

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
AGR99006 – DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Guilherme Luiz Morais
00264468

“Acompanhamento do cultivo da soja e do algodão no Cerrado e proposições de zonas de manejo”

Porto Alegre, julho de 2022

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

ACOMPANHAMENTO DO CULTIVO DA SOJA E DO ALGODÃO NO CERRADO E
PROPOSIÇÕES DE ZONAS DE MANEJO

Guilherme Luiz Morais
00264468

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.

Supervisores de Estágio: Eng. Agr. Anderson Busanello e Eng. Agr. Ronei Sandri Sana
Orientador Acadêmico do Estágio: Prof. Dr. André Luis Vian

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof. Pedro Selbach.....Departamento de Solos (Coordenador)

Prof. Clesio Gianello.....Departamento de Solos

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

Prof. José Antônio Martinelli.....Departamento de Fitossanidade

Prof. Sérgio TomasinDepartamento de Horticultura e Fruticultura

Prof. Renata Pereira da Cruz.....Departamento de Plantas de Lavoura

Profa. Carine Simeoni.....Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia

Porto Alegre, julho de 2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha família, especialmente aos meus pais Denise e Marco por todo o amparo, amor e incentivo ao longo de toda a minha trajetória, nunca medindo esforços para a realização deste sonho; ao meu irmão, Tiago, pelo qual tenho enorme admiração, agradeço por todo o auxílio, companheirismo e amizade.

Agradeço à minha namorada, Maria Caroline, pelos anos de parceria, cumplicidade e incentivo, muito obrigado por me auxiliar em todas as situações.

A todos os meus familiares e amigos, que de alguma forma contribuíram para a realização deste sonho; aos meus sogros Andréa e Márcio por todo carinho e incentivo durante anos; ao meu avô Hélio Horn, pessoa de enorme coração, exemplo a ser seguido.

Agradeço ao professor e amigo André Vian pela orientação deste trabalho e transmissão de conhecimento, assim como pelo acompanhamento do meu desenvolvimento como profissional. À faculdade de agronomia da UFRGS, professores e ao grupo GEAD pela oportunidade e todo o conhecimento adquirido.

Expresso a minha gratidão à empresa SLC Agrícola, especialmente aos amigos Ronei, Pedrini e Renan, cuja sabedoria, dedicação e profissionalismo são admiráveis. Obrigado pelos ensinamentos, conversas, oportunidades e conselhos.

Por fim, aos funcionários, técnicos agrícolas e colegas da unidade Paiaguás, por não medirem esforços durante o período de estágio a campo, assim como, os conhecimentos compartilhados.

RESUMO

O estágio curricular obrigatório foi realizado na empresa SLC Agrícola de 03 até 26 de novembro de 2021 na sede da empresa localizada no município de Porto Alegre – RS e de 29 de novembro de 2021 até 30 de janeiro de 2022, na unidade de produção Paiaguás, localizada no município de Diamantino – MT. A realização do estágio objetivou aprimorar os conhecimentos nas culturas da soja e algodão, bem como aplicar ferramentas de agricultura de precisão na análise da variabilidade espacial de parâmetros de solo e plantas nas lavouras. A proposta de atividades durante o período de estágio foi o acompanhamento das atividades cotidianas da unidade de produção Paiaguás, desempenhadas pelos técnicos agrícolas. Complementarmente, foi conduzido um estudo para geração de unidades de gestão diferenciadas.

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Comparação entre as médias dos atributos de solo e produtividade entre as UGDs no talhão - lavoura 80A.	31
--	----

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Localização das 23 unidades de produção e da matriz da SLC Agrícola S.A. no Brasil.	11
Figura 2. Mapa da Fazenda Paiaguás, sendo as lavouras numeradas de 1 a 92a pertencentes à Sede I e de 101 a 156a à Sede II.	12
Figura 3. Danos causados pela lagarta-rosca na cultura da soja.....	21
Figura 4. Insetos pragas identificados na cultura da soja: (A) <i>Spodoptera frugiperda</i> ; (B) <i>Chrysodeixis includens</i> ; (C) <i>Euschistus heros</i> e (D) Ovos de <i>Euschistus hero</i>	21
Figura 5. Doenças e danos identificados nas lavouras de soja: (A e B) mancha-alvo (<i>Corinespora asiicola</i>); (C) antracnose (<i>Colletotrichum truncatum</i>) e (D) reboleira causada por danos de nematoides.....	22
Figura 6. Mapa de produtividade da soja no talhão - lavoura 108.	23
Figura 7. Atividades de monitoramento e qualidade da colheita da soja: (A) colhedora modelo S690 com plataforma de 45 pés (13,7 metros) e (B) estrutura para estimativa de perdas de grãos na lavoura.	24
Figura 8. Avaliação do estande de plantas de algodão semeadas, sendo: (A) avaliação de distribuição e profundidade das sementes e (B) avaliação de população de plantas emergidas.	26
Figura 9. Matriz de correlação de Pearson entre atributos analisados no talhão - lavoura 80A.	27
Figura 10. Definição das UGDs a partir de atributos de solo e produtividade na lavoura 80A. (A) mapa de variabilidade de porcentagem de argila; (B) mapa de variabilidade de porcentagem de MO; (C) mapa de variabilidade da CTC; (D) mapa de produtividade do milho e (E) mapa de definição das zonas de manejo.	28

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	8
2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DO MUNICÍPIO DE DIAMANTINO - MATO GROSSO (MT)	9
3. CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA SLC AGRÍCOLA E DA FAZENDA PAIAGUÁS	10
4. REFERENCIAL TEÓRICO	13
4.1 Importância da cultura da soja no Brasil e no Mato Grosso	13
4.2 Monitoramento de pragas no desenvolvimento da cultura da soja.....	13
4.3 Monitoramento de doenças no desenvolvimento da cultura da soja.....	15
4.4 Perdas quantitativas na colheita mecanizada da soja	16
4.5 Algodão segunda safra no Cerrado	17
4.6 Unidades de gestão diferenciadas (UGD)	18
5. ATIVIDADES REALIZADAS	19
5.1 Monitoramento de pragas e doenças no desenvolvimento da cultura da soja	19
5.2 Acompanhamento das atividades de colheita da soja.....	23
5.3 Acompanhamento das atividades de semeadura do algodão.....	25
5.5 Estudo de unidades de gestão diferenciadas na fazenda Paiaguás.....	27
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
6.1 Acompanhamento das culturas da soja e do algodão.....	29
6.2 Estudo de unidades de gestão diferenciadas na fazenda Paiaguás	31
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio é o principal setor representativo nas exportações brasileiras, responsável por 48% das exportações totais em 2020 (MAPA, 2021). A soja é a cultura de maior importância nesse processo, no qual o Brasil se enquadra como o maior produtor de grãos da leguminosa, assim como o maior exportador mundial. Para suprir a demanda de abastecimento da soja na alimentação animal e na geração de subprodutos, na safra 2021/22 foram semeados 40,92 milhões de hectares no Brasil (CONAB, 2022), com volume total de produção avaliado em 121 milhões de toneladas (IBGE, 2020a). Para isso, a agricultura em larga escala na região do Cerrado, especificamente no Estado do Mato Grosso, tem importância fundamental no abastecimento da produção, com aproximadamente 25% e 37% da área plantada no Brasil das culturas da soja e algodão, respectivamente.

Contudo, as culturas apresentam diversos óbices que prejudicam o alcance dos seus máximos potenciais produtivos, estando sujeitas ao ataque de múltiplas pragas ao longo do ciclo de desenvolvimento. Como alternativa de mitigação dos entraves causados pelas pragas, o Manejo Integrado de Pragas (MIP) sugere ferramentas interdisciplinares para conferir maior credibilidade e embasamento técnico na tomada de decisão do controle de doenças, pragas e plantas daninhas.

Aliada a isso, a agricultura de precisão pode ter aplicabilidade no auxílio da gestão dos sistemas de produção e na otimização da aplicação de insumos, buscando a análise da variabilidade espacial das lavouras e na tecnificação da produção.

Neste contexto, o estágio curricular foi realizado na SLC Agrícola, empresa referência do setor agrícola na produção de algodão, soja e milho. As atividades foram desenvolvidas no período de 03 a 26 de novembro de 2021 na sede da empresa, em Porto Alegre - RS, e no período de 29 de novembro de 2021 a 30 de janeiro de 2022 na unidade de produção Paiaguás, localizada no município de Diamantino – MT.

As atividades desempenhadas durante o período de estágio foram o acompanhamento das atividades dos técnicos agrícolas na unidade de produção, tais como o acompanhamento das lavouras para a identificação e monitoramento de pragas e doenças na cultura da soja, o acompanhamento da colheita da soja e a avaliação de estande de plantas no período da semeadura do algodão. Além disso, foi conduzido um estudo para geração de unidades de gestão diferenciadas, possibilitando a identificação de áreas de maior e menor potencial produtivo no bloco denominado de Santa Rita.

O estágio teve como objetivo aprimorar os conhecimentos nas culturas da soja e algodão, bem como aplicar ferramentas de agricultura de precisão na análise da variabilidade espacial das lavouras.

2. CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E SOCIOECONÔMICO DO MUNICÍPIO DE DIAMANTINO - MATO GROSSO (MT)

O município de Diamantino está situado no estado do Mato Grosso (MT), em uma área de 8.263,397 km², localizado nas coordenadas geográficas 14° 24' 11" S e 56° 25' 37" O, em uma região de divisão das Bacias Amazônica e Platina e formação de relevo denominada Chapada dos Parecis. A população, segundo o último censo em 2010, foi de 20.341 habitantes, com uma densidade demográfica de 2,47 hab/km² (IBGE, 2010). No entanto, a população estimada em 2021 foi de 22.311 habitantes para o município. A região da Chapada dos Parecis é caracterizada por ser um dos maiores polos da sojicultura, cotonicultura e produção de cana-de-açúcar do MT, correspondendo também aos municípios próximos como Tangará da Serra, Campo Novo do Parecis e Sapezal.

O município de Diamantino localiza-se na mesorregião Norte Mato Grossense inserido nos biomas Amazônia e Cerrado (IBGE, 2019). O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, superado apenas pela Floresta Amazônica (RIBEIRO & WALTER, 2008). A diversidade de espécies vegetais vasculares encontrada no bioma é superior àquela encontrada na maioria das regiões do mundo, totalizando mais de 7.000 espécies entre plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas e cipós (MENDONÇA et al., 1998).

Segundo a classificação de Köppen, a região possui clima tropical úmido megatérmico (Aw), com duas estações bem definidas, uma chuvosa entre os meses de novembro a março e outra seca nos meses de abril a outubro (ALVARES et al., 2013). A precipitação média anual é de aproximadamente 1.500 mm e as temperaturas médias do ar são geralmente amenas ao longo do ano, variando entre 22 °C e 27 °C.

O município possui altitude média de 560 m em relação ao nível do mar e com relevo suave, e o solo predominante é classificado como Latossolo. Na fazenda Paiaguás encontram-se solos classificados como Latossolo Vermelho Distroférrico, caracterizados por serem derivados de rochas básicas, contendo teores elevados de Fe₂O₃, MnO e TiO₂, textura argilosa, boas condições físicas e com perfil muito profundo (EMBRAPA, 2013a).

No ano de 2019 o Produto Interno Bruto (PIB) do município de Diamantino alcançou R\$ 2,45 bilhões, destes R\$ 1,36 bilhões são representados pelas atividades agropecuárias, demonstrando a importância dos sistemas de produção para a região. Em 2020, foram semeados 65.162 ha de algodão com uma produção total de 268.989 toneladas do produto em caroço, com valor total da produção de cerca de R\$ 633 milhões. Já a sojicultura representou uma área de 345.600 hectares, com produção média de 3.420 kg/ha em grãos e valor de produção estimado em R\$1,47 bilhões. E a cultura de milho ocupou uma área de 226.000,0 hectares, rendendo cerca de R\$ 645 milhões ao município e rendimento médio de 5.525 kg ha⁻¹ de grãos (IBGE, 2020b).

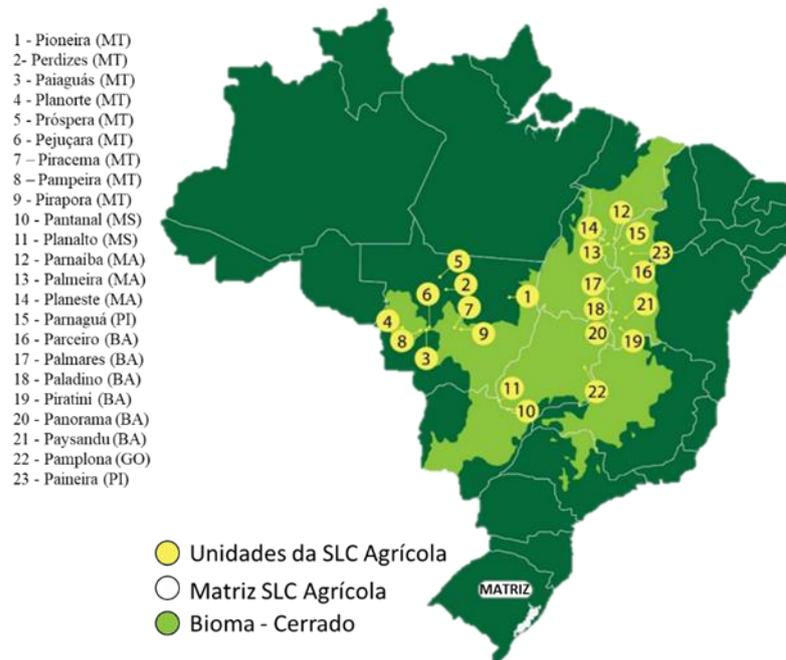
3. CARACTERIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA SLC AGRÍCOLA E DA FAZENDA PAIAGUÁS

O grupo SLC foi fundado em 1945 na cidade de Horizontina (RS), sendo responsável pelo desenvolvimento da primeira colhedora industrial de grãos automotriz do Brasil. A SLC Agrícola surgiu em 1977, fundada pelo grupo SLC com o intuito de explorar o potencial agrícola em áreas do Cerrado brasileiro com as culturas de soja, milho e algodão, além de atualmente trabalhar com a criação de gado no sistema de integração lavoura-pecuária (ILP). A partir de 1979, a SLC Agrícola fez parceria com a empresa John Deere, associando em seus maquinários a tecnologia e conhecimento da empresa americana.

Posteriormente, em 1999, ocorreu a venda do percentual do negócio de máquinas agrícolas à John Deere, com uma negociação de valores não divulgados pela empresa. A partir de 2007 foi a primeira empresa do setor agrícola a ter as suas ações negociadas na bolsa de valores no Brasil, tornando-se referência no setor agrícola mundial. Recentemente, em 2021, ocorreu a incorporação das operações agrícolas de cinco fazendas da empresa Terra Santa Agro, expandindo ainda mais as áreas arrendadas no Mato Grosso (MT) para a produção de *commodities*.

Atualmente, a empresa possui 23 unidades de produção com modelos estruturados e replicáveis para todas as unidades de produção. Distribuídas em 7 estados brasileiros, as unidades estão inseridas no bioma Cerrado, sendo a diversificação da localização das unidades importante para a minimização dos potenciais riscos climáticos regionais e a incidência de pragas e doenças (Figura 1). Na safra 2021/22 foram cultivados 672.380 hectares (ha), somando a 1º e 2º safra, com 50% representados pela cultura da soja, 26% de algodão e 18% de milho (SLC AGRÍCOLA S.A., 2022).

Figura 1. Localização das 23 unidades de produção e da matriz da SLC Agrícola S.A. no Brasil.



Fonte: SLC Agrícola S.A. (2022).

A matriz da empresa está localizada no município de Porto Alegre (RS), contando com uma equipe qualificada responsável pelo planejamento estratégico de cada ciclo e unidade de produção. A partir do planejamento, há a definição dos pacotes de insumos, cultivares e operações que serão efetuadas ao longo do ciclo de produção das culturas, bem como a identificação da necessidade de correção física e/ou química do solo de cada lavoura. Posteriormente à compra de insumos, são efetuadas a campo as operações descritas no planejamento agrícola, englobando as atividades de correção de solo, semeadura, adubação, manejo fitossanitário, colheita e beneficiamento da produção. Os modelos de produção adotados pela empresa variam em função da localização das unidades de produção, existindo a possibilidade de cultivos de 1º e 2º safra (soja, algodão/milho), dependendo das características edafoclimáticas de cada unidade produtiva.

A unidade produtiva Paiaguás está situada no município de Diamantino - MT, localizada sob as coordenadas 14° 04' 47,915" S e 57° 27' 20,084" O, em uma altitude média de 620 metros. A unidade produtiva foi adquirida pela SLC Agrícola em agosto de 2000 e atualmente conta com duas sedes administrativas e uma área total de 45.450 ha (36.045,6 ha de área produtiva), sendo 28.129 ha próprios e 17.321 ha arrendados de terceiros (Figura 2). O sistema de produção da unidade produtiva conta com o cultivo de soja, algodão (2º safra) e milho, além

da integração lavoura-pecuária com aproximadamente 3.960 animais. Por apresentarem maior maturidade e histórico de correções de solo, as lavouras da unidade apresentam produtividade estável ao longo das safras, tendo o regime de chuvas bem definido e a baixa declividade média como aspectos positivos para o sistema de produção.

Figura 2. Mapa da Fazenda Paiaguás, sendo as lavouras numeradas de 1 a 92a pertencentes à Sede I e de 101 a 156a à Sede II.



Fonte: Autor, adaptado do software QGis.

Atualmente a unidade de produção possui 293 colaboradores fixos e conta com uma infraestrutura adequada ao funcionamento da unidade, desde alojamentos e refeitórios à algodoeira, silos de armazenamento e secagem de grãos e pista de aviação pavimentada.

Na safra 2021/22 foram semeados 33.422,7 ha de soja com produtividade média final de 3.968,0 kg ha⁻¹, demonstrando o potencial produtivo em um ano de intensas chuvas na região, o que ocasionou o atraso na colheita e intensificação dos prejuízos causados por doenças fúngicas como a mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*). Já nas áreas de segunda safra, foram implantados 21.056,20 ha de algodão, 9.427,35 ha de milho grão e 9.107,16 ha destinados à ILP e pastagens.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Importância da cultura da soja no Brasil e no Mato Grosso

Pertencente à família Fabaceae, a cultura da soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma espécie dicotiledônea originária da região sudeste da Ásia, com registros do início de seu cultivo pelos agricultores chineses em 1100 D.C. A cultura foi introduzida no Brasil pelo professor Gustavo Dutra em 1892, da Escola de Agronomia da Bahia, iniciando os estudos para a obtenção de cultivares aptas à região. No entanto, foi a partir da década de 70 com o incentivo à autossuficiência do país na produção de trigo, que a cultura da soja torna-se fundamental como alternativa de verão após o cultivo da gramínea de inverno, juntamente com o aumento da necessidade de uma fonte proteica para a alimentação de aves e suínos.

Pelo fato da *commodity* apresentar maior estabilidade na produção e gerar maiores rentabilidades aos produtores, a cultura da soja tornou-se a base do sistema de produção brasileiro, contando com uma área semeada de 40,92 milhões de ha na safra 2021/22, com acréscimo de 4,4% em comparação à safra 2020/21 (CONAB, 2022). Dados apontam a estimativa de produção de 121 milhões de toneladas no Brasil, com produtividade média de 3.275,0 kg ha⁻¹ (IBGE, 2020b), 15% acima da média mundial. O MT, destaca-se como o principal produtor de soja do Brasil, com uma área cultivada acima de 10,30 milhões de ha, produção de 35,94 milhões de toneladas e rendimento médio de grãos de 3.492,0 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2021).

4.2 Monitoramento de pragas no desenvolvimento da cultura da soja

A cultura da soja sofre danos significativos à produtividade de grãos por diversas pragas, estando sujeita ao ataque de insetos desde a germinação até a colheita. No Brasil, as perdas causadas pelos ataques de insetos-praga na cultura são estimadas em 7% da produção (OLIVEIRA et al., 2014), denotando a importância do controle e o monitoramento das pragas durante e após o ciclo de desenvolvimento da leguminosa.

Em função da variabilidade de insetos que atacam em diferentes ciclos da cultura, o entendimento dos estádios de desenvolvimento da leguminosa é imprescindível. Proposto por Fehr e Caviness (1977), a divisão do ciclo desenvolvimento da soja é constituída por duas fases: a fase vegetativa e a fase reprodutiva. A fase vegetativa ocorre desde a emergência (VE) até o

surgimento dos botões florais, tendo a identificação dos estádios vegetativos, que sucedem ao estágio VC (cotiledonar), a partir da análise no último nó superior da haste com uma folha completamente desenvolvida. Já a fase reprodutiva descreve o período de florescimento-maturação, com o florescimento (R1 e R2), desenvolvimento das vagens (R3 e R4), desenvolvimento dos grãos (R5 e R6) e maturação fisiológica da planta (R7 e R8).

De acordo com Hoffmann-Campo et al. (2012), as lagartas desfolhadoras e os percevejos que danificam os grãos são classificados como pragas de importância primária na cultura da soja. Inserida no grupo de lagartas desfolhadoras e com potencial de gerar danos significativos à cultura encontra-se a lagarta falsa-medideira (*Chrysodeixis includens* Walker), com hábito típico de consumir as folhas nas regiões internervais, não consumindo as nervuras e os pecíolos das plantas. A redução da área fotossintética é o principal fator afetado durante a ação das lagartas, podendo consumir entre 80 - 200 cm² de folhas durante o seu estado larval (DEGRANDE & VIVIAN, 2011). Existem também outras lagartas filófagas com alto potencial de desfolha, como a lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatalis*), a lagarta-da-vagem (*Spodoptera eridania*) e a lagarta-militar (*Spodoptera frugiperda*) (MOREIRA & ARAGÃO, 2009).

Outra praga primária na cultura da soja é o percevejo-marrom (*Euschistus heros* Fabricius), responsável por causar danos diretos nas vagens e nos grãos da cultura. Os percevejos causam danos desde o início do seu desenvolvimento e, por apresentarem aparelho bucal picador-sugador, alimentam-se da seiva e causam sintomas de grãos chochos, manchas nos grãos e retenção foliar (MOREIRA & ARAGÃO, 2009). Dentre os principais percevejos que causam danos à cultura da soja destacam-se o percevejo-barriga-verde (*Dichelops* spp.), o percevejo-marrom (*Euschistus heros*) e o percevejo-verde (*Nezara viridula*).

A mosca-branca (*Bemisia tabaci* Gennadius) pode ser considerada como uma praga regionalmente importante no estado do Mato Grosso, podendo causar danos significativos à cultura da soja. As ninfas e os adultos da mosca podem causar dano direto na cultura, mas a principal característica é a secreção de substâncias açucaradas pelas ninfas. A substância favorece o desenvolvimento do fungo *Capnodium* sp sobre as folhas, conhecido comumente como fumagina (NARANJO & FLINT, 1995; SUEKANE et al., 2013). Como consequência do dano indireto há a redução da absorção de luz pelas folhas e a subsequente redução da taxa fotossintética da planta.

4.3 Monitoramento de doenças no desenvolvimento da cultura da soja

O pleno desenvolvimento da cultura da soja está intimamente relacionado às condições ambientais e de potencial genético da cultura. No entanto, entre os fatores que interferem no potencial produtivo, estão as doenças causadas por fungos, vírus, nematóides e bactérias, que podem gerar perdas anuais de produção estimadas de 15% a 20% (EMBRAPA, 2020). No Cerrado, em condições de elevada umidade e temperatura a antracnose (*Colletotrichum truncatum*, *C. sojae*, *C. plurivorum*), que é uma doença com alto potencial de causar prejuízos à cultura, afeta o seu desenvolvimento, desde o estabelecimento da população de plantas até o enchimento de grãos e colheita. A infecção ocorre em períodos chuvosos e com alta umidade, onde o molhamento foliar acima de 12 horas favorece a germinação do fungo (YANG & HARTMAN, 2015). Os sintomas mais evidentes são localizados nas vagens, onde as lesões iniciam-se por pontos encharcados (anasarca) e evoluem para manchas negras circulares, podendo ocasionar o retorcimento e aborto da formação de grãos (EMBRAPA, 2020a).

A mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*) tem aumentado a sua importância em função da maior resistência do fungo aos fungicidas aplicados na cultura da soja, concomitantemente à semeadura de cultivares suscetíveis à doença. Os sintomas podem ser observados em todos os órgãos da planta, mas se manifestam principalmente nas folhas com lesões circulares de coloração castanho-escuro, semelhante a um alvo. Períodos de maior precipitação e umidade favorecem o desenvolvimento da doença, quando as lesões podem coalescer e ocupar toda a vagem (EMBRAPA, 2020b). A evolução da doença pode levar ao desfolhamento precoce, necrose, abertura das vagens e germinação ou apodrecimento dos grãos, com perdas potenciais de 40% (GODOY et al., 2020).

Além disso, doenças como a mancha-olho-de-rã (*Cercospora sojina*), ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), oídio (*Microsphaera diffusa*) e mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) podem causar à cultura da soja perdas de 31%, 90%, 35% e 70%, respectivamente (GÓMEZ, 2011; EMBRAPA, 2013b; GRIGOLLI, 2015; MAYER et al., 2020).

Ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura da soja e no período de entressafra é possível adotar medidas de manejo que evitem ou reduzam o estabelecimento e desenvolvimento de patógenos e pragas, surgindo como estratégia o Manejo Integrado de Pragas (MIP). A tomada de decisão de controle de pragas deve ser embasada de acordo com a densidade de pragas, estágio e a intensidade de ataque ao longo do ciclo de desenvolvimento

da cultura, configurando o MIP. Por isso, o monitoramento constante da lavoura é a alternativa para a obtenção dessas informações (CORRÊA-FERREIRA et al., 2012).

As amostragens devem ser realizadas da semeadura à colheita da soja, com uma frequência mínima de uma amostragem semanal, podendo ser mais frequentes quando a densidade populacional e os danos causados pelas pragas forem maiores (EMBRAPA, 2020b). Para a soja, o método de avaliação para o monitoramento é o pano-de-batida, ferramenta que possibilita a contagem de pragas e inimigos naturais em uma área representativa.

4.4 Perdas quantitativas na colheita mecanizada da soja

Além dos prejuízos causados por insetos e doenças o processo de colheita mecanizada pode representar reduções significativas na produtividade final da soja, com perdas frequentemente superiores à 120 kg ha^{-1} (EMPRAPA, 2008). Atualmente consideram-se toleráveis perdas máximas de 60 kg ha^{-1} , sendo que, em média, 80% das perdas estão associadas à plataforma de corte e ao sistema de trilha das colhedoras (MESQUITA et al., 1998).

Apesar das perdas serem consideradas normais na colheita e haver níveis aceitáveis no processo, busca-se por alternativas que minimizem os prejuízos aos produtores rurais. Para isso existem metodologias para a quantificação das perdas dos grãos, sejam elas naturais ou causadas pelos sistemas de corte e alimentação e mecanismos internos das colhedoras.

De acordo com Portella (2000) as perdas na pré-colheita devem ser aferidas com o auxílio de uma armação com área conhecida em três locais distintos da lavoura, antes do início da colheita. O número de grãos contabilizados é associado às perdas naturais decorrentes do período de maturação da soja na lavoura. Para a avaliação das perdas totais decorrentes da colheita mecanizada, contabiliza-se a soma das perdas na plataforma e dos mecanismos internos da máquina (APROSOJA, 2019).

Com o intuito de reduzir significativamente as perdas avaliadas através das metodologias observa-se que as perdas podem ser evitadas quando há o monitoramento da velocidade das máquinas durante as operações e a regulagem constante dos mecanismos de corte, trilha, limpeza e separação das colhedoras (MESQUITA et al., 2001).

4.5 Algodão segunda safra no Cerrado

De acordo com dados recentes da ABRAPA (2022) o Brasil vem alternando posições entre os cinco maiores produtores mundiais de algodão, juntamente a países como China, Índia, EUA e Paquistão. A área brasileira de plantio alcançou 1,6 milhão de hectares na safra 2020, com rendimento médio de 4.329,0 kg ha⁻¹ (IBGE, 2020b), demonstrando a expansão do cultivo e o potencial produtivo da cultura.

A cotonicultura tem sido uma opção com alto potencial de retorno para integrar o sistema produtivo no Cerrado, favorecida pela topografia que facilita a mecanização e permite a produção de fibras de alta qualidade com a fertilização e correção do solo (TAKIZAWA & GUERRA, 1998).

O cultivo do algodão vem crescendo cada vez mais na região do Cerrado brasileiro, tendo a sua expansão ocorrida em dois momentos distintos, o pioneirismo e o momento atual (FREIRE, 2011). No MT, a expansão se deu pelas regiões de São José do Povo, Jaciara e Juscimeira, implementando a primeira indústria de beneficiamento do algodão em 1966, com denominação atual de Algodoeira Palmeirense. Na década de 80 iniciou-se a fase moderna do algodão no Cerrado com a importação de milhares de sementes para o estabelecimento das lavouras nas regiões de expansão, sob monitoramento da Embrapa. Inicialmente as cultivares importadas não produziram resultados satisfatórios aos produtores, por isso, a parceria entre Embrapa Algodão e o Grupo Itamarati foi fundamental no desenvolvimento de cultivares mais adaptadas às condições climáticas do Cerrado e na melhoria do sistema de produção (FREIRE, 2011).

Atualmente o MT posiciona-se como o maior produtor de fibra de algodão do Brasil, com 600.00 hectares de área cultivada. A região do Parecis contempla 33% da área total do estado, com a semeadura do algodão segunda safra após a colheita da cultura da soja entre o final do mês de dezembro e janeiro.

Para o sucesso da implantação da cultura do algodão deve-se atentar às melhores condições climáticas e ao zoneamento agroclimático com indicações precisas da época de semeadura da cultura, além do solo em que melhor se adapta. O estágio de desenvolvimento da semeadura à emergência é classificado como V0, segundo a escala de Marur & Ruano (2001), sendo que a velocidade de emergência da cultura depende fundamentalmente da temperatura (WANJURA & BUXTON, 1972) e condições de precipitação, normalmente ocorrendo entre 5 e 10 dias. Para isso, busca-se estabelecer a semeadura da cultura quando o solo estiver com

umidade próximo à capacidade de campo e temperaturas no solo entre 24 e 28°C (FREIRE, 2011).

4.6 Unidades de gestão diferenciadas (UGD)

A população mundial vem aumentando ano após ano e segundo dados recentes, até 2050, há a perspectiva que atinja a marca de 9,7 bilhões de pessoas (ONU, 2019). Fortemente atrelada ao crescimento populacional e o subsequente consumo exponencial há a demanda crescente por produtos agropecuários, evidenciando a necessidade de estratégias que visem à otimização de insumos e ao aumento da produtividade no setor, como a agricultura de precisão. Segundo Molin (2001) a agricultura de precisão (AP) viabiliza o tratamento detalhado, individualizado e diferenciado de áreas cultivadas, tomando decisões de manejo diferenciadas na aplicação de insumos e afins. A tomada de decisão e estratégias adotadas a partir do conhecimento agrônomo podem ser auxiliadas por ferramentas empregadas na AP. A partir de dados coletados tem-se a possibilidade de padronizar as informações e nortear os processos de análise e também o direcionar as atividades desejadas.

A AP pode ser definida também como um conjunto de estratégias e tecnologias que visam à melhoria na gestão dos sistemas de produção com base no reconhecimento de que as lavouras apresentam variabilidade em seu potencial produtivo e de resposta a insumos (BRAMLEY, 2009). A busca por estratégias gerenciais mais amplas na definição e entendimento do potencial produtivo de cada lavoura varia em algumas vertentes podendo seguir a fundamentação e a estratégia de redução de custos, por meio da racionalização e otimização de insumos em função da variabilidade espacial na lavoura. Outra estratégia considerada é potencializar a produtividade do sistema de produção, buscando alcançar maiores lucratividades em função do potencial produtivo de cada cultura.

Inserida no conceito das vertentes fundamentadas na AP, segundo Molin (2019), estão as unidades de gestão diferenciadas (UGD). Conceitualmente, as unidades são zonas delimitadas com menor variabilidade espacial consistente ao longo do tempo internamente em uma lavoura, caracterizadas pelo potencial de resposta da região identificada. A definição dessas regiões é fundamentada a partir da combinação de dados históricos obtidos nas unidades de produção e em áreas permanentes e representativas da variabilidade espacial intrínseca.

As UGDs podem ser definidas a partir de indicadores de amostragem de solos em suas condições físico-químicas e culturas estabelecidas, reduzindo o número de amostras a serem

analisadas sem comprometer a confiabilidade dos resultados. Além disso, tais estratégias devem ser estabelecidas visando à otimização do investimento empregado em cada unidade de gestão, buscando explorar as áreas de maior potencial produtivo e otimizar a aplicação de insumos e investimentos nas áreas de menor potencial (MOLIN et al., 2019).

Torna-se importante mencionar os parâmetros utilizados na definição e atribuição das UGDs visando a entender a sua condução. Atualmente, a compilação de dados de rendimento das culturas, parâmetros permanentes químicos do solo, topografia, dados sobre a condutividade elétrica aparente do solo e índices de vegetação, vêm sendo utilizados para definir as unidades de manejo diferenciadas nos talhões (FRAISSE et al., 2001), demonstrando a importância da análise temporal e espacial dos dados de planta, solo, clima e relevo.

Existem diversos empregos na geração e delimitação das regiões homogêneas entre si, considerando-se a correlação entre as variáveis analisadas e o emprego de algoritmos de agrupamento como Fuzzy C mean, também conhecido como Fuzzy K-means (FRIDGEN et al., 2004), que busca observar a menor variabilidade dentro da classe e a maximização das diferenças entre as classes.

5. ATIVIDADES REALIZADAS

Durante o período de estágio foi realizado o acompanhamento das atividades cotidianas da unidade de produção Paiaguás desempenhadas pelos técnicos agrícolas, tais como o monitoramento das lavouras, a identificação de pragas e doenças, avaliação da colheita da soja e avaliação de estande de plantas no período da semeadura do algodão. Além disso foi conduzido um estudo para geração de UGDs no bloco denominado Santa Rita.

5.1 Monitoramento de pragas e doenças no desenvolvimento da cultura da soja

O monitoramento das lavouras de soja teve como objetivo avaliar a presença de pragas com potencial de dano à cultura, como lagartas, percevejos e plantas daninhas, assim como quantificar os níveis de infestação das principais pragas. Além disso, o monitoramento possibilita a análise de sanidade das lavouras a partir da identificação de doenças que ocorrem em diversos estádios fenológicos da cultura e da presença de reboleiras causadas por nematoides.

Na unidade de produção Paiaguás todas as lavouras eram monitoradas ao menos uma vez na semana, dependendo do nível de infestação de pragas e do estágio de desenvolvimento da cultura. No início das manhãs havia a reunião entre os técnicos agrícolas e o agrônomo da fazenda, quando eram determinadas as lavouras pelas quais cada um ficaria responsável pelo monitoramento, de acordo com as necessidades específicas de cada talhão. Além disso, eram repassadas as informações da situação das lavouras monitoradas no dia anterior, sendo essa informação a base para a tomada de decisão de entrada ou não na lavoura para o controle químico ou biológico. O deslocamento era realizado por motocicleta, podendo durar 30 minutos até as lavouras mais distantes das sedes operacionais. Além disso a fazenda contava com o aplicativo Cropwise Protector, ferramenta de monitoramento digital que facilita a identificação da geolocalização em tempo real e o apontamento de pragas e doenças no ponto de amostragem. Para facilitar o deslocamento no interior das lavouras e evitar amassamento das linhas da cultura, utilizavam-se os rastros dos pulverizadores terrestres como rotas de deslocamento.

A amostragem foi realizada seguindo uma densidade de 01 (um) ponto de monitoramento a cada 10 hectares, com o auxílio do pano de batida para a quantificação de pragas e a análise visual para a identificação de reboleiras e doenças. O pano é sustentado por duas hastes laterais de madeira com no mínimo 1,0 m de comprimento, representando apenas uma fileira da cultura. Para a quantificação, a ferramenta era introduzida entre duas fileiras adjacentes à soja e estendida sobre o solo, a planta era inclinada sobre o pano-de-batida e sacudida vigorosamente, promovendo a queda dos insetos e possibilitando a identificação e contagem das pragas incidentes na área representativa.

Para o monitoramento de pragas em cada ponto amostrado apontava-se no aplicativo do celular as espécies das pragas identificadas, a densidade da população, o estágio, a intensidade do seu ataque e a fase de desenvolvimento da cultura. Além disso, a presença de doenças também era gerida por meio do aplicativo, com a possibilidade de diagnosticar a doença incidente e o grau de severidade em uma escala de 1 - 5.

Em função do escalonamento de semeadura da soja na safra 2021/22, que iniciou em 27 de setembro e se estendeu por um mês durante o período de estágio, foi possível realizar o monitoramento em lavouras que estavam desde os estádios fenológicos vegetativos (VN) até a maturação fisiológica (R7).

Embora seja considerada uma praga esporádica na cultura da soja, foram identificados danos causados pela lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*), onde há o corte das hastes na região do colo das plantas, podendo levar ao subdesenvolvimento ou até à morte das plantas (Figura 3).

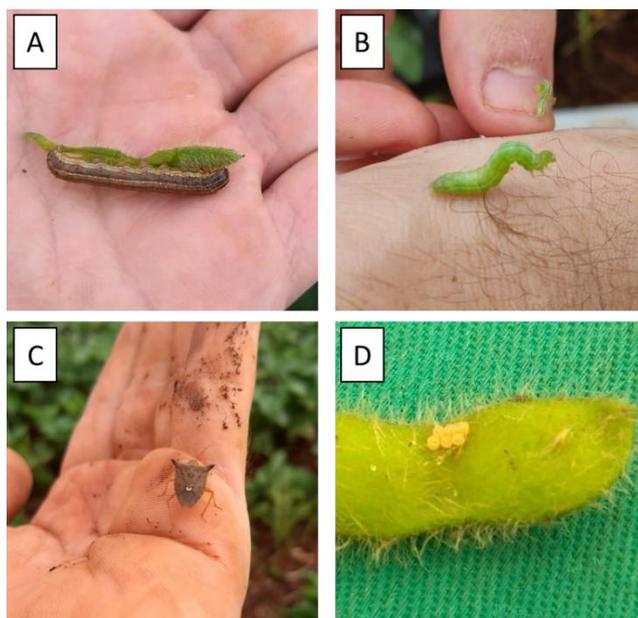
Figura 3. Danos causados pela lagarta-rosca na cultura da soja.



Fonte: O autor.

Durante o estágio vegetativo da soja foi monitorada a presença do complexo de lagartas desfolhadoras, representado principalmente pela lagarta-militar (*Spodoptera frugiperda*) e a lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*), ambas consideradas pragas primárias na cultura da soja (Figura 4A e 4B). Como nível de controle da falsa-medideira consideram-se 30% de desfolha na fase vegetativa e 15% de desfolha na fase reprodutiva. Já para o gênero *Spodoptera*, o nível passa a ser de 10 lagartas por metro linear ou 10% de legumes atacados.

Figura 4. Insetos pragas identificados na cultura da soja: (A) *Spodoptera frugiperda*; (B) *Chrysodeixis includens*; (C) *Euschistus heros* e (D) Ovos de *Euschistus hero*.

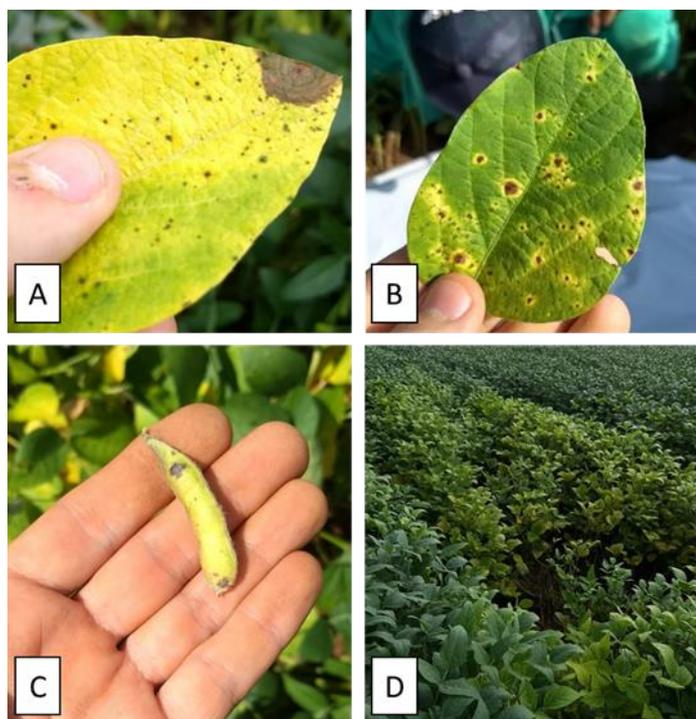


Fonte: O autor.

A partir do estágio reprodutivo as principais pragas encontradas foram percevejo-marrom (*Euschistus heros*) (Figura 4C), percevejo-barriga-verde (*Dichelops furcatus*), percevejo-verde (*Nezara viridula*), lagarta-militar (*S. frugiperda*), lagarta-das-vagens (*S. eridania*) e mosca-branca (*Bemisia tabaci*). Complementarmente para o monitoramento de percevejos identificava-se a presença de ovos e ninfas presentes nas folhas e nas vagens (Figura 4D).

No estágio vegetativo foram identificadas doenças fúngicas como murcha-de-fusarium (*Fusarium oxysporum*) e murcha-de-sclerotium (*Sclerotium rolfsii*). No final do estágio vegetativo e durante o estágio reprodutivo, a principal doença identificada na cultura da soja foi a mancha-alvo (*Corinespora asiicola*), favorecida pelo elevado regime de chuvas entre os meses de dezembro e janeiro (Figuras 5A e 5B). Houve também a identificação de doenças como a mancha-de-mirotécio (*Myrothecium roridum*) e antracnose (*Colletotrichum truncatum*), também favorecidas por condições de elevadas precipitações e altas temperaturas (Figura 5C). Foi identificada também a presença de reboleiras de nematoides (Figura 5D), de onde foram retiradas amostras de solo e raízes e encaminhadas ao laboratório de análise.

Figura 5. Doenças e danos identificados nas lavouras de soja: (A e B) mancha-alvo (*Corinespora asiicola*); (C) antracnose (*Colletotrichum truncatum*) e (D) reboleira causada por danos de nematoides.



Fonte: O autor.

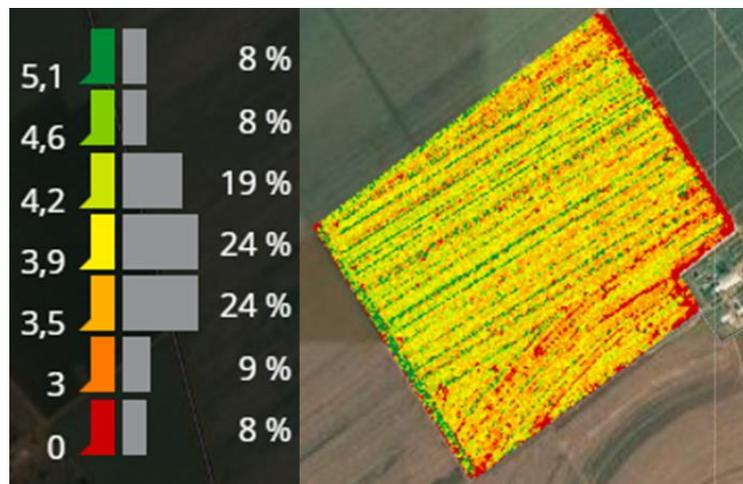
5.2 Acompanhamento das atividades de colheita da soja

A colheita da soja iniciou no dia 13/01/2022 na sede II e ocorreu de forma escalonada, de acordo com as épocas de semeadura e ciclo de cada variedade. A primeira cultivar a ser colhida foi a BMX Única IPRO, variedade precoce e que permite ampliar a janela de semeadura do algodão e milho segunda safra. No início do estágio de maturação fisiológica (R7) realizou-se a dessecação com Diquat (0,5 - 1,5 L ha⁻¹) nas bordaduras das lavouras e 4-5 dias antes da colheita, a dessecação com o mesmo herbicida no restante da área, permitindo maior uniformidade, o controle de plantas daninhas e a antecipação da colheita da cultura.

A unidade contava com cinco equipes para a colheita, uma com funcionários e máquinas próprias e outras quatro equipes com operadores e máquinas terceirizadas. Estavam disponíveis 14 colhedoras John Deere para a equipe da fazenda, sendo duas STS 9770, duas STS 9750, quatro S680, quatro S690 (Figura 7A) e duas S790, com plataformas de colheita variando entre 30 e 45 pés. Para suprir a necessidade de transporte dos grãos colhidos à unidade de armazenagem de grãos a fazenda contava com mais de 100 caminhões com capacidade média de 30 toneladas de carga cada.

Em todas as colhedoras que operaram na unidade de produção Paiaguás foi realizada a calibração das máquinas para o ajuste entre o que efetivamente estava sendo colhido e a indicação do monitor de colheita, realizando-a anteriormente à operação. Para a calibração colhia-se um percentual de área e descarregava-se em um reboque com balança de pesagem, garantindo o ajuste da máquina e a consequente precisão dos dados finais de produtividade que compõem os mapas de colheita (Figura 6).

Figura 6. Mapa de produtividade da soja no talhão - lavoura 108.



Fonte: Operation Center, John Deere.

Além do auxílio na calibração dos monitores e o acompanhamento da dessecação da cultura, foi possível coordenar, junto aos técnicos agrícolas e coordenadores de lavoura, as atividades operacionais de colheita da soja. Todas as manhãs, antes do início das atividades, definiam-se, em uma breve reunião, quais lavouras seriam colhidas, a distribuição das equipes de colheita e a quantidade de caminhões para cada lavoura. Os caminhões ficavam dispostos em sentidos opostos em cada lado das lavouras, aguardando o carregamento de grãos. Inicialmente enchia-se o primeiro caminhão de cada fila, acelerando o processo de retirada dos grãos da lavoura e o encaminhamento à unidade. Para acelerar o processo de descarregamento das colhedoras dispunha-se de tratores com reboques que acompanhavam o deslocamento das máquinas na operação, descarregando-as em momento simultâneo à colheita.

Como forma de garantir a qualidade das operações e prevenir problemas mecânicos algumas ações eram tomadas durante a colheita. A manutenção preventiva das colhedoras, com o auxílio de sopradores, era realizada no início e no final de cada dia, reduzindo o superaquecimento e a possibilidade de incêndios nas máquinas. Diariamente, com o auxílio de uma armação retangular com área representativa de 2 m² (Figura 7B), era realizada a contagem de perda de grãos na lavoura para cada máquina.

Figura 7. Atividades de monitoramento e qualidade da colheita da soja: (A) colhedora modelo S690 com plataforma de 45 pés (13,7 metros) e (B) estrutura para estimativa de perdas de grãos na lavoura.



Fonte: O autor.

Após a passagem da colhedora a armação era estendida no chão e contava-se o número de grãos inteiros e quebrados presentes na área amostrada e, de acordo com o peso de mil sementes da cultivar, estimava-se a perda de grãos por hectare. Como parâmetro de decisão prezou-se por perdas máximas de 60 kg ha⁻¹, contudo, a partir de 40 kg ha⁻¹, era solicitada a parada da colhedora para regulagem das peneiras e/ou molinete.

5.3 Acompanhamento das atividades de semeadura do algodão

A semeadura do algodão iniciou no dia 05/01/2022 na sede II logo após a colheita do feijão verde mungo e com término no final do mês de fevereiro. Durante esse período a semeadura também acompanhou a colheita nas lavouras com cultivares de soja superprecoce e precoce, com equipes divididas em dois turnos para o maior rendimento da operação.

Nas áreas de soja, a semeadura foi realizada em sucessão à colheita da cultura, sem nenhum manejo de solo, somente com a dessecação em pré-semeadura de plantas daninhas com o auxílio de tecnologias que possibilitam a aplicação localizada de herbicidas, como os sensores WEED-IT®. A tecnologia é composta por sensores que emitem uma luz azul ou vermelha que é absorvida pela clorofila das plantas, há então a remissão na forma de fluorescência, detectada pelos sensores e associada à presença de plantas daninhas. A partir da detecção das plantas, há a abertura e fechamento dos bicos de pulverização, permitindo reduzir o volume de produto aplicado na lavoura em até 90%.

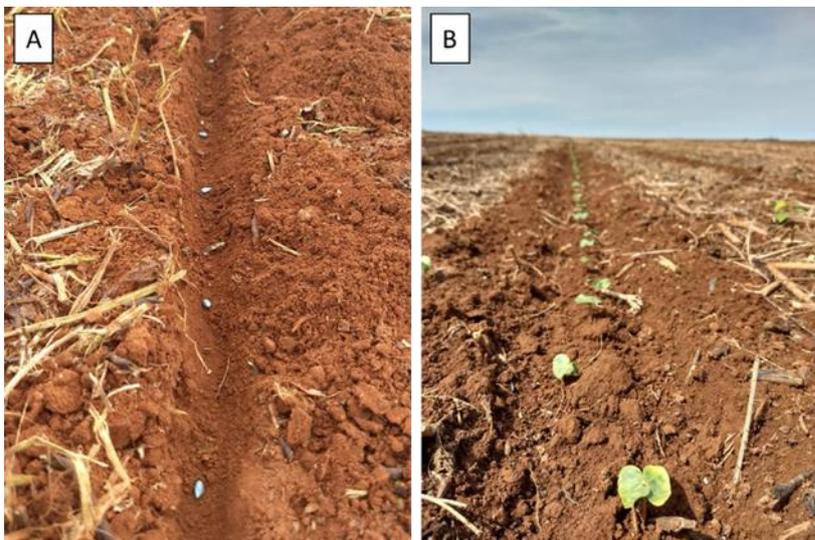
Na semeadura, acompanhou-se as equipes que realizavam a operação com tratores modelos John Deere da linha 9R com semeadoras DB 90 de 61 linhas e DB 74 de 45 linhas. Outra equipe foi formada por tratores John Deere da linha 8R com semeadora-adubadora John Deere Xingu 2130 de 28 linhas. Para o melhor andamento das operações e conservação dos ativos, a manutenção preventiva dos tratores e semeadoras era realizada antes do início de cada turno, quando verificava-se o conjunto de mangueiras de vácuo da semeadora, realizava-se a limpeza e verificação de estado dos discos de corte e a medição do nível da água de arrefecimento e óleo hidráulico do trator.

O mês de janeiro é considerado o de maior precipitação do município de Diamantino, com média de 265 mm acumulada. Por isso as equipes buscavam verificar as condições de umidade do solo, evitando realizar a entrada com o conjunto trator-semeadora em momentos em que o solo apresentava elevada plasticidade e pegajosidade.

A produtividade de algodão é influenciada pelo estande de plantas, estabelecido a partir do espaçamento entre linhas e a população semeada. Além disso, a qualidade das fibras, a sanidade das plantas e a incidência de plantas daninhas podem ser afetadas pela densidade estabelecida da semeadura da cultura. Por isso, o acompanhamento das operações de semeadura e a realização da contagem da população de plantas na lavoura é fundamental.

Na unidade de produção Paiaguás, a população de plantas prevista era alterada de acordo com a cultivar semeada e a data de plantio, com variação de 95.000 a 105.000 sementes ha^{-1} e espaçamento entrelinhas de 90 cm. A velocidade de semeadura e a profundidade de deposição da semente influenciam na plantabilidade da lavoura e na população de plantas, por isso a velocidade máxima permitida durante a operação era de 7 $km\ h^{-1}$ e a profundidade de semeadura variava de 3-5 cm. A contagem da população de plantas era verificada a partir de 5 metros lineares de uma fileira de cada seção da semeadora, juntamente com a avaliação da qualidade de distribuição de sementes e a respectiva profundidade (Figura 8A). Em casos de irregularidades, imediatamente parava-se a operação e realizavam-se novas regulagens na semeadora. Após a emergência da cultura (Figura 8B), foram avaliados os estandes finais e a necessidade de replantio, por vezes realizado.

Figura 8. Avaliação do estande de plantas de algodão semeadas, sendo: (A) avaliação de distribuição e profundidade das sementes e (B) avaliação de população de plantas emergidas.



Fonte: O autor.

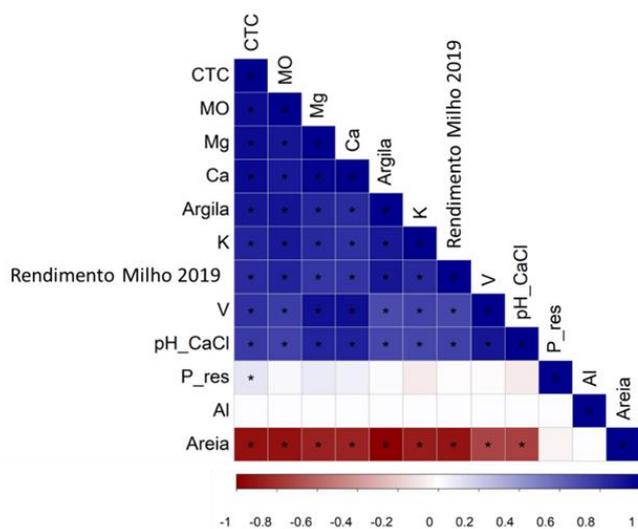
5.5 Estudo de unidades de gestão diferenciadas na fazenda Paiaguás

Durante o estágio na Matriz, em Porto Alegre - RS, além de auxiliar nas atividades relacionadas ao planejamento agrícola e demandas de agricultura de precisão das fazendas foi realizado um estudo de geração de UGDs na unidade de produção Paiaguás.

O estudo foi conduzido durante a safra 2021/22 abordando 11 lavouras localizadas no Bloco Santa Rita, situado nas coordenadas geográficas 14° 8' 2,36" S 57° 22' 10,95" O. A variabilidade da fertilidade das lavouras foi diagnosticada a partir da prévia amostragem de solo em grades de 1 ponto a cada 3 hectares. Em análise laboratorial, determinaram-se os teores de areia e argila, pH em solução de CaCl₂, teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P), alumínio (Al) e matéria orgânica (MO). Também, calculou-se o indicador de saturação por bases (V%) e a capacidade de troca de cátions (CTC).

Uma grade amostral de resolução 20 x 20 m foi criada para cada lavoura de estudo, com o intuito de extrair os valores dos mapas de atributos do solo e produtividade das culturas. Um buffer de -100 m foi realizado no polígono de cada lavoura, para garantir que os valores obtidos não tivessem influência de estradas, solo exposto ou qualquer efeito de bordadura. Após a organização das informações nas grades de coleta, foi realizada a análise exploratória e teste de normalidade de Shapiro-Wilk para cada atributo, utilizando o software R. Procedeu-se também com a análise de correlação de Pearson ($p\text{-valor} \leq 0,05$), para entender a relação entre os atributos de solo e a produtividade das culturas (Figura 9).

Figura 9. Matriz de correlação de Pearson entre atributos analisados no talhão - lavoura 80A.

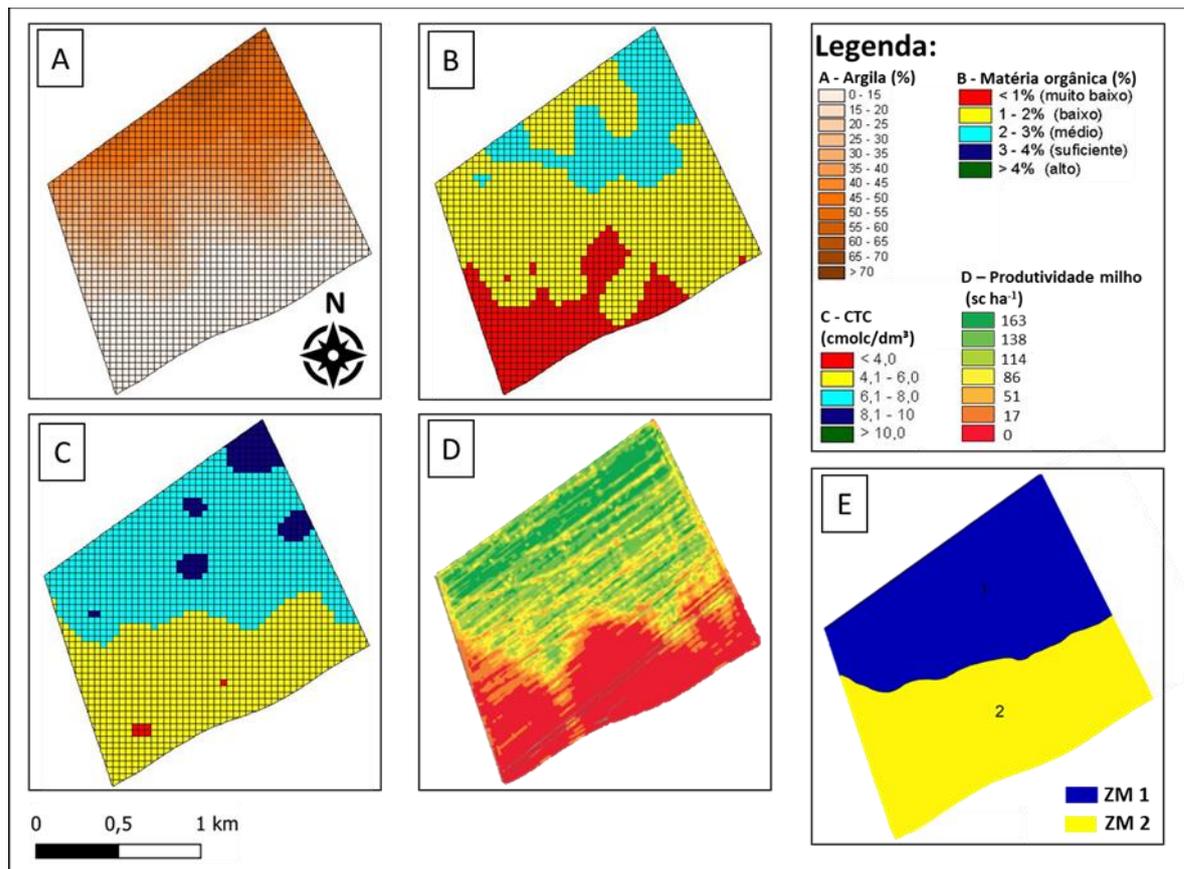


Fonte: O autor.

A análise foi realizada como uma triagem inicial para separar os atributos com correlação significativa com a produtividade. Em seguida os atributos correlacionados à produtividade foram submetidos à padronização em z-score, transformando-os em desvios padrão que variam de 1 a -1. Os dados de solo foram interpolados por krigagem ordinária, após ajuste de semivariogramas de cada atributo (Figura 10A, 10B e 10C). Os dados de produtividade foram coletados de colhedoras de grãos de soja e milho, JD STS 9770, e posteriormente analisados quanto à necessidade de correções, filtragem e remoção de outliers, seguindo metodologia descrita por Spekken et al. (2013) e em seguida foram interpolados (Figura 10D).

Figura 10. Definição das UGDs a partir de atributos de solo e produtividade na lavoura 80A.

(A) mapa de variabilidade de porcentagem de argila; (B) mapa de variabilidade de porcentagem de MO; (C) mapa de variabilidade da CTC; (D) mapa de produtividade do milho e (E) mapa de definição das zonas de manejo.



Fonte: O autor.

Com o intuito de verificar a formação de grupos por similaridade, realizou-se a análise multivariada de agrupamentos, definindo-se assim o número de grupos que melhor representam a área de estudo. A partir da definição do número de grupos, os dados foram submetidos à análise de agrupamentos não-hierárquica “fuzzy k-means”, utilizando pacote “stats”, para

definição de zonas de manejo. Após a classificação de cada célula do mapa foram criados os mapas de contorno das zonas de manejo (Figura 10E).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Acompanhamento das culturas da soja e do algodão

Ao longo do ciclo de desenvolvimento da soja existem diversos fatores edafoclimáticos e de manejo que afetam o potencial produtivo da cultura, dentre os principais estão as pragas e doenças. Portanto, é fundamental o entendimento técnico-científico das interações entre ambiente, pragas e cultura, buscando explorar práticas de manejo fitossanitário mais confiáveis e sustentáveis.

Favorecidas pela condição de elevada precipitação durante o ciclo vegetativo, reprodutivo e de maturação fisiológica da soja, as doenças fúngicas como a mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*) apresentaram elevado potencial de disseminação e infecção. Como forma de recurso, a adoção do manejo integrado de pragas e doenças pode ser considerada uma prática com retornos positivos no tratamento fitossanitário.

O manejo integrado de pragas e doenças é a ferramenta mais importante e assertiva como auxílio na tomada de decisão sobre o momento de controle de pragas e, por meio do o conhecimento da distribuição e quantificação da população de pragas e doenças, evita a calendarização das aplicações. Com uma média de 4 a 6 aplicações por safra, a utilização de defensivos agrícolas para o controle de insetos e doenças tem aumentado significativamente e, por muitas vezes, sem a adoção de critérios técnicos para a decisão. Com o monitoramento semanal das lavouras em densidade amostral representativa à área, o embasamento para a tomada de decisão de entrada na lavoura para o manejo fitossanitário, apresenta maior credibilidade e assertividade.

Na prática, a tomada de decisão para o controle de pragas e doenças, alicerçada pelo monitoramento prévio da lavoura, foi desempenhada ao longo do período de estágio, apresentando eficácia no controle de moléstias e pragas, gerando também, oportunidades de aplicações localizadas de inseticidas com o monitoramento georreferenciado.

A colheita da soja é um dos momentos mais importantes durante o ciclo de produção, necessitando de planejamento quanto ao escalonamento de semeadura, posicionamento de cultivares e a logística de escoamento da produção. Segundo Costa et al. (2001), os períodos de maturação fisiológica e pós-colheita da soja apresentam sensibilidade a elevados índices pluviométricos e variações da umidade relativa do ar, podendo ocasionar redução na qualidade

fisiológica e sanitária das sementes. No Mato Grosso, a colheita da soja foi conduzida nos meses de janeiro e fevereiro, coincidindo com o período de maior pluviometria do ano, refletindo em atrasos na colheita e perdas de produção.

Ademais, mesmo com o avanço tecnológico que impulsiona máquinas mais modernas e eficientes no processo de colheita da soja, as operações mecanizadas necessitam de monitoramento constante para verificação de perdas. Para isso, o trabalho conjunto realizado pelos técnicos agrícolas, agrônomos e coordenadores de lavouras é fundamental para o monitoramento e diagnóstico das perdas que ocorrem ao longo da operação.

Como forma de mitigar as perdas resultantes da colheita, as condições de manutenção e operação das máquinas necessitam estar adequadas. Com base nas informações da Embrapa (2002), estima-se que entre 80 e 85% das perdas são ocasionadas na plataforma de corte, 12% pelos mecanismos internos da máquina e 3% pela debulha natural, coincidentes com os resultados encontrados no monitoramento realizado durante o período de estágio.

A qualidade do processo está intimamente correlacionada com o estado de conservação e limpeza das máquinas, o monitoramento da velocidade da operação e da realização dos ajustes e calibrações necessárias em função das condições encontradas a campo. A ferramenta utilizada no monitoramento das operações mostrou-se eficiente e ágil no processo de estimativa da perda de grãos na colheita mecanizada, auxiliando na tomada de decisão para a indicação de parada das máquinas para a realização das regulagens necessárias nos sistemas de corte, alimentação e mecanismos internos das colhedoras.

A segunda safra é uma ótima alternativa para diversificação e incremento de renda da produção, mesmo com a estimativa de produtividade inferior quando comparada à safra. Segundo Ferreira et al. (2015), a semeadura tardia do algodão pode ter reflexo na redução da estatura de planta, no número de capulhos por m² e na produtividade de fibra.

O manejo da dessecação pré-colheita da cultura safra surge como alternativa para acelerar e uniformizar a maturação da cultura na lavoura, possibilitando a antecipação da colheita e semeadura da segunda safra. Nesse contexto, em função da redução da disponibilidade de água no solo e das temperaturas do ar, o sucesso do algodão segunda safra depende principalmente da época de semeadura e implantação das lavouras, minimizando os riscos da estiagem. A partir disso, a recomendação da semeadura do algodão no mês de dezembro é uma alternativa desafiadora, mas que, se bem planejada, pode trazer benefícios aos sistemas de produção.

Em função da janela de semeadura do algodão, o posicionamento de cultivares de soja de ciclos precoce e superprecoce surge como alternativa para o enquadramento do algodão no sistema de produção. No entanto, o elevado regime de chuvas nos meses de dezembro e janeiro de 2021 e 2022, respectivamente, refletiu no atraso da colheita da leguminosa e na semeadura do algodão.

6.2 Estudo de unidades de gestão diferenciadas na fazenda Paiaguás

O mapa de produtividade das culturas pode ser considerado como a informação mais importante na tomada de decisão para delimitação de zonas de manejo, sendo fundamental a análise da sua variabilidade espacial e temporal. Lark et al. (1999) destacam que a análise de uma sequência de mapas de produtividade, associada às características de solo, pode ser uma das alternativas de condução na definição de unidades de gestão diferenciadas em uma lavoura.

Como forma de validação das UGDs propostas procedeu-se a análise de variância dos dados de produtividade, utilizando teste de Fisher (p -valor $\leq 0,05$). Se significativas, as médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey (p -valor $\leq 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação entre as médias dos atributos de solo e produtividade entre as UGDs no talhão - lavoura 80A.

ID	Argila (%)	MO (%)	Produtividade Milho ($t \cdot ha^{-1}$)	CTC
1	40,72 a	1,85 a	4,52 a	7,12 a
2	21,12 b	1,24 b	2,54 b	5,60 b

* letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística para Tukey p -valor $< 0,05$

Fonte: O autor.

Segundo Durigon et al. (2009), a argila e a produtividade podem apresentar correlação positiva, podendo estar associada à maior capacidade de adsorção de nutrientes que poderão ser disponibilizados à cultura. Observando os resultados, há a variação de aproximadamente 50% na média dos teores de argila entre as classes, o que pode explicar a menor produtividade da gramínea na unidade 2, com média de 2.540 kg ha^{-1} .

Discutido por Stafford et al. (1996), a textura do solo pode ser utilizada como um dos principais componentes na determinação de zonas de manejo, visto que influencia na produtividade das culturas por meio da maior ou menor disponibilidade de água ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas.

O comportamento dessas variáveis (Tabela 1), demonstra a grande influência da variabilidade da textura de solo no comportamento de alguns parâmetros químicos do solo que,

por sua vez, apresentam relação com o potencial produtivo das culturas. Os dados de CTC, MO e argila, tiveram maior importância e foram decisivos na definição das UGDs, visto que apresentaram correlações fortemente positivas com a produtividade da cultura do milho. A alta correlação entre o rendimento de grãos, CTC e MO, pode ser explicada pela maior capacidade de retenção de cátions e nutrientes na unidade 1, onde a produtividade média obtida foi de 4520 kg ha⁻¹.

A partir da proposta de estudo, pode-se afirmar que a zona de manejo 1 apresenta maior potencial de rendimento quando comparada à zona de manejo 2, apresentando potencial para estudos de condução de manejos distintos entre as áreas, como semeadura e adubação.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio curricular obrigatório em Agronomia tem extrema importância no desenvolvimento dos alunos na fase de conclusão do curso, possibilitando aplicar os conhecimentos interdisciplinares adquiridos durante a graduação. A partir da oportunidade de estágio na empresa SLC Agrícola foi possível aprofundar os conhecimentos nas culturas da soja e do algodão, além de desenvolver e aplicar ferramentas de agricultura de precisão nos sistemas de produção em larga escala no Cerrado.

Com a responsabilidade por ocupar a posição de maior produtor de soja no mundo a agricultura no Brasil busca cada vez mais por manejo, tecnologia e processos mais eficientes ao sistema de produção e ambientalmente sustentáveis. O uso desequilibrado de defensivos agrícolas e com baixo nível de conhecimento técnico, por parte dos responsáveis, sobre a dinâmica entre ambiente, praga/patógeno e cultura, pode favorecer a ressurgência de pragas e a seleção de organismos resistentes. Nesse contexto, o manejo integrado de pragas e doenças se enquadra como uma excelente alternativa na melhoria e na qualidade do manejo fitossanitário, tendo o monitoramento como um dos alicerces para a tomada de decisão.

O emprego de ferramentas da AP, como as UGDs, apresenta elevada aplicabilidade para a distinção de ambientes de produção, permitindo tratar a eficiência produtiva de cada área, otimizando insumos, reduzindo custos e facilitando o manejo das áreas.

A tecnificação das unidades de produção, por meio da digitalização, é imprescindível no processo de facilitação da gestão das operações, além de transformar dados em informações importantes para propor tomadas de decisões mais assertivas e equilibradas. Para isso, a capacitação de todos os colaboradores envolvidos nos processos, quanto ao uso das tecnologias, é um dos recursos fundamentais a serem seguidos durante o desenvolvimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO. **Algodão no Brasil**. Brasília, DF. 2022. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-brasil.aspx>. Acesso em: 12 abr. 2022.

ALVARES et al. **Koppen's climate classification map for Brazil**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Piracicaba. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, No. 6, p. 711–728, 2013.

APROSOJA – ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA E MILHO DO MATO GROSSO. **Perdas na colheita de soja**. Boletim técnico da soja e milho. Cáceres, MT: Editora UNEMAT, 2019. p. 20.

BRAMLEY, R. G. V. **Lessons from nearly 20 years of precision agriculture research, development, and adoption as a guide to its appropriate application**. Crop & Pasture Science, Vitoria, v. 60, p.197-217, 2009.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 8, oitavo levantamento. Brasília, 2022.

COSTA, N. P.; MESQUITA, C. M.; MAURINA, A. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; PEREIRA, J. E.; BORDINGNON, J. R.; KRZYZONOWSKI, F. C.; HENNING, A. Efeito da colheita mecânica da soja nas características físicas, fisiológicas e químicas das sementes em três estados brasileiros. 2001. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 23, n. 01, p. 140-145.

CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BUENO, A. de F.; SOSA-GÓMEZ, D. R.; MOSCARDI, F.; BUENO, R. C. O. de F. **Inimigos naturais das pragas da soja**. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília, DF. Embrapa, 2012. p. 493-629.

DEGRANDE, Paulo E.; VIVAN, Lucia M. **Pragas da Soja**. In: Tecnologia e Produção: Soja e Milho 2011/2012. Maracaju: Fundação MS, 2011. p. 155 – 206.

DURIGON, R.; SCHLOSSER, J. F.; RUSSINI, A.; DORNELLES, M. E. C.; PINHEIRO, E. D. Correlações entre atributos da cultura e da produtividade e da produtividade de arroz irrigado

determinado com técnicas de manejo localizado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39 n. 9, p. 2629-2633, dez. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n9/a360cr867.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2022

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja**, Paraná: 2002. Londrina: Embrapa Soja, 2002. Sistemas de produção 2. p. 195.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Perdas na colheita mecanizada da soja. Safra 2007/2008.** Disponível em: <http://www.emater.pr.gov.br/arquivos/File/Graos/Perdas_2007_2008.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2022.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Classificação de Solos**. Brasília, 2013a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1094003/sistema-brasileiro-de-classificacao-de-solos>. Acesso em: 16 mar. 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Ferrugem-asiática da soja**. Brasília, 2013b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/ferrugem>. Acesso em: 08 mai. 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. p. 347.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja em números**. Londrina, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 16 mar. 2022.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. (Special Report 80). p.11.

FERREIRA, A. C. de B.; BORIN, A. L. D. C.; BRITO, G. G. de; SILVA FILHO, J. L. da; BOGIANI, J. C. **Épocas de semeadura, cultivares e densidades de plantas para algodão adensado em segunda safra**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 45, n. 4, p. 397–405, 2015. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/36869>. Acesso em: 6 jul. 2022.

FRAISSE, CW, SUDDUTH, KA, KITCHEN, NR, 2001. **Delineamento de zonas de manejo específicas do local por classificação não supervisionada de atributos topográficos e condutividade elétrica do solo.** Int. J. ASABE 44, p. 155-166.

FREIRE, E.C. **Algodão no Cerrado do Brasil.** 2ª edição revisada e ampliada. ABRAPA. Aparecida de Goiânia, 2011, p. 23-455.

FRIDGEN, JJ, KITCHEN, NR, SUDDUTH, KA, DRUMMOND, ST, WIEBOLD, WJ, FRAISSE, C.W., 2004. **Analista de zona de gerenciamento (MZA):** software para delineamento de zona de gerenciamento de subcampo. Agronomia J. 96, p. 100-108.

GODOY, C. V. et al. **Eficiência de fungicidas para o controle da mancha-alvo, corynespora cassiicola, na cultura da soja,** na safra 2019/2020: RESULTADOS SUMARIZADOS DOS ENSAIOS COOPERATIVOS. Embrapa, Circular Técnica, n. 159, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/214311/1/Circ-Tec-159-de-2020.pdf>, Acesso em: 21 mai. 2022.

GÓMEZ, D. E. **Cercospora sojina: Produção de esporos, densidade de inóculo e reação de cultivares de soja.** Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, Dissertação de Mestrado, 2011. Disponível em: <http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/538/1/2011DianaEricaGomez.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2022.

GRIGOLLI, J. F. J. **Pragas da soja e seu controle.** Fundação MS, Tecnologia e Produção: Soja, 2015. Disponível em: <https://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/214/214/newarchive-214.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2022.

HOFFMANN-CAMPO, C. B. et al. **Pragas que atacam plântulas, hastes e pecíolos da soja.** In: HOFFMANN-CAMPO, C. B.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. (Ed.). Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga. Brasília, DF. Embrapa, 2012. p. 145-212.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010:** Diamantino, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/diamantino/panorama>. Acesso em: 03 mar. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2019:** Diamantino, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/diamantino/panorama>. Acesso em: 03 mar. 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola 2020a**: Brasil, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/diamantino/panorama>. Acesso em: 20 mar. 2022.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola 2020b**: Diamantino, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/14/10193?localidade1=510350&localidade2=430780>. Acesso em: 16 mar. 2022.

LARK, R.M.; BOLAM, H.C.; MAYR, T.; BRADLEY, R.I.; BURTON, R.G.O.; DAMPNEY, P.M. R. **Analysis of yield maps in support of field investigation**. In: STAFFORD, J. Precision Agriculture '99. Sheffield: Sheffield Academic Press, 1999. Part 1, p.151-62.

MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Exportações do agro ultrapassam US\$ 100 bilhões pela segunda vez na história**: 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/exportacoes-do-agro-ultrapassam-a-barreira-dos-us-100-bilhoes-pela-segunda-vez>. Acesso em: 02 jul. 2022.

MARUR, C.J. & RUANO, O. **A reference system for determination of cotton plant development**. Revista de Oleagionosas e Fibrosas, 2001, 5, p. 313-317.

MAYER, M. C. et al. **Eficiência de fungicidas para controle de mofo-branco (sclerotinia sclerotiorum) em soja, na safra 2019/2020**: RESULTADOS SUMARIZADOS DOS EXPERIMENTOS COOPERATIVOS. Embrapa, Circular Técnica, n. 165, 2020. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1126492/1/Circ-Tec-165.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2022.

MENDONÇA, R., J. Felfili, B. WALTER, J.C. SILVA JR., A. REZENDE, T. FILGUEIRAS & P. NOGUEIRA. 1998. **Flora vascular do Cerrado**. In: S. Sano & S. Almeida (eds.). Cerrado. Ambiente e flora. p. 288-556. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa - Cerrados, Planaltina, Brasil.

MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; MANTOVANI, E.C.; ANDRADE, J.G.M.; FRANÇA NETO, J.B.; SILVA, J.G.; FONSECA, J.R.; PORTUGAL, F.A.F.; GUIMARÃES SOBRINHO, J.B. **Manual do produtor**: Como evitar desperdícios nas colheitas da soja, do milho e do arroz. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. p.19-22.

MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G.M. **Caracterização da colheita mecanizada da soja no Paraná**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.21, n.2, 2001, p.197-205.

MOLIN, J.P. **Agricultura de precisão: o gerenciamento da variabilidade**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2001. 83 p.

MOLIN, J.P.; AMARAL, L.R.; COLAÇO, A.F. **Agricultura de Precisão**. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

MOREIRA, H.J.C.; ARAGÃO, F.D. **Manual de Pragas da Soja**. Campinas: Autores, 2009.

NARANJO, S.; FLINT, H. M. Spatial distribution of adult *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in cotton and development of fixed-precision sequential sampling plans for estimating population density. **Environmental Entomology**, Lanham, v. 24, n. 2, p. 261-270, 1995.

OLIVEIRA, C. M. et al. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. **Crop Protection**, 2014. v. 56, p. 50-54.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Perspectivas Mundiais de População 2019**: Destaques. Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais. 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/04/1666621>. Acesso em: 08 mai. 2022.

PORTELLA, J.A. Colheita de grãos mecanizada: implementos, manutenção e regulagem. Viçosa: **Aprenda Fácil**, 2000. 190 p.

RIBEIRO, J. F & WALTER, B. M. T. **As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado**. Cerrado: ecologia e flora. Brasília, 2008 EMBRAPA-CERRADOS. v. 2 p. 876.

SLC AGRÍCOLA S.A. **RELEASE 1T22**. Porto Alegre, 2022. Disponível em: <https://api.mziq.com/mzfilemanager/v2/d/a975c39b-3eca-4ad8-9330-2c0a0b8d1060/1cfba228-f80f-f9f1-5afc-e1556789d7d0?origin=1>. Acesso em: 15 jun. 2022.

SPEKKEN, M.; ANSELMINI, A. A.; MOLIN, J. P. **A simple method for filtering spatial data**. In: **9th European conference on precision agriculture**, 2013, Lleida. Precision Agriculture`13. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2013. v. 1. p. 1-823.

SUEKANE, R., DEGRANDE, P.E., LIMA JUNIOR, I.S. DE, QUEIROZ, M.V.B.M. DE, & RIGONI, E.R. Danos da Mosca-Branca *Bemisia tabaci* (Genn.) e distribuição vertical das ninfas

em cultivares de soja em casa de vegetação. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, SP, 2013. v. 80, n. 2, p. 151-158.

STAFFORD, J. V.; AMBLER, B.; LARK, R. M.; CATT, J. **Mapping and interpreting yield variation in cereal crops**. Computers and Electronics in Agriculture, New York, 1996. v. 14, p. 101-119.

TAKIZAWA, E.K.; GUERRA, J. **Tecnologia de manejo do algodão no Cerrados**. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DO ALGODÃO, 4.; ENCONTRO ALGODÃO MATO GROSSO, Cuiabá, 2000. Anais Rondonópolis: Fundação MT, 1998. p.61-66.

WANJURA, D.F. & BUXTON, D.R. **Water uptake and radicle emergence of cottonseed as affected by soil moisture and temperature**. Agronomy Journal, 1972. 64, p. 427-430.

YANG, H-C; HARTMAN, G.L. Anthracnose. IN: HARTMAN, G.L(Ed.). **Compendium of soybean diseases and pests**. 5.ed. St. Paul, MN: American Phytopathological Society, 2015.