

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA**

AGR99006 - DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Francis Zanini
00252729**

“O sistema de cultivo do Mato Grosso e as plantas transgênicas resistentes a insetos”

PORTO ALEGRE, abril de 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE AGRONOMIA

“O sistema de cultivo do Mato Grosso e as plantas transgênicas resistentes a insetos”

Francis Zanini

00252729

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Engenheiro Agrônomo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Supervisor do Estágio: Eng. Agrônomo Evaldo Kazushi Takizawa

Orientador Acadêmico: Prof. Dr. Edson Bertolini

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof.(a) Lúcia B. Franke.....Dpt. de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

Prof. Alexandre M. Kessler.....Departamento de Zootecnia

Prof. José A. Martinelli.....Departamento de Fitossanidade

Prof.(a) Magnólia A. S. da Silva.....Departamento de Horticultura e Silvicultura

Prof. Alberto V. Inda Junior.....Departamento de Solos

Prof. (a) Amanda P. Martins.....Departamento de Solos

Prof. Aldo Merotto Junior.....Departamento de Plantas de Lavoura

PORTO ALEGRE, abril de 2019.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Darci e Ivanilde, pelo suporte, incentivo ao estudo e, principalmente, compreensão durante o período que estive longe de casa.

Às minhas irmãs Darciane e Suzana, por estarem sempre presentes durante esta caminhada.

Aos meus cunhados Edegar e André, pela disposição em assar o churrasco do domingo e sempre providenciar aquela gelada enquanto eu permanecia estudando.

Aos meus sobrinhos Miguel, Francisco e Manuela, por alegrarem os finais de semana em que eu retornava para Dois Lajeados. Com certeza, sem todos vocês, esta caminhada seria muito mais difícil.

À minha namorada Carine, por estar sempre ao meu lado durante toda essa trajetória.

À toda família Zanini, da comunidade São Vicente - Três Pinheiros, que sempre estendeu a mão aos meus pais em momentos de maior necessidade na nossa propriedade.

Aos amigos Fabiano Geremia e Edinei Selli, pelas inúmeras caronas que recebi durante o período de curso.

Ao professor Edson Bertolini, meu amigo, orientador e parceiro, sem o senhor meus dias na UFRGS, com certeza seriam mais difíceis. Muito obrigado pela paciência em ensinar e por ser sempre tão sensato e coerente em suas opiniões e conversas.

Aos amigos que fiz durante o curso, em especial aos memoráveis colegas da Turma 2015/1, os quais jamais esquecerei. Aos amigos e colegas de apartamento Vinícius Mendes de Araújo e Gabriel Wathier Almeida.

À toda equipe da empresa CERES Consultoria Agronômica, por ter proporcionado uma experiência única de estágio; em especial, a equipe de pesquisa do Campo Experimental. Aos Engenheiros Agrônomos Maurício Stefanello e Fernando Junchen; aos Técnicos Agrícolas Rosimar, Aluizio, Vanderlei, Udilei, William e Zé Luiz; aos operadores Edilson e José Aparecido e aos meus colegas estagiários Diogo (IFSUL Rio do Sul), Elias (ESALQ) e Pedro (UNESP), pela ótima convivência e troca de experiências durante o período.

A todos os professores, colegas e amigos que estiveram ao meu lado durante esta longa e difícil caminhada. Agradeço a todos que me ensinaram!

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso foi baseado no estágio curricular obrigatório, realizado na empresa Ceres Consultoria Agronômica, sediada no município de Primavera do Leste - Mato Grosso, no período de 17 de dezembro de 2018 a 15 de março de 2019. Os objetivos do estágio foram entender os aspectos relacionados ao sistema de produção do Centro-Oeste Brasileiro; acompanhar as atividades diárias de um campo experimental privado voltado a condução de ensaios técnicos e práticos com as culturas de maior importância desta região. Foram realizadas atividades envolvendo experimentos com uso de herbicidas, inseticidas, fungicidas, fertilizantes, reguladores nas culturas da soja, algodão e milho. Ao final do estágio, foi possível compreender os processos relacionados a condução e avaliações de experimentos agrícolas e entender a dinâmica e velocidade das reações que ocorrem em um ambiente tropical. Além do crescimento técnico e profissional, o estágio proporcionou o aprimoramento das habilidades de trabalho e convivência em equipe.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do município de Primavera do Leste – Mato Grosso.....	8
Figura 2. Média mensal de precipitação e temperatura no período de 2010 – 2018, Estação automática 83358 – Poxoréo – MT.....	9
Figura 3. Campo Experimental Ceres Consultoria Agronômica, Primavera do Leste – MT.....	11
Figura 4. Relação das principais empresas com ensaios contratos junto a Ceres Consultoria Agronômica – Primavera do Leste – MT.....	12
Figura 5. Principais insetos-praga observados na cultura do algodão no Campo Experimental – Ceres Consultoria Agronômica.....	21
Figura 6. Principais insetos-praga observados na cultura do milho no Campo Experimental – Ceres Consultoria Agronômica.	22
Figura 7. Principais insetos-praga observados na cultura da soja no Campo Experimental – Ceres Consultoria Agronômica.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comparação entre área cultivada e produtividade nas culturas do algodão, milho e soja.....	13
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DE PRIMAVERA DO LESTE - MT.....	8
2.1	Clima.....	8
2.2	Solos.....	9
3	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA CERES CONSULTORIA AGRONÔMICA	11
4	REFERENCIAL TEÓRICO	13
4.1	Cultura do Algodão.....	13
4.2	Cultura do Milho.....	14
4.3	Cultura da Soja	15
4.4	Plantas geneticamente modificadas resistentes a insetos.....	16
5	ATIVIDADES REALIZADAS.....	20
5.1	Cultura do algodão.....	20
5.2	Cultura do milho	22
5.3	Cultura da soja.....	23
6	DISCUSSÃO	25
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
	ANEXOS	34

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a história da produção agrícola brasileira vem sendo transformada e dinamizada pela expansão e exploração das terras na região do Cerrado, impulsionada principalmente pela coragem e determinação de imigrantes vindos do sul do Brasil que vislumbraram na região Centro-oeste oportunidades para a produção de grãos.

Neste contexto, a soja, amplamente cultivada no sul do país, assumiu papel de destaque na exploração agrícola do Cerrado. Inicialmente, com cultivares oriundas e adaptadas ao clima subtropical, os agricultores enfrentaram graves problemas devido ao período juvenil curto e sensibilidade ao fotoperíodo das mesmas. No entanto, com o passar dos anos foram selecionadas cultivares adaptadas que permitiram a obtenção de rendimentos satisfatórios, conquistando para a produção enormes quantidades de terras mecanizáveis e impulsionando ainda mais a expansão da fronteira agrícola.

Atualmente a região do Cerrado Brasileiro, em especial o estado do Mato Grosso, é o mais importante polo produtor de grãos e fibras, sendo responsável pela produção de 67, 31 e 28%, do algodão em caroço, milho 1^a e 2^a safras e soja, respectivamente produzidos no Brasil (CONAB, 2019).

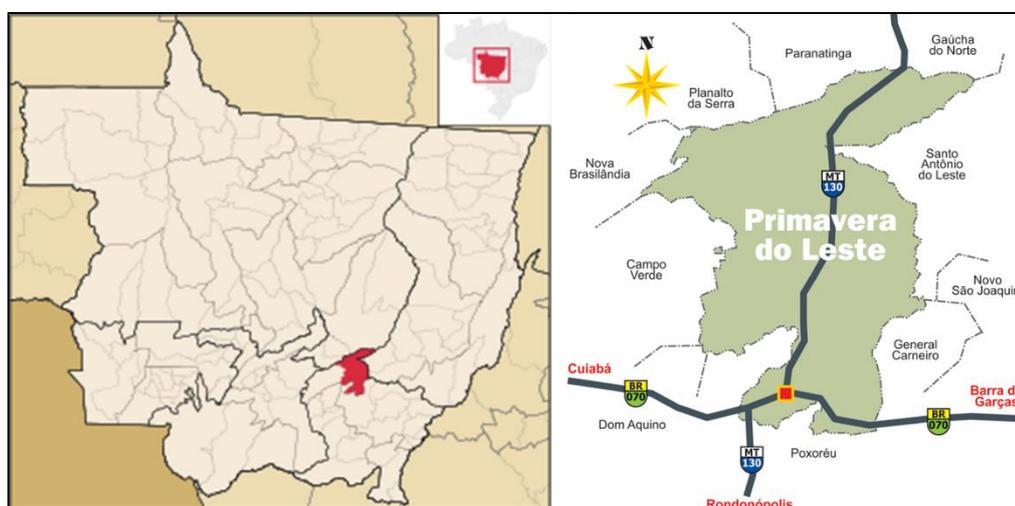
Dada a importância que o Cerrado possui na produção nacional e internacional de alimentos, ter a oportunidade de estagiar na região foi a grande motivação para escolher Primavera do Leste – MT como local de estágio. O estágio foi realizado na Empresa Ceres Consultoria Agrônômica, no período de 17 de dezembro de 2018 até 15 de março de 2019, totalizando na prática, aproximadamente 500 horas de estágio.

Os objetivos foram conhecer a região, aprender e aprimorar os conhecimentos nas culturas do milho e soja, aprender os aspectos relacionados a produção de algodão, acompanhar o dia-a-dia de um campo experimental privado voltado a condução de ensaios técnicos e práticos, e principalmente, vislumbrar no Centro-Oeste futuras oportunidades de atuação como Engenheiro Agrônomo.

2 CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DE PRIMAVERA DO LESTE - MT

O estágio foi realizado no município de Primavera do Leste, localizado a 240 quilômetros da capital Cuiabá. O município pertence a mesorregião Sudeste do estado do MT (Figura 1); (IBGE, 1990). O município foi fundado a cerca de 32 anos por imigrantes procedentes do Rio Grande do Sul e São Paulo e atualmente conta com uma população estimada de 61 mil habitantes (IBGE, 2019).

Figura 1 – Localização do município de Primavera do Leste – Mato Grosso.



Fonte: Google imagens.

O Produto Interno Bruto (PIB) do município é oriundo do setor agropecuário, indústria, serviços e administração, ambos setores contribuem com 22, 15, 52 e 11% respectivamente do PIB. Já a média *per capita* do PIB de Primavera do Leste para o ano de 2016 foi de R\$ 61.200,00, sendo duas vezes maior que o PIB nacional. No entanto, os demais setores, apesar de possuírem maior participação no PIB, dependem basicamente do setor agropecuário, que impulsiona o crescimento e desenvolvimento do município.

A Empresa Ceres atua fortemente na região sudeste do Mato Grosso, onde concentram-se a maior parte de seus clientes e parceiros, especialmente no município de Primavera do Leste. Sendo assim, este capítulo abordará características de clima e solos do município.

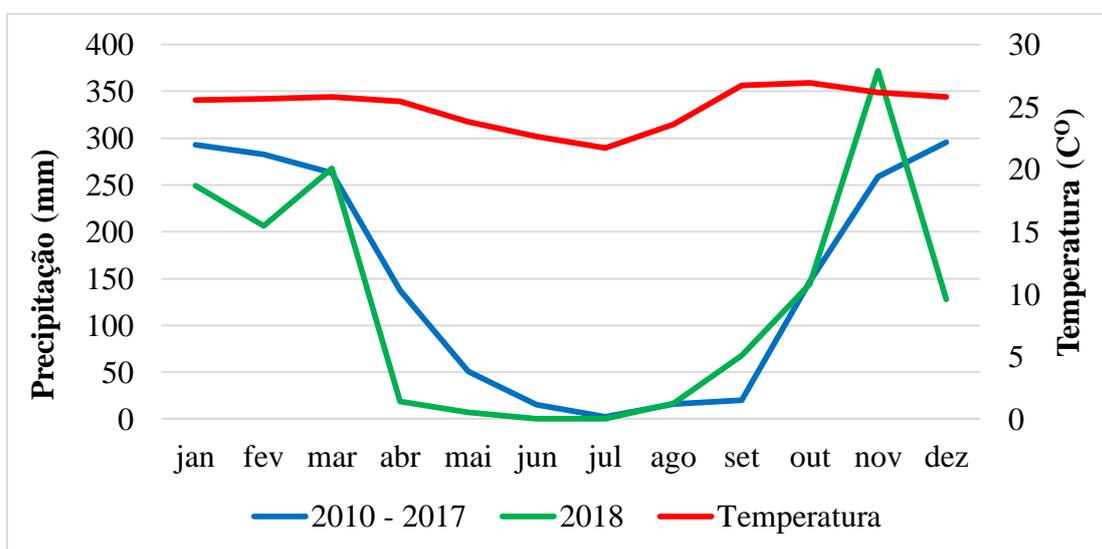
2.1 Clima

De acordo com a classificação de Köppen (1948) o clima da região de Primavera do Leste é caracterizado como Aw, tropical quente com estação seca de inverno e chuvosa

no verão. A temperatura média anual é de 22 °C, e o município de Primavera do Leste localiza-se a aproximadamente 660 metros de altitude.

A precipitação média anual gira em torno de 1.700 mm, sendo superior a evapotranspiração potencial anual; historicamente, o volume precipitado concentra-se basicamente no período de outubro a abril. Entretanto, na safra 2018/19 houve antecipação no período chuvoso de aproximadamente 20 dias (Figura 2), possibilitando a semeadura da soja e culturas de cobertura (milheto) em meados de setembro.

Figura 2 – Média mensal de precipitação e temperatura no período de 2010 – 2018, Estação automática 83358 – Poxoréo – MT.



Fonte: adaptado de INMET.

A possibilidade de semeadura antecipada, aliada ao uso de cultivares precoces e a ocorrência de déficit hídrico ocorrido na primeira quinzena de dezembro (fato atípico), provocou a antecipação da colheita da soja em algumas lavouras, que ocorreu no final do mês de dezembro, provocando dessa maneira diminuição do potencial produtivo dessas lavouras. Na cultura do algodoeiro, a estiagem coincidiu com a semeadura do algodão 1ª safra, provocando problemas de germinação e estabelecimento das lavouras, sendo necessária a ressemeadura em algumas áreas mais atingidas.

2.2 Solos

Segundo o Mapa de Solos do Estado do Mato Grosso (2001), predominam no município de Primavera do Leste, os Latossolos Vermelhos Distróficos e Latossolos Vermelhos Amarelos Distróficos. Ambos se caracterizam por possuir baixa saturação de

bases ($V < 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B. Além disso, é característica marcante desse tipo de solo, possuírem elevada acidez e baixa fertilidade natural. Dessa forma, são necessárias medidas que propiciem a manutenção da umidade do solo (palhada), adubações e calagens de correção e manutenção, que são indispensáveis para o crescimento e desenvolvimento das culturas à contento.

3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA CERES CONSULTORIA AGRONÔMICA

A Ceres Consultoria Agronômica foi fundada no ano de 1995 pelo Engenheiro Agrônomo Evaldo Kazushi Takizawa, quando iniciou sua atividade na região de Primavera do Leste, Estado do Mato Grosso, em um importante polo do agronegócio e região produtora de grãos, com foco na implantação do algodão como alternativa de rotação da cultura da soja, na época com problemas sérios de nematoide de cisto e cancro da haste.

Atualmente, a Ceres atua nos ramos da consultoria, pesquisa e planejamentos. O ramo da consultoria acompanha principalmente as culturas da soja, algodão e milho, com uma área atendida de aproximadamente 300.000 hectares na safra 2017/2018, distribuídos em 50% de soja, 30% de algodão e 20% de milho. Porém, além destas culturas tradicionais a Ceres atende culturas de feijão comum, feijão caupi, milho pipoca, painço, sorgo, capim Sudão, mamona, girassol, milheto, crotalária, braquiárias e outras espécies forrageiras.

Na área de planejamentos a Ceres atua em conjunto com as instituições financeiras elaborando projetos e cadastros para liberação de recursos junto aos seus clientes. Além disso, elabora projetos de viabilidade técnica e econômica para o ramo da agricultura.

O ramo da pesquisa, criado no ano de 2003 conta com um campo experimental próprio com uma área de 30 hectares, registrado junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) onde são conduzidos ensaios e experimentos para as principais empresas do agronegócio, gerando laudos de eficiência agrônômica, laudos de resultados regionais e pareceres técnicos (Figura 3).

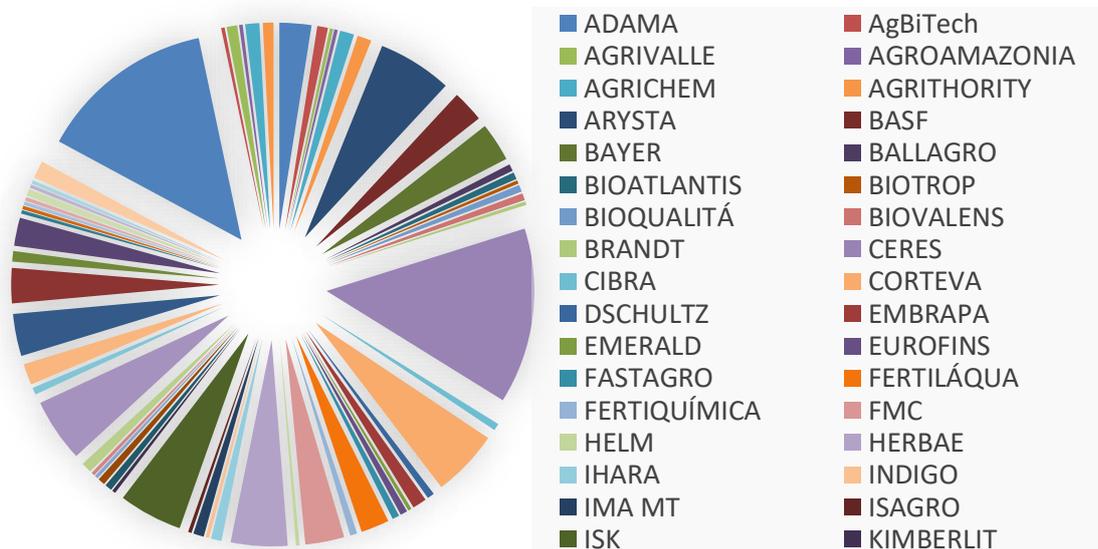
Figura 3 – Campo Experimental Ceres Consultoria Agronômica, Primavera do Leste – MT.



Fonte: Ceres Consultoria Agronômica.

A Ceres também desenvolve seus próprios ensaios testando diferentes estratégias de manejo e condução das culturas, com o objetivo de gerar informação *in loco* e poder recomendar aos seus clientes sempre os melhores produtos e práticas de manejo. Até o período de permanência no estágio, haviam sido instalados e estavam sendo conduzidos cerca de 380 ensaios nas culturas da soja, algodão, milho e mamona, que foram contratados por 60 diferentes empresas do agronegócio (Figura 4). Os ensaios conduzidos no campo experimental correspondem a testes com fungicidas, inseticidas, herbicidas, nutrição/variedades com proporção de 24, 21, 20 e 35% respectivamente.

Figura 4 – Relação das principais empresas com ensaios contratos junto a Ceres Consultoria Agronômica – Primavera do Leste – MT.



Fonte: Ceres Consultoria Agronômica.

Atualmente a Ceres Consultoria Agronômica é considerada uma das empresas mais importantes no desenvolvimento e pesquisa voltada ao Cerrado Brasileiro. Já na área de consultoria, a Ceres é a empresa que atende a maior área de algodão do Brasil dentre as empresas de consultoria privada.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Em 2050 a população mundial irá atingir mais de 9 bilhões de pessoas (ONU, 2012). A urbanização irá continuar a crescer de forma acelerada e o aumento da renda por indivíduo irá alterar as exigências e preferências alimentares, passando a incluir maior variedade e valor nutricional na dieta da população. Para que possa ser atendida esta crescente e mais exigente demanda, é preciso aumentar a produção de alimentos em 70% (BOJANIC, 2017). O aumento da produção virá principalmente de ganhos de produtividade e da intensificação sustentável do uso da terra.

A produção brasileira de algodão, milho e soja ocupa lugar de destaque no âmbito global de produção agrícola (Tabela 1). Segundo projeções do agronegócio realizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o período de 2017/18 a 2027/28, a produção brasileira de grãos deverá crescer cerca de 30% nesse período. No estado de Mato Grosso as projeções indicam aumento de 45 % na produção de milho e 35 % na de soja. O acréscimo da produção de milho é reflexo da expansão do cultivo em segunda safra. Neste cenário, serão necessários cada vez mais investimentos em tecnologia, infraestrutura, logística, mecanização, proteção de cultivos, biotecnologia e genética das cultivares.

Tabela 1 – Comparação entre área cultivada e produtividade nas culturas do algodão, milho e soja, no Mundo, Brasil, Mato Grosso (MT) e Primavera do Leste (PVA).

Local	Algodão		Milho		Soja	
	Área Mil ha ⁻¹	Produtividade kg ha ⁻¹	Área Mil ha ⁻¹	Produtividade kg ha ⁻¹	Área Mil ha ⁻¹	Produtividade kg ha ⁻¹
Mundo ¹	32.979	2.254	197.185	5.754	124.500	2.700
Brasil ²	1.569	4.102	17.072	5.618	35.818	3.168
MT ²	1.052	4.100	4.758	6.258	9.699	3.312
PVA ³	31	4.210	114	6.394	261	3.180

Fonte: ¹Faostat, 2017; ²Conab, 2019; ³Sidra/IBGE, 2017.

4.1 Cultura do Algodão

O algodão (*Gossypium hirsutum*) é uma cultura de grande importância econômica para o país e em especial para o estado do Mato Grosso, maior produtor nacional. Segundo

estimativa da CONAB (2019), para a safra 2018/2019, o estado do Mato Grosso será responsável pela produção de 67% do algodão em caroço produzido no Brasil. Cultivado sob clima tropical úmido e em decorrência das condições climáticas e do sistema de produção predominante, o algodoeiro é umas das culturas que apresentam mais problemas fitossanitários (pragas, doenças e nematoides).

Os principais problemas fitossanitários enfrentados pelos cotonicultores são as doenças causadas por fungos e vírus. Entre as doenças causadas por fungos, destacam-se a ramulária (*Ramularia areola*), e a mancha alvo (*Corynespora cassiicola*) que demandam monitoramento constante e controle através de fungicidas sempre que os níveis de controle forem atingidos. Entre as doenças causadas por vírus, o mosaico das nervuras f. Ribeirão Bonito (azulão), a virose atípica e o vermelhão, são transmitidas através de afídeos e a virose comum tem como vetor as moscas brancas (GALBIERI et al., 2015). Vale ressaltar, que atualmente já estão disponíveis cultivares com bom nível de tolerância frente estas viroses. Entre os insetos-pragas, o bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*), o complexo de lagartas (*Alabama argilacea*, *Spodoptera* spp., da subfamília Heliiothinae e *Chrysodeixis includens*), pulgão-do-algodoeiro (*Aphis gossypi*), trips (*Frankliniella schultzei*) e moscas brancas (*Bemisia tabacci* Biotipo B) estão entre as principais pragas que causam danos à cultura.

Os custos de produção do algodão no estado do Mato Grosso giram em torno de R\$ 8.400,00/ha⁻¹, desse total, cerca de 20% corresponde ao controle químico de insetos-pragas (IMEA, 2018). O bicudo do algodoeiro, principal praga da cultura, representa sozinho cerca de 10% dos custos de produção (MIRANDA e RODRIGUES, 2018).

4.2 Cultura do Milho

O milho (*Zea mays*) é um dos cereais mais cultivados pelo homem, devido a sua ampla adaptação a diversos ambientes, altos rendimentos de lavoura e composição do grão favorável a diversos usos (MUNDSTOCK E BREDEMEIER, 2006). Apesar de sua relevância na economia do país, a produtividade média de milho no Brasil tem se situado entre 4 e 5,5 t/ha⁻¹ nas últimas cinco safras (CONAB, 2019). Por outro lado, o potencial de rendimento da cultura é alto. Em áreas experimentais, nos municípios de Eldorado do Sul - RS e São Raimundo das Mangabeiras - MA, já se atingiram produtividades respectivamente de 13,7 t/ha⁻¹ (FORSTHOFER et al., 2006) e 11,9 t/ha⁻¹ (MELO et al., 2011).

Dessa forma, verifica-se uma grande diferença entre o potencial de rendimento e as

produtividades médias obtidas nas lavouras brasileiras. Esta diferença pode ser atribuída a vários fatores, como adversidades climáticas, uso de cultivares com baixo potencial produtivo, época de semeadura fora do período recomendado, densidade e arranjo de plantas impróprio, adubação deficiente e controle inadequado de doenças e pragas (SANGOI et al., 2016).

O milho no estado do Mato Grosso é cultivado essencialmente em segunda safra sucedendo a cultura da soja. Conforme estimativas da Conab para a safra 2018/2019 a área de milho safrinha no estado do MT será de 4,7 milhões de hectares, ou seja, 48% da área cultivada com soja, cedendo espaço para o cultivo do milho em sucessão.

Devido a esta característica de cultivo em segunda safra, o controle de pragas torna-se mais difícil, em função do complexo de pragas que atacam ambas as culturas. Os principais insetos pragas de parte aérea no milho safrinha, em Mato Grosso são a lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), a lagarta da espiga (*Helicoverpa zea*), o percevejo marrom (*Euschistus heros*) e o percevejo barriga verde (*Dichelops melacanthus*, *D. furcatus*), (KAPPES, 2013).

As principais doenças verificadas no cultivo de milho safrinha são Cercosporiose (*Cercospora zea-maydis*), Mancha Branca (*Pantoea ananatis*), Ferrugem Polisora (*Puccinia polysora*), Ferrugem Tropical ou Ferrugem Branca (*Physopella zea*), Helminthosporiose (*Exserohilum turcicum*) e Mancha de *Bipolaris maydis* (GRIGOLLI, 2016).

4.3 Cultura da Soja

A soja (*Glycine max* L.) é uma planta da família das Fabaceae que possui como centro de origem a China. No Brasil, sua introdução ocorreu por volta de 1882 na Bahia, em 1891 expandiu-se para São Paulo e em 1914 no Rio Grande do Sul, onde encontrou condições climáticas similares às das regiões produtoras no Estados Unidos (origem das primeiras cultivares). No estado do Mato Grosso, a expansão ocorreu por volta da década de 70, naquele período, a soja já era a principal cultura do agronegócio brasileiro (MUNDSTOCK E THOMAS, 2005; APROSOJA, 2019).

A expressão do rendimento máximo de grãos de uma cultura é determinada, principalmente, por suas características genéticas e pelas respostas ao ambiente predominante, podendo ser afetada pelo manejo do cultivo (FARIAS, 2011). Os fatores bióticos como pragas, doenças, nematoides e plantas daninhas quando mal manejados

contribuem para diminuição do rendimento de grãos.

No Brasil, já foram identificadas cerca de 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematoides e vírus na cultura da soja. Dentre as quais destacam-se as doenças causadas por fungos como ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), mancha alva (*Corynespora cassiicola*), cretamento foliar (*Cercospora kikuchii*) e mancha parda (*Septoria glycines*) além de doenças radiculares causadas por *Phytophthora* spp. e *Fusarium* spp. As pragas de maior importância e ocorrência na região centro-oeste são lagartas do gênero *Spodoptera* spp. da subfamília Heliothinae, *C. includens*, percevejo-marrom, percevejo barriga-verde, moscas-brancas e vaquinhas (*Diabrotica speciosa*) (EMBRAPA, 2013).

Nas últimas safras tem crescido as infestações de moscas-brancas (*Bemisia tabaci* Biótipo B), tanto na cultura da soja como no algodão. A praga tem hábito sugador, e durante sua alimentação excreta uma substância açucarada, denominada de honeydew, que serve como substrato para o fungo fumagina (Figura 7). A fumagina, ao se alojar nas excreções sobre a folha, cria uma película escura, diminuindo a capacidade de realizar fotossíntese da planta. Além disso, a associação de fumagina com as doenças foliares, potencializa a queda prematura das folhas do terço inferior e médio, comprometendo a capacidade de enchimento de grãos. (CORRÊA-FERREIRA, 2012).

4.4 Plantas geneticamente modificadas resistentes a insetos

Com o advento da biotecnologia, foi desenvolvida uma nova e promissora estratégia de controle de pragas, que consiste na utilização de plantas geneticamente modificadas resistentes a insetos, popularmente conhecidas como plantas transgênicas. A técnica tornou-se em pouco tempo, uma das principais estratégias no combate de insetos-praga de difícil controle, especialmente em grandes culturas como algodão, milho, soja e cana-de-açúcar.

As plantas transgênicas possibilitaram a redução no uso de agroquímicos, gerando maior segurança ao meio ambiente, aos consumidores e principalmente aos trabalhadores do meio agrícola. Esta tecnologia, aliada ao manejo integrado de pragas (MIP), diminuiu as perdas ocasionadas por insetos-praga alvo dos transgênicos, bem como diminuiu os custos de produção devido a economia no uso de inseticidas e operações agrícolas, proporcionando aos produtores maior lucratividade e menor risco.

As plantas transgênicas resistentes a insetos, são caracterizadas pela inserção de um ou mais genes da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt), que induzem a produção de proteínas

inseticidas tóxicas para determinadas pragas. Atualmente, todas as culturas comercialmente disponíveis expressam proteínas *Cry* (Cristais) ou *VIPs* (Proteínas Inseticidas Vegetativas) de *B. thuringienses* de maneira individual ou combinada, as quais possuem efetivo controle contra lepidópteros e algumas espécies de coleópteros durante a fase larval dos insetos.

As larvas dos insetos suscetíveis ao se alimentarem de plantas Bt ingerem as proteínas *Cry*, que sofrem ação do pH intestinal e de proteases, solubilizando os cristais e ativando suas toxinas. Posteriormente, devido a ligação entre as toxinas e os receptores localizados no intestino da larva ocorre a quebra do equilíbrio osmótico da célula, que se intumescce e rompe, propiciando o extravasamento do conteúdo intestinal para a hemocele do inseto. Consequentemente, a larva para de se alimentar, entra em paralisia geral e morre por inanição ou septicemia (BOBROWSKI et al., 2003; PRAÇA et al., 2004; BERNARDI et al., 2011). Entretanto, nos eventos Bt comercialmente disponíveis, que usam proteínas *Cry*, a causa da morte é somente a toxina, pois os genes inseridos produzem diretamente a toxina ativa (BERNARDI et al., 2011).

As proteínas *VIPs* atuam nas células epiteliais do intestino médio de insetos suscetíveis, provocando a lise destas células e levando as larvas a morte. Apesar das proteínas *Cry* e *Vip* atuarem de maneira semelhante, as mesmas apresentam propriedades distintas de ligação, indicando baixo potencial de resistência cruzada entre as proteínas (BERNARDI et al., 2011). Vale ressaltar, que tanto nas plantas transgênicas como nas plantas tratadas via aplicações foliares com inseticidas biológicos a base de *B. thuringienses* a expressão das proteínas inseticidas atua de maneira igual quando ingeridas pelos insetos. No entanto, os inseticidas biológicos possuem diversas desvantagens, como rápida degradação pela ação da luz ultravioleta, chuvas e temperatura, ausência de translocação na planta e perda de estabilidade (BOBROWSKI et al., 2003).

As principais vantagens na utilização de plantas transgênicas referem-se, a diminuição dos efeitos ambientais sobre as toxinas, pelo fato da síntese ocorrer de forma homogênea durante o ciclo da cultura. Diminuição do uso de inseticidas químicos, segundo estudo elaborado pelo Conselho de Informações sobre Biotecnologia e Agroconsult (2018), estima-se que há redução na dosagem de defensivos aplicada por hectare na ordem de 32 % para soja, 17 % para milho 1^a e 2^a safras e 32 % no algodão e preservação de inimigos naturais devido a redução no uso de inseticidas químicos.

Desde sua liberação no Brasil, e do lançamento comercial no ano de 1998 da soja tolerante ao herbicida glifosato, muitos eventos envolvendo organismos geneticamente modificados (OGM) estão disponíveis para uso agrícola. De acordo com a última lista

disponibilizada pela Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio, 2019), 82 eventos de transgenia envolvendo resistência a insetos (RI) e tolerância à herbicidas foram liberados para comercialização nas culturas da soja, milho e algodão. Desse total, 52 eventos com capacidade de conferir RI tanto isoladamente como em conjunto com outras tecnologias (CTNBio, 2019).

Atualmente, estão disponíveis no mercado brasileiro, cultivares de soja, algodão e milho possuindo respectivamente 1, 2 e 3 genes de resistência a lepidópteros com distintos modos de ação. Nas próximas safras, serão lançados no mercado cultivares de soja e algodão com três genes de resistência e com quatro genes de resistência para milho (Anexo 1).

O primeiro evento contendo genes que conferem RI foi liberado no ano de 2005 na cultura do algodão (Bollgard®) contendo o gene Cry1Ac, posteriormente em 2007, houve a liberação de variedades de milho (Yield Gard®) contendo o gene Cry1Ab e em 2010 de soja (Intacta RR2 Pro®) utilizando o gene Cry1Ac, (CTNBio, 2019). Atualmente, a taxa de adoção de plantas resistentes (RI) a insetos no Brasil chega a 62 % para soja, 79 % para milho e 83 % para algodão. Já a área de grãos e fibras cultivada com variedades RI na safra 2017/18 foi de 36 milhões de hectares, desse total, a soja representou 61 %, o milho 37 % e o algodão 2 %. (AGROCONSULT, 2018).

Dentre as pragas que atacam a cultura do algodão, é conhecida a eficiência de controle de tecnologias de algodão Bt para lepidópteros da família Noctuidae dentre os quais, a lagarta-curuquerê (*A. argilacea*), a lagarta-da-maçã (*Heliothis virescens*), a lagarta falsa-medideira, lagartas do gênero *Spodoptera* spp. e lagarta-rosada (*Pectinophora gossypiella*) pertencente à família Gelechiidae.

As tecnologias de milho Bt tem como principal alvo de controle lepidópteros das famílias Noctuidae como a lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*) lagarta-da-espiga, (*H. zea*), a lagarta-da-rosca (*Agrotis ipsilon*), da família Crambidae como a broca-do-colmo (*Diatraea saccharalis*), e Pyralidae como a lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*) e a larva-alfinete (*D. speciosa*), Coleoptera pertencente à família Chrysomelidae.

Na soja, a tecnologia Bt tem eficiência de controle para lepidópteros das famílias Noctuidae como a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*), lagartas falsas-medideiras (*C. includens* e *Rachiplusia nu*), *H. virescens* e espécies do gênero *Helicoverpa* spp. e Tortricidae como a broca-das-axilas (*Crosidosema aporema*).

As diferentes tecnologias de algodão, milho e soja Bt comportam-se de forma distinta no controle de determinada espécie-praga, ou seja, não se espera a mesma

eficiência de controle para todas as tecnologias Bt comercialmente disponíveis (BERNARDI et al., 2016).

Das pragas-alvo de controle de plantas Bt, *S. frugiperda*, *C. includens* e *H. armigera* apresentam maior risco de evolução da resistência, devido ao histórico de evolução de resistência a inseticidas e proteínas Bt em outros países e no Brasil (BERNARDI et al., 2016). Nas condições de Cerrado, ambas apresentam alta frequência, destruindo folhas, vagens e grãos, causando sérios prejuízos aos produtores. Os sistemas produtivos adotados na região, caracterizam-se por cultivos simultâneos no espaço e em sucessão no tempo, favorecendo o surgimento de insetos-pragas resistentes (NETTO et al., 2018; TOMQUELSKI e THEODORO, 2018).

No Brasil, os principais problemas e prejuízos ocasionados pela diminuição da eficiência das plantas geneticamente modificadas e conseqüentemente resistência são relatados especialmente em lagartas da espécie *S. frugiperda* na cultura do milho e algodão (NETTO et al., 2018; TOMQUELSKI e THEODORO, 2018).

A lagarta do cartucho, é uma praga polífaga, que possui capacidade de atacar a planta desde os estádios vegetativos até os estádios reprodutivos nas culturas do algodão, milho e soja. A praga possui elevada capacidade reprodutiva, sobreposição de gerações, elevadas densidades populacionais, infestações em qualquer estágio das culturas e época de semeadura. Na cultura do milho, os principais problemas ocorrem devido ao comportamento das larvas, que se alimentam e se protegem no “cartucho” do milho, reduzindo a eficiência do controle químico (WAQUIL, 2007).

Na cultura do milho, estão disponíveis no mercado, híbridos com até três genes de resistência a lepidópteros. Entretanto, a eficiência de controle destas tecnologias e a resposta em relação ao ataque de *S. frugiperda* é distinta entre os híbridos (WAQUIL et al., 2012; MORAES et al., 2014). Portanto, o monitoramento destas tecnologias é essencial para definição de estratégias de manejo integrado *S. frugiperda*.

Com o objetivo de retardar a evolução da resistência de insetos às diferentes proteínas Bt, é fundamental o esforço e adoção de estratégias conjuntas entre os diferentes atores que compõem o cenário agrícola. As principais estratégias de manejo da resistência são alta dose/refúgio estruturado, monitoramento, pirâmide de genes, mistura de sementes.

5 ATIVIDADES REALIZADAS

As atividades de estágio foram realizadas no campo experimental da Ceres Consultoria Agronômica e consistiram na condução e avaliações de ensaios testando inseticidas, herbicidas, fungicidas e fertilizantes nas culturas da soja, algodão e milho.

No campo experimental, todos os ensaios possuem um protocolo interno, assim como um ID para identificação, como exemplo CC1819AD05IS, sendo:

CC: campo experimental;

1819: safra 2018/2019;

AD: empresa contratante, neste exemplo ADAMA;

05: número do ensaio na respectiva empresa;

IS: foco do ensaio, IS: inseticida.

Para organização e facilitação, os ensaios são separados e dispostos na área experimental na forma de blocos onde busca-se organizar num mesmo bloco diferentes ensaios envolvendo testes com fungicidas, por exemplo. Com isso, as aplicações de manutenção e controle de insetos pragas e plantas daninhas são facilitadas e a chance de ocorrerem erros de aplicação são praticamente nulas. Cada ensaio é identificado conforme o foco, possuindo uma cor específica para demarcação das parcelas, sendo azuis, vermelhas, amarelas e brancas para fungicidas, herbicidas, inseticidas e nutrição/variedades, respectivamente. De modo geral, os experimentos analisando insetos-pragas eram de fato iniciados após constatada na avaliação prévia o nível de controle preconizado pela literatura para a respectiva praga e cultura.

Além das atividades de avaliações e condução de ensaios, foram realizadas atividades de preparação de caldas para pulverização dos ensaios, semeadura de milho, soja e algodão no campo experimental e em fazendas parceiras na região, contagem de estruturas vegetativas e reprodutivas na cultura da soja, realização de análises estatísticas, participação e apresentações de seminários durante as reuniões técnicas semanais que eram realizadas na sede da empresa com toda equipe Ceres.

5.1 Cultura do algodão

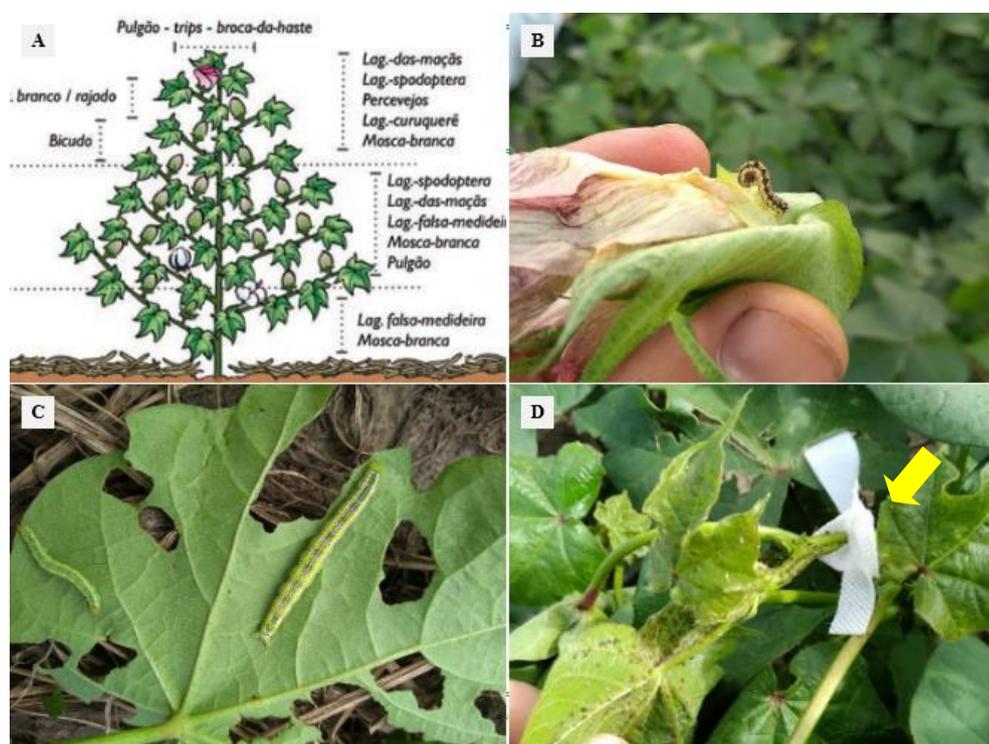
As avaliações relacionadas aos experimentos envolvendo testes de eficiência de inseticidas eram realizadas conforme a praga do ensaio:

Pulgão-do-algodoeiro: após constatada a infestação na área do ensaio, 5 plantas por

parcela com presença de ao menos uma colônia eram demarcadas utilizando fita TNT (20 cm). Nesse momento era realizada a contagem prévia dos pulgões (adultos e ninfas) localizados no ponteiro da planta e as demais avaliações eram realizadas nas plantas demarcadas. Em relação à presença ou ausência de afídeos, eram realizadas avaliações em 10 plantas tomadas ao acaso em cada parcela, com o objetivo de obter a porcentagem de plantas com presença de afídeos.

As avaliações do bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*), e do o complexo de lagartas (*A. argilacea*, *Spodoptera* spp., *C. includens* e Heliiothinae) eram realizadas em 5 plantas tomadas ao acaso localizadas nas linhas centrais da parcela. Eram analisadas todas as estruturas reprodutivas botões florais, flores, maçãs com o objetivo de avaliar principalmente o bicudo-do-algodoeiro e lagartas *Spodoptera* spp. e da Subfamília Heliiothinae. As estruturas vegetativas eram avaliadas quanto a presença de *C. includens* e *A. argilacea*. Na avaliação destas pragas é importante conhecer os danos relacionados, bem como a distribuição vertical (DEGRANDE E SORIA, 2015) das pragas na planta (Figura 5).

Figura 5 – Principais insetos-praga observados na cultura do algodão no Campo Experimental – Ceres Consultoria Agrônômica.



*A: distribuição vertical das pragas na planta; B: Lagarta *Heliiothinae*; C: *A. argilacea*; D: *A. gossypi* – detalhe da fita utilizada na demarcação das plantas.

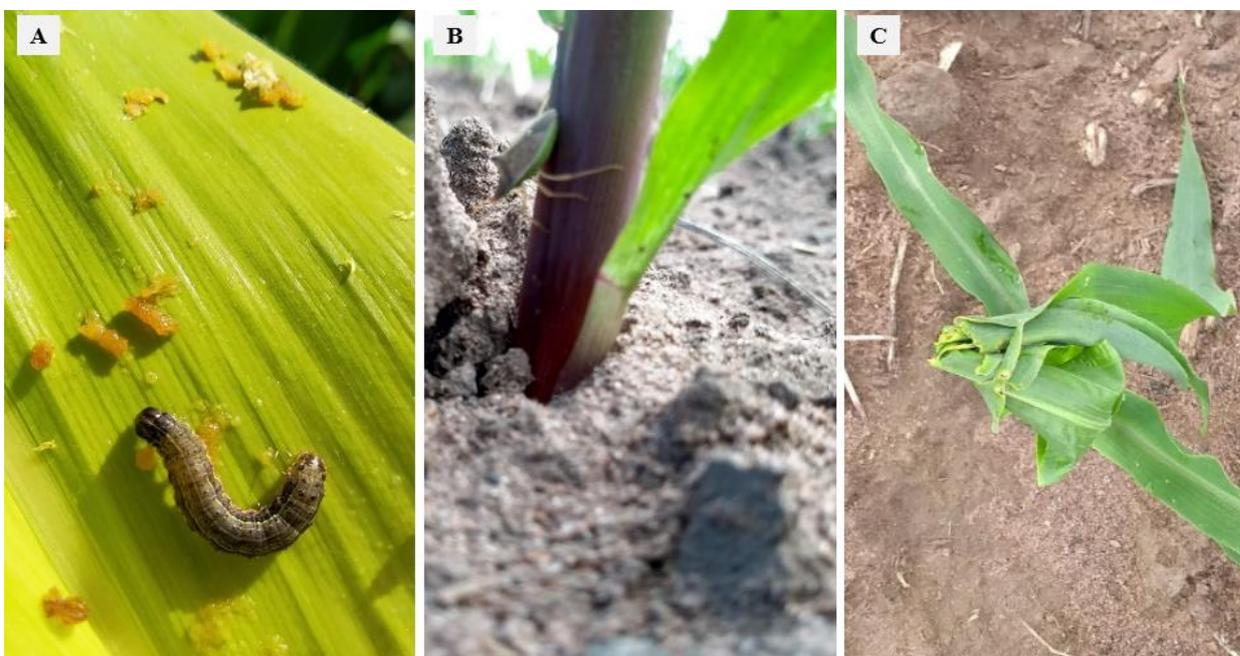
Fonte: Francis Zanini.

Mosca-branca: as amostragens eram realizadas conforme metodologia proposta por Araújo et al., (2000). Os adultos eram contados no terço superior da planta, utilizando a 3ª folha completamente expandida a partir do ápice da planta. A amostragem de ninfas era realizada em folhas do 5º nó (ápice para base). As amostragens eram realizadas em toda a área foliar, diferindo do que é proposto por Araújo et al., (2000) o qual propõe a contagem de ninfas numa área pré-definida de 4 cm². No total, eram contadas 10 folhas tomadas ao acaso dentro de cada parcela do ensaio. Os níveis de controle recomendados pela literatura para controle das pragas na cultura do algodão constam no Anexo 2.

5.2 Cultura do milho

Durante a condução dos ensaios na cultura do milho, foram realizadas avaliações de ensaios envolvendo pragas, herbicidas e fertilizantes. Dentre as pragas as principais foram lagartas do gênero *Spodoptera* e percevejos (Figura 6).

Figura 6 – Principais insetos-praga observados na cultura do milho no Campo Experimental – Ceres Consultoria Agrônômica.



*A: *Spodoptera frugiperda*; B: *D. melacanthus* ou *D. furcatus*; C: dano provocado por percevejo barriga-verde.

Fonte: Francis Zanini.

As avaliações das lagartas do gênero *Spodoptera* eram realizadas em 10 plantas de uma fileira dentro da parcela experimental. O nível de controle desta praga é atingido

quando são constatadas folhas raspadas em 10% das plantas, (AFONSO-ROSA et al., 2011).

O percevejo barriga-verde é uma das principais pragas que ataca a cultura do milho, e em situações de alta infestação, especialmente em áreas de sucessão com soja devido a sua capacidade migratória, seus danos podem comprometer significativamente a produtividade das plantas. Os danos são potencializados especialmente em áreas cultivadas em sucessão com a cultura da soja. O inseto possui elevada capacidade migratória e de sobrevivência na resteva entre o período da colheita da soja e emergência do milho. A fase crítica de dano compreende o período de semeadura até o estágio fenológico V5. A partir dessa fase os danos causados por esta praga são menos expressivos (GRIGOLLI, 2017).

Os níveis de ação recomendados pela literatura para controle das pragas na cultura do milho constam no Anexo 3.

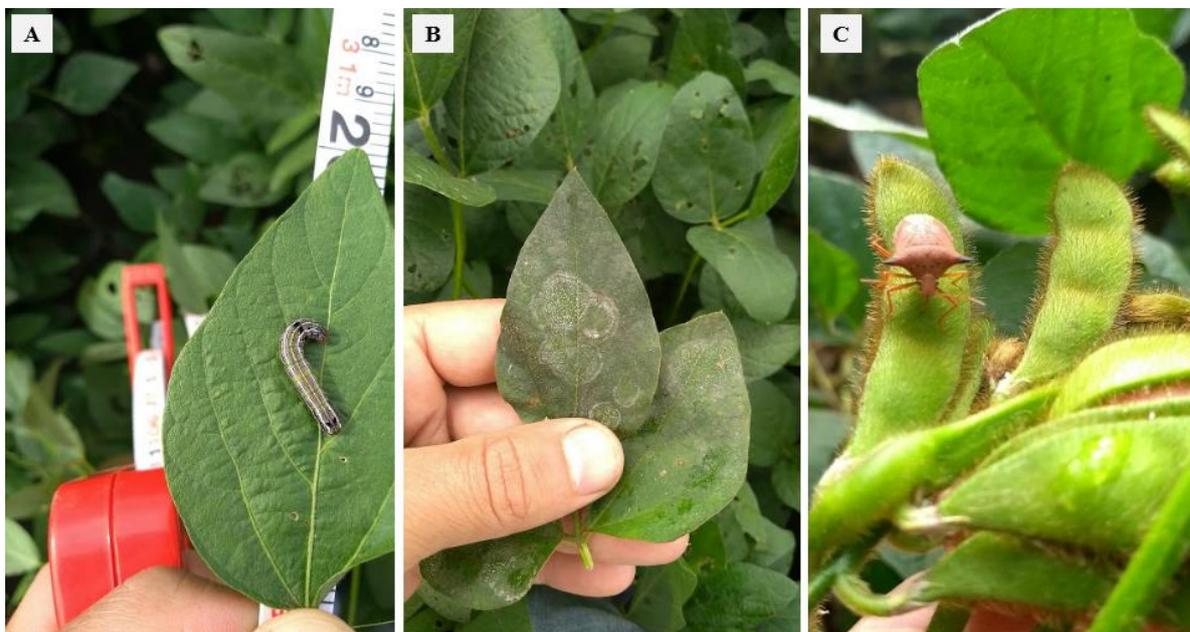
5.3 Cultura da soja

As principais atividades desempenhadas durante o período de estágio envolvendo a cultura da soja foram relacionadas as avaliações de ensaios com inseticidas biológicos e químicos. Os principais insetos-praga avaliados foram o complexo de lagartas que se alimenta de folhas e vagens e os insetos sugadores.

No campo experimental, as avaliações de moscas-brancas (adultos e ninfas) iniciaram a partir do florescimento (estádio fenológico R5.1) e consistiam na análise de 10 folíolos tomados ao acaso nas linhas centrais de cada parcela. Os adultos eram contados em folíolos localizadas no terço superior e as ninfas eram contadas em folíolos localizadas no terço médio (CORRÊA-FERREIRA, 2012). Não há nível de ação descrito na literatura para mosca-branca na cultura da soja.

As avaliações dos ensaios envolvendo o complexo de insetos-praga (Figura 7), que incluem as lagartas do gênero *Spodoptera* (*S. frugiperda*, *S. eridanea*, *S. cosmioides*, *S. latifascia*), da subfamília Heliothinae (*H. armigera*, *H. virescens*), falsa-medideira (*C. includens*), percevejo-marrom (*E. heros*) e percevejo barriga-verde (*D. furcatus* e *D. melacanthus*) foram realizadas utilizando pano-de-batida para realização das amostragens. Segundo Corrêa-Ferreira (2012), o método de amostragem utilizando pano de batida é o mais indicado para monitoramento e avaliação dos insetos-praga descritos acima, bem como para avaliação de algumas espécies de inimigos naturais (*Calosoma* sp., *Podisus* sp., *Cycloneda sanguinea*).

Figura 7 – Principais insetos-praga observados na cultura da soja no Campo Experimental – Ceres Consultoria Agronômica.



*A: *Spodoptera* de folha; B: folha de soja coberta por fumagina; C: *E. heros*.

Fonte: Francis Zanini.

Na prática, o monitoramento é a principal ferramenta que auxilia o produtor e o técnico na tomada de decisão. Além disso, conhecer as pragas, seus hábitos e seus danos são aspectos fundamentais para correta recomendação de controle, bem como o respectivo posicionamento dos produtos fitossanitários. Estimar a porcentagem de desfolha, conforme escala proposta por Panizzi et al. (1977) é outra importante avaliação, e deve ser realizada em conjunto com o monitoramento, servindo como base para a tomada de decisão quanto ao controle, especialmente quando se trata de pragas desfolhadoras. Os níveis de ação recomendados pela literatura para controle dos principais insetos-pragas na cultura da soja constam no Anexo 4.

6 DISCUSSÃO

A evolução da resistência segundo Bernardi et al., (2016) é caracterizada pela constante pressão de seleção que a população é submetida, aumentando a frequência de indivíduos adaptados. Dessa maneira, plantas Bt são grandes selecionadoras de indivíduos no ambiente, pois estão sempre expressando a proteína de ação contra os insetos (TOMQUELSKI e THEODORO, 2018). A eficácia do controle das pragas-alvo pelas tecnologias Bt é o resultado da expressão da(s) proteína(s) Bt em uma variedade/híbrido e do nível de suscetibilidade de cada praga-alvo à(s) proteína(s) Bt (MATHEUS, 2019).

Avaliando a eficiência de controle de *S. frugiperda* a campo por diferentes biotecnologias na cultura do milho Grigolli (2017), constatou nível de infestação superior a 90% em híbridos com as tecnologias Herculex® (Cry1F), Yield Gard® (Cry1Ab) e Total Liberty® (Cry1Ab). A tecnologia VTPro® (Cry1A.105 + Cry2Ab2) apresentou 45% das plantas atacadas, VTPro2®, VTPro3® e Power Core® (Cry1A.105 + Cry2Ab2 + Cry1F) com 35% das plantas atacadas, e Viptera3® (Cry1Ab + VIP3Aa20) e Leptra® (cry1F + cry1Ab + VIP3Aa20) com pouco mais que 20 % das plantas atacadas. Este estudo corrobora com os resultados obtidos por Michelotto et al., (2017), onde foram divulgados resultados de 10 anos de monitoramento a campo de diferentes biotecnologias na cultura do milho desde seu lançamento no ano de 2008. O estudo mostrou que a perda de eficiência em controlar as populações de *S. frugiperda* foi aumentando gradativamente ao longo dos anos. Sendo que as primeiras variedades transgênicas lançadas no mercado, perderam sua eficiência após 5 anos de utilização pelos produtores.

O manejo da resistência de insetos (MRI) está inserido dentro do Manejo Integrado de Pragas (MIP), e pode ser definido como o conjunto de técnicas aplicadas em áreas agrícolas com o objetivo de evitar ou retardar a evolução da resistência das pragas aos agentes empregados no seu controle (MACHADO e FIÚZA, 2011). O desenvolvimento destas técnicas iniciou a partir da evolução da resistência de insetos aos produtos químicos e mais recentemente com o advento das plantas transgênicas. Neste sentido, estratégias de MRI devem ser adotadas de modo preventivo, antes da resistência se tornar um problema econômico (BERNARDI et al., 2016).

A principal estratégia de MRI é a combinação de alta dose e refúgio estruturado. Plantas de alta dose, são aquelas variedades ou híbridos que expressam a proteína Bt em alta concentração em todos os tecidos da planta (MAIA, 2005) e que possuem capacidade de eliminar da população mais que 99% dos indivíduos heterozigotos (SR). Essa

concentração é aproximadamente 25 vezes superior àquela necessária para eliminar os indivíduos suscetíveis (LEITE et al., 2011; MACHADO; FIÚZA, 2011; BERNARDI et al., 2016). Segundo Machado e Fiúza (2011), essa estratégia torna a resistência uma característica funcionalmente recessiva, onde apenas indivíduos portadores de dois genes de resistência possuem capacidade de sobreviver quando alimentados com plantas que expressam proteínas Bt.

A área de refúgio estruturado consiste na semeadura de um percentual da lavoura cultivada com uma variedade Bt, com uma variedade não Bt ou convencional, com porte e ciclo semelhantes. A principal contribuição do refúgio é fornecer ao sistema agrícola indivíduos suscetíveis (SS) as proteínas Bt para cruzarem com indivíduos homozigotos resistentes (RR). O percentual da lavoura que deve ser semeado com variedades não Bt é dado em função da espécie e do evento Bt (expressão de uma ou mais proteína Bt). De modo geral, recomenda-se área de refúgio de 20% para soja e algodão e 10% para milho.

A combinação destas duas estratégias é válida em situações onde ocorre a expressão de alta dose das proteínas inseticidas pela planta. Dessa forma, o refúgio estruturado, permite o acasalamento entre os indivíduos resistentes (oriundos da área com uso de Bt) e os indivíduos suscetíveis (oriundos da área de refúgio) resultando em indivíduos heterozigotos suscetíveis que seriam controlados pela alta dose de proteína expressa nas plantas Bt.

Diversos estudos com populações resistentes de diferentes regiões do Brasil, já comprovaram a resistência de *S. frugiperda* em variedades contendo à proteína Cry1F, (SOUZA, 2017). Em um recente estudo, Souza (2017) comprovou que lagartas *S. frugiperda* alimentadas com folhas de milho contendo a proteína Cry1F foram capazes de sequestrar e transferir a proteína para sua prole. Além disso, o estudo demonstrou que tanto adultos machos como fêmeas tem a capacidade de transmitir a proteína aos seus descendentes (ovos), e que a concentração de proteína Cry1F é significativamente maior quando ocorre o acasalamento entre macho e fêmea expostos a proteína.

Diante disso, a utilização de áreas de refúgio é uma estratégia fundamental para retardar o avanço da resistência. No entanto, a adoção do refúgio entre os produtores ainda é baixa, segundo Resende et al., (2014) cerca de 30 % dos produtores que utilizam o refúgio desconhecem a importância e o real benefício da adoção. Além disso, menos da metade dos produtores segue as recomendações técnicas adequadas de implantação destas áreas. Dessa forma, é muito importante que sejam adotadas medidas educacionais de conscientização sobre a necessidade de manutenção dessas áreas, além de ser necessária a constante

fiscalização.

O monitoramento das biotecnologias é outra estratégia do MRI para verificação da suscetibilidade de insetos-alvo das proteínas Bt. Existem diferentes métodos de monitoramento, sendo os métodos fenotípicos e genotípicos os mais utilizados. Os métodos fenotípicos consistem na realização de bioensaios em laboratório, casa de vegetação ou à campo, onde os insetos-alvo coletados no campo são expostos a dieta (artificial ou natural). Os bioensaios permitem determinação da resposta a concentrações específicas da toxina, demonstrando diretamente o decréscimo na suscetibilidade ao longo do tempo para uma ou mais população de campo e também permitem avaliar a sobrevivência da praga quando exposta a diferentes toxinas (BERNARDI et al., 2011; MACHADO; FIÚZA, 2011; LEITE et al., 2016).

Neste sentido, Tomquelski e Theodoro (2018), realizaram um bioensaio nas safras 2014/15 e 2015/16 em laboratório, com objetivo de avaliar a eficiência das biotecnologias no controle de *S. frugiperda* em algodoeiro. Segundo os autores, foi constatada a sobrevivência superior a 80% na cultivar WideStrike® (WS) em ambas as safras. Nas cultivares BollgardII® e TwinLink® a sobrevivência foi muito inferior ao observado para cultivar WS, no entanto, a sobrevivência das lagartas foi superior a 10% em ambas cultivares nas duas safras.

Segundo Degrande e Soria (2015) o nível de ação para a praga na cultura do algodão é de 6 – 8% das plantas infestadas com pelo menos uma lagarta, dessa forma, em ambas cultivares são necessárias aplicações de inseticidas a fim de evitar danos significativos a cultura. À campo, na safra 2017/18 foram realizadas em média cerca de oito aplicações de inseticidas nas cultivares WS e de duas a quatro aplicações para as cultivares BollgardII® e TwinLink® (TOMQUELSKI e THEODORO, 2018).

Os métodos genotípicos mais utilizados em estudos envolvendo o MRI são o F1 screen e o F2 screen, que têm como objetivo detectar a frequência de alelos resistentes em populações de campo (LEITE et al., 2016). Ambos os métodos são eficientes e confiáveis, porém, no método F1 screen, o número de lagartas necessárias para condução do ensaio é muito alto, tornando o método demorado e de alto custo. Já o método F2 screen tem como desvantagem a necessidade de avanço de duas gerações dos insetos em laboratório, porém demanda menor número de insetos para condução do ensaio (BERNARDI et al., 2011).

Além destes ensaios de laboratório, é essencial que à campo, o monitoramento dos níveis de infestação das lavouras sejam notificados para as empresas e órgãos de pesquisa, especialmente em lavouras que utilizam tecnologias recentemente lançadas no mercado.

Sistemas de alertas poderiam ser criados, com objetivo de informar os produtores quanto a possíveis ataques de lagartas em variedades contendo genes de resistência. Além disso, a avaliação dos fatores que foram determinantes para que a pressão da praga sobre a tecnologia fosse superada devem ser avaliados. O conhecimento do tempo de utilização da tecnologia, infestações em áreas vizinhas e em safras anteriores, manejo químico adotado, adoção da área de refúgio, devem servir como subsídio para o planejamento e construção de estratégias de MIP.

A piramidação de genes envolve a expressão de duas ou mais proteínas inseticidas na mesma variedade transgênica. Essa estratégia de MRI é caracterizada como ataque múltiplo, pois ambos agentes de controle (proteínas), apresentam modos de ação distintos e não possuem resistência cruzada (BERNARDI et al., 2011). Dessa forma, a evolução da resistência pode ser retardada, em comparação a plantas contendo apenas uma proteína Bt. As principais vantagens da piramidação de genes são o controle mais amplo dos diferentes insetos-pragas que atacam as culturas e possibilidade de redução da área de refúgio (LEITE et al., 2016).

Independentemente da biotecnologia de resistência a insetos utilizada, é essencial que as recomendações de pesquisa e do Manejo Integrado de Pragas sejam adotadas e difundidas entre os produtores, empresas e técnicos. A cada nova safra surgem problemas diferentes que demandam novas estratégias de controle e convivência. As plantas transgênicas se tornaram um dos mais importantes avanços da agricultura nos últimos tempos, porém esta tecnologia não pode ser considerada como solução única dos problemas e sim como mais uma importante estratégia que deve combinada com todas as outras, levando ao equilíbrio financeiro, social e ambiental do sistema agrícola.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades desempenhadas durante o período de estágio foram de extrema importância para consolidar o conhecimento adquirido durante a graduação, especialmente na área de Fitossanidade. Além disso, a experiência adquirida durante as avaliações dos ensaios relacionados com pragas foi fundamental para conhecer os hábitos, danos, estágio de ocorrência e a importância do manejo integrado de pragas na prática. Também foi possível conhecer e identificar corretamente as principais doenças que acometem as culturas do algodão, milho e soja.

As reuniões técnicas realizadas com toda a equipe Ceres possibilitaram compreender os desafios que os Agrônomos da área de consultoria enfrentam no cotidiano das fazendas. Esse envolvimento fez perceber as dificuldades que envolvem o planejamento da safra, a gestão de pessoas e a gestão operacional, que devem ser configuradas de acordo com a realidade de cada fazenda.

A experiência de conviver diariamente com a equipe do campo experimental permitiu crescimento e desenvolvimento pessoal. Exercitar o ato de escutar, seguir ordens e regras são características fundamentais no ambiente empresarial. Entretanto, é fundamental que o profissional tenha a capacidade de demonstrar suas habilidades, sendo ágil, organizado, proativo, comprometido e focado na entrega de resultados e soluções para os desafios que lhe forem propostos. Além disso, visualizar problemas, propor ideias e ter uma visão holística do seu entorno é um diferencial no mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO-ROSA, A.P.S.; MARTINS, J.F.S.; TRECHA, C.O. Avaliação de danos da lagarta-do-cartucho à cultura do milho com base no monitoramento de plantas atacadas em três safras agrícolas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.17, p. 1-16, 2011.

AGROCONSULT. **Impactos econômicos e sócio-ambientais da tecnologia de plantas resistentes a insetos no Brasil**: análise histórica, perspectivas e desafios futuros. 2018. Disponível em: <<http://apps.agr.br/wp-content/uploads/2018/12/Impactos-do-Milho-Bt-no-Brasil.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

APROSOJA. **A história da soja**. [2019]. Disponível em: <<http://www.aprosoja.com.br/soja-e-milho/a-historia-da-soja>>. Acesso em: 27 mar.2019.

ARAUJO, L. H. A. *et al.* **Manejo de mosca branca Bemisia argentifolii bellows & perring no algodoeiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2000. (Circular Técnica, 40) Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/278304/1/CIRTEC40.pdf>>. Acesso em: 17 mar. 2019.

BERNARDI, O. *et al.* Resistência de insetos-praga a plantas geneticamente modificadas. *In*: BORÉM, A.; ALMEIDA, GD (Ed.). **Plantas geneticamente modificadas**: desafios e oportunidades para regiões tropicais. Viçosa: UFV, 2011. p. 179-204.

BERNARDI, O. *et al.* **Manejo da resistência de insetos a plantas Bt. Engenheiro Coelho**: PROMIP. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/315523688_Manejo_de_Insetos_a_Plantas_Bt>. Acesso em: 25 mar. 2019.

BOBROWSKI, V.L. *et al.* Genes de Bacillus thuringiensis: uma estratégia para conferir resistência a insetos em plantas. **Ciência rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p. 843-850, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/cr/v33n5/17128.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

BOJANIC, A. **Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos**. 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/>>. Acesso em: 25 mar. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio**: Brasil 2017/18 a 2027/28 projeções de longo prazo. Brasília: MAPA/ACE, 2018. 112 p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/PROJECOES2018_FINALIZADA_web_05092018.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2019.

CORRÊA-FERREIRA, B.S. Amostragem de pragas da soja. *In*: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). **Soja**: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Embrapa: Londrina, 2012. cap. 9, p. 631-672.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries Históricas**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras>>. Acesso em: abr. 2019.

CTNBIO - COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Tabela de Plantas Aprovadas para Comercialização**. 2019. Disponível em:

<<http://ctnbio.mcti.gov.br/liberacao-comercial#/liberacao-comercial/consultar-processo>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p. (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176-2902; n.16).

FAO- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT** [Base de dados]: Cultivos. [2019]. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

FORSTHOFER, E.L. *et al.* Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira: 1977**. Brasília, v. 41, n. 3, p. 399-407, mar. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v41n3/29110.pdf>>. Acesso em: 17 mar. 2019.

GALBIERI, R. *et al.* **Doenças e nematoides na cultura do algodoeiro**. Primavera do Leste: IMAMT, 2015. 80 p.

GRIGOLLI, J.F.J. Doenças do Milho Safrinha. *In*: LOURENÇÃO, A. L.F. *et al* (Ed.). **Tecnologia e produção: safrinha 2016**. Curitiba: Midiograf, 2017. Cap. 6. p. 136 - 148. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/252/252/newarchive-252.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

GRIGOLLI, J.F.J. Manejo e controle de pragas do milho safrinha. *In*: LOURENÇÃO, A. L.F. *et al* (Ed.). **Tecnologia e produção: safrinha 2016**. Curitiba: Midiograf, 2017. Cap. 5. p. 119-135. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/252/252/newarchive-252.pdf>>. Acesso em: 5 abr. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Primavera do Leste**. [2019] Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/primavera-do-leste/panorama>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **SIDRA** [Base de dados]: Produção Agrícola Municipal: Tabela 839 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida e rendimento médio de milho, 1ª e 2ª safras. [2019]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/839>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

IMEA - INSTITUTO MATOGROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. **Custo de produção do algodão - safra 2018/19**. 2018. Disponível em: <<http://www.imea.com.br/upload/publicacoes/arquivos/16022018134155.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

KAPPES, C. Sistemas de cultivo de milho safrinha no mato grosso. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 12., 2013, Dourados, MS. **Anais**. Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. Disponível em: <<https://www.cpa0.embrapa.br/cds/milhosufrinha2013/palestras/5CLAUDINEIKAPPES.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 479p.

LEITE, N. A. *et al.* O milho Bt no Brasil: a situação e a evolução da resistência de insetos. **Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, 2011.

LEITE, N. A. *et al.* Rapid selection and characterization of Cry1F resistance in a Brazilian strain of fall armyworm. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 158, n. 3, p. 236-247, 2016.

MACHADO, V.; FIUZA, L. M. Manejo da resistência: na era das plantas transgênicas. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 2, p. 291-302, 2011.

MAIA, A.H.N. Definindo estratégias de manejo da resistência de pragas a toxinas Bt expressas em culturas transgênicas: o papel dos modelos de simulação. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2005. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Maia_definindoID-gLUEDBF8lh.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2019.

MATHEUS, H.D. **A importância da área de refúgio**. Disponível em: <http://www.monsoy.com.br/site/wpcontent/uploads/2016/08/job_02_97_informativos_tecnicos4_ano4_n11_ok_atualizado_ok.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2019.

MELO, F.B.; CORÁ, J.E.; CARDOSO, M.J. Fertilização nitrogenada, densidade de plantas e rendimento de milho cultivado no sistema plantio direto. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 42, n.1, p.27-31, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rca/v42n1/v42n1a04>>. Acesso em: 22 mar. 2019.

MICHELOTTO, M. *et al.* Milho transgênico (Bt): efeito sobre pragas alvo e não alvo. **Nucleus**, Calcutta, v.3, n.3, p.67-82, 2013. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/269947640>>. Acesso em: 07 abr. 2019.

MICHELOTTO, M.D. *et al.* Controle da lagarta-do-cartucho em milho transgênico na safrinha em Pão Paulo: dez anos de uso. **Nucleus**, Ituverava, Edição especial, p. 67-74, 2017. Disponível em: <<http://nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/2821>>. Acesso em: 14 abr. 2019.

MIRANDA, J.E.; RODRIGUES, S.M.M. **O tamanho do prejuízo do bicudo e a necessidade do monitoramento**. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/37767331/artigo---o-tamanho-do-prejuizo-do-bicudo-e-a-necessidade-do-monitoramento>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

MORAES, A.R.A.; LOURENCAO, A.L.; PATERNIANI, M.E.A.G.Z. Resistência de híbridos de milho convencionais e isogênicos transgênicos a *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Bragantia**, Campinas, v. 74, n.1, p. 50-57, mar. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000687052015000100050&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 04 abr. 2019.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A.L. **Soja**: fatores que afetam o crescimento e rendimento de grãos. Porto Alegre: Evangraf, 2005. 31 p.

MUNDSTOCK, C.M.; BREDEMEIER, C. **Qualidade de grãos de milho**. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 112 p.

NETTO, J. C. *et al.* **Situação da lagarta-do-cartucho no Estado de Mato Grosso.** 2018.

Disponível em:

<http://www.imamt.com.br/system/anexos/arquivos/364/original/circular_tecnica_edicao34_bx_Vfinal.pdf?1523053122>. Acesso em: 22 mar. 2019.

ONU - UNITED NATIONS. Department of economic and social affairs. **The United Nations, Population Division, Population Estimates and Projections Section.** 2012.

PANIZZI, A.R. *et al.* **Insetos da soja no Brasil.** Londrina: EMBRAPA,-CNPSO, 1977. 20 p. (EMBRAPA-CNPSO. Boletim Técnico, 1).

PRAÇA, L.B. *et al.* Estirpes de *Bacillus thuringiensis* efetivas contra insetos das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Diptera. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 11-16, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v39n1/19578.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2019.

RESENDE, D.C. *et al.* Adoção da área de refúgio e manejo de resistência de insetos em milho Bt 1, 2. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v.23, n.1, p.119-128, 2014. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/985673>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; PAGLIARINI, N.H.F. **Estratégias de manejo da adubação nitrogenada em milho na região sul do Brasil.** Lages (SC): Graphel, 2016. 122 p.

SOUZA, C.S.F. Sequestro e transferência da proteína cry1f do milho em *Spodoptera frugiperda* (J.E. SMITH, 1797) (Lepidoptera: noctuidae) e implicações para organismos não alvo. 2017. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Universidade Federal de Lavras, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/12709/2/DISSERTA%20C3%87%20C3%83O_Sequestro%20e%20transfer%20da%20prote%20C3%ADna%20Cry1F%20do%20milho%20em%20Spodoptera%20frugiperda%20%28J.%20E.%20Smith%2c%201797%29%20%28Lepidoptera%20Noctuidae%29%20e%20implica%20C3%A7%20C3%B5es%20para%20organismos%20n%C3%A3o%20alvo.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2019.

TOMQUELSKI, G.; THEODORO, C. **Integração de tecnologias.** 2018. Disponível em: <<https://www.grupocultivar.com.br/acervo/560>>. Acesso em: 01 abr. 2019.

WAQUIL, J.M. **Manejo Fitossanitário e Ambiental:** milho transgênico *Bt* e resistência das plantas ao ataque da lagarta-do-cartucho. 2007. Disponível em:

<http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/manfito/index.htm>. Acesso em: 2 abr. 2019.

WAQUIL, J.M.; VILLELA, F.M.F.; FOSTER, J.E. Resistência do milho (*Zea mays* L.) transgênico (Bt) à lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 3, p.1-11, 2012.

ANEXOS

Anexo 1 – Tecnologias de milho, algodão e soja Bt comercialmente cultivadas no Brasil.

ALGODÃO			
Tecnologia Bt	Genes	Requerente	Ano
Bollgard I	Cry1Ac	Monsanto	2005
BGRR	Cry1Ac	Monsanto	2009
Widestrike	Cry1Ac + Cry1F	Dow	2009
BGII	Cry2Ab2 + Cry1Ac	Monsanto	2009
TwinLink	Cry1Ab + Cry2Ae	Bayer	2011
GlytolxTwinLink	Cry1Ab + cry2Ae	Bayer	2012
BGIIFlex	cry1Ac + cry2Ab2	Monsanto	2012
BGIIIRRFlex	Vip3A + Cry1Ac + Crv2Ab2	Monsanto	2016
***	<u>cry1Ab + cry2Ae + vip3A(a)</u>	Bayer	2017
Widestrike 3	Cry1Ac + Cry1F + VIP3A	Dow	2018
***	cry1Ab + cry2Ae + vip3A(a)	BASF	2018
BGIIIRRFlexDGT	vip3A + cry1Ac + cry2Ab2	Monsanto	2018
MILHO			
Yield Gard	Cry1Ab	Monsanto	2007
TL	Cry1Ab	Syngenta	2007
Herculex	Cry1F	Du Pont & Dow	2008
YGRR2	Cry1Ab	Monsanto	2009
TL/TG	Cry1Ab	Syngenta	2009
Viptera-MIR162	VIP3Aa20	Syngenta	2009
HR Herculex/RR2	Cry1F	Du Pont	2009
Pro	Cry1A.105 + Cry2Ab2	Monsanto	2009
TL/TG Viptera	Cry1Ab + VIP3Aa20	Syngenta	2010
PRO2	Cry1A.105 + Cry2Ab2	Monsanto	2010
Yield Gard VT	Cry3Bb1	Monsanto	2010

Power Core PW/Dow	Cry1A.105 + Cry2Ab2 + Cry1F	Monsanto e Dow	2010
Optimum Intrasect	cry1Ab + Cry1F	Du Pont	2011
TC1507xMON810	Cry1F + Cry1Ab	Du Pont	2011
MON89034 x MON88017	Cry1A.105 + Cry2Ab2 + Cry3Bb1	Monsanto	2011
Herculex XTRA™ maize	Cry1F + cry34Ab1 + cry35Ab1	Du Pont & Dow	2013
Viptera4	Cry1Ab + VIP3Aa20 + mcry3A	Syngenta	2014
MIR 604	mcry3A	Syngenta	2014
Leptra	cry1F + cry1Ab + VIP3Aa20	Du Pont (RN15)	2015
***	cry1F + VIP3Aa20	Du Pont (RN15)	2015
***	cry1F + VIP3Aa20	Du Pont (RN15)	2015
***	VIP3Aa20	Du Pont (RN15)	2015
***	Cry1Ab + VIP3Aa20	Du Pont (RN15)	2015
***	Cry1F + VIP3Aa20 + cry1Ab	Du Pont	2015
Agrisure Duracade 5222	eCry3.1Ab + cry1Ab + Vip3Aa20 + cry3A + cry1F	Syngenta	2015
Agrisure Duracade	eCry3.1Ab	Syngenta	2015
VIP2	cry1Ab Vip3Aa20	Syngenta	2015
PowerCore Enlist	Cry1A.105 + Cry2Ab2 + Cry1F	Dow	2016
SmartStax™	cry2Ab2 + cry1A.105 + cry1F + cry34Ab1 + cry35Ab1 +cry3Bb1	Dow	2016
****	Cry3Bb1	Monsanto	2016

VIP4TG	Cry1Ab + VIP3Aa20 + Cry1A.105 + Cry2Ab2	Syngenta	2017
VIP4	Cry1Ab + VIP3Aa20 + Cry1A.105 + Cry2Ab2	Syngenta	2017
***	VIP3Aa20 + Cry1A.105 + Cry2Ab2	Syngenta	2017
PowerCore Ultra	cry1A105 + cry2Ab2 + cry1F + vip3Aa20	Dow	2017
PowerCore Ultra Enlist	cry1A105 + cry2Ab2 + cry1F + vip3Aa20	Dow	2018
MZIR098	mCry3A + eCry3.1Ab	Syngenta	2018
SOJA			
Intacta RR2 PRO	Cry1Ac	Monsanto	2010
Conkesta	cry1Ac + cry 1F	Dow Agroscience	2016
***	cry1A10.105 + cry2Ab2	Monsanto	2017
Conkesta Enlist E3	Cry1Ac + Cry1F v3	Dow	2017
***	Cry1A.105 + Cry2Ab + Cry1Ac	Monsanto	2018

Fonte: adaptado de CTNBio, 2019.

Anexo 2 - Nível de controle para as principais pragas na cultura do algodão.

Nome comum	Nível de controle
Trips	20% de plantas infestadas e/ou com sintomas de ataque (constatada a presença da praga na área)
Pulgão-do-algodoeiro	<p><u>Cultivares tolerantes à virose</u>: até 40% de plantas com pelo menos uma colônia – somente colônias.</p> <p><u>Cultivares suscetíveis à virose</u>: 0-2% de plantas viróticas (5-10% de plantas infestadas); 2-6% de plantas viróticas (até 3% de plantas infestadas); > 6% de plantas viróticas (presença ou ausência). Usar estes níveis de controle após a primeira avaliação de plantas viróticas aos 30 DAE, antes a meta é não permitir a instalação de virose na área (presença e ausência) – alados entram na avaliação.</p> <p><u>Final do ciclo (após primeiro capulho)</u>: 20% de plantas</p>

infestadas com colônias e sinais iniciais de melado.

Mosca-branca	20% de plantas com adultos, ninfas e início de formação de melado.
Lagarta-curuquerê e Lagarta <i>S. eridania</i>	Até 30-40 DAE: 10% de desfolha da planta, ou 2 lagartas/m (o que ocorrer primeiro). Após 30-40 DAE: 10% de desfolha da planta, ou 25% de desfolha do ponteiro, ou 2 lagartas/planta (o que ocorrer primeiro).
Lagarta falsa-medideira	Até 30-40 DAE: 10% de desfolha da planta, ou 2 lagartas/m. Após 30-40 DAE: 10% de desfolha da planta ou 2 lagartas/planta.
Lagarta <i>S. frugiperda</i>	6-8% de plantas infestadas: planta com pelo menos uma lagarta.
<i>Heliothis virescens</i>, <i>Helicoverpa zea</i>, <i>Helicoverpa armigera</i>	6-8% de plantas infestadas: planta com pelo menos uma lagarta. 30-50 ovos/100 plantas: período de atenção – 2 dias após verificar a eclosão: não aplicar para controle de ovos. Aplicar somente se o NC for atingido. Para <i>Helicoverpa zea</i> e <i>Helicoverpa armigera</i> considerar o nível de controle de 5 a 8 lagartas em 100 plantas amostradas, pois é muito rápida em causar danos.
Bicudo-do-algodoeiro	Número de BAS (bicudo/armadilha/ semana) em pré-semeadura (60 dias antes da semeadura). Máximo de 5% de botões preferidos (com 6 mm de Ø) atacados (com sinais de alimentação e/ou oviposição).

Fonte: Degrande e Soria, 2015.

Anexo 3 – Nível de controle para as principais pragas na cultura do milho.

Nome comum	Nível de controle
Lagarta do cartucho (<i>S. frugiperda</i>)	10 % de plantas com folhas raspadas.
<i>D. melacanthus</i> <i>D. furcatus</i> <i>E. heros</i>	1 percevejo/10 plantas

Fonte: Beatriz Spalding Corrêa-Ferreira, Daniel Ricardo Sosa-Gómez, 2017.

Anexo 4 – Nível de controle para as principais pragas na cultura da soja.

Nome comum	Nível de controle
Mosca-branca	Não há nível de controle.
<i>C. includens</i> e <i>Anticarsia gemmatalis</i>	20 lagartas maiores do que 1,5 cm ou 30% de defolha na fase vegetativa ou 15% de desfolha na fase reprodutiva
Lagarta das vagens <i>Spodoptera spp.</i>	10 lagartas por metro ou 10% de vagens atacadas
<i>Heliothis virescens</i> , <i>Helicoverpa spp.</i>	4 lagartas por metro na fase vegetativa ou 2 lagartas por metro na fase reprodutiva
<i>D. melacanthus</i> <i>D. furcatus</i> <i>E. heros</i>	Lavouras para grãos – 2 percevejos/m Lavouras para semente – 1 percevejo/m

Fonte: José Fernando Jurca Grigolli, 2016.