



## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A ÁREA DE REFÚGIO PARA MILHO BT

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

MENDES, Jessica Cardoso<sup>1</sup>

MENDES, Jessica Cardoso. **Revisão bibliográfica sobre a área de refúgio para milho Bt.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 07, Ed. 12, Vol. 03, pp. 20-31. Dezembro de 2022. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/agronomia/milho-bt>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/agronomia/milho-bt

### RESUMO

O milho (*Zea mays L.*) se destaca como um dos vegetais mais estudados e cultivados no planeta. O milho transgênico (Milho *Bt*) auxilia no controle e redução de pragas do milho, uma vez que é geneticamente modificado, apresentando em sua característica a bactéria *Bacillus thuringiensis berliner* (*Bt*) que expressa em seus tecidos uma toxina que atua especificamente sobre as lagartas que causam prejuízos à cultura do milho. Nessa visão, nota-se que o grande receio com relação ao uso intensivo do milho *Bt* associa-se a seleção de biótipos de insetos resistentes à toxina *Bt*, por isso a importância de se realizar a área de refúgio. Assim, o estudo se orientou em torno da seguinte problemática: Como a área de refúgio para o milho *Bt* se manifesta para garantir a manutenção da funcionalidade e da durabilidade da tecnologia *Bt*? Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi demonstrar a importância da área de refúgio para o milho *Bt*, bem como seus benefícios quando corretamente manejado pelos produtores. A metodologia do trabalho foi uma revisão bibliográfica. Observou-se durante a execução da pesquisa que o *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) é um entomopatógeno e seus genes são clonados para conferir resistência a insetos em plantas transgênicas, assim com intuito de preservar os benefícios da tecnologia *Bt*, é de suma necessidade os agricultores instaurarem a área do refúgio. Recomenda-se, como refúgio, realizar o plantio de no mínimo 10% da área com milho convencional, no entanto, desconhece-se o efeito da utilização de hospedeiros alternativos para todas as pragas-alvo. Assim, conclui-se que para proteger o interesse dos produtores que seguem as recomendações técnicas e lei vigentes do uso da tecnologia *Bt*, deve-se intensificar medidas educacionais nos segmentos da cadeia produtiva do milho, visando ao aumento do conhecimento sobre a importância do uso do refúgio, por



parte do produtor, de modo a retardar os problemas futuros com resistência de insetos praga.

Palavras-chave: Milho *Bt*, Área de refúgio, Insetos praga.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) se destaca como um dos vegetais mais estudados e cultivados no planeta. Trata-se de uma espécie diplóide, alógama, exigente em adubação, irrigação, cuidados com pragas e doenças onde o ambiente atua como fator determinante para a alta produtividade da cultura, levando-se em consideração fatores edafoclimáticos (COSTA, 2013).

Colaborando, Fernandes (2003), menciona que a cultura do milho se mostra rentável quando bem manejada, apresentando elevado impacto na sustentabilidade socioeconômica nacional, sendo considerado de grande importância na agricultura nacional na produção de grãos. Dentre os fatores que causam redução da produtividade de milho estão às doenças e pragas dentre elas, destaca-se a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e a lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*) que causam danos socioeconômicos e produtivos a cultura (CRUZ, 2010). Nesse patamar, surge o milho transgênico (Milho *Bt*), para auxiliar no controle e redução dessas pragas.

Com o avanço da biotecnologia, foi criado o milho *Bt*, geneticamente modificado, que apresenta em sua característica a bactéria *Bacillus thuringiensis berliner* (*Bt*) que expressa em seus tecidos uma toxina que atua especificamente sobre as lagartas que causam prejuízos a cultura do milho, conferindo resistência às espécies de Lepidoptera (GALVÃO *et al.*, 2012).

Carneiro *et al.*, (2009) apontam que no Brasil, esta espécie de milho ainda é novidade, sendo liberado seu cultivo no ano de 2008 apenas para eventos associados à toxina *Cry*, que recebe esse nome por se acumular e formar cristais no interior da larva. É importante mencionar que essa toxina é altamente tóxica



para larvas de insetos de algumas ordens, como: Lepidoptera, Diptera e Coleoptera, sem gerar problemas aos produtores, consumidores ou ao ambiente, sendo atóxicas para os humanos.

Sobre isso, Williams *et al.*, (2008) falam que as toxinas *Bt* são sintetizadas como pro-toxinas, que apenas se tornam tóxicas quando ingeridas pelo inseto devido às condições alcalinas de seu tubo digestivo, com pH acima de 8, realizando a quebra da proteína que libera o núcleo ativo, inibindo a ingestão e absorção de alimentos pelo inseto, ocasionando sua morte.

Assim, a tecnologia *Bt* tem como escopo auxiliar os produtores no controle das principais pragas da cultura do milho. Devido a sua alta aceitabilidade indica-se a adoção do Manejo de Resistência de Insetos (MRI) para garantia de susceptibilidade dos insetos (CARNEIRO *et al.*, 2009).

Nessa visão, nota-se que o grande receio com relação ao uso intensivo do milho *Bt* associa-se a seleção de biótipos de insetos resistentes à toxina *Bt*, assim a Bernardi *et al.*, (2011) em conformidade com a CTNBio afirmam que se deve recorrer a estratégias que reduzam essas chances e dentre essas, destaca-se o uso de áreas de refúgio pelos agricultores que queiram utilizar a tecnologia *Bt*.

Jardine e Laca-Buendía (2013) explicam que o objetivo das áreas de refúgio é possibilitar a reprodução de insetos suscetíveis à toxina *Bt* para posteriormente realizar cruzamentos com os prováveis insetos resistentes desenvolvidos na extensão cultivada com milho *Bt*, uma vez que esses cruzamentos retardarão a seleção de população de indivíduos resistentes.

Além disso, a exigência feita pela legislação é o uso de 10% da área total cultivada com milho *Bt* de um cultivar de milho não *Bt* de iguais portes e ciclos do milho *Bt*, de modo a permitir que a tecnologia possa ser usada nas próximas safras (BROCH; PEDROSO, 2009).



Comumente encontra-se o refúgio tradicional que consiste na semeadura de sementes de milho não *Bt* com até 800m de distância do milho *Bt*, tem-se ainda o RIB (refuge in the bag) que inclui as sementes de milho não *Bt* ao saco de sementes de milho *Bt*, obrigando o produtor a fazer a área de refúgio (GALVÃO *et al.*, 2012).

Medidas educacionais são adotadas pelas multinacionais com a finalidade de conscientizar os produtores, mostrando que quando bem usada, a tecnologia de área de refúgio pode ser usufruída por mais tempo (COSTA, 2013). Sendo assim, o estudo levanta o seguinte questionamento: Como a área de refúgio para o milho *Bt* se manifesta para garantir a manutenção da funcionalidade e da durabilidade da tecnologia *Bt*?

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é demonstrar a importância da área de refúgio para o milho *Bt*, bem como seus benefícios quando corretamente manejado pelos produtores. A metodologia do trabalho é a revisão bibliográfica, caracterizada por ser baseada na consulta de todas as fontes secundárias relativas ao tema que foi escolhido para realização do trabalho. Gil (2006) menciona que a pesquisa bibliográfica é feita com base em material já elaborado, principalmente livros e artigos científicos, sendo realizados a partir de registro disponível, decorrente de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros e artigos.

## 2. UTILIZAÇÃO DO MILHO *BT*

A produção mundial do milho expande-se anualmente, sendo alcançado 875 milhões de toneladas produzidas na safra de 2014 em escala global, sendo os principais produtores, Estados Unidos, China, Brasil, Argentina e México, representando praticamente setenta por cento da produção mundial. No Brasil, verifica-se ainda uma fragmentação da produção nacional (ALVES; AMARAL, 2014).



Soguren (2014) explica que a questão tecnológica é um fator elementar na produtividade do milho, especialmente no que se refere ao milho geneticamente modificado. Assim, como forma de elevar a produtividade e resistência de sua lavoura, cada vez mais os produtores têm buscado inovações tecnológicas e uma delas, é o milho *Bt*, além disso, é de suma importância o produtor atentar-se para outros itens, condições de plantio, manejo da cultura, controle de plantas daninhas e insetos, qualidade de distribuição e quantidades de sementes, de modo que exista de fato alta produtividade.

A tecnologia do Milho *Bt*, Figura 1, consiste em um milho transgênico que possui uma bactéria incorporada (*Bacillus thuringiensis*), que produz uma toxina que atua contra determinados insetos pragas que atacam o milho. Essa tecnologia tem sido frequentemente empregada por não oferecer riscos à saúde humana, e por ser eficiente na contenção de pragas nas próximas colheitas (PEIXOTO, 2011).

Figura 1: Cultura Milho *BT*



Fonte: Peixoto (2011).



Mendes *et al.*, (2009) esclarecem que o plantio deve ser miscigenado entre plantação de Milho *Bt* e de milho comum, de modo que a reprodução das pragas se dê entre as que ingeriram as toxinas e as que não o fizeram, resultando na reprodução de poucas amostras de pragas resistentes ao milho transgênico.

Mesmo sendo uma técnica eficaz, ela exige muitos cuidados, sendo dois extremamente importantes e exigidos por lei, a coexistência e a área de refúgio, a primeira prevê uma distância de 100 m entre as lavouras de milho transgênico e milho comum e a segunda busca colocar pontos de plantação de milho comum em intervalos de até 800 m dentro da plantação de Milho *Bt*, de modo que se diminua a chance de propagação de pragas resistentes, haja vista que ocorre a mistura de variedade entre milho convencional e os de tipo *Bt*, formando vários genótipos diferentes, fazendo com que a maioria não seja resistente (SOLOGUREN, 2014).

Para o manejo da resistência, é exigida uma área de 10% de refúgio, cultivada com milho não *Bt* de iguais ciclo e porte, cabendo mencionar que na área de refúgio é permitido o controle das pragas alvo, desde que não seja usado bioinseticidas à base de *Bt* (GALVÃO *et al.*, 2012).

É importante destacar que a tecnologia do milho *Bt* atua eficientemente no controle de lagartas, devendo ser acompanhada por um rigoroso monitoramento e táticas de manejo de possíveis biótipos de insetos resistentes à toxina do *Bt*, de modo que as áreas de refúgio se tornem práticas essenciais para a efetiva utilização dessa tecnologia (MARTINELLI; OMOTO, 2005).

Além disso, Vilela *et al.*, (2002) falam que o monitoramento é uma estratégia de suma necessidade para determinar a intensidade do dano em lavouras comerciais de milho *Bt* para viabilizar a aplicação das demais estratégias do MIP, dessa forma a adoção do milho *Bt* está ocorrendo de forma rápida, pois observa-se que com apenas seis anos da liberação de seu cultivo pela CTNBio, mais de 70% da safra brasileira de milho foi originária de lavouras transgênicas.



A expressão contínua das proteínas inseticidas durante todo o ciclo das plantas *Bt* e a rápida adoção representam ameaças a sua durabilidade, pela forte pressão de seleção sobre os insetos praga (HUANG *et al.*, 2011). Em uma visão geral, a tecnologia do milho *Bt* se baseia na transferência e expressão de genes de resistência a insetos praga para o milho, isolados da bactéria *Bacillus thuringiensis* *berliner* (*Bt*), cuja preservação da suscetibilidade às toxinas *Bt*, depende de programas de MRI, sendo a principal estratégia de MRI o uso de “alta dose/refúgio”, que envolve o uso de alta dose da proteína *Bt* nas plantas, gerando alto índice de mortalidade dos heterozigotos, associado ao plantio do refúgio (BERNARDI *et al.*, 2011).

A configuração das áreas de refúgio varia seguindo critérios básicos de tamanho e proximidade às lavouras *Bt* baseados na bioecologia da praga. Nessa direção, na cultura do milho *Bt*, deve-se também considerar o uso do refúgio uma área a ser plantada pelos produtores, assim a melhor maneira de preservar os benefícios das plantas transgênicas é através da implementação de áreas de refúgio (MARTINELLI; OMOTO, 2008).

## 2.1 CULTURA DO MILHO *BT*

O cultivo de plantas de milho com a inclusão de genes obtidos a partir de *Bacillus thuringiensis* *berliner* (*Bt*), também denominado milho *Bt*, eleva-se assiduamente na agricultura mundial. A *B. thuringiensis* é uma bactéria encontrada em diversos ambientes, especialmente no solo, atuando com ação inseticida sobre determinadas classes de insetos, por meio da síntese de proteínas (BERNARDI *et al.*, 2011).

Milinski *et al.*, (2012) explicam que as tecnologias de milho *Bt* admitidas para o cultivo no Brasil tem a inserção de um ou mais genes de *B. thuringiensis*, as quais são responsáveis pelas pro-toxinas que protegem as plantas contra o ataque e danos originados por alguns insetos-pragas, conferindo assim, resistência nas



plantas de milho *Bt* contra insetos pragas, sendo específico e seletivo aos inimigos naturais.

Então, como as plantas *Bt* são resistentes a insetos, nota-se a compatibilidade com outras práticas de manejo, integradas ao MIP- Manejo Integrado de Pragas, porém a evolução da resistência em populações de insetos ainda carece de atenção e estudos nos segmentos de controle de pragas (STORER *et al.*, 2010).

A resistência é entendida como um processo biológico que acontece em resposta à seleção exercida pelas técnicas de controle sobre as populações de insetos praga, a qual consiste na seleção dos indivíduos resistentes e na elevação da frequência dos indivíduos portadores de genes/alelos de resistência na população da praga (COSTA, 2013).

Vilela *et al.*, (2012) acrescenta que no caso do milho *Bt*, as lagartas resistentes podem resistir no campo e conduzir a resistência para as próximas gerações, mas esse risco pode ser reduzido por meio da adoção de práticas de Manejo de Resistência de Insetos (MRI), destacando-se o plantio de áreas de refúgio. A resistência de insetos às intervenções de controle é avaliada como uma característica genética, hereditária, uma vez que sua evolução é afetada por distintos fatores bioecológicos e genéticos vinculados à praga alvo e fatores operacionais que se referem ao método de controle empregado (BROCH; PEDROSO, 2009).

No contexto agrícola, Machado e Fiúza (2011) falam que a resistência tem sido vislumbrada como uma ameaça ao desenvolvimento e à manutenção de práticas de MIP, nesse aspecto, as plantas geneticamente modificadas resistentes a insetos, como o milho *Bt*, exibem particularidades na sua especificidade de controle e na procedência dos fatores que lhe confere a característica de resistência aos insetos pragas.



Desse modo, Williams *et al.*, (2008) mencionam que a preservação da suscetibilidade das populações de insetos às proteínas inseticidas presentes nas plantas de milho *Bt* depende da adoção de programas de Manejo de Resistência de Insetos (MRI), sendo o plantio de áreas de refúgio nas propriedades que realizam o cultivo de milho *Bt* a estratégia básica de MRI recomendada pelas empresas registradoras de híbridos de milho *Bt*.

De uma forma geral, o objetivo da área de refúgio é manter uma população local das pragas alvos do milho *Bt* e que seja compassiva à proteína inseticida do milho *Bt*, de forma que os insetos adultos das pragas que se desenvolveram no refúgio irão acasalar com qualquer indivíduo resistente que possa ter sobrevivido no milho *Bt* transmitindo a suscetibilidade ao *Bt* para as gerações seguintes das pragas alvo (CARNEIRO *et al.*, 2009).

A área de refúgio, de acordo com Vilela *et al.*, (2012) representam uma importante fonte de indivíduos suscetíveis, os quais são úteis para prevenir ou retardar a evolução da resistência, assim espera-se que na área de refúgio ocorram indivíduos das pragas alvo do controle com genótipo suscetível com a planta *Bt*. Com isso, Galvão *et al.*, (2012) afirmam que a configuração e a disposição da área de refúgio devem permitir o encontro entre indivíduos homozigotos resistentes e as mariposas de genótipo homozigotos suscetíveis geradas na área de refúgio ou de áreas próximas com a presença de outras plantas hospedeiras das pragas alvo de controle.

## 2.2 ÁREA DE REFÚGIO PARA O MILHO *BT*

A cultura de milho *Bt* preconiza a semeadura de área com híbrido milho não *Bt* com porte e ciclo vegetativos similares aos do híbrido transgênico, na área de refúgio, a praga alvo ganha condições de sobrevivência e reprodução, sem ser exposta a proteína de caráter inseticida propagada na planta *Bt* (MACHADO; FIUZA, 2011).



Em termos gerais, o escopo do refúgio é sincronizar os cruzamentos de possíveis adultos sobreviventes à proteína inseticida com insetos suscetíveis advindos da área de refúgio, a fim de preservar na descendência dos cruzamentos a suscetibilidade à proteína transgênica, mantendo os benefícios da tecnologia *Bt* (BOURGUET *et al.*, 2008).

Como estabelecido por lei que o produtor deve associar a cadeia produtiva do milho *Bt*, milho não *Bt*, para facilitar esse cumprimento das normas técnicas de implantação de refúgios, as principais produtora de sementes de milho têm cogitado a possibilidade de misturar uma percentagem de sementes não transgênicas diretamente nos sacos com sementes transgênicas (RIB), obrigando de certo modo que o produtor cumpra as exigências, porém ainda seria insuficiente, haja vista que os híbridos existentes no mercado necessitam uma área muito grande de refúgio, cerca de 10% (WILLIAMS *et al.*, 2008).

Nessa inferência, Mendes *et al.*, (2011) falam que como as sementes não transgênicas misturadas com as transgênicas podem resultar no desenvolvimento de plantas com desempenho agronômico inferior às demais, devido a suscetibilidade ao ataque dos insetos e da ausência de controle químico, esses 10% podem trazer riscos e prejuízos elevados para os agricultores.

No entanto, Loguercio *et al.*, (2008), explicam que a nova geração de transgênicos resistentes a insetos apresentam duas proteínas *Bt* no mesmo híbrido, diminuindo assim a necessidade da área de refúgio para 5%, ao considerar que 95% da lavoura será pouco atacada.

Entre as vantagens da tecnologia *Bt* destacam-se: o manejo simplificado do refúgio; emprego de apenas um saco de sementes, evitando eventuais problemas, como mistura na proporção errada de sementes; conveniência durante a semeadura; elevação da eficiência de semeadura, certeza do cumprimento das normas e leis de área de refúgio; menor perda de produtividade, uma vez que



haverá somente 5% de milho não *Bt*; dilatação na pressão de seleção de indivíduos resistentes a inseticidas químicos e melhor distribuição do refúgio aumentando a probabilidade de os indivíduos suscetíveis cruzarem com os que tenham adquirido resistência (PEIXOTO, 2011).

Nessa perspectiva, Alves e Amaral (2014) elucidam que o plantio da área de refúgio deve ser visto como uma inovação que beneficiam o emprego do milho *Bt*. De um modo geral, as elementares características das áreas de refúgio são: devem ser inseridas nas práticas agrícolas recomendadas para o cultivo das plantas de milho *Bt*, bem como a definição da melhor configuração e disposição da área de refúgio; a capacidade de dispersão das pragas alvo do milho *Bt* que se deseja evitar; a disponibilidade de hospedeiros alternativos para a alimentação e reprodução das pragas alvo e cabe ressaltar que a área de refúgio deve ser funcional para todas as espécies de insetos pragas alvo do milho *Bt*.

Assim, os distintos hospedeiros rotativos que poderiam contribuir para compor o refúgio nas áreas de milho *Bt* devem fornecer insetos adultos de todas as espécies de insetos pragas alvo do milho *Bt*. Nesse aspecto, a espécie cultivada na área de refúgio deve favorecer a colonização e a manutenção de insetos pragas da planta de milho, devendo ser adotadas práticas agrícolas recomendadas para a cultura do milho nas regiões produtoras, e as espécies de insetos praga que eventualmente infestarem as áreas de refúgio podem ser controladas pela tática mais adequada sempre que sua população atingir o nível de controle, conforme recomendações do MIP, haja vista que na área de refúgio não devem ser utilizados inseticidas formulados à base de *B. thuringiensis* para o controle de lepidópteros (SOLOGUREN, 2014).

Machado e Fiúza (2011) afirmam que a correta implementação da área de refúgio em lavouras de milho *Bt* deve seguir algumas recomendações, dentre elas, implantar uma área de refúgio na proporção recomendada pela empresa registradora do híbrido de milho *Bt*, sendo o refúgio formado por um bloco de



milho não *Bt* plantado a menos de 800 metros do milho *Bt*, o refúgio deve ser plantado na mesma propriedade do cultivo do milho *Bt* e manejado pelo mesmo agricultor e o controle do refúgio só poderá ser realizado com inseticidas que não sejam formulados a base de *Bt*.

Desse modo, são necessários trabalhos que visem à conscientização e, sobretudo, à informação dos produtores quanto à necessidade do plantio das áreas de refúgio. Assim, devem ser tomadas atitudes que visem aumentar a informação e o conhecimento dos produtores sobre a necessidade dessa estratégia para a durabilidade da semente *Bt* e dos benefícios associados a essa tecnologia.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se durante a execução da pesquisa que o *Bacillus thuringiensis* (*Bt*) é um entomopatógeno e seus genes são clonados para conferir resistência a insetos em plantas transgênicas, assim com intuito de preservar os benefícios da tecnologia *Bt*, é de suma necessidade os agricultores instaurarem a área do refúgio. Recomenda-se, como refúgio, realizar o plantio de no mínimo 10% da área com milho convencional, no entanto, desconhece-se o efeito da utilização de hospedeiros alternativos para todas as pragas-alvo.

Constatou-se ainda que o objetivo das áreas de refúgio é permitir a reprodução de insetos suscetíveis à toxina *Bt* para reduzir a chance de cruzamentos entre dois resistentes desenvolvidos na área cultivada com milho *Bt*, sendo que a população de insetos sobreviventes na área de refúgio maior do que a dos sobreviventes na área cultivada com o milho *Bt*, eleva a probabilidade dos cruzamentos entre os resistentes e os suscetíveis oriundos da área de refúgio.

Assim, conclui-se que para proteger o interesse dos produtores que seguem as recomendações técnicas e lei vigentes do uso da tecnologia *Bt*, deve-se



intensificar medidas educacionais nos segmentos da cadeia produtiva do milho, visando ao aumento do conhecimento sobre a importância do uso do refúgio, por parte do produtor, de modo a retardar os problemas futuros com resistência de insetos praga.

Dessa forma, considerando a problemática levantada, a qual se propôs em compreender como a área de refúgio para o milho *Bt* se manifesta para garantir a manutenção da funcionalidade e da durabilidade da tecnologia *Bt*, tem-se que área de refúgio é uma prática essencial para o manejo da resistência de insetos e para a durabilidade das da tecnologia *Bt*. Por fim, conclui-se o presente artigo com a convicção de que o objetivo geral foi alcançado, da mesma forma que a problemática analisada foi elucidada.

## REFERÊNCIAS

ALVES, H. C. A.; AMARAL, R. F. Produção, área colhida e produtividade do milho no Nordeste. **Informe Rural ETENE**, n.16, p. 2-9, 2011,

BERNARDI, O. *et al.* Resistência de insetos-praga a plantas geneticamente modificadas. In: Borém, A.; Almeida, G. D. de. **Plantas geneticamente modificadas: desafios e oportunidades para regiões tropicais**. p. 179-204, 2011.

BOURGUET, D.; DESQUILBET, M.; LEMARIÉ, S. Regulating insect resistance management: the case of non-*Bt* corn refuges in the US. **Journal of Environmental Management**, v.76, n.1, p. 210-220, 2005.

BROCH, D.L.; PEDROSO, R.S. Custo de produção do milho safrinha. In: **Fundação MS: Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de Inverno 2009**. 2009. Disponível em: [www.fundacaoms.org.br](http://www.fundacaoms.org.br). Acesso em: 14 abr. 2015.

CARNEIRO, A. A. *et al.* **Milho Bt: teoria e prática da produção de plantas transgênicas resistentes a insetos-praga**. Embrapa Milho e Sorgo, 2009.

COSTA, F. M. P. **Severidade de Phaeosphaeria maydis e rendimento de grãos de milho (*Zea mays L.*) em diferentes ambientes e doses de nitrogênio**. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; Piracicaba, 2013.



CRUZ, I. Manejo integrado de pragas de milho com ênfase para o controle biológico. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**. Jaboticabal, p. 48-92, 2010.

FERNANDES, O. D. **Efeito do milho geneticamente modificado (MON 810) em *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e no parasitóide de ovos *Trichogramma* spp.** 164 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Departamento de Entomologia, ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

GALVÃO, A. et al. **Relatório biotecnologia**. Uberlândia: Céleres, 2012.

GIL, A. C. **Gestão de Pessoas: Enfoque nos papéis profissionais**. São Paulo: Atlas, 2006.

HUANG, F.; ANDOW, D. A.; BUSCHMAN, L. L. Success of the high-dose/refuge resistance management strategy after 15 years of Bt crop use in North America. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 140, n. 1, p. 1-16, 2011.

JARDINE, D. F.; LACA-BUENDÍA, J. P. Eficiência de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho. **FAZU em Revista**, n. 6, p. 11-52, 2013,

LOGUERCIO, L. L.; CARNEIRO, N. P.; CARNEIRO, A. A. Milho Bt: Alternativa biotecnológica para controle biológico de insetos-praga. **Revista Biotecnologia**, Ano 4, edição 24, 2008.

MACHADO, V.; FIUZA, L. M. Manejo da resistência: na era das plantas transgênicas. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v.15, n.1, p.291-302, 2011.

MARTINELLI, S.; OMOTO, C. Resistência de insetos a plantas geneticamente modificadas. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 34, p. 67-77, 2005.

MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; VIANA, P. **Pragas – Manejo Integrado de pragas em lavouras plantadas com milho geneticamente modificado com gene bt (Milho Bt)**. 5<sup>a</sup> Ed. Versão Eletrônica. Embrapa, Sete Lagoas, dez. 2009.

MENDES, S. M. et al. Respostas da lagarta-do-cartucho a milho geneticamente modificado expressando a toxina Cry 1A(b). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n.1, p. 239-244, 2011.

MILINSKI, M.; SEMMANN, D.; KRAMBECK, H. Reputation helps solve the 'tragedy of the commons'. **Nature**, v. 415, n. 2, p. 424-426, 2002.

PEIXOTO, C. M. A evolução da produtividade do milho no Brasil. **Informativo da Pioneer, Santa Cruz do Sul**, n. 33, p. 35-39, 2011.



SOLOGUREN, L. **Produtividade do milho no Brasil: o novo desafio para consolidar as exportações.** 2014. Disponível em: <http://www.cib.org.br/pdf/sologuren.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2015.

STORER, T. I. et al. **Zoologia Geral.** Tradução da 6. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2010. (Biblioteca universitária. Série 3. Ciências puras; v. 8.). 815 p.

VILLELA, F. et al. Selection of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (SMITH) (Lepidoptera: Noctuidae) for survival on Cry 1A(b) Bt toxin. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 1, n. 3, p. 12-17, 2012.

WILLIAMS, P. et al. Factors associated with resistance to fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae), and southwestern corn borer (Lepidoptera: Crambidae) in corn at different vegetative stages. **Journal of Economic Entomology**, v. 91, p. 1471-1480.1998.

Enviado: Setembro, 2022.

Aprovado: Dezembro, 2022.

---

<sup>1</sup> Bacharel em Engenharia Agronômica.