



Manejo de lagarta-do- -cartucho em sistemas de produção integrados com braquiária

COMUNICADO
TÉCNICO

260

Sete Lagoas, MG
Dezembro, 2023

Ivênio Rubens de Oliveira
Simone Martins Mendes
Paulo Afonso Viana
Álvaro Vilela de Resende
Ramon Costa Alvarenga
Emerson Borghi

Manejo de lagarta-do-cartucho em sistemas de produção integrados com braquiária¹

¹Ivênio Rubens de Oliveira, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia (Produção Vegetal), pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; Simone Martins Mendes, engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia/Entomologia, pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; Paulo Afonso Viana, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia /Entomologia, pesquisador aposentado da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; Álvaro Vilela de Resende, engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; Ramon Costa Alvarenga, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG; Emerson Borghi, engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia (Produção Vegetal), pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG.

Introdução

A lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith & Abbott) (Lepidoptera: Noctuidae), é um dos principais insetos-praga da cultura do milho, que traz grandes preocupações para o manejo de pragas no Brasil, seja na primeira ou na segunda safra. Além disso, é a principal praga-chave do milho em toda a América do Sul e, cada vez mais, tem se mostrado um inseto extremamente destrutivo. A situação é preocupante, uma vez que essa praga apresenta rápida adaptação às principais estratégias de manejo vigentes, que são o uso de plantas Bt (*Bacillus thuringiensis*) e controle químico. A *S. frugiperda* é um inseto polífono, ou seja, se alimenta em várias espécies de plantas. Esse hábito permite que ela permaneça no sistema de produção safra após safra, alimentando-se em plantas como braquiária, milheto e outras espécies vegetais que são relacionadas como hospedeiras. O manejo dela em campo

é complexo e leva em consideração o sistema de produção envolvido. Dessa forma, faz-se necessário entender mais sobre sua ocorrência e permanência em sistemas integrados de produção, como Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), que são cada vez mais adotados nas diferentes regiões do Brasil.

O ciclo de vida da lagarta-do-cartucho é completado em aproximadamente 25 dias, sendo em média 15 dias na fase de lagarta e em torno de 10 dias na fase de pupa, que ocorre no solo. Após o fim do ciclo, os adultos emergem e novamente ovipositam nas plantas das lavouras. Dessa forma, um dos grandes desafios para o manejo dessa espécie em lavouras de milho é fato de que muitas vezes ocorrerem gerações sobrepostas, sendo possível encontrar em um mesmo cartucho lagartas de estádios de desenvolvimento diferentes. Por isso, pode-se considerar que *S. frugiperda* é uma praga de fluxo contínuo em sistemas de produção envolvendo

o milho. No entanto, as medidas de controle estão sempre focadas nas lagartas menores e dificilmente são eficientes para as lagartas acima de 1,5 cm. Assim, manter o monitoramento constante é uma estratégia fundamental para a tomada de decisão, desde os estádios de desenvolvimento iniciais das plantas.

Manejo da praga

Para o monitoramento, é importante visar plantas até os estágios fenológicos de desenvolvimento vegetativo entre V8 e V9, o que corresponde a oito e nove folhas completamente desenvolvidas, respectivamente. Devem ser vistoriadas sempre as folhas do cartucho da planta, pois é o local em que as lagartas se alimentam. Na escala de notas visuais de 0 a 5, proposta por Carvalho (1970) para quantificação das injúrias causadas às folhas, 0 é quando as folhas não estão danificadas, 1 é quando as folhas estão raspadas, 2 é quando as folhas estão furadas, 3 é quando as folhas estão rasgadas, 4 é quando há lesão no cartucho e 5 é quando o cartucho está destruído. Quando a nota de injúria é de até 3, significa que as lagartas ainda estão pequenas e o controle será mais eficiente. Existem registrados no Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) diversos produtos para o controle de *S. frugiperda* (Brasil, c2003). A escolha deve certamente ser baseada na eficiência, na classe toxicologia e no baixo impacto aos inimigos naturais. O manejo integrado de pragas (MIP)

é uma filosofia na qual se preconiza a convivência com o inseto-praga em níveis que este não cause danos econômicos à cultura relacionada. Para essa convivência e esse manejo, é necessário obedecer alguns preceitos básicos, tais como reconhecimento e monitoramento da praga em condições de campo. Assim, é possível tomar a decisão adequada frente às diferentes estratégias disponíveis para o manejo de *S. frugiperda*. No entanto, estratégias de manejo usadas de forma isolada ou de forma inadequada têm sua eficiência limitada.

Dentro das principais estratégias de manejo, o uso da tecnologia Bt ainda é uma das principais no Brasil. Quando ingeridas pelos insetos, as bactérias liberam cristais com receptores para células epiteliais do intestino médio, que são tóxicos a esses insetos e os matam. De outra forma, os genes de Bt também podem ser utilizados em transgenia utilizada em plantas hospedeiras das pragas, transformando-as para serem resistentes a essas pragas (Valicente; Barreto, 2003). Com essa tecnologia, o produtor pode usufruir de vantagens como a eficiência de controle e a facilidade nos tratamentos culturais. Entretanto, a eficiência dela não é a mesma para todas as regiões produtoras de milho, porque há seleção de diferentes populações da lagarta-do-cartucho de acordo com a paisagem e o manejo de cada região (Souza et al., 2016). Assim, antes de comprar a semente, vale a pena conferir a eficiência dos eventos Bt para cada região. Além disso, não

se pode adotar a tecnologia Bt como estratégia exclusiva de MIP. Outras medidas, como o controle químico, podem ser necessárias. Também se ressalta que o plantio de uma área de refúgio com milho não Bt em pelo menos 10% da área cultivada deixou de ser uma recomendação e foi instituído em todo território nacional, com a Instrução Normativa nº 59, de 19 de dezembro de 2018 (Brasil, 2018). Essa medida independe se o sistema de produção é integrado ou não.

O controle químico sempre foi uma opção de manejo adotada pelos produtores no Brasil, embora sejam relatados casos de perda da eficiência de algumas moléculas, sobretudo em função do mal-uso. De maneira geral, o controle químico com uso de inseticidas para manejo das lagartas é recomendado quando a infestação da praga atingir um nível de controle (NC) em torno de 20% das plantas raspadas e/ou com início de folhas furadas, isto é, nota acima de 3 na escala de injúrias (Picanço et al., 2010).

O uso de controle biológico é outra estratégia importante. Atualmente, existem produtos biológicos registrados junto no Mapa para o controle de *S. frugiperda* em milho, como bioinseticidas à base de Bt e baculovírus, e também inimigos naturais comercializados, como é o caso da vespa *Trichogramma spp.* (*Hymenoptera: Trichogrammatidae*), um parasitoide de ovos de lagartas. Nesse caso, é necessário estar bem atento aos cuidados de utilização de cada produto.

Para o controle biológico, o momento certo da aplicação é fundamental. Por exemplo, o uso de *Trichogramma* deve ser feito com base nas informações obtidas a partir do monitoramento com armadilhas de feromônio, que capturam os machos de *S. frugiperda*. Quando nas armadilhas houver de três a quatro mariposas adultas, esse será o momento indicado para a liberação dos parasitoides. Esses agentes de controle biológico atuarão exclusivamente sobre os ovos da praga, por isso é necessário focar as liberações na fase de ovos de *S. frugiperda*. Já os bioinseticidas não têm efeito de *knock down*, ou seja, as lagartas não morrem imediatamente, mas paralisam a alimentação em até dois dias depois de infectadas por bactérias ou vírus. Nesse caso, o foco passa a ser as lagartas em seu estágio inicial, e elas não devem ter tamanho superior a 1 cm.

Pragas no milho

O milho tem diversas finalidades de uso, mas a principal é para produção de grãos e silagem. Esse grão pode ser plantado em diferentes épocas do ano (primeira safra e segunda safra), e, quando irrigado, ele pode ser plantado o ano todo. Assim, para um melhor estabelecimento de estratégias de controle, há uma necessidade constante de reconhecimento de quais pragas estão presentes na lavoura de milho. Dessa forma, existem hoje insetos-praga mais comuns na segunda safra, que ocorrem no Sul do Brasil, que são diferentes

daqueles que ocorrem no Centro-Oeste, e que podem ser diferentes dos que ocorrem na primeira safra no Sudeste. Sendo assim, o monitoramento também é importante para o reconhecimento das pragas e a escolha do manejo delas.

Quando se procede ao monitoramento da lagarta-do-cartucho, é importante que se tenha atenção a toda a fauna de artrópodes presentes na área. Muitas vezes, a simples presença de inimigos naturais dessa praga pode indicar que existe um controle natural em andamento e que apenas há a necessidade de um pouco mais de tempo para que o controle ocorra. A diversidade dessa fauna de artrópodes presentes dentro do agroecossistema é grande, sendo composta por pragas, inimigos naturais, e aqueles que não têm uma função definida, mas que são importantes para a manutenção do equilíbrio e da biodiversidade (Oliveira et al., 2006). No entanto, existem interações entre todos eles e elas devem ser levadas em conta, no momento da adoção de medidas de controle, para posterior repicagem e identificação dos espécimes.

Sistemas de produção integrados

Dois dos maiores gargalos em sistemas atuais de produção agropecuária, integrados ou não, são o custo do controle de pragas e a efetividade real das medidas de controle adotadas. São necessárias constantes informações que tenham alto potencial

de utilização em estratégias dentro dos sistemas ILP e ILPF, o que direcionará o uso de moléculas inseticidas mais adequadas em cada situação. Com os ajustes nos índices de tomada de decisão (nível de dano econômico (NDE) e nível de controle (NC)) e na validação deles, é possível identificar o momento ideal de se entrar com as medidas de controle da lagarta-do-cartucho, tanto no milho quanto nas outras culturas do sistema de produção, como soja e pastagens. Isso interferirá diretamente em várias etapas da atividade agropecuária, como na escolha de sementes (cultivares), de insumos (inseticidas), de tecnologia de aplicação de produtos e de comercialização, entre outras. Tudo poderá, no final do processo, reduzir os custos de produção com aumento do lucro na atividade agropecuária.

Os trabalhos se voltaram para entender a ação da lagarta-do-cartucho do milho, sendo que as aplicações de inseticidas para controle dessa praga foram conduzidas com o objetivo de ajustar os índices de tomada de decisão: NDE e NC. Pressupõe-se que pulverizações devam ser realizadas apenas quando a praga estiver abaixo do NDE e quando o prejuízo causado for igual ao custo de controle ao se atingir o NC, que é antes do NDE. Para tanto, é necessário o monitoramento populacional da praga.

Nas últimas décadas, houve uma mudança expressiva no cenário agrícola, que se ajustou às significativas mudanças dos sistemas de produção de

grãos. Em várias regiões, o milho passou a ser cultivado em sistema integrados, que envolvem outras culturas, como soja e pastagens. Os problemas com insetos-praga passaram a ter novos entraves, e os esforços desenvolvidos na área de fitossanidade buscaram a redução das perdas causadas por eles. O manejo adequado de pragas no agroecossistema constitui um dos principais componentes das boas práticas agrícolas (BPA). Foram estudados aspectos da biologia de insetos-praga, estabelecimento de NDE, e estratégias para controle e manejo de pragas. São ações que têm ligação direta com o sistema integrado de produção. O manejo de insetos precisa ser tratado dentro da dinâmica do sistema de produção, entendendo os desdobramentos possíveis de cada tomada de decisão, o que só é possível com a compreensão da biologia de cada um dos componentes envolvidos. Com isso, estaremos caminhando para a sustentabilidade na produção agropecuária.

Em estudo conduzido na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagos, MG), adotou-se o MIP como alternativa sustentável para o controle, uma vez que pulverizações foram realizadas apenas quando a praga estava abaixo do NDE. Para isso, estimou-se a densidade da praga, por meio de monitoramento populacional. Na cultura do milho, esse monitoramento foi feito por contagem direta ou pelo uso de armadilhas tipo Delta com feromônio. É importante considerar que os agentes de controle biológico natural que podem

estar presentes nas áreas auxiliam no MIP, interferindo diretamente na ocorrência de NDE e NC. As informações hoje existentes não consideram a cultura do milho inserido em sistema ILPF, o que pode alterar toda a fauna de agentes de controle biológico ou mesmo as interações da própria praga com o ambiente que esse sistema proporciona. Por isso, o objetivo é verificar se há a redução das populações de pragas e pulverizações com inseticidas a partir da adoção do monitoramento e dos níveis de controle em sistemas integrados com braquiária, utilizando-se também sistemas de plantio em monocultivo como contraponto comparativo.

Na safra agrícola 2017/2018, foi acompanhado o comportamento de seis híbridos de milho, plantados em consórcio com braquiária, no sistema Integração Lavoura-Pecuária (ILP), em relação ao ataque da lagarta-do-cartucho. Os híbridos foram os seguintes: BRS 1055 e BRS 3042 (na época, ainda em pré-lançamento pela Embrapa), ambos convencionais; RB9004PRO e RB9006PRO, tecnologias com reconhecida eficácia do evento transgênico Bt; e BG7036H e BG7037H, tecnologias Bt com quebra de resistência pela lagarta-do-cartucho. As sementes de milho foram tratadas com 400 mL/20 kg semente de imidacloprido/tiodocarbe (150 g/L/450 g/L). As sementes das braquiárias, com valor cultural (vc) de 75%, foram misturadas ao adubo por ocasião do plantio na quantidade de 8 kg/ha. A densidade de semeadura do milho foi de 65 mil sementes por hectare

em sulcos espaçados de 0,5 m com 3,25 sementes por metro linear, utilizando-se semeadeira de plantio direto. No controle de *S. frugiperda*, foram feitas duas aplicações de inseticidas nas cultivares BG7036H, BG7037H, BRS1055 e BRS3042. A primeira recebeu 100 mL/ha de espinosade (480 g/L) aos 18 dias após o plantio e a segunda recebeu 600 mL/ha de clorpirifós (480 g/L) aos 35 após o plantio.

Na segunda safra agrícola de 2019, um novo acompanhamento foi realizado com sistemas de produção de grãos constituídos das seguintes modalidades de cultivo: monocultivo de milho com dois níveis de investimento em adubação (alto e médio) e consórcio de milho com braquiária com dois níveis de investimento em adubação (alto e médio). A área total do experimento foi de quatro hectares, divididos em talhões correspondentes a sete tratamentos e com a utilização de duas moléculas de inseticidas, bioinseticidas à base de Bt e estratégias de MIP, além de uma testemunha em ILP em que não foram aplicados produtos para controle de *S. frugiperda*. O milho híbrido AG8088PRO2 foi plantado em todos os talhões, com espaçamento de 0,7 m, e a semeadura da braquiária *Urochloa brizantha* cv BRS Piatã foi feita misturando-se as sementes do capim junto com o adubo distribuído no sulco de semeadura do milho.

Considerou-se alto investimento em adubação a aplicação de 490 kg/ha de NPK 08-28-16+B. Adubação

de cobertura com 175 kg/ha de ureia. Adubação de cobertura com 490 kg/ha de NPK 20-00-20. Já em médio investimento em adubação foram usados 320 kg/ha de NPK 08-28-16+B. Adubação de cobertura com 175 kg/ha de ureia. Adubação de cobertura com 180 kg/ha de NPK 20-00-20. Além disso, associou-se o inseticida clorantraniliprole ao alto investimento em razão de seu posicionamento (eficácia em diferentes estádios de desenvolvimento das lagartas) e preço no mercado, atualizado para R\$ 820,80 por litro (US\$ 164,16 por litro). Trata-se de um inseticida de contato e ingestão, do grupo químico das diamidas, sem classificação toxicológica, mas perigoso ao meio ambiente (Classe II) por ser persistente e móvel em ambientes aquáticos e terrestres. Em contraponto, utilizou-se o metomil, um inseticida sistêmico e de contato, do grupo químico metilcarbamato de oxima, moderadamente tóxico (categoria 3), mas muito perigoso ao meio ambiente (Classe II) e altamente móvel no solo. Esse produto tem sido sugestionado com resistência por parte das lagartas, mas tem o preço no mercado atualizado em R\$ 91,60 por litro (US\$ 18,32 por litro). Além disso, associou-se o bioinseticida Bt ao MIP, no médio investimento, por causa das estratégias para posicionamento de medidas de controle a partir do monitoramento de danos causados por *S. frugiperda*, o que tende a uma redução dos custos do controle. O preço médio de um bioinseticida Bt no mercado está em R\$ 169,91 por litro

(US\$ 33,98 por litro). As avaliações de produtividade de grãos foram realizadas após a maturação fisiológica do milho.

Os tratamentos foram planejados da seguinte forma: a) Monocultura de milho sob alto investimento em adubação e aplicação do inseticida clorantraniliprole para controle de *S. frugiperda*. b) Braquiária em consórcio com o milho sob alto investimento em adubação e aplicação do inseticida clorantraniliprole para controle de *S. frugiperda*. c) Braquiária em consórcio com o milho sob alto investimento em adubação e aplicação do inseticida metomil para controle de *S. frugiperda*. d) Testemunha (braquiária em consórcio com o milho sob alto investimento em adubação e sem aplicação de inseticida para controle de *S. frugiperda*). e) Braquiária em consórcio com o milho sob alto investimento em adubação e aplicação do bioinseticida Bt Agree para controle de *S. frugiperda*. f) Braquiária em consórcio com o milho sob médio investimento em adubação e aplicação intercalada de bioinseticida Bt e inseticida metomil, utilizando MIP para controle de *S. frugiperda*. g) Monocultura de milho sob médio investimento em adubação e aplicação intercalada de bioinseticida Bt e inseticida metomil, utilizando MIP para controle de *S. frugiperda*.

O experimento procurou reproduzir ambientes de lavouras comerciais, requerendo parcelas de grandes dimensões para melhor expressão do efeito de diferentes condições derivadas dos sistemas/tratamentos. Isso exigiu

o uso de maquinário de grande porte, impondo limitações que não permitiram a utilização de delineamento experimental clássico, com repetições estatísticas verdadeiras. Assim, os dados de avaliações foram obtidos a partir de pseudorepetições (Ferreira et al., 2012; Cecagno et al., 2016; Peixoto et al., 2019) em três pontos aleatórios dentro da área de cada tratamento, com contagens realizadas em 10 plantas por ponto.

No primeiro momento, foi realizada a caracterização de injúrias, de níveis de controle e de dano econômico de *S. frugiperda* em milho cultivado em sistema ILP. Todas as práticas culturais, como adubação, irrigação e manejo fitossanitário, foram realizadas em conformidade com as recomendações, sendo que as aplicações de inseticidas para controle da lagarta-do-cartucho do milho *S. frugiperda* foram conduzidas com objetivo de obtenção dos índices. Foi utilizada a escala de notas visuais de 0 a 5, proposta por Carvalho (1970). O cálculo do NDE para *S. frugiperda* foi determinado com o custo de controle (R\$/ha), produtividade média (t/ha), valor da produção (US\$/ha), dano por unidade de injúria e coeficiente de eficiência de controle (K). O NDE foi calculado com a fórmula adaptada de Pedigo e Rice (2009). O NC foi definido como 80% do NDE, sendo este o momento ideal de se realizar o controle, a fim de evitar que a densidade da praga atingisse o NDE. A determinação dos danos foliares provocados pela lagarta-do-cartucho foi efetuada em três pontos de cada talhão

(tratamento) em 10 plantas/ponto. Os valores de quantidade de inseto-praga e danos foliares foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Sisvar (Ferreira, 2011).

Para monitoramento de *S. frugiperda* na área de plantio, foram utilizadas armadilhas com feromônio sexual sintético, com objetivo de fornecerem uma estimativa real de início e fim da emergência, atividade de voo e migração dos machos dessa praga. Para utilização dessa forma de monitoramento, disponível comercialmente, que é de fácil utilização pelo produtor, foram adotadas as seguintes medidas: altura de instalação da armadilha no campo acima do topo da lavoura; instalação no sentido do vento, para propiciar que o vento leve a pluma do feromônio para toda área; trocas periódicas (conforme indicação fabricante); proporção de uma armadilha para cada 5 hectares; realização semanal de vistoria e troca de piso.

A tomada de decisão para alguma medida de controle de *S. frugiperda* no campo foi feita de acordo com o NDE, baseando-se nas perdas econômicas em função das injúrias provocadas pela alimentação das lagartas na lavoura. De maneira geral, o NC para tomada de decisão para *S. frugiperda* se deu ao se coletarem em média três mariposas por armadilha ou quando a vistoria nas lavouras revelou 20% de plantas atacadas com folhas raspadas e/ou em

início de folhas furadas. A partir desse momento, adotaram-se as medidas de controle.

No experimento em que se acompanhou o comportamento de híbridos de milho frente ao ataque da lagarta-do-cartucho, foram capturadas, em média, 16 mariposas adultas na armadilha com feromônio, num período de 3 dias, demonstrando a forte incidência dessa praga nos plantios em Sete Lagoas, MG. Tal amostragem ocorreu quando as plantas de milho se encontravam no estágio vegetativo 4 (V4), ou seja, as plantas de milho apresentavam quatro folhas completamente desenvolvidas. A partir dessa informação, já havia subsídios suficientes para que fossem adotadas as estratégias de controle. Para melhor compreender a incidência da praga, avaliação visual foi realizada no estágio V5. Considerando apenas o critério de notas de danos maiores que 4 para calcular o percentual de ataque, observou-se que apenas nos híbridos BG7037H e RB9004PRO ainda não havia sido atingido o nível de controle e que era possível aguardar uma segunda amostragem para se decidir pelo controle ou não. Os demais híbridos atingiram o nível de controle, com destaque para o híbrido BG7036H, que já mostrava mais de 60% das plantas atacadas por *S. frugiperda* com notas de injúria maiores que 4, sendo muito difícil reverter os prejuízos causados (Figura 1). Fica demonstrado que os resultados de ataque variam entre cultivares. Nesse mesmo período, as plantas de braquiária

em consórcio encontravam-se na fase inicial de desenvolvimento vegetativo e

por isso não mostraram sinais de ataque da lagarta.

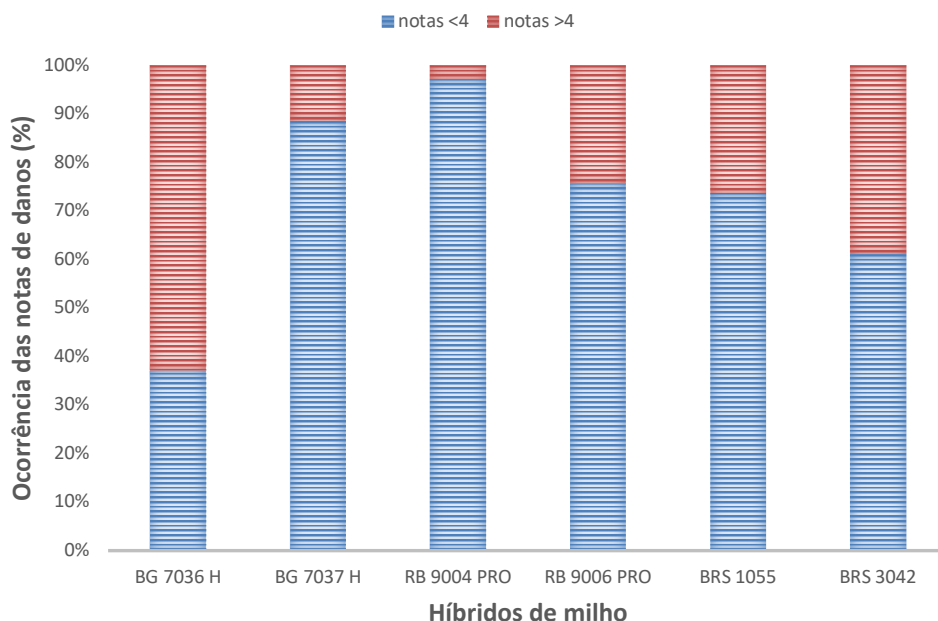


Figura 1. Intensidade do ataque de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho no sistema ILP no estágio vegetativo V5.

Para melhor entendimento de como se caracterizou esse ataque da lagarta-do-cartucho, observa-se que todos os híbridos foram atacados, mas alguns com um grau mais leve, ou seja, notas menores que 4 (Figura 2). Tal fato comprova que, independentemente de terem ou não a tecnologia Bt, inicialmente todas as plantas foram submetidas à mesma pressão de ataque da praga, constada a partir do grande número de adultos capturados na armadilha. É de se esperar que essa situação ocorra, pois, para que haja ou não o efeito da transgenia Bt, as lagartas precisam

de um primeiro contato e ingestão do material vegetativo das plantas de milho. Dessa forma, é normal que sejam encontradas muitas notas 1 e 2, que representam os danos iniciais, como pontuações e pequenas raspagens. Se houver efeito do Bt, as lagartas morrem em seus primeiros instares e não são mais observados sinais de ataque posterior.

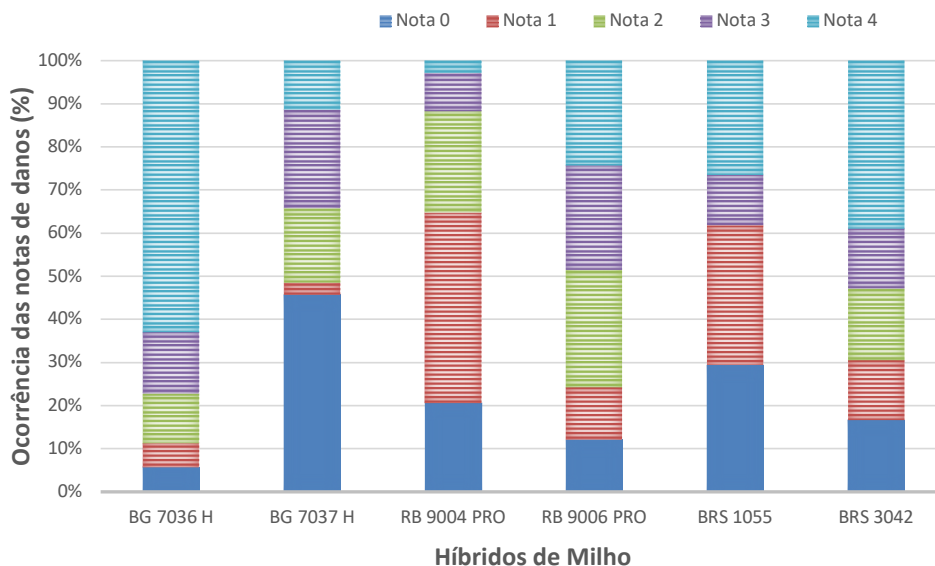


Figura 2. Intensidade do ataque de *Spodoptera frugiperda*, por nota de injúria, em plantas de milho no sistema ILP no estágio vegetativo V5.

Com o desenvolvimento das plantas para o estágio V8, cerca de 20 dias após o V5, as plantas estão maiores, o que significa maior tempo de exposição e possibilidade de ataque por parte das lagartas. Observa-se que, nos híbridos convencionais e naqueles de tecnologia Bt sem efeito significativo sobre as lagartas (BG7036H, BG7037H, BRS 1055 e BRS 3042), cem por cento das plantas estavam atacadas com notas superiores a 4, e apenas um híbrido, o RB9004PRO, ainda permanecia com 50% das plantas com notas de injúrias menores que 4 (Figura 3). Nessa situação, o risco de perda de produtividade é consistente e mesmo as plantas de milho Bt necessitariam de intervenções de manejo para controle de *S. frugiperda*.

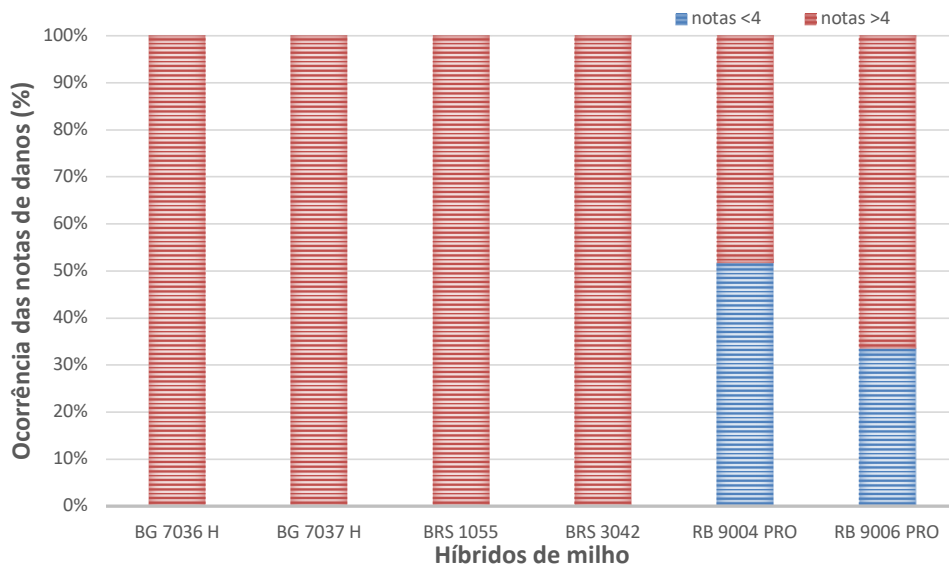


Figura 3. Intensidade do ataque de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho no sistema ILP no estágio vegetativo V8.

Nesse momento, em que as plantas de milho já se encontravam em V8, as plantas de braquiária plantadas em consórcio já se encontravam desenvolvidas sob as linhas de milho em toda a área. Levantamento do ataque de *S. frugiperda* nas plantas de braquiária demonstrou que 100% delas estavam sob o ataque dessa praga. Isso demonstra que a lagarta-do-cartucho adota como hospedeiro também a braquiária e que, mesmo onde há o plantio do milho Bt, as lagartas encontram refúgio e se proliferam no sistema de produção ILP, independentemente da cultivar de milho que foi escolhida para o plantio.

Sabendo-se da condição de pressão de ataque da lagarta-do-cartucho nas áreas de plantio de milho em sistema ILP, buscaram-se alternativas de utilização

do MIP. A partir do momento em que as plantas de milho se encontravam no estágio de desenvolvimento V3, tanto na quantidade de mariposas adultas capturadas em armadilha de feromônio (mais que três) quanto na escala visual de notas dos danos de *S. frugiperda*, percebeu-se a presença generalizada da praga no ambiente de cultivo (Figuras 5 e 6). No primeiro momento em V3, todas as plantas em todos os tratamentos apresentavam ataque semelhante nos tratamentos químicos, no biológico e na testemunha, com notas de danos próximas a 2 (Figura 4). É importante ressaltar que esses tratamentos foram plantados em ILP utilizando-se o híbrido transgênico AG8088PRO2 com efeito satisfatório no controle de *S. frugiperda*. Na avaliação da eficiência do controle em V5, lembrando-se que até esse estágio

ainda não há plantas de braquiária com desenvolvimento significativo, observou-se um melhor efeito dos inseticidas químicos clorantraniliprole e metomil, segurando os danos da praga em notas menores que 1, enquanto nos tratamentos testemunha e bioinseticida Bt as injúrias aumentaram, com notas chegando a quase 3 (Figura 4). A partir de então, o que se observou foi um acréscimo constante nas notas de danos, sendo que em V9 observou-se

o efeito positivo do bioinseticida como medida de controle. Embora nenhuma das tecnologias adotadas tenha evitado o ataque de *S. frugiperda*, ficou evidente que, para as pulverizações no sistema ILP, os químicos tiveram efeito mais imediato, enquanto o bioinseticida teve um efeito conservador ao longo do tempo. Mas ambos surtiram eficiência de controle quando comparados com a testemunha (Figura 4).

Notas de Danos de *S. frugiperda* em Plantio de Milho no Sistema ILP Utilizando Alta tecnologia

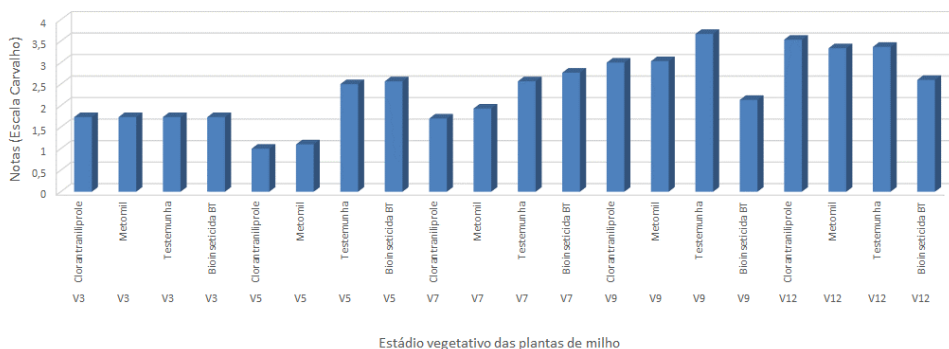


Figura 4. Intensidade do ataque de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho nos estádios vegetativos de V3 a V12 em sistema ILP.

Quando comparados os sistemas monocultivo e ILP (Figura 5), observa-se que há um efeito da molécula de inseticida utilizada, sendo que pulverizações com clorantraniliprole controlaram melhor a lagarta-do-cartucho até o estágio V7 das plantas do milho, independentemente de ser cultivo em ILP ou monocultivo, quando comparado com pulverizações com

metomil. Após o estágio V7, observou-se que os cultivos em ILP apresentaram mais plantas com danos, sendo o sistema de cultivo mais relevante que o inseticida escolhido para o controle. Tal situação indica que modalidades de cultivo, ILP e monocultura interferem na ocorrência de lagartas e conseqüentemente no nível de seus danos.

Notas de Danos de *S. frugiperda* em Plantio de Milho nos Sistemas Monocultivo e ILP Quando Utilizadas Alta ou Média Tecnologias

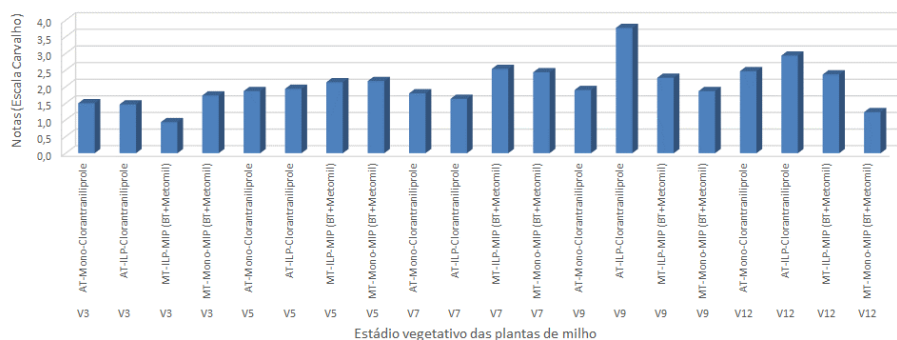


Figura 5. Intensidade do ataque de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho nos estádios vegetativos de V3 a V12 em sistemas ILP e monocultivo de milho.

De modo geral, acontece o aumento da ocorrência de danos de *S. frugiperda* à medida que se avançam os estádios vegetativos, sendo que a partir do V9 observa-se uma estabilidade desses danos (Figura 6). Dentro das recomendações de MIP, é comum a

sugestão que medidas de controle devem ser adotadas até o V10 para que surtam um efeito mínimo de controle que seja economicamente viável. Após isso, o custo/benefício do controle da praga não é mais satisfatório e pode significar apenas um gasto a mais para o produtor.

Notas de Danos de *Spodoptera frugiperda*

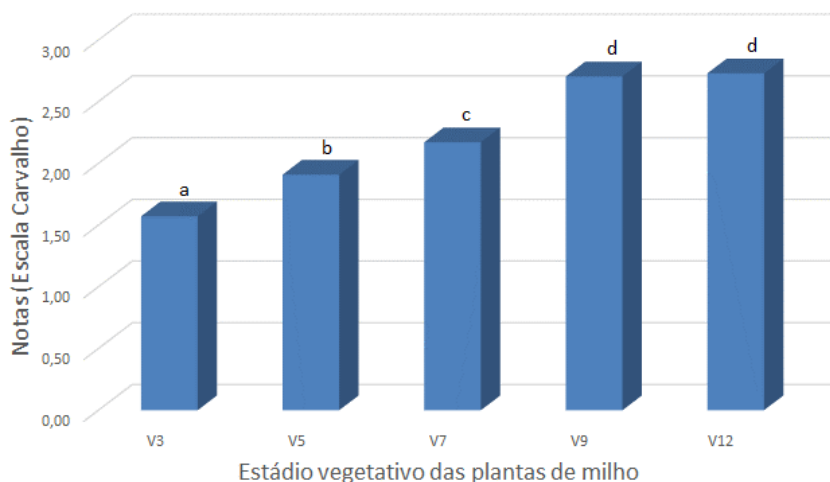


Figura 6. Intensidade do ataque de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho ao longo do desenvolvimento vegetativo em sistemas ILP e monocultivo de milho.

Quanto às estratégias de manejo estudadas, o controle de *S. frugiperda* em monocultivo foi mais eficiente que nos cultivos em ILP. Mas os cultivos em ILP com pulverizações do inseticida metomil, calendarizadas ou com tomada de decisão dentro de estratégia de MIP, foram também eficientes e não diferiram dos monocultivos (Figura 8). As estratégias de aplicação calendarizada mostraram efeito intermediário de controle, com clorantraniliprole e bioinseticida Bt, ambas com notas de

danos próximas a 2,5. De modo geral, todas as estratégias de controle diferiram-se da testemunha, que significava ausência de qualquer estratégia (Figura 7). Ficou também evidenciado que a estratégia envolvendo MIP permite alcançar resultados semelhantes àquelas envolvendo somente o uso de inseticidas químicos e que isso é importante para sistemas ILP, por terem parâmetros claros de sustentabilidade condizentes com sistemas integrados de produção agropecuária.

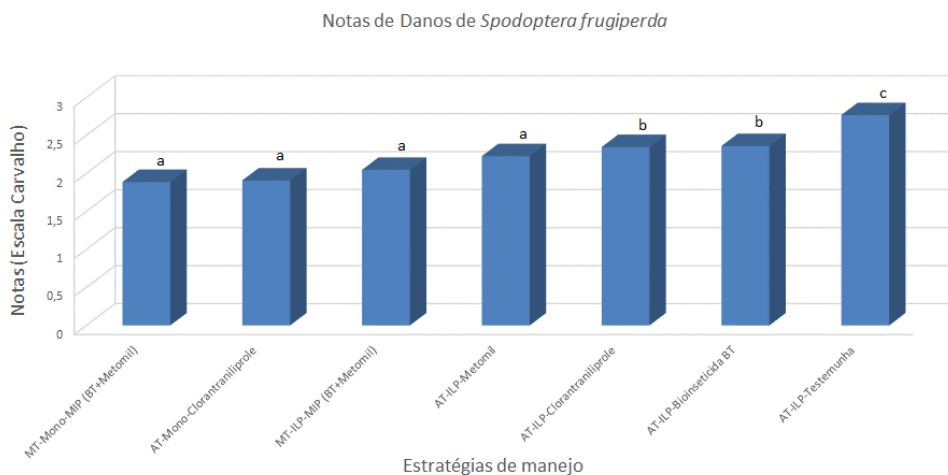


Figura 7. Intensidade do ataque de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho em função de estratégias de controle utilizadas em sistemas ILP e monocultivo de milho.

Ao se acompanhar a evolução dos danos de *S. frugiperda* apenas nos sistemas ILP com adoção de uma alta tecnologia no cultivo do milho, observou-se que pulverizações com o inseticida clorantraniliprole foram a estratégia mais eficiente para evitar os danos de lagarta até o estágio V7. O inseticida metomil teve um efeito bom até V5 quando as

lagartas ainda estavam menores, mas foi perdendo esse efeito nos demais estádios vegetativos (Figura 8). Foi possível constatar que a estratégia de controle com o bioinseticida Bt teve um comportamento contrário à dos inseticidas, sendo mais efetiva em controle a partir do V7 (Figura 8). A diferença está no fato de que a

partir do V7 as plantas de braquiária passaram a fazer parte do sistema de produção, e os inseticidas químicos não conseguiram efeito para eliminar todas as lagartas presentes na braquiária e no milho. Possivelmente, no sistema com bioinseticida, ocorreu a manutenção de

um maior número de insetos benéficos, predadores e parasitoides, que não foram eliminados pelos químicos e auxiliaram no controle das lagartas, principalmente das maiores. Isso é o que se espera em um sistema de produção mais sustentável.

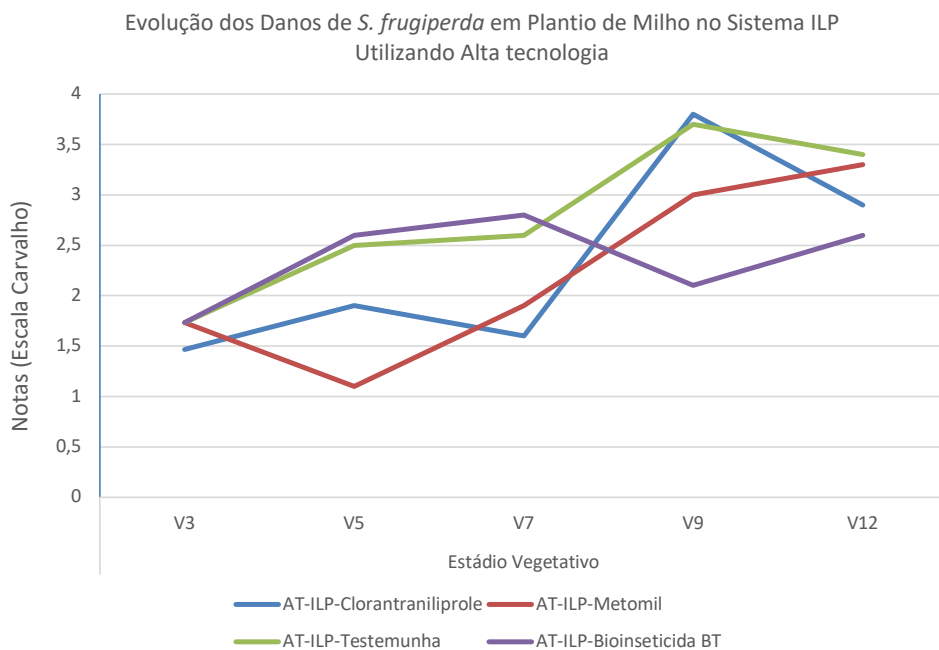


Figura 8. Evolução dos danos de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho em função de estratégias de controle utilizadas em sistema ILP.

Quando analisada a evolução dos danos da lagarta-do-cartucho, com alta tecnologia de produção, colocando o clorantraniliprole como inseticida de reconhecida eficiência no controle de *S. frugiperda*, embora seja um dos produtos mais eficientes e caros do mercado, mas, isolando-se um sistema em ILP e outro monocultivo, ficou evidente a mudança das notas de danos a partir do estágio V7. Esse período é quando

as plantas de braquiária se mostram mais desenvolvidas e com cartuchos suficientes para abrigar as lagartas (Figura 9). Ficou evidente que o sistema monocultivo preservou a eficiência da estratégia de controle químico. O mesmo não pode ser observado no sistema ILP, que aparentemente passou a sofrer uma maior pressão de ataque de *S. frugiperda* nas plantas de milho, o que foi traduzido em notas de danos

maiores. Pode-se supor que no sistema ILP apenas o controle químico como

estratégia para controle da lagarta-do-cartucho não seja suficiente.

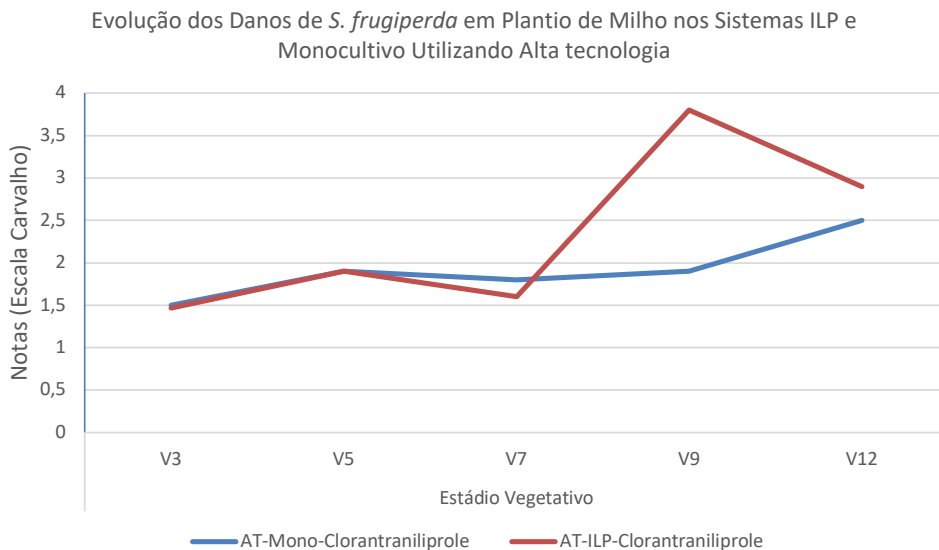


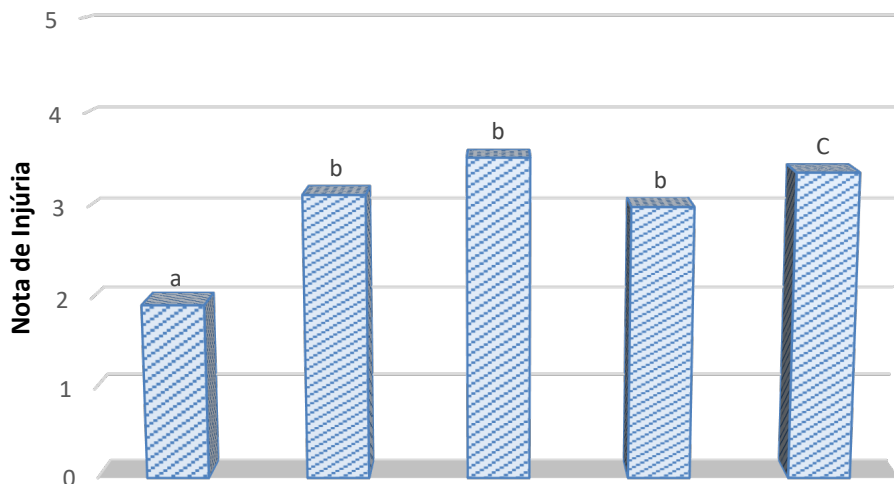
Figura 9. Evolução dos danos de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho em função do uso do inseticida clorantraniliprole como estratégia de controle utilizada em sistema ILP e monocultivo.

A análise da adoção ou não do MIP demonstrou que o cultivo do milho em ILP ou em monocultivo levou a resultados diferentes. A partir das amostragens realizadas, no sistema MIP/ILP, foram necessárias três pulverizações, realizadas nos momentos em que 20% ou mais das plantas apresentaram notas iguais ou superiores a 3, o que veio a ocorrer no estágio V5 (Figura 10). Inicialmente, optou-se pela aplicação do bioinseticida Bt, mas as injúrias aumentaram na amostragem seguinte, levando-se à decisão de uma aplicação com o inseticida químico metomil no estágio V7. Como este é o estágio vegetativo em que o milho

passou a conviver efetivamente com as plantas de braquiária, percebeu-se um favorecimento ao ataque da praga. Posteriormente, foi realizada uma última aplicação de bioinseticida Bt no estágio V8/V9. Após essa aplicação, não houve mais pulverizações com intuito de controlar a lagarta-do-cartucho. Ressalta-se que o índice de tomada de decisão para a aplicação do bioinseticida mostrou-se inadequado quando as plantas apresentaram notas de danos superiores a 3. Isso implica a existência de lagartas maiores, que não são controladas pelo inseticida Bt. Esse produto deveria ter sido aplicado quando notas de danos fossem inferiores a 2,

por ser o momento em que as lagartas são menores que 1 cm (Valicente, 2020). Dessa forma, a primeira pulverização

poderia ocorrer mesmo antes do estágio V3.

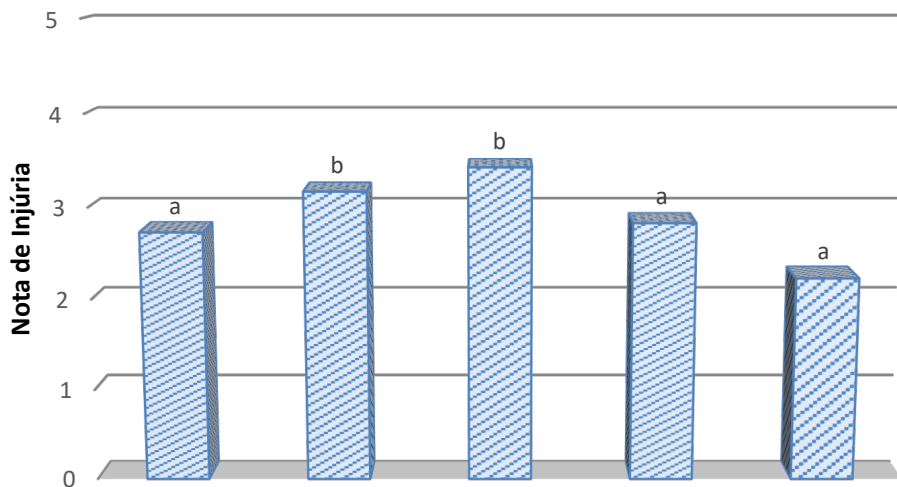


Estádio Vegetativo

Figura 10. Evolução dos danos de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho em função do MIP como estratégia de controle utilizada em sistema de cultivo ILP. As barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% probabilidade.

A partir das amostragens realizadas, no sistema MIP/monocultivo também foram necessárias três pulverizações, realizadas nos momentos em que 20% ou mais das plantas apresentaram notas iguais ou superiores a 3, o que veio a ocorrer no estágio V5 (Figura 11). Optou-se pela aplicação do inseticida químico metomil, e, como não houve a presença de plantas de braquiária no sistema, percebeu-se uma queda no ataque da praga, sendo que a última aplicação no estágio V8/V9 ocorreu por haver ainda muitas plantas com notas de danos maiores que 3. Embora não tenham sido observadas plantas com nota 2, constatou-se grande quantidade

de plantas com nota de dano 1, o que caracteriza muitas lagartas pequenas com grande potencial de causar danos. A partir de então, não se necessitou de mais pulverizações para controlar a lagarta-do-cartucho.



Estádio Vegetativo

Figura 11. Evolução dos danos de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho em função do MIP como estratégia de controle utilizada em sistema de monocultivo. As barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% probabilidade.

Como contraponto à estratégia do MIP/ILP, avaliou-se também a ocorrência de danos no cultivo de milho em sistema ILP, porém com a estratégia de aplicações calendarizadas do inseticida químico metomil, realizadas de forma semanal. Observou-se que apesar da ocorrência significativa de danos nas plantas de milho, já no estágio V3, a intervenção com metomil foi suficiente para diminuir esses danos em V5. Entretanto, muitas plantas com notas baixas de dano de *S. frugiperda* foram encontradas, demonstrando a possibilidade de infestação alta, o que de fato foi confirmado em V7, o que, somado ao efeito de aumento de dano em razão da coexistência das plantas de braquiária no sistema, levou a um

crescente número de plantas fortemente atacadas pela praga (Figura 12). Após quatro pulverizações, não se observou efeito de controle sobre as lagartas, demonstrando que nessa situação o uso calendarizado de inseticida químico pode não ser a estratégia de controle mais adequada, além de onerar o custo de produção.

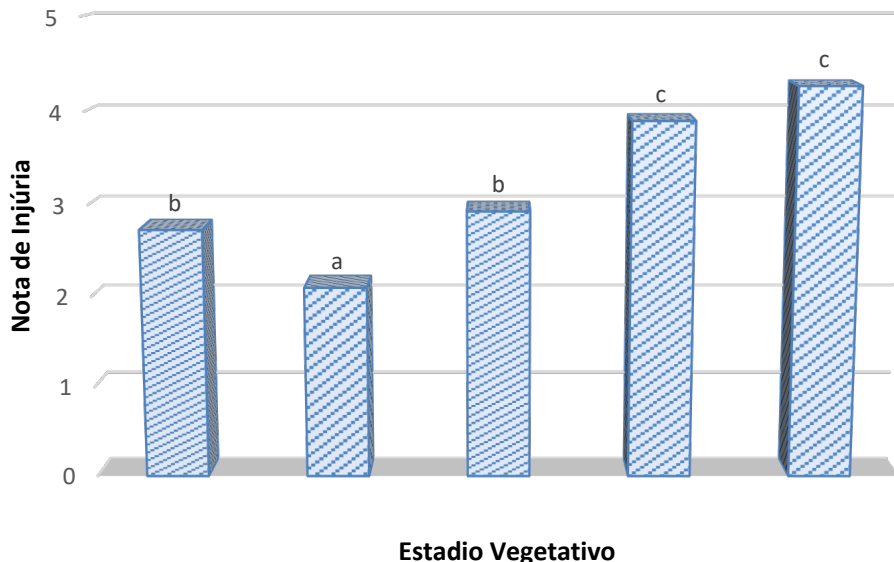


Figura 12. Evolução dos danos de *Spodoptera frugiperda* em plantas de milho em função da aplicação calendarizada de inseticida químico como estratégia de controle utilizada em sistema ILP de cultivo. As barras seguidas pela mesma letra não diferem entre si a 5% probabilidade.

Ficou evidente que, nas condições em que este trabalho foi realizado, os parâmetros para tomada de decisão no controle de *S. frugiperda* no cultivo do milho em sistema ILP têm características diferentes do monocultivo. As injúrias causadas nas partes aéreas das plantas de milho em sistemas ILP mostraram ser influenciadas pela presença da braquiária. No período inicial de cultivo em que apenas as plantas de milho estão presentes na área de plantio, o que equivale até aproximadamente o estágio vegetativo V5 do milho, podem ser utilizados os mesmos parâmetros convencionais de amostragem (armadilha ou escalas visuais). Dessa forma, a estratégia de MIP apresenta tomada de decisão para

o controle a partir dos seguintes índices: captura média de três mariposas de *S. frugiperda* adultas por armadilha ou 20% de plantas atacadas com notas de danos superiores a 3. A estratégia de MIP se mostrou mais adequada que o uso calendarizado de inseticidas químicos, tanto do ponto de vista de eficácia quanto do econômico, por reduzir o número de aplicações. Ficou também evidenciado que, na opção pelo uso de bioinseticida Bt, os índices de tomada de decisão devem ser menores e as pulverizações devem ser realizadas a partir da ocorrência de notas de danos até 2, detectadas em amostragem visual, o que significa a presença de lagartas menores que 1 cm, sendo que na amostragem a partir das armadilhas

de feromônio permanece o índice das três mariposas adultas capturadas.

A partir do ponto em que as plantas de braquiária se desenvolvem, de modo a terem cartuchos, e passam a ser um componente da área de produção, elas também devem ser consideradas nas unidades amostrais, porque existe a possibilidade de migração de lagartas da braquiária para o milho, e vice-versa. Tal constatação evidencia um possível aumento de lagartas por unidade de área e uma maior pressão da praga sobre as plantas de milho, inclusive com a ocorrência de nota de dano 1, típica de lagartas menores. A tomada de decisão para controle fica mais assertiva se continuar a amostragem utilizando-se as armadilhas de feromônio, por causa da dificuldade de amostragem visual em plantas de braquiária. Quanto à quantidade de pulverizações realizadas e ao custo para o controle de *S. frugiperda* em sistemas ILP, observando-se o contraste do MIP com o mesmo processo em sistemas que não adotam MIP, foram três aplicações no MIP/ILP, três aplicações no MIP/monocultivo e quatro aplicações quando não se realizou MIP.

A decisão de se utilizar um produto para o controle da lagarta-do-cartucho depende do nível de dano que ela provoca. Geralmente, a taxa de perda de rendimento em razão dos danos de *S. frugiperda* em milho não é muito variável. Portanto, quanto maior for a produtividade esperada, ou seja, quanto mais tecnicada for a lavoura, maior

prejuízo o produtor terá, se não utilizar medidas corretas de controle da praga. Obviamente, a decisão de controlar mais tarde ou mais cedo depende também do custo do controle e do próprio valor a ser obtido pela produção. Com esses parâmetros, o produtor tem condições de decidir, em função da percentagem de ataque, qual é o nível de plantas atacadas acima do qual o controle deve ser iniciado, o que é o nível de controle (NC). O custo de controle utilizado no cálculo do NC para *S. frugiperda* foi determinado com a produtividade média (sacas/ha), valor da produção (US\$/ha), dano por unidade de injúria e coeficiente de eficiência de controle (K). O NC foi calculado com a fórmula adaptada de Pedigo e Rice (2009).

$$VP = P * VS$$

em que:

VP: valor da produção (US\$).

P: produtividade (sacas/ha).

VS: valor da saca de milho (US\$) (Tabela 1).

$$CT = CP + CA$$

em que:

CT = Custo total do controle (US\$).

CP: custo do(s) produto(s) aplicado(s) (US\$).

CA: custo das operações para a aplicação (US\$) (Tabela 2).

$$NC = (100 * CT) / (0,2 * VP)$$

em que:

NC: nível de controle (%).

CT: custo do controle (US\$).

VP: valor da produção (US\$).

K: coeficiente de eficiência de controle (0,2) (pré-estabelecido em função das perdas potenciais provocadas por *S. frugiperda*) (Tabela 3).

Tabela 1. Produtividade de grãos de milho em resposta a diferentes estratégias para controle de *Spodoptera frugiperda* em sistemas ILP e monocultivo.

Estratégia utilizada	Produtividade	
	(Kg/ha)	(sacas/ha)
Monocultura + alto investimento em adubação + inseticida clorantraniliprole	8.793,65	146,56
ILP + alto investimento em adubação + inseticida clorantraniliprole	8.587,30	143,12
ILP + alto investimento em adubação + inseticida metomil	7.984,13	133,07
Testemunha (ILP + alto investimento em adubação e sem inseticida)	7.587,30	126,46
ILP + alto investimento em adubação + bioinseticida Bt	8.079,37	134,66
ILP + médio investimento em adubação + MIP (Bt e metomil)	7.746,03	129,1
Monocultura + médio investimento em adubação + MIP (Bt e metomil)	8.349,21	139,15

Tabela 2. Custo do tratamento (US\$/ha) para controle de *Spodoptera frugiperda* em sistemas ILP e monocultivo de milho em resposta a diferentes estratégias.

Estratégia utilizada	Custo tratamento	
	(US\$/ha)	(Sacas/ha)
Monocultura + alto investimento em adubação + inseticida clorantraniliprole	82,08	7,46
ILP + alto investimento em adubação + inseticida clorantraniliprole	82,08	7,46
ILP + alto investimento em adubação + inseticida metomil	43,97	4
Testemunha (ILP + alto investimento em adubação e sem inseticida)	0	0
ILP + alto investimento em adubação + bioinseticida Bt	135,92	12,36
ILP + médio investimento em adubação + MIP (Bt e metomil)	78,95	7,18
Monocultura + médio investimento em adubação + MIP (Bt e metomil)	78,95	7,18

Tabela 3. Nível de controle (NC) para *Spodoptera frugiperda* em sistemas ILP e monocultivo de milho em resposta a diferentes estratégias.

Estratégia utilizada	Nível de controle (%)		
	¹ NC-11	² NC-16	³ NC-20
Monocultura + alto investimento em adubação + inseticida clorantraniliprole	29	20	16
ILP + alto investimento em adubação + inseticida clorantraniliprole	30	21	16
ILP + alto investimento em adubação + inseticida metomil	19	13	10
Testemunha (ILP + alto investimento em adubação e sem inseticida)	0	0	0
ILP + alto investimento em adubação + bioinseticida Bt	50	34	27
ILP + médio investimento em adubação + MIP (Bt e metomil)	28	19	15
Monocultura + médio investimento em adubação + MIP (Bt e metomil)	26	18	14

¹NC-11: nível de controle a ser adotado com o valor da saca de milho em US\$ 11,00 (R\$ 55,00).

²NC-16: nível de controle a ser adotado com o valor da saca de milho em US\$ 16,00 (R\$ 80,00).

³NC-20: nível de controle a ser adotado com o valor da saca de milho em US\$ 20,00 (R\$ 100,00).

Uma vez determinada a incidência da praga no campo, a partir do número de plantas com sintomas de ataque, ou seja, folhas raspadas e/ou perfuradas, o valor obtido pode ser comparado com os dados da Tabela 3, sendo que ele foi diferente para cada estratégia de manejo adotada. Valor igual ou maior do que o da tabela significa que é o momento para efetuar as medidas de controle. Observou-se que o NC variou principalmente em função do produto utilizado no manejo, uma vez que o custo da aplicação é o mesmo para todos. Por outro lado, o preço atual do milho no mercado também exerce grande influência nesse índice de NC. Quanto mais alto for o preço do milho no mercado, menor será o nível de controle e vice-versa. O NC mais alto foi obtido na estratégia que envolveu o sistema ILP, com MIP e aplicação do bioinseticida Bt (NC=50%). Para cobrir os custos de controle quando fossem

atingidas 20% de plantas atacadas, o valor da saca de milho precisaria ser acima dos US\$ 20,00, ou seja, mais de R\$ 100,00 nos valores atuais. Por outro lado, o controle químico no sistema ILP se torna adequado mesmo com o atual preço do milho (US\$ 11,00) desde que seja escolhido um produto mais em conta, como o metomil, hoje disponível no mercado para pulverizações no controle de *S. frugiperda*. Nesse caso, o NC de 19% ainda estaria abaixo dos 20% de plantas atacadas. Os índices podem estar em constante variação, a depender de tudo que acontece no mercado, quer seja no preço do milho, no preço dos produtos recomendados para o controle da lagarta-do-cartucho ou no custo da aplicação deles.

Considerações finais

Pode-se considerar que existem inimigos naturais que atuam em ovos e larvas pequenas (de 10 mm a 13 mm) da praga. Existe a possibilidade de esperar cerca de uma semana e fazer nova amostragem, pois podem não ser necessárias as medidas de controle. O produtor deve estar sempre atento para a presença dos inimigos naturais. Um bom exemplo é a facilidade em se detectar a presença da tesourinha, pelo seu maior tamanho e menor mobilidade no cartucho. Isso é fundamental para que aqueles produtores que aplicam os produtos busquem os que sejam mais seletivos aos insetos benéficos presentes nas lavouras. Nesse aspecto, estratégias de manejo que envolvam ILP e MIP são mais sustentáveis e podem apresentar bons resultados ao longo do tempo.

Agradecimentos

Aos entomologistas Ana Carolina Maciel Redoan e Vinícius Moreira Marques, pelas excelentes contribuições técnicas na melhoria deste documento.

Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**: sistema de agrotóxicos fitossanitários. Brasília, DF, c2003. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/>
- agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 6 set. 2023.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 59 de 19 de dezembro de 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 246, 24 dez. 2018. Seção 1, p. 4. Disponível <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sanidade-animal-e-vegetal/turadocomomedidafitossanitaria.pdf>. Acesso em: 7 set. 2023.
- CARVALHO, R. P. L. **Danos, flutuação da população, controle e comportamento de Spodoptera frugiperda (J.E. SMITH, 1797) e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho em condições de campo**. 1970. 170 f. (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- CECAGNO, D.; COSTA, S. E. V. G. de A.; ANGHINONI, I.; KUNRATH, T. R.; MARTINS, A. P.; REICHERT, J. M.; GUBIANI, P. I.; BALERINI, F.; FINK, J. R.; CARVALHO, P. C. de F. Least limiting water range and soybean yield in a long-term, no-till, integrated crop-livestock system under different grazing intensities. **Soil and Tillage Research**, v. 156, p. 54-62, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2015.10.005>.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p.1039-1042, 2011.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

FERREIRA, D. F.; CARGNELUTTI FILHO, A.; LÚCIO, A. D.'C. Procedimentos estatísticos em planejamentos experimentais com restrição na casualização. **Boletim Informativo Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 3, p. 16-19, 2012.

OLIVEIRA, I. R. de O.; ANDRADE, L. N. T.; NUNES, M. U. N.; CARVALHO, L. M. de; SANTOS, M. S. **Pragas e inimigos naturais presentes nas folhas das plantas de feijão-caupi e milho-verde em cultivo consorciado e com sistema orgânico de produção**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 40).

PEDIGO, L. P.; RICE, M. E. **Entomology and pest management**. 6th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2009. 816 p.

PEIXOTO, D. S.; SILVA, B. M.; SILVA, S. H. G.; KARLEN, D. L.; MOREIRA, K. S. G.; SILVA, A. A. P. da; RESENDE, A. V. de; NORTON, L. D.; CURI, N. Diagnosing, ameliorating, and monitoring soil compaction in no-till Brazilian soils. **Agrosystems, Geosciences & Environment**, v. 2, n. 1, article 180035, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2134/age2018.09.0035>.

PICANÇO, M. C. **Manejo Integrado de Pragas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 144 p. Disponível em: [https://www.ica.ufmg.](https://www.ica.ufmg.br/wp-content/uploads/2017/06/apostila_entomologia_2010.pdf)

[br/wp-content/uploads/2017/06/apostila_entomologia_2010.pdf](https://www.ica.ufmg.br/wp-content/uploads/2017/06/apostila_entomologia_2010.pdf). Acesso em: 6 set. 2023.

VALICENTE, F. H. **Posicionamento e tecnologia de aplicação de inseticidas biológicos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 248).

VALICENTE, F. H.; BARRETO, M. *Bacillus thuringiensis* Survey in Brazil: geographical distribution and insecticidal activity against Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 32, n. 4, p. 639-644, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2003000400014>.

Literatura Recomendada

CRUZ, I. **A lagarta-do-cartucho na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1995. 45 p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 21).

PAULA-MORAES, S. V. de; HUNT, T. E.; WRIGHT, R. J.; HEIN, G. L.; BLANKENSHIP, E. E. Western bean cutworm survival and the development of economic injury levels and economic thresholds in field corn. **Journal of Economic Entomology**, v. 106, n. 3, p. 1274-1285, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1603/EC12436>.

SANTOS, M. V. C. dos; NASCIMENTO, P. T.; SIMEONE, M. L. F.; LIMA, P. F.; SIMEÃO, R. M.; AUAD, A. M.; OLIVEIRA, I. R. de; MENDES, S. M. Performance of fall armyworm preimaginal development on cultivars of tropical grass forages. **Insects**, v. 13, 1139, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/insects13121139>.

SOUSA, F. F.; MENDES, S. M.; SANTOS-AMAYA, O. F.; ARAÚJO, O. G.; OLIVEIRA, E. E.; PEREIRA, E. J. G. Life-history traits of Spodoptera frugiperda populations exposed to low-dose Bt maize. **Plos One**, San Francisco, v. 11, n. 5, e0156608, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156608>.

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoeswww.embrapa.br/fale-conosco/sac**1ª edição**

Publicação digital (2023): PDF

Comitê Local de Publicações

Presidente

Maria Marta Pastina

Secretária-Executiva

Elena Charlotte Landau

Membros

*Cláudia Teixeira Guimarães, Mônica Matoso**Campanha, Roberto dos Santos Trindade e**Maria Cristina Dias Paes*

Revisão de texto

Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica

Rosângela Lacerda de Castro (CRB-6/2749)

Tratamento das ilustrações

Márcio Augusto Pereira do Nascimento

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Márcio Augusto Pereira do Nascimento

Foto da capa

Ivênio Rubens de OliveiraMINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA