado. Portanto, as aplicações direcionadas para o controle de pulgões em milho não apenas aumentaram em frequência, mas também se tornaram mais comuns entre os produtores.

Embora os resultados do questionário sugiram que há aumento populacional de pulgões, após o aumento da importância econômica de *D. maidis*/enfezamentos nas lavouras de milho, não se pode afirmar categoricamente que os danos causados por pulgões são maiores atualmente, pois não há um monitoramento sistematizado das infestações da praga ao longo das safras.

Apesar dos métodos de monitoramento e nível de controle estarem estabelecidos pela pesquisa, na prática, o monitoramento das lavouras fica restrito a observações visuais, sem que haja contagem de insetos e frequência de plantas infestadas e, isso pode levar a falsas impressões de necessidade de controle.

Em função dos pontos elencados acima, fica evidente a importância de uma efetiva transferência de tecnologia para que os produtores rurais possam tomar suas decisões o mais tecnicamente possíveis. Entretanto, a quantidade de profissionais da extensão rural está aquém da necessidade brasileira. Investimentos em extensão rural são importantes para a implementação dos benefícios promovidos pela pesquisa como aumento da lucratividade dos produtores, segurança alimentar e proteção ambiental (BUENO et al., 2020).

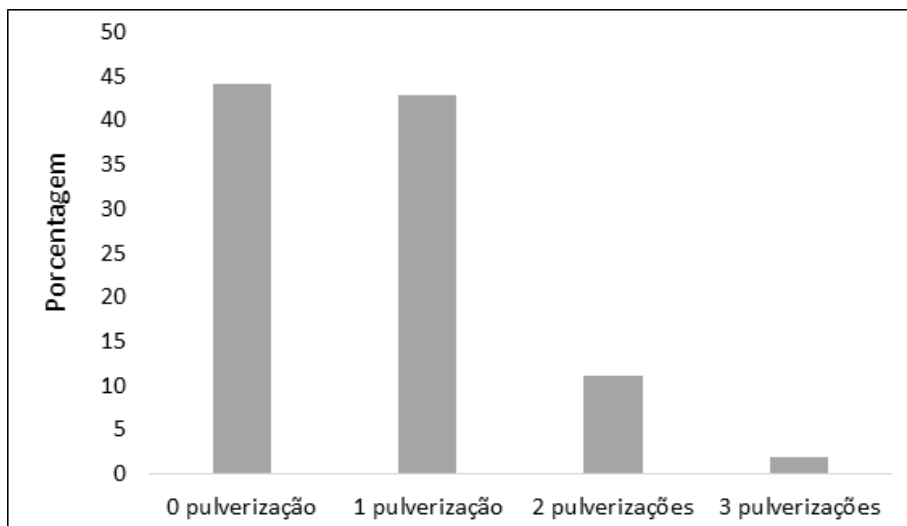


Figura 4. Número de pulverizações direcionadas ao controle de pulgões em milho quando a importância econômica de *Dalbulus maidis* era menor.

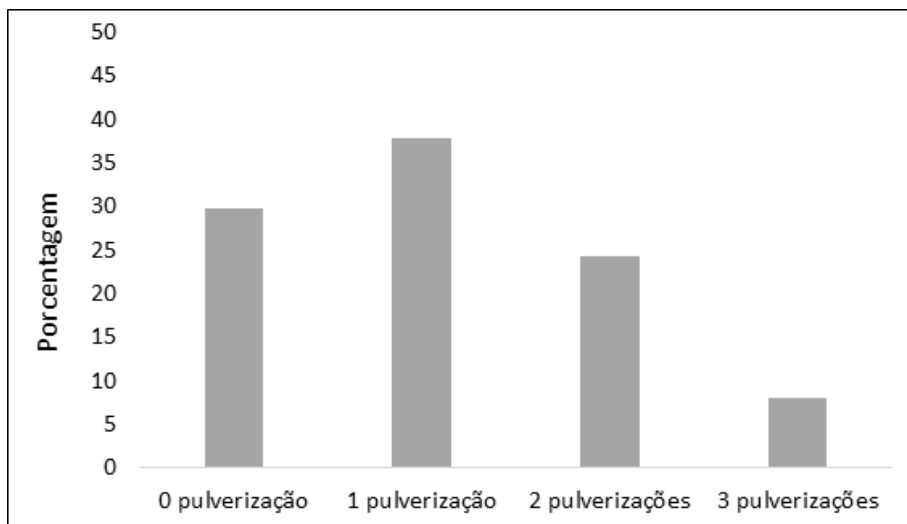


Figura 5. Número de pulverizações direcionadas ao controle de pulgões em milho após aumento da importância econômica de *Dalbulus maidis*.

São evidentes os malefícios do uso exacerbado de inseticidas e, portanto, é necessário que empreguemos o manejo integrado de pragas,

desde suas bases como identificar corretamente as espécies, amostrar de maneira correta as infestações das espécies-praga e respeitar seus respectivos níveis de controle. Pereira et al. (2006) recomendam que o monitoramento se inicie na fase vegetativa, classificando as plantas com as seguintes notas: 0 (sem pulgões), 1 (1 a 100 pulgões por planta) e 2 (mais de 100 pulgões por planta). Segundo os autores, o controle é justificado quando 50% das plantas estiverem com nota 2 e sob estresse hídrico.

Um engano comum dos monitores de pragas ao avaliar a infestação de pulgões é contabilizar como pulgões vivos as exúvias (exoesqueleto do inseto após a mudança de ínstar) e indivíduos mortos por parasitoides (múmias) por permanecerem aderidos as folhas (Figura 6B). Se o(a) profissional não souber reconhecer, pode superestimar a infestação de pulgões e optar por uma pulverização desnecessária. Normalmente, poucos dias após o florescimento, a taxa de parasitismo se torna bem elevada (Figura 6A), reduzindo a população da praga drasticamente.

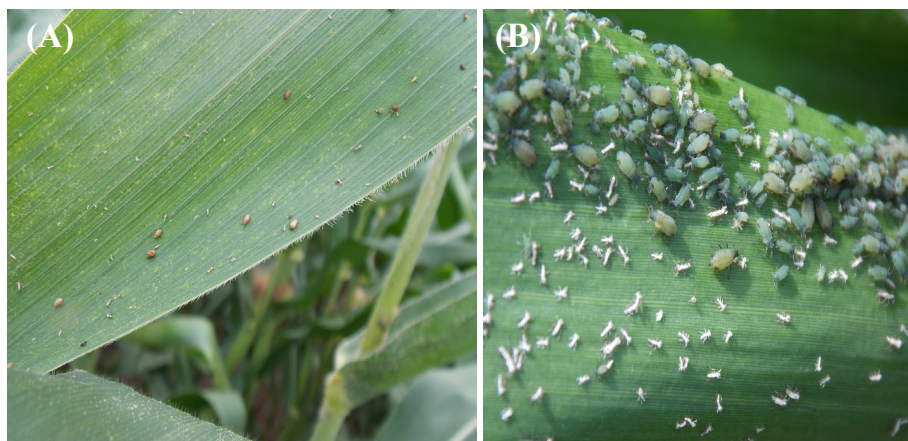


Figura 6. Indivíduos de *Rhopalosiphum maidis* parasitados com aspecto mumificado (A); indivíduos de *R. maidis* saudáveis ao lado de suas exúvias de coloração branca (B). Foto: Pitta, R. M.

Outros inimigos naturais dos pulgões como tesourinhas, crisopídeos, sirfídeos ocorrem abundantemente em milho e desempenham um importante papel na regulação populacional da praga (Figura 7). Quando respeitados os níveis de controle e utilizados produtos seletivos, os benefícios do controle biológico natural são potencializados.

Respeitar esses parâmetros para decisão de controle proporciona uma significativa economia nos custos de produção. Como mencionado, o manejo eficaz de qualquer praga demanda a integração de táticas de controle.

No caso dos pulgões, pode-se citar o emprego do manejo cultural ao se controlar plantas daninhas e tiguerras de culturas comerciais que hospedem os pulgões (milho, sorgo, aveia, trigo) (Figura 8). Esse manejo é fundamental para evitar a “ponte verde” e assim, as infestações iniciais na cultura serão baixas e por consequência a necessidade de controle e a taxa de transmissão de doenças serão menores.



Figura 7. Espécies de predadores de pulgões comumente encontrados em milho. Adulto e ninfas de tesourinha (A); larva de crisopídeo (B); adulto de joaninha (C) e adulto e larva de sirfideo (D). Foto: Pitta, R. M.



Figura 8. Plantas de milho tiguera na cultura da soja que antecederá o cultivo de milho (ponto verde para insetos como pulgões e cigarrinhas). Foto: Pitta, R. M.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo de pragas baseado excessivamente no controle químico tem tornado o sistema produtivo cada vez mais complexo e oneroso, ainda mais no caso de insetos vetores como os pulgões, pois baixas infestações já são capazes de comprometer o teto produtivo das culturas e seu manejo demanda esforços da entomologia e da fitopatologia.

Apesar das viroses transmitidas por pulgões não serem um dos principais fatores de redução de produtividade em milho, é possível que o problema se agrave futuramente, uma vez que se tem percebido aumento na necessidade de controle desses insetos.

Investimentos em pesquisa e transferência de tecnologia são fundamentais para a superação dos problemas fitossanitários em sistemas intensificados de cultivo.

AGRADECIMENTOS

A todos os produtores rurais e extensionistas que contribuíram com o preenchimento da planilha eletrônica sobre controle de insetos sugadores em milho.

REFERÊNCIAS

AQUEEL, M. A.; LEATHER, S. R. Effect of nitrogen fertilizer on the growth and survival of *Rhopalosiphum padi* (L.) and *Sitobion avenae* (F.) (Homoptera: Aphididae) on different wheat cultivars. **Crop Protection**, v. 30, p. 216-221, 2011.

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. Taxonomic issues. In: VAN EMDEN, H. F.; HARRINGTON, R. (Eds.). **Aphids as crop pests**. Oxfordshire: CABI, 2017. p. 1-27.

BUENO, A. F.; PANIZZI, A. R.; HUNT, T. E.; DOURADO, P. M.; PITTA, R. M.; GONÇALVES, J. Challenges for adoption of integrated pest management (ipm): the soybean example. **Neotropical Entomology**, v. 50, p. 5-20, 2020.

DENG, C. L.; WANG, W. J.; WANG, Z. Y.; JIANG, X.; CAO, Y.; ZHOU, T.; WANG, F. R.; LI, H. F.; FAN, Z. F. The genomic sequence and biological properties of *Pennisetum mosaic virus*, a novel monocot-infecting potyvirus. **Archives of Virology**, New York, v. 153, p. 921-927, 2008.

DESCAMPS, L. R.; CHOPA, C. S. Population growth of *Rhopalosiphum padi* L. (Homoptera: Aphididae) on different cereal crops from the semiarid pampas of Argentina under laboratory conditions. **Chilean Journal of Agriculture Research**, San Tiago, v. 71, n. 3, p. 390-394, 2011.

ELSAIED, A. I. Maize (*Zea mays* L.) constitutes a novel host to Sugarcane yellow leaf virus. **Canadian Journal of Plant Pathology**, Ontario, v. 35, p. 68-74, 2013.

FONSECA, A. R.; CRUZ, I.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Resistência de genótipos de sorgo ao pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae): II. Teste de confinamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 3, p. 323-334, 2005.

GONÇALVES, M. C.; MAIA, I. G.; GALLETI, S. R.; FANTIN, G. M. Infecção mista pelo *Sugarcane mosaic virus* e *Maize rayado fino virus* provoca danos na cultura do milho no estado de São Paulo. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 4, p. 348-352, 2007.

GONÇALVES, M. C.; DUARTE, A. P. Combate eficaz. **Cultivar**. Pelotas, n. 265, p. 12-14, 2021.

HASAN, M.; SAHI, G. M.; WAKIL, W.; IMANAT, Y. Aphid transmission of sugarcane mosaic virus (SCMV). **Pakistan Journal of Agriculture Sciences**, Faisalabad, v. 40, n. 1-2, p. 74-76, 2003.

MAIA, W. J. S.; CRUZ, I.; CARVALHO, C. F.; WAQUIL, J. M.; PINHO, R. G. V.; CARVALHO, S. P.; MAIA, T. J. A. F.; LOUREIRO, I. Efeito do estágio fenológico do milho (*Zea mays* L.) sobre a infestação pelo pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 3, p. 308-315, 2005.

MAIA, W. J. S.; LOUZADA, J. N. C.; CRUZ, I.; ECOLE, C. C.; MAIA, T. J. A. F. Efeito da umidade do solo na biologia de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 1, p. 37-47, 2006.

PEREIRA, P. R. V. da.; SALVADORI, J. R.; FIGUEIREDO, A.; FURIATTI, R. S. **Ocorrência do pulgão-do-milho *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856):** identificação, biologia e danos. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 5 p. (Comunicado Técnico 200).

PERKOVSKY, E.; WEGIEREK, P. Aphid-Buchnera-Ant symbiosis; or why are aphids rare in the tropics and very rare further south? **Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh**, Cambridge, v. 107, p. 297-310, 2017.

RAZMJOU, J.; GOLIZADEH, A. Performance of corn leaf aphid, *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) (Homoptera: Aphididae) on selected maize hybrids under laboratory conditions. **Applied Entomological and Zoology**, Tokio, v. 45, n. 2, p. 267-274, 2010.

SANDSTRÖM, J.; MORAN, N. How nutritionally imbalanced is phloem sap for aphids?. In: SIMPSON, S. J.; MORDUE, A. J.; HARDIE, J. (Eds.). **Proceedings of the 10th International Symposium on Insect-Plant Relationships**. Series Entomologica. Dordrecht Springer: Elsevier, 1999. p. 203-201.

SEIFERS, D. L.; SALOMON, R.; MARIE-JEANNE, V.; ALLIOT, B.; SIGNORET, P.; HABER, S.; LOBODA, A.; ENS, W.; SHE, Y. M.; STANDING, K. G. Characterization of a novel potyvirus isolated from maize in Israel. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 90, p. 505-513, 2000.

SOUZA, I. R. P.; MELLO, N. O.; CARVALHO, S. G. M.; RODRIGUES, J. A. S.; SABATO, E. O.; GONÇALVES, I. A. M.; BARROS, B. A. Potyvirus causando mosaico em plantas daninhas nas culturas do milho

e do sorgo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31. 2016. Bento Gonçalves. **Anais [...]** Bento Gonçalves: ABMSE, 2016.

SOUZA, I. R. P.; BARROS, B. A.; XAVIER, A. S.; CARVALHO, S. G. M.; SABATO, E. O.; GONÇALVES, I. A. M.; NODA, R. W.; RODRIGUES, J. A. S. Johnsongrass mosaic virus infecting sorghum in Brazil. **International Journal of Current Research**, Sakkardara, v. 9, n. 12, p. 63415-63422, 2017.

SHUKLA, D. D.; WARD, C. W.; BRUNT, A. A. The Potyviridae. Centre for Agriculture and Biosciences International. **Cambridge University Press**, Cambridge, UK. 1994. 516 p.

SINGH, B. U.; PADMAJA, P. G.; SEETHARAMA, N. Biology and management of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae), in sorghum: a review. **Crop Protection**, v. 23, n. 9, p. 739-755, 2004.

STEWART, L. R.; TODD, J.; WILLIE, K.; MASSAWE, D.; KHATRI, N. A recent discovered maize poleovirus causes leaf reddening symptoms in several maize genotypes and is transmitted by both the corn leaf aphid (*Rhopalosiphum maidis*) and the bird cherry-oat aphid (*Rhopalosiphum padi*). **Plant Disease**, Saint Paul, v. 104, p. 1589-1592, 2020.

TABASHNIK, B. E.; MOTA-SANCHEZ, D.; WHALON, M. E.; HOLLINGWORTH, R. M.; CARRIÈRE, Y. Defining terms for proactive management of resistance to bt crops and pesticides. **Journal of Economic Entomology**, Lanhan, v. 107, n. 2, p. 496-507, 2014.

WELLINGS, P. W.; WARD, S. A.; DIXON, A. F. G.; RABBINGE, R. Crop Loss Assessment. In: Aphids: MINKS, A. K.; HARREWIJN, P. (Eds.). **World Crop Pests**. Nova York: Elsevier, 1989. p. 49-63.