

**FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS E ATRIBUTOS PRODUTIVOS DE
SOJA EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO EM LATOSSOLO**

por

GILSON APARECIDO BONFIM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Nova Andradina – MS

Maio – 2024

**FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS E ATRIBUTOS PRODUTIVOS DE
SOJA EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO EM LATOSSOLO**

por

GILSON APARECIDO BONFIM

Comitê de Orientação:

Romano Roberto Valicheski, Prof. Dr. – IF Goiano

Gutierrez Nelson Silva, Prof. Dr. – IFMS

Bonfim, Gilson Aparecido
BBP713 FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS E ATRIBUTOS
ff PRODUTIVOS DE SOJA EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO
EM LATOSSOLO / Gilson Aparecido Bonfim; orientador
Romano Roberto Valicheski / Gutierres Nelson Silva .
-- Rio Verde, 2024.
62 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado Profissional em
Bioenergia e Grãos) -- Instituto Federal Goiano,
Campus Rio Verde, 2024.

1. Levantamento fitossociológico. 2. Glycine max.
3. Integração lavoura-pecuária-floresta. 4. Plantas
infestantes. 5. Diversidade.. I. , Romano Roberto
Valicheski / Gutierres Nelson Silva, orient. II.
Título.

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- Tese (doutorado) Artigo científico
 Dissertação (mestrado) Capítulo de livro
 Monografia (especialização) Livro
 TCC (graduação) Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

GILSON APARECIDO BONFIM

Matrícula:

2022102331540032

Título do trabalho:

FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS E ATRIBUTOS PRODUTIVOS DE SOJA EM DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO EM LATOSSOLO

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIIF Goiano: 17/05/2024

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente
 GILSON APARECIDO BONFIM
Data: 20/05/2024 10:18:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Nova Andradina

Local

17/05/2024

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente

ROMANO ROBERTO VALCHIESKI

Data: 17/05/2024 14:53:03-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 47/2024 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
ATA Nº 81 (OITENTA E UM)
BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos três dias do mês de maio do ano de dois mil e vinte e quatro, às 08h10min (oito horas e dez minutos), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada por videoconferência, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **GILSON APARECIDO BONFIM**, discente do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, orientado também pelo professor Elcio Ferreira dos Santos em função do convênio firmado entre o PPGBG e o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul - Campus Nova Andradina. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Romano Roberto Valicheski, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida ao autor da Dissertação que, em 30 min, procedeu a apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o examinado, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM BIOENERGIA E GRÃOS**, na área de concentração Agroenergia, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGBG da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

Nome	Instituição	Situação no Programa
Romano Roberto Valicheski	IF Goiano – Campus Iporá	Presidente
Sihelio Julio Silva Cruz	IF Goiano – Campus Iporá	Membro interno
Elcio Ferreira dos Santos	IFMS – Campus Nova Andradina	Membro externo
Gutierrez Nelson Silva	IFMS – Campus Nova Andradina	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- ELCIO FERREIRA DOS SANTOS, ELCIO FERREIRA DOS SANTOS - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (1), em 03/05/2024 10:14:54.
- Gutierrez Nelson Silva, Gutierrez Nelson Silva - Professor Avaliador de Banca - Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (1), em 03/05/2024 10:12:16.
- Sihelio Julio Silva Cruz, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/05/2024 10:11:27.
- Romano Roberto Valicheski, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/05/2024 10:10:15.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 02/05/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 597532
Código de Autenticação: 96127b085d



AGRADECIMENTOS

A coordenação do Programa de Mestrado Profissional em Bioenergia e Grãos do IFGoiano/IFMS a qual permitiu o meu aperfeiçoamento acadêmico.

Aos meus orientadores Prof. Dr. Romano Roberto Valicheski – IFGoiano e Prof. Dr. Gutierrez Nelson Silva – IFMS, por tamanha contribuição e disponibilidade de orientações ao longo do mestrado, com troca de experiências incríveis e exitosas.

A minha família.

A Deus.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais	2
1. Introdução	2
2. Revisão de Literatura	4
2.1 Aspectos Econômicos da Produção de Soja no Brasil.....	4
2.2. Características Nutricionais da Soja	5
2.3. Sistemas de Preparo do Solo Adotados na Produção de Soja no Brasil	5
2.3.1. Sistema Convencional	5
2.3.2 Sistema de Plantio Direto	7
2.3.3. Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)	9
2.4. Plantas Daninhas na Cultura da Soja.....	11
2.5. Levantamento Fitossociológico	13
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
CAPÍTULO 2 - CULTIVO DE SOJA EM LATOSSOLO NO SISTEMA CONVENCIONAL, SEMEADURA DIRETA E INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA: IMPACTO NA FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS.	20
CHAPTER 2 - SOYBEAN CULTIVATION IN OXISOL IN THE CONVENTIONAL SYSTEM, DIRECT SOWING AND CROP-LIVESTOCK-FORESTRY INTEGRATION: IMPACT ON THE PHYTOSOCIOLOGY OF WEED PLANTS.....	21
1. INTRODUÇÃO.....	23
2. MATERIAL E MÉTODOS	26
2.1 Área experimental.....	26
2.2 Histórico da área e sistemas de produção adotados.....	27
2.3 Histórico da área e sistemas de produção adotados.....	28
2.4 Delineamento experimental	29
2.5 Levantamento fitossociológico	29
2.6 Variáveis avaliadas na soja	31
2.7 Análise dos dados	31
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4. CONCLUSÕES	53
5. REFERENCIAS BILBIOGRÁFICAS	54

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

1. Introdução

A condução tecnológica na cultura da soja é uma importante ferramenta para melhorar a produtividade e qualidade dos grãos. Algumas das principais tecnologias envolvidas incluem a utilização de variedades resistentes a pragas e doenças, o uso de fertilizantes e defensivos adequados, a irrigação eficiente, o manejo de solo e a monitorização do desenvolvimento da cultura, em especial destaca-se os métodos de plantio que podem ser Plantio Direto, Convencional e Integrado. Em todos os sistemas de produção, independente do aporte tecnológico os cuidados e métodos de controle de plantas daninhas são fundamentais, uma vez que a presença destas plantas na cultura causa problemas que refletem em perdas na qualidade do produto, no rendimento e inviabilização da colheita.

O estabelecimento de uma comunidade de plantas daninhas depende das condições locais, como tipo de solo, clima, práticas culturais utilizadas, banco de sementes dentre outros, podendo ocorrer de forma variada nas diversas regiões produtoras de determinada cultura (Adegas *et al.* 2010).

Neste contexto, o levantamento fitossociológico de plantas daninhas configura-se como ferramenta fundamental, por possibilitar o conhecimento “in loco” das principais plantas daninhas que se desenvolve na região e em diferentes sistemas de produção, possibilitando ainda, inferir sobre a predominância de espécies de plantas daninhas de acordo com o sistema de produção adotado. Busca-se com esta ferramenta, identificar as associações vegetais e gerar informações sobre a composição das espécies existentes na área, suas relações, abundância relativa, frequência percentual, valor de importância, dentre outros indicadores elencados na metodologia que abordam aspectos não somente quantitativos, mas, também de qualitativos a

partir da identificação das espécies e suas famílias, que permitem a previsão dos danos que essas plantas daninhas possam causar a cultura (Caetano *et al.* 2018).

Para Anselmo *et al.* (2020), existem diversos métodos que podem ser utilizados no manejo de plantas daninhas na cultura da soja, contudo para que se possa definir o manejo adequado é de suma importância a determinação das espécies de plantas daninhas prioritárias, mais prejudiciais e abundantes, de modo que se possa adotar estratégias de intervenção mais eficaz, praticidade e economicidade.

Neste contexto, a realização do levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura da soja em três sistemas de produção, que estão sendo desenvolvidos na área de pesquisa do IFMS (Instituto Federal de Mato Grosso do Sul), campus Nova Andradina/MS, torna-se relevante, uma vez que as informações geradas serão de suma importância para comunidade científica e produtores da cultura de soja da região, possibilitando entender melhor a dinâmica da população das plantas daninhas, conforme manejo adotado, permitirá a adoção de práticas de controle mais eficiente e com menor impacto ambiental.

2. Revisão de Literatura

2.1. Aspectos Econômicos da Produção de Soja no Brasil

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] destaca-se como uma das culturas mais relevantes na economia mundial, desempenhando papéis significativos na agroindústria, produção de óleo vegetal, rações para animais, indústria química, de alimentos e, mais recentemente, como fonte alternativa de biocombustível (Costa Neto *et al.* 2000). Originária do continente asiático, especificamente da China Antiga, a soja é enraizada na história alimentar chinesa há mais de 5.000 anos, evidenciando sua importância cultural e nutricional (Câmara, 2015).

No Brasil, entre os meses de janeiro e setembro de 2022, as exportações desta oleaginosa somaram o total de 78,27 milhões de toneladas. Conforme CONAB, para a safra 2023/24 estima-se que a produção de soja em grãos seja de 146,8 milhões de toneladas, as importações de 800 mil toneladas, somadas aos estoques de passagem de 2,75 milhões de toneladas, resultam no total de 146,8 milhões de toneladas ofertadas, A demanda é estimada em 150,35 milhões de toneladas, sendo deste total, 50,699 milhões de toneladas utilizados no esmagamento para produção de farelo e óleo. Já as exportações são estimadas em 92,34 milhões de toneladas para soja em grão, 20,0 milhões de tonelada para farelo de soja e de 1,4 milhões de toneladas para óleo de soja. (CONAB 2024).

Esta cultura tem sido crucial para a economia brasileira, influenciando positivamente para o Produto Interno Bruto (PIB) do país e gerando milhares de empregos diretos e indiretos. Além disso, a exportação de soja e seus derivados têm provido divisas para o país. Em 2022, o PIB total da cadeia produtiva alcançou expressivos R\$ 673,7 bilhões. Considerando o período entre 2010 e 2022, sua participação no PIB do agronegócio nacional aumentou de 9,0 para 27,0%; enquanto o agronegócio e a economia do país, neste mesmo período, tiveram incremento de 8,0% e 12,0% respectivamente. Do montante total do PIB gerado “dentro da porteira” do país, a soja contribuiu com R\$ 192,1 bilhões em 2022, denotando a dominância no contexto da

agropecuária nacional (CEPEA 2023). Seu destaque na agricultura brasileira deve-se principalmente, pelo retorno econômico e versatilidade do grão, que pode ser utilizado pela indústria, como fonte de proteína para a criação animal, produção de óleo vegetal e produção de biocombustíveis.

2.2. Características Nutricionais da Soja

O grão de soja pode ter a composição química influenciada por variedade de fatores, como as condições climáticas locais, tecnologias empregadas e modificações biotecnológicas (Irina *et al.* 2008; Gonçalves *et al.* 2014). As cultivares podem apresentar variações nos teores de umidade, lipídios, proteínas e isoflavonas totais, como observado nas variedades BRS 284 e BMX Potência RR (Gonçalves *et al.* 2014) e nas variedades Danubiana e Columna (Irina *et al.* 2008). Estudos realizados na Índia destacam a variação nos teores de α -tocoferol em variedades de soja (Rao & Chitanya, 2015).

A genética das cultivares, as condições climáticas e as características químicas do solo exercem impacto significativo na composição química da soja (Souza *et al.* 2009). Estudos indicam que fatores como sombreamento, remoção de vagens e folhas, e a posição das vagens nos nós da planta podem interferir nos teores de proteína e óleo do grão de soja (Sales *et al.* 2013).

Para Vello & Silva (2006), o interesse comercial na soja está intrinsecamente relacionado ao notável teor de proteína (40%) e óleo (20%). Além disso, o grão apresenta aproximadamente 34% de carboidratos e 5% de minerais, incluindo ferro, cálcio, fósforo, potássio e vitaminas do complexo B, tornando-a uma fonte valiosa de nutrientes essenciais para a saúde (Gavioli *et al.* 2012), destacando-se por fornecer diferentes produtos para a alimentação humana e animal, possuindo valor econômico no mercado nacional e internacional (Martinez *et al.* 2011).

2.3. Sistemas de Preparo do Solo Adotados na Produção de Soja no Brasil

2.3.1. Sistema Convencional

O sistema de preparo convencional de solo, historicamente associado à aração com arado de discos nas décadas de 1970 e 1980, representava a prática dominante para o cultivo de soja (EMBRAPA, 2021). Este método envolve a aração a profundidade média de 20 a 25 cm, seguida por gradagens leves, visando destorroamento e nivelamento do solo. Alternativamente, o uso do arado de aivecas é considerado, oferecendo benefícios como a preservação dos agregados do solo e maior eficiência no controle de plantas daninhas (EMBRAPA, 2021). Esta forma de manejo do solo apresenta desafios operacionais notáveis, destacando a baixa capacidade operacional dos arados de discos ou aivecas e eleva a suscetibilidade à erosão hídrica pela baixa cobertura por resíduos vegetais e à pulverização excessiva da superfície do solo. (EMBRAPA, 2021).

Ressalta-se que o preparo inicial do solo desempenha papel crucial na criação de condições ideais para germinação, emergência e estabelecimento de plântulas de soja (EMBRAPA, 2008). Além disso, quando realizado de forma adequada, pode reduzir a população inicial de plantas invasoras, promover a infiltração de água e minimizar as perdas por erosão. Neste manejo do solo, o preparo primário, realizado com arado de discos ou aiveca visa afrouxar o solo e incorporar insumos. Já o preparo secundário, feito com grade niveladora, visa destorroar e nivelar o solo, proporcionando melhores condições para o plantio e emergência das sementes, no entanto, em determinadas situações ambas as formas de preparo, podem ser necessárias para o controle de plantas invasoras antes do plantio (EMBRAPA, 2008).

Apesar da eficiência no controle de plantas invasoras, o preparo de solo convencional a partir do uso contínuo de arados e grades resultam na formação de camadas compactadas em subsuperfície, exacerbando problemas de erosão e restringindo o desenvolvimento radicular das

plantas, contribui para a redução do teor de matéria orgânica, levando à degradação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (EMBRAPA, 2021, Guerra *et al.* 2022).

Desta forma, solos sob sistema de preparo convencional tendem a apresentar maiores níveis de degradação em comparação a sistemas conservacionistas. Dentre os atributos físicos mais influenciados negativamente, destaca-se a densidade do solo, a distribuição de poros e estabilidade de agregados, fato que favorece para menor infiltração de água no solo, e conseqüentemente, maior erosão hídrica. Além disso o revolvimento do solo contribui para quebra dos seus agregados, acelerando a decomposição da matéria orgânica impactando negativamente na resistência dos agregados, expondo ao impacto direto das gotas da chuva, favorecendo para desagregação e salpicamento das partículas, resultando na redução na infiltração de água e no aumento do escoamento superficial (Hickmann *et al.* 2012).

2.3.2 Sistema de Plantio Direto

O Sistema Plantio Direto (SPD) emerge como prática agrícola sustentável, abrangendo mais de 33 milhões de hectares na área cultivada do Brasil (Silva *et al.* 2022). Reconhecido globalmente como uma técnica ambientalmente correta, o SPD demonstra eficácia na redução da erosão do solo e na melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Silva *et al.* 2022).

Esta forma conservacionista de manejo do solo, pelos benefícios que ocasiona ao sistema produtivo tem se destacado no Brasil e internacionalmente, sendo sua adoção motivada pela facilidade de execução, economia de tempo, maquinário e mão de obra, juntamente com a recuperação do potencial produtivo do solo. Também, por possuir elevada capacidade de sequestrar de carbono atmosférico no solo, melhorando sua biodiversidade e contribuindo positivamente para o ciclo hidrológico, tem sido historicamente reconhecido como fundamental para a sustentabilidade dos sistemas produtivos (Silva *et al.* 2022).

Para Aguiar *et al.* (20021), o SPD representa uma abordagem inovadora de manejo do solo, diferenciando dos métodos convencionais por adotar o sistema de rotação de culturas, ausência de revolvimento do solo, preservação da palha e restos culturais na superfície do solo. Silva *et al.* (2022), mencionam que ao dispensar o preparo convencional do solo, o SPD não apenas reduz a necessidade de mão de obra e horas de máquina, mas utiliza a semeadura sobre a palhada da cultura anterior, substituindo operações como gradagem e subsolagem pela dessecação e/ou trituração da palhada, fato que contribui de forma efetiva para melhoria da fertilidade do solo e os atributos físicos. Segundo estes autores, este sistema protege o solo contra a desestruturação causada pelas chuvas intensas, bem como da erosão hídrica, promovendo e/ou aumentando seus teores de matéria orgânica do solo, e conseqüentemente, contribui para melhor sustentabilidade nos diversos sistemas de produção em que é adotado.

Além de contribuir para melhorar a agregação das partículas do solo, Guerra *et al.* (2022), relatam que o SPD melhora o armazenamento de água nas camadas superficiais do solo, sua disponibilidade e uso da água pelas plantas. Para Goes *et al.* (2020), estes benefícios são resultantes da preservação do ambiente de cultivo, sendo fundamental o uso de rotação de culturas, associado a manutenção de palhada na superfície do solo e o não revolvimento do solo para proporcionar a ciclagem de nutrientes, diminuir a incidência de doenças e a infestação com plantas daninhas.

Satorre *et al.* (2020), ao analisarem 31 lavouras de soja na região do Pampa Plano da Argentina sob SPD visando identificar como a intensificação agrícola e as sequências de culturas podem modificar as comunidades de ervas daninhas, observaram o total 53 espécies de plantas daninhas no momento da colheita da soja, no entanto, quanto maior for a intensificação do cultivo de espécies de interesse comercial, menor será a riqueza de espécies de plantas daninhas e a frequência de algumas populações, denotando a importância de adotar a rotação de cultura no cultivo da soja. Segundo estes autores, os problemas de ervas daninhas nas

lavouras de grãos desta região estão aumentando, principalmente, pelo fato que muitas delas tornaram-se resistentes aos herbicidas utilizados, criando necessidade de adotar estratégias de manejo integrado para o controle destas espécies de plantas daninhas.

2.3.3. Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)

A Integração Lavoura, Pecuária e Floresta (ILPF) é uma estratégia inovadora que visa promover a harmonia entre três ramos fundamentais na agricultura brasileira: lavoura, pecuária e floresta. Esse sistema, conforme descrito por Rodrigues *et al.* (2019), envolve a produção em consórcio, sucessão ou rotação dessas atividades, proporcionando benefícios econômicos, ambientais e sociais.

A ILPF tem como principal objetivo a diversificação da renda e a estabilidade econômica, contribuindo para a recuperação de áreas degradadas e a redução dos gases de efeito estufa (GEE) no cenário agropecuário brasileiro (Rodrigues *et al.* 2019). Lopes *et al.* (2021) e Franchini (2018) reforçam a importância da ILPF ao destacar sua contribuição para o desenvolvimento sustentável, buscando satisfazer as necessidades presentes sem comprometer as gerações futuras.

Neste sistema de produção, o componente lavoura desempenha papel crucial, sendo cultivado em consórcio com capim ou leguminosas, visa não apenas a produção de grãos para comercialização, mas a produção de forragem e a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Para Rodrigues *et al.* (2019), o cultivo consorciado de espécies forrageiras com culturas anuais, além de potencializar a qualidade dos produtos oriundos da lavoura, é uma forma eficiente para reduzir a proliferação de plantas daninhas.

Quanto ao componente florestal, este não visa apenas a produção de produtos madeireiros e não madeireiros, mas desempenha papel crucial na proteção do solo contra a erosão, conservação da água e manutenção do ciclo hidrológico, proporciona sombra para os

animais, gerando conforto térmico nas horas mais quentes do dia. Conforme Rodrigues *et al.* (2019) e Lopes *et al.* (2021), para obter estes benefícios da ILPF, no componente florestal é necessário a inclusão de diferentes espécies arbóreas, bem como a densidade adequada de árvores, considerando a importância que cada componente terá neste sistema de produção.

Por sua vez a componente pecuária, geralmente é realizado em sucessão a lavoura, fornecendo palhada para plantio direto, produção de volumoso para alimentação animal e contribuindo para a produção de carne e leite ao longo do ano, sendo uma alternativa promissora para melhor aproveitamento da forragem e dos resíduos culturais, quando comparado com outros sistemas convencionais de produção (Rodrigues *et al.* 2019; Lopes *et al.* 2021).

A integração eficiente desses componentes exige um planejamento cuidadoso para garantir a complementaridade das funções, sendo o sucesso da ILPF diretamente ligado à sinergia entre lavoura, pecuária e floresta, que, quando adequadamente integradas, promovem não apenas a ecoeficiência, mas o desenvolvimento socioeconômico, reduzindo o êxodo rural e fixando a população nas áreas rurais (Rodrigues *et al.* 2019).

Para Silva *et al.* (2014) a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) representa uma modalidade inserida nos Sistemas Agroflorestais (SAFs), que visam otimizar o uso do solo e dos recursos naturais, promovendo a máxima produtividade, enquanto conservam os recursos utilizados. Esses sistemas integram culturas agrícolas, espécies florestais e animais, simultânea ou sequencialmente, com o objetivo de alcançar benefícios ambientais, econômicos e sociais, adaptando-se às particularidades de cada propriedade e região (Magalhães *et al.* 2023).

Em sua versão integral ou em combinações como lavoura/pecuária, lavoura/floresta e pecuária/floresta, o sistema ILPF emerge como estratégia crucial rumo à sustentabilidade (Silva *et al.* 2014). Essa abordagem não apenas maximiza a produtividade, mas proporciona ganhos ambientais expressivos, incluindo o sequestro de carbono, recuperação da qualidade do solo e redução da emissão de gases de efeito estufa (Romano, 2010; Silva *et al.* 2014). Segundo estes

autores, o ILPF contribui para a redução do processo erosivo, maior infiltração de água das chuvas, menor incidência de pragas, doenças e plantas daninhas, além de promover o bem-estar animal e a diversificação da produção.

Para Magalhães *et al.* (2023), a interação simultânea de cultivos agrícolas, criação de animais e componentes florestais no sistema ILPF promove uma produção sustentável, com ganhos de 10% a 30% na produtividade das lavouras de culturas anuais e até três vezes mais rentabilidade na pecuária de corte em comparação aos métodos tradicionais. No entanto, impõe desafios, sendo essencial a escolha de espécies não tóxicas aos animais e um arranjo espacial favorável ao consórcio, garantindo a produtividade e a sustentabilidade a longo prazo.

2.4. Plantas Daninhas na Cultura da Soja.

Diversas conceitualizações do termo plantas daninhas convergem para a perspectiva de organismos que emergem nos agroecossistemas, acarretando interferências substantivas na produtividade das plantas cultivadas (Canuto *et al.* 2021). Segundo este autor, no cultivo da soja, a negligência no controle durante o período crítico de prevenção da interferência, entre dezoito e trinta e um dias após a emergência das plantas, resulta em reduções substanciais na produtividade de grãos.

Para Lamego *et al.* (2015), a competição acirrada por recursos essenciais, tais como água, luz, nutrientes e espaço, entre as plantas daninhas e as plantas de soja, configura-se como fenômeno de relevância incontestável e resultam em perda de produtividade e qualidade dos grãos. Paralelamente a isso, a notável capacidade competitiva das plantas daninhas, em contraposição às cultivadas, frequentemente acaba resultando em prejuízos que transcendem aqueles causados por pragas e doenças (Canuto *et al.* 2021). No entanto, estes autores relatam que a dinâmica populacional das plantas daninhas sofre influência notável advinda do manejo do solo, das práticas culturais e dos sistemas de colheita das plantas cultivadas.

Assim, a ausência de manejo apropriado pode contribuir para o aumento substancial no banco de sementes no solo, tanto em termos quantitativos, quanto qualitativos. Cruz *et al.* (2009) salientam que a interferência direta das plantas daninhas na cultura da soja resulta em perdas significativas na produtividade de grãos, uma vez que a constância da população das plantas cultivadas contrasta com a flutuação da população de plantas daninhas, esta última, sendo influenciada pelo grau de infestação local.

A efetividade no controle das plantas daninhas na soja é crucial para evitar prejuízos de ordem direta e indireta. Assim, quando métodos de controle químico, físico e cultural são utilizados de forma integradas, são mais eficazes no controle das plantas daninhas do que quando utilizados de forma isolada (Embrapa Soja, 2020). Tornam-se necessários a adoção da rotação de culturas e a alternância de herbicidas como estratégias no manejo de resistência das plantas daninhas, constituindo práticas que se alinham com os princípios da sustentabilidade agrícola.

Além da interferência direta na produtividade das culturas de interesse comercial, as plantas daninhas exercem impactos adversos nas áreas agrícolas, desempenhando papéis como vetores de doenças, refúgios para pragas e liberação de substâncias alelopáticas (Alves *et al.* 2023, Forte *et al.* 2017). Para Lima *et al.* (2022), as plantas daninhas no cultivo da soja representam grande desafio a ser superado, uma vez que pode resultar na redução de até 82% no rendimento da cultura, dependendo de fatores fisiológicos, nutricionais e ambientais. Também considera que a produção descontrolada de sementes destas infestantes é um ponto crucial, pois a prevenção eficaz é fundamental para conter o aumento do banco de sementes no solo, impactando diretamente na densidade dessas espécies na lavoura.

Lima *et al.* (2022), salientam que a coevolução dinâmica entre plantas cultivadas e daninhas é moldada pelas práticas humanas, também destacam a importância dessas últimas como agentes que se adaptam e tornam-se mais agressivas em resposta às perturbações no

ambiente, enquanto as plantas cultivadas acabam tendo sua rusticidade reduzida. Neste contexto, Mendonça *et al.* (2023), ressaltam que levantamentos florísticos das plantas daninhas, desempenham papel fundamental no desenvolvimento de métodos de controle mais eficazes.

2.5. Levantamento Fitossociológico

A fitossociologia, derivada do grego "Phytos" (planta) e "sociologia" (grupos ou agrupamentos), é um campo vital na compreensão da dinâmica das comunidades vegetais, sendo essencial para o manejo eficaz de plantas daninhas em sistemas agrícolas (Lessa *et al.* 2022; Kuva *et al.* 2021; Canuto *et al.* 2021; Araújo *et al.* 2023).

Lessa *et al.* (2022), ressalta que o conhecimento detalhado das espécies que compõem a comunidade infestante, suas características morfofisiológicas, distribuição e potencial de interferência, são fundamentais para planejar estratégias eficientes de controle. Para Canuto *et al.* (2021), a fitossociologia proporciona abordagem sistemática, permitindo a identificação, quantificação e classificação das plantas daninhas em diferentes sistemas agrícolas. Já Lessa *et al.* (2022) salientam que o estudo da distribuição das populações, seja generalizada ou localizada, guia a implementação de práticas de manejo sustentável, minimizando custos e impactos ambientais.

A geoestatística no processo de levantamento fitossociológico é uma ferramenta crucial para o mapeamento das populações de plantas daninhas, facilitando a compreensão da distribuição espacial e contribuindo para o manejo estratégico nas lavouras (Lessa *et al.* 2022). Segundo este autor, a variação florística entre propriedades e lotes de produção destacam a necessidade de identificar as espécies predominantes, considerando até mesmo aquelas com baixa quantidade, mas de significativo impacto, como plantas tóxicas ou parasitas.

Lessa *et al.* (2022) também salientam que o levantamento fitossociológico permite a avaliação da dinâmica das plantas daninhas em sistemas agrícolas, incluindo suas relações com

as características de solo e clima da região. No entanto, a escolha adequada das unidades amostrais e critérios de inclusão, junto com o uso de índices fitossociológicos, é essencial para a obtenção de dados confiáveis. Kuva *et al.* (2021), considera que levantamentos fitossociológicos, realizados de forma isolada para diagnóstico ou contínua para monitoramento são fundamentais para indicar práticas de manejo nas áreas de produção.

O método do Quadrado Inventário, lançando quadros sobre as populações infestantes, permite a contagem e classificação das plantas daninhas. Para Lessa *et al.* (2022), este método é essencial para calcular parâmetros fitossociológicos como frequência, densidade, abundância, dominância e índice de valor de importância, sendo a variação na infestação de plantas daninhas, influenciada por fatores edafoclimáticos, antrópicos e intrínsecos à biologia das espécies, resultando na necessidade de compreender a variabilidade espacial para elaborar estratégias de manejo mais pontuais, tornando a atividade menos onerosa e mais sustentável.

No entanto, a alocação estratégica das amostras depende dos objetivos do levantamento e das condições da comunidade infestante, apresentando-se como prática fundamental para avaliar a dinâmica populacional das plantas daninhas (Concenço *et al.* 2013). Desta forma, a frequência dos estudos fitossociológicos torna-se crucial para identificar a dinâmica populacional das plantas daninhas, possibilitando a implementação de práticas de manejo integrado eficazes (Kuva *et al.* 2021; Araújo *et al.* 2023).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarenga, R.C., J.C. Cruz & J.H.M Viana. 2024.** Manejo de solos: preparo convencional do solo. **In:** CRUZ, J. C. (Ed.). Cultivo do milho. 4. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. Disponível em <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=491199&biblioteca=vazio&busca=491199&qFacets=491199&sort=&paginaAtual=1>. Acesso em 05 de jan. 2024.
- Alves, M.F., R.P. Barbosa & J.R.C.C Alencar. 2023.** Produtividade de soja em manejo de plantas daninhas sequencial pós colheita de milho segunda safra. *Revista Integrar.*, v.1, n.1, e023009 - ISSN:2525-9784. Disponível em <https://zenodo.org/records/8363913>. Acesso em 08 jan. 2024.
- APROSOJA BRASIL.** A história da soja. Disponível em: <http://aprosojabrasil.com.br/soja/a-origem-do-grao>. Acesso em: 30 dez. 2023.
- Aquiar, E.B., E.J.D. Schleder, V.H.S. Britob & F.A. Aguenta 2021.** Plantio Direto na Cultura da Mandioca. *Uniciências*, v.25, n.1, p.02-09. Disponível em <https://uniciencias.pgskroton.com.br/article/view/8913>. Acesso em jan. de 2024.
- Araújo de, R.G.V., J.L.X.L. Cunha, M.G.F. Ferro, C.F. Pereira, L.M.M.C. Silva & R.C. Souza. 2023.** Phytosociological survey of weeds in pitaya production area. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, [S. l.], v. 18, n. 4, p. 127–131. DOI: 10.18378/rvads.v18i4.9802. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/9802>. Acesso em: 9 jan. 2024.
- Behling, M., A.L. de Souza, A. Lange, D. Camargo, J. Fallgatter & G.U. Barreto. 2023.** Effect of thinning eucalyptus trees on soybean productivity in integrated crop-livestock-forestry systems. *Ciência Rural*, v. 53, n. 9, e20220202. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220202>. Acesso em 05 jan.2024.
- Caetano, A.P.O.; R.TC. Nunes, M.C Rampazzo, G.L. Silva, M.R.S. Soares, A.R.S José, & E.S. Moreira.** Levantamento fitossociológico na cultura da soja em Luís Eduardo Magalhães - BA. *Scientia Agraria Paranaensis*, [S. l.], v. 17, n. 3, p. 359–367. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/19553>. Acesso em: 9 jan. 2024.
- Canuto, R.C. & D. Canuto. 2021.** Composição florística e distribuição espacial de plantas daninhas em pré-semeadura de soja em Uberlândia - MG. *Enciclopedia Biosfera*, 18(37). Disponível em <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/5307>. Acesso em 08 jan. 2024
- CEPEA (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada) e ABIOVE (Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais).** Cadeia da soja e do biodiesel: PIB, empregos e comércio exterior – Primeiros Resultados e metodologia. 2023. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-da-cadeia-de-soja.aspx>. Acesso em 30 dez. 2023.

- Camara, G.M.S. 2015.** Produção de Cana, Mandioca e Soja – Introdução ao Agronegócio SOJA. USP/ESALQ – Departamento de Produção Vegetal - novembro/2015.
- Concenço, G., M. Tomazi, I.V.T. Correia, S.A. Santos & L. Galon. 2013.** Phytosociological surveys: tools for weed science? *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v. 31, n. 2, p. 469-482. Disponível em <https://www.scielo.br/j/pd/a/rTjmmxD53sr8Hmh4Gx4Yj3v/?lang=en&format=pdf>. Acesso em 09 jan. 2024.
- Costa Neto, P.R. & L.F.S. Rossi. 2000.** Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. *Química Nova*, v.23, p4.
- Cruz, D.L.S., G.S. Rodrigues, F.O. Dias, J.M.A. Alves & J.A. Albuquerque. 2009.** A. Levantamento de plantas daninhas em área rotacionada com as culturas da soja, milho e arroz irrigado no cerrado de Roraima. *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 3, n. 1, p. 58-63, jan-jun, 2009. Disponível em <https://revista.ufrb.br/agroambiente/article/view/248>. Acesso em 08 jan. 2024.
- EMBRAPA** (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Preparo Convencional. Disponível em <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/producao/manejo-do-solo/sistemas-de-preparo-do-solo/preparo-convencional>. Acesso em 05 de jan. 2024
- EMBRAPA. 2020.** (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Integração Lavoura-Pecuária em Solos Arenosos: estudo de caso da Fazenda Campina no Oeste Paulista. – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 127 p. (Versão eletrônica).
- Fernandes, C.H.S., D.P. Tejo & K.M.A. Arruda. 2019.** Desenvolvimento do Sistema de Plantio Direto no Brasil: Histórico, Implantação e Culturas Utilizadas. *Uniciências*, v. 23, n. 2, p.83-88. Disponível em <https://uniciencias.pgsscogna.com.br/uniciencias/article/view/6466>. Acesso em 06 jan.2024.
- Gavioli, I.L.C., L.B. Lemos, R. Farinelli & C. Cavariani. 2012.** Desempenho agrônomico e tecnológico de cultivares de soja convencional e com características especiais para a alimentação humana. *Journal of Agronomic Science*. v.01, n.01, p.84-99, 2012.
- Góes, B.C., R.J. Goes, C.P Cremasco & G.L.R.A Filho. 2020.** Análise multivariada de soja cultivada em sistemas de planejamento direto em coberturas de milho e sorgo. *Revista Brasileira De Engenharia De Biosistemas*, 14 (3), 283–298. Disponível em <https://doi.org/10.18011/bioeng2020v14n3p283-298>. Acesso em 06 jan. 2024
- Gonçalves, L.C., A.P.C. Andrade de., G.P. Ribeiro & N.F. Seibel. 2014.** Composição química e propriedades tecnológicas de duas cultivares de soja. *Biochemistry and Biotechnology Reports*, v. 3, p.33-40. <https://doi.org/10.5433/2316-5200.2014v3n1p33>.
- Guerra, J.V.S., A.J.D. Carvalho, A.F. Portugal, I. Aspiazú, M.K. Kondo & S.R.D. Santos. 2022.** Agronomic performance of irrigated crop rotations under conventional and no-tillage systems in the semiarid region of Minas Gerais, Brazil. *Revista Caatinga*, 35, 33–43. <https://doi.org/10.1590/1983-21252022v35n104rc>. Acesso 02 de jan. 2024.

- Hickmann, C., L.M da Costa, G.E.G.R. Schaefer, R.B.A Fernandes & C. de L.T. Andrade. 2012.** Atributos físico-hídricos e carbono orgânico de um argissolo após 23 anos de diferentes manejos. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 128-136, jan.-mar. Disponível em <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/2114/pdf> Acesso em 02 de jan. de 2024.
- Irina, V., N. Vasile, S. Jurcoane, L. Bagiu & S. Petre. 2008.** Comparative study on biochemical particularities of several soybean varieties used in animal nutrition. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, v. 41, p. 581-585. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/doi/18419364/2008/00000041/00000001/art00115;jsessionid=9jfje6eilfi1e.x-ic-live-02>. Acesso em 02 de jan. de 2024.
- Kuva, M.A., T.P. Salgado & P.L.C.A. Alves. 2021.** Índices fitossociológicos aplicados na ciência e na gestão das estratégias de controle de plantas daninhas. In: BARROSO, A. A. R.; MURATA, A. T. (Org.) *Matologia: estudos sobre plantas daninhas*. Jaboticabal: Fábrica da Palavras. 547 p. Disponível em https://www.matologia.com/_files/ugd/1a54d2_6bdc1f90aa6b47f6bb787706b381084e.pdf?index=true. Acesso em 09 jan. 2024.
- Lamego, F.P., F.C. Caratti, M. Reinehr, M. Gallon, A.L. Santi & C.J. Basso. 2015.** Potencial de supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura de verão. *Comunicata Scientiae*, v. 6, n. 1, p. 97–105. Disponível em <https://doi.org/10.14295/cs.v6i1.470>. Acesso em 08 jan. 2024.
- Lessa, B.F.T & M.S. Rodrigues. 2022.** Levantamento de plantas daninhas: Fitossociologia e análise espacial da infestação. In: Almeida, E.I.B, Ferrão, G.E. (Org) *Fundamentos em biologia e manejo de plantas daninhas*. São Luís, EDUFMA. Disponível em https://www.edufma.ufma.br/wp-content/uploads/woocommerce_uploads/2022/11/Livro-completo.pdf. Acesso em 09 jan. 2024.
- Lima, M.E.C., B.C. Kruk, G.E. Ferrão, E.I.B. Almeida & R.C.A Araújo. 2022.** Introdução à ciência das plantas daninhas. In: ALMEIDA, E. I. B, FERRÃO, G. E. (Org) *Fundamentos em biologia e manejo de plantas daninhas*. São Luís, EDUFMA. Disponível em https://www.edufma.ufma.br/wp-content/uploads/woocommerce_uploads/2022/11/Livro-completo.pdf. Acesso em 09 jan. 2024.
- Lopes, L.C.A., A.J.M. Santos, C.L.L Backes & A.F. Magalhães. 2021.** Desenvolvimento florestal em sistema integrado lavoura-pecuária-floresta. *Scientific Electronic Archives*, 14(11). <https://doi.org/10.36560/141120211457>. Disponível em <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1457>. Acesso em 07 jan. 2024.
- Lopes L.M., S.D.L. Soares, I. Aspiazú, J.A. Carvalho, M.S. Oliveira & S.R. Fernandes. 2023.** Fitossociologia de plantas daninhas em cultivo de feijão-caupi no semiárido Mineiro. *Nativa*, 9(5), 528–535. Disponível em: <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i5.11210> (Original work published 21 de dezembro de 2021). Acesso em: 09 jan. 2024.
- Magalhães, A.F., C. Backes, L.L. Silva, L.C.A. Lopes & B.S.I. Amaro. 2023.** Influência do sombreamento no desenvolvimento forrageiro em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. *Scientific Electronic Archives*, 16(11). Disponível em <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/1803>. Acesso em 07 jan. 2024.

- Mendonça, D.A., D.O Reis & J.R. Fabricante. 2023.** Plantas daninhas de culturas agrícolas de importância econômica no Município de Itabaiana, SE. Canoas, v. 17, n. 1. Disponível em <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/7981>. Acesso em 08 jan. 2024.
- Rao, D.E. & K.V. Chaitanya. 2015.** Varietal differences in the antioxidative properties of soybean [*Glycine Max* (L.) Merr.] seeds. Journal of Food Biochemistry, v. 39, p. 398-408.
- Rodrigues, L.M., A.G. Teodoro, A.J.M. Santos, C. Backes, J.H.T Rocha, P.R. Giongo & Y.L.A. Santos. 2019.** Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Interação entre Componentes e Sustentabilidade do Sistema. Arch. Zootec. 68 (263): 448-455. Disponível em: <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/4207/2512>. Acesso em: 07 jan. 2024.
- Sales, P.V.G., J.M. Pelúzio, F.S. Afférri, M.C.C SILVA & V.H.G. Sales. 2013.** Variabilidade da posição das vagens quanto ao teor de óleo em grãos de soja. Revista Ciências Agrárias, v. 56, n. 03, p. 274-277.
- Satorre, E.H., E.B. de la Fuente, M.T. Mas, A. Susana, S.A. Suárez, B.C. Kruk, A.C. Guglielmini & A.M.C. Verdú. 2020.** Crop rotation effects on weed communities of soybean (*Glycine max* L. Merr.) agricultural fields of the Flat Inland Pampa. Crop Protection, v 130. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.105068>.
- Seixas, C.D.S., N. Neumaier, A.A. Balbinot Junior, F.C. Krzyzanowski & R.M.V.B. de C. Leite. 2020.** Tecnologias de Produção de Soja. Editores técnicos. Londrina, 347 p. - Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176-2902 n. 17. Embrapa Soja.
- Silva, A., D. Albuquerque, J.A. Alves, A. Alves, J.M.R. Rocha, D.M. Medeiro, E.L. Finoto, & M.P.H. Santos. 2018.** Caracterização de plantas daninhas em área rotacionada de milho e feijão-caupi em plantio direto. Scientia Agropecuaria, 9(1), 7-15. Disponível em: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.01.01>. Acesso em: 08 jan. 2024
- Silva, M de S. da., J.A.L. Furtado, J.Q. Castro, I.L. dos Santos, E.I.B. Almeida, L.B.T. de Oliveira, W. da S. Sousa & R.C. de A. Araújo. 2021.** Weed control and selectivity of different pre-emergence active ingredients in a soybean crop. Agronomia Colombiana 39(3), 392-404. Disponível em: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/96334/82667>. Acesso em: 09 jan. 2024.
- Silva, M.A., N.A. Stephan, A.C. Lanna, C.C. Rezende, R.D.C Cruz, L.L.M. Frasca, A.L. Ferreira, I.V.L Ferreira, J.R.M. Duarte & M.C.C. Filippi. 2022.** Sistema de cultivo direto e rotação de culturas no Cerrado. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, [S. l.], v.13, pág. e376111335568, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i13.35568. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/35568>. Acesso em: 6 jan. 2024.
- Silva, R.A., J.E. Creste, M.J.S. Medrado & I.M. Rigolin. 2014.** Sistemas integrados de produção – O novo desafio para agropecuária Brasileira. Colloquium Agrariae, v. 10, n.1, Jan-Jun. p.55-68. DOI: 10.5747/ca. 2014.v10.n1.a100 disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ca/article/view/663/1173>. Acesso em: 07 jan. 2024

Souza, L.C.F., G.D. Zanon, F. Pedroso & L.H.L. Andrade. 2009. Teor de proteína e de óleo nos grãos de soja em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, n.06, p.1586-1593.

Ulgum, A. da R., F.S. Carlos, R.A. da S. Santos, A.J. Zanon, I.S. Werle, & M. Beck. 2018. Weed phytosociological in irrigated rice under different cultivation systems and crop rotation intensity. *Ciência Rural*, 48(11), e20180230. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180230>. Acesso em: 05 de jan. de 2024.

Vello, N.A. & L.A.S Silva. 2006. Genética busca atender ao consumo humano crescente. *Visão Agrícola*, v.3, n.05, p.60- 62.

CAPÍTULO 2 - CULTIVO DE SOJA EM LATOSSOLO NO SISTEMA CONVENCIONAL, SEMEADURA DIRETA E INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA: IMPACTO NA FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS.

RESUMO

A compreensão dos efeitos dos manejos aplicados em diferentes sistemas de produção agrícola sobre as interações ecológicas entre as culturas e as plantas daninhas é fundamental para um manejo sustentável. A identificação da flora presente nas áreas de produção é a base para o desenvolvimento de estratégias eficazes de controle de plantas daninhas, sendo obtida por meio de levantamentos fitossociológicos. Diante do exposto, objetivou-se, com este estudo, identificar e quantificar as espécies de plantas daninhas predominantes em áreas de cultivo de soja sob três formas distintas de manejo: sistema convencional (SC), sistema de semeadura direta (SSD) e integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), em Latossolo. Além disso, buscou-se avaliar os aspectos produtivos da soja em cada um desses sistemas, visando contribuir para a compreensão mais abrangente e aprimorada das interações entre as plantas daninhas e a cultura principal. O cultivar de soja utilizado nos dois anos agrícolas foi o TMG 7062 IPRO. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com três tratamentos e 8 repetições. Os tratamentos foram: sistema convencional (SC), sistema de semeadura direta (SSD) e sistema integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF). A área total de cada parcela experimental foi de 0,06 ha no SC e SSD e de 0,15 ha no ILPF. A área total do experimento foi de 2,5 ha, sendo 0,50 ha no SSD, 0,5 ha no SC e 1,5 ha no e ILPF. O levantamento fitossociológico foi realizado no segundo ano agrícola. A fitossociologia foi realizada em três diferentes épocas: aos 5 e 30 dias após a emergência (DAE) e na pré-colheita. As plantas daninhas foram identificadas e quantificadas pelo método do quadrado inventário (1,0 x 1,0 m). Foram realizados cinco pontos amostrais em cada parcela experimental, para os quais determinou-se os seguintes parâmetros fitossociológicos: densidade (D), densidade relativa (Dr), frequência (F), frequência relativa (Fr), abundância (A), abundância relativa (Ar), índice de importância relativa (Ir) e o Índice de Similaridade (IS). Avaliou na soja as seguintes variáveis biométricas: altura de planta (AP), número de vagens por planta (NVPP), número de grãos por planta (NGPP) e produtividade em quilograma por hectare ($P \text{ kg ha}^{-1}$). Ao longo das diferentes épocas de avaliação nos três sistemas de cultivo analisados, identificou-se 13 espécies de plantas daninhas, pertencentes a 7 famílias botânicas distintas. Dentre as famílias identificadas, a Poaceae destacou-se, apresentando maior número de indivíduos (NI) nos três sistemas de cultivo, independentemente da época de avaliação. Das plantas daninhas identificadas, as mais abundantes nos três sistemas de cultivo foram *Portulaca oleracea*, *Cenchrus echinatus*, *Amaranthus retroflexus* e *Digitaria horizontalis*, nas épocas de avaliação.

Dentre os sistemas de manejo, no SC obteve-se maior número de indivíduos quando comparado com o SSD e ILPF. Já o ILPF apresentou plantas daninhas com menores valores de índice de importância. As espécies encontradas no levantamento revelaram alta variabilidade nos parâmetros fitossociológico, no entanto, houve similaridade entre estas espécies e os sistemas de cultivo, bem como a época de avaliação. Maior produtividade de soja foi obtida no SSD (5306,47 kg.ha⁻¹) e no ILPF (4603,69 kg.ha⁻¹).

Palavras-chave: Levantamento fitossociológico; *Glycine max*; Integração lavoura-pecuária-floresta; plantas infestantes; diversidade.

CHAPTER 2 - SOYBEAN CULTIVATION IN OXISOL IN THE CONVENTIONAL SYSTEM, DIRECT SOWING AND CROP-LIVESTOCK-FORESTRY INTEGRATION: IMPACT ON THE PHYTOSOCIOLOGY OF WEED PLANTS.

ABSTRACT

Understanding the effects of management applied in different agricultural production systems on the ecological interactions between crops and weeds is fundamental for sustainable management. The identification of the flora present in production areas is the basis for the development of effective weed control strategies and is obtained through phytosociological surveys. In view of the above, the aim of this study was to identify and quantify the predominant weed species in soybean cultivation areas under three different forms of management: conventional system (SC), direct seeding system (SSD) and crop integration livestock-forest (ILPF), in Oxisol. Furthermore, there were evaluated the productive aspects of soybean in each of these systems, aiming to contribute to a more comprehensive and improved understanding of the interactions between weeds and the main crop. The soybean cultivar used in the two agricultural years was TMG 7062 IPRO. A randomized block experimental design was used with three treatments and 8 replications. The treatments were: conventional system (SC), direct seeding system (SSD) and crop, livestock, and forest integration system (ILPF). The total area of each experimental plot was 0.06 ha in SC and SSD and 0.15 ha in ILPF. The total area of the experiment was 2.5 ha, with 0.50 ha in the SSD, 0.5 ha in the SC and 1.5 ha in the ILPF. The phytosociological survey was carried out in the second agricultural year. Phytosociology was carried out at three different times: at 5 and 30 days after emergence (DAE) and pre-harvest. Weed plants were identified and quantified using the inventory square method (1.0 x 1.0 m). Five sampling points were carried out in each experimental plot, for which the following phytosociological parameters were determined: density (D), relative density (Dr), frequency (F), relative frequency (Fr), abundance (A), relative abundance (Ar), relative importance index (Ir) and the Similarity Index (IS). The following biometric variables were also evaluated in soybeans: plant height (AP), number of pods per plant (NVPP), number of grains per plant (NGPP) and productivity in kilograms per hectare (P kg.ha⁻¹). Throughout the different evaluation periods in the three cultivation systems analyzed, 13 species of weeds were

identified, belonging to 7 different botanical families. Among the families identified, Poaceae stood out, presenting the highest number of individuals (NI) in the three cultivation systems, regardless of the evaluation period. Of the weeds identified, the most abundant in the three cultivation systems were *Portulaca oleracea*, *Cenchrus echinatus*, *Amaranthus retroflexus* and *Digitaria horizontalis*, at the evaluation times. Among the management systems, the SC had a greater number of individuals when compared to the SSD and ILPF. The ILPF presented weeds with lower importance index values. The species found in the survey revealed high variability in phytosociological parameters, however, there was similarity between these species and the cultivation systems, as well as the evaluation period. Higher soybean productivity was obtained in SSD (5306.47 kg.ha⁻¹) and in ILPF (4603.69 kg.ha⁻¹).

Keywords: Phytosociological survey; *Glycine max*; Crop-livestock-forest integration; weed plants; diversity.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil estabeleceu que pretende reduzir a emissão de carbono [1], comprometendo-se até 2030, reduzir as emissões de GEE em 43% abaixo dos níveis de 2005, conforme Acordo de Paris (UNFCCC COP21). O Estado de Mato Grosso do Sul (MS), cuja economia predominante é a agrícola, ocupa o 11º lugar em emissões de gases de efeito estufa (GEE) [2]. Uma maneira de reduzir as emissões é promover o desenvolvimento sustentável por meio de sistemas de produção integrados.

Os sistemas de produção integrados estão ganhando impulso significativo no Brasil. Essa afirmação é confirmada pelo aumento da área total utilizada nesse sistema, com crescimento aproximado de 11,5 milhões de hectares em 2016 [3], passando para 17,4 milhões de hectares em 2021 [4]. A integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) é um sistema conservacionista de produção que tem experimentado notável crescimento no Brasil ao longo das últimas décadas. Este sistema envolve a utilização coordenada de diferentes práticas pecuárias, agrícolas e florestais dentro da mesma área, com o objetivo de promover maior sustentabilidade ambiental e econômica [5].

A adoção da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) emerge como estratégia eficaz para a intensificação agrícola sustentável, capaz de proporcionar variedade de benefícios. Dentre eles, destacam-se os benefícios ambientais, a redução da vulnerabilidade, o incremento dos rendimentos e a amplificação da rentabilidade quando contrastados com monoculturas ou sistemas não integrados [6]. Além disso, o ILPF otimiza o uso da terra, impulsionando a produtividade e a eficiência dos insumos agrícolas.

Ao diversificar a produção, o ILPF promove não apenas aumento na renda, mas na geração de empregos. Destaca-se ainda que esse sistema representa uma tecnologia essencial na redução das emissões de gases de efeito estufa, ou mesmo a mitigação, contribuindo significativamente para a sustentabilidade ambiental e o combate às mudanças climáticas [7,8,9]. Além disso, a sinergia entre culturas agrícolas e plantações de eucalipto destinadas à produção de madeira para celulose pode resultar em lucratividade superior quando comparada ao plantio não consorciado [10].

O Brasil está firmemente comprometido com a expansão das áreas dedicadas aos sistemas integrados de lavoura-pecuária (ILP) e de lavoura-pecuária-floresta (ILPF) [11]. Este compromisso reflete a visão estratégica para promover práticas agrícolas sustentáveis e aumentar a produtividade, ao mesmo tempo que busca a conservação dos recursos naturais e a

mitigação das mudanças climáticas. Contudo, o uso desse sistema pode gerar modificações na dinâmica de plantas daninhas da área no qual foi implantado [12,13].

Em sistemas integrados, como os sistemas de semeadura direta, observa-se a tendência à homogeneização nos níveis dos recursos ambientais. Proporcionado pelo aumento de fatores escassos e a normalização dos excessivos, decorrente da exploração de diferentes nichos ambientais em momentos distintos [12,13]. Insinuando que, frequentemente, uma única espécie de planta daninha não é a principal responsável pela infestação, mas, sim uma comunidade de plantas que demonstram adaptação moderada a diversos estresses ambientais [12].

Deste modo, a compreensão dos efeitos dos manejos aplicados em diferentes sistemas de produção agrícola sobre as interações ecológicas entre as culturas e as plantas daninhas é fundamental para um manejo sustentável. A identificação da flora presente nas áreas de produção é a base para o desenvolvimento de estratégias eficazes de controle de plantas daninhas, sendo obtida por meio de levantamentos fitossociológicos.

A análise fitossociológica das plantas daninhas em determinada área de cultivo proporciona compreensão aprofundada das características e das espécies predominantes nesse ambiente. Essa informação, por sua vez, é crucial para embasar decisões informadas sobre as estratégias mais adequadas de controle das plantas daninhas [14]. Os levantamentos fitossociológicos fornecem a visão geral da composição e distribuição das espécies de plantas daninhas [15]. Compreender os padrões de distribuição das espécies de plantas daninhas é importante para propor aos agricultores as melhores formas de manejo a serem adotadas [16]. Em um estudo recente realizado no cerrado brasileiro, foi constatado que a interferência de plantas daninhas na cultura da soja (*Glycine max* L.) pode resultar em reduções significativas no rendimento de grãos. De acordo com os resultados apresentados [17], essas reduções podem chegar a até 80%.

No Brasil, há uma lacuna significativa de estudos sobre o levantamento fitossociológico de plantas daninhas em diversos sistemas de cultivo de soja em solos do tipo Latossolo, deste modo foram elencadas as seguintes hipóteses: a abundância de plantas daninhas serão menores no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta em comparação com o sistema convencional e o de semeadura direta por práticas de manejo e cobertura do solo adotadas em cada sistema; as espécies de plantas daninhas identificadas terão impactos diferenciados na produtividade da soja nos diferentes sistemas de cultivo, com potencial de redução significativa no rendimento de grãos em áreas com maior infestação de determinadas espécies; a interação entre as práticas de manejo adotadas nos sistemas de cultivo e a

comunidade de plantas daninhas presentes influenciará diretamente os atributos produtivos da soja, como o rendimento de grãos e a qualidade da colheita; a identificação e quantificação das espécies de plantas daninhas predominantes em áreas de cultivo de soja sob diferentes sistemas de manejo permitirão a proposição de estratégias de controle mais eficazes e sustentáveis, visando otimizar a produção e minimizar os prejuízos causados por essas plantas invasoras.

Considerando o exposto, objetivou-se com este estudo identificar e quantificar as espécies de plantas daninhas predominantes em áreas de cultivo de soja sob três sistemas distintos: convencional, semeadura direta e integração lavoura-pecuária-floresta, em Latossolo. Além disso, buscou-se avaliar os aspectos produtivos da soja em cada um desses sistemas, visando contribuir para a compreensão mais abrangente e aprimorada das interações entre as plantas daninhas e a cultura principal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área experimental

O estudo foi realizado no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS) em Nova Andradina-MS, Brasil (Figura 01), em um Latossolo [18]. Os dados diários de precipitação e temperatura durante o cultivo da soja estão resumidos na Figura 02.

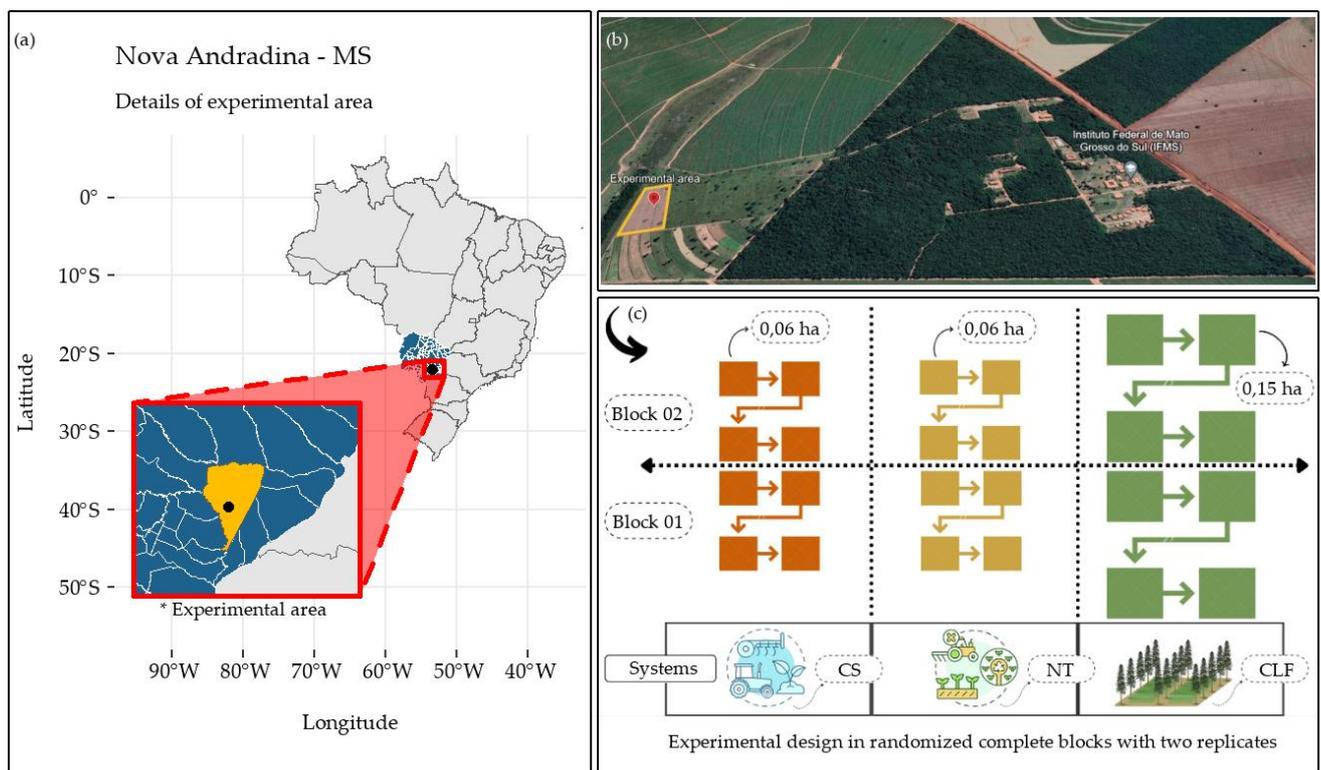


Figura 1. O campo experimental foi localizado no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS) em Nova Andradina-MS, Brasil ($22^{\circ}04'48''S$, $53^{\circ}28'14''W$, altitude 345 m). (a) Mapa criado usando pacote, geobr e plot com software R. (b) Fonte de imagem do programa Google Earth. (c) Layout das parcelas experimentais.

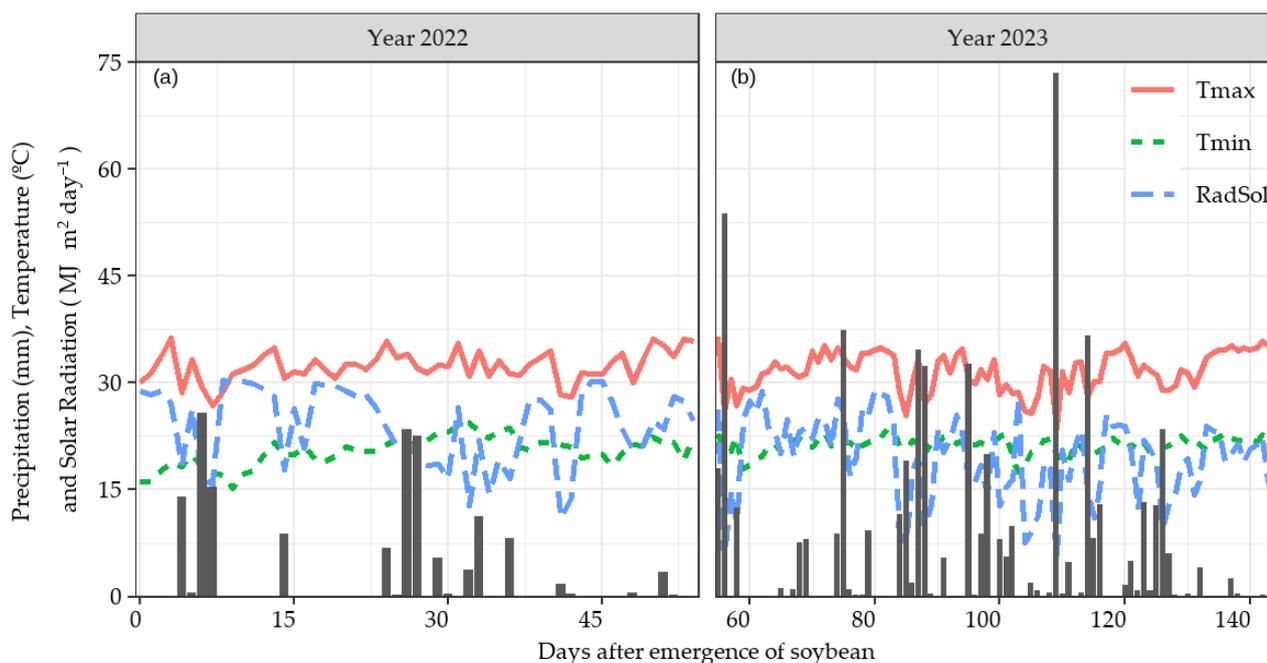


Figura 2. Os dados meteorológicos foram adquiridos na estação meteorológica do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS) em Nova Andradina-MS. Dinâmica das variáveis climáticas, incluindo temperatura máxima e mínima do ar, radiação global (linhas) e precipitação (barras nas safras 2022 e 2023, respectivamente).

No dia 9 de outubro de 2022, o total de trinta amostras de solo foram coletadas aleatoriamente na área experimental na camada de 0,20m de profundidade para avaliar a composição química do solo. Para as determinações dos atributos químicos, seguiu-se os protocolos descritos por [19]. A análise granulométrica revelou proporções de argila, silte e areia de 100, 60 e 840 g kg⁻¹, respectivamente. Quanto aos atributos químicos, foram obtidos: pH (CaCl₂ 0,01 M) 4,6; teores de fósforo (Mehlich⁻¹), boro (água quente) e cobre, ferro, manganês e zinco (DTPA) de respectivamente, 0,9, 0,2, 0,1, 15, 13 e 0,75 mg dm⁻³. Já para o potássio, cálcio e magnésio (determinados em resina), H + Al (tampão SMP) e capacidade de troca catiônica, obtiveram valores de respectivamente 0,5; 8, 2, 14 e 24,5 mmolc dm⁻³.

2.2. Histórico da área e sistemas de produção adotados

A área experimental utilizada neste trabalho é oriunda de pastagem degradada, sendo a montagem da área experimental, realizado em setembro de 2021 (safra 2021/2022), local em que três sistemas de cultivo da soja foram estabelecidos, sendo: sistema convencional (SC), sistema de semeadura direta (SSD) e integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF).

Para o preparo da área no primeiro ano (2021/2022), no sistema convencional (SC), as seguintes etapas foram realizadas: gradagem, niveladora e escarificador. Para o sistema de semeadura direta (SSD) e o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), as seguintes etapas foram realizadas: roçagem seguida de dessecação da área com glyphosate (3,0 L ha⁻¹) e 2,4-D (1,0 L ha⁻¹). Essa etapa foi conduzida com o propósito de estabelecer uma cobertura de palha utilizando a vegetação remanescente da pastagem degradada presente na área, visando formar uma cobertura morta.

Após a conclusão desta etapa inicial, procedeu-se com a semeadura da soja nos três sistemas. No caso do ILPF, foi previamente realizado o plantio de clones A217 de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) como componente arbóreo antes da semeadura da soja. O plantio do eucalipto no ILPF foi conduzido em filas duplas, posicionadas em cada extremidade de um cultivo de 14 linhas de soja, com espaçamento de 3,0 metros entre as plantas. Os clones de eucalipto apresentavam a altura inicial de 30 cm e, no segundo ano, alcançaram em média 1,50 metros de altura.

No segundo ano agrícola (2022/2023), no SC, foi empregado o mesmo procedimento adotado no primeiro ano. Por outro lado, nos SSD e ILPF, foi semeado milheto (*Pennisetum glaucum* L.) como fonte de cobertura morta.

2.3. Semeadura da soja e tratamentos fitossanitários

A cultivar de soja utilizada nos dois anos agrícolas foi a TMG 7062 IPRO. No segundo ano agrícola (referente a este trabalho), a semeadura da soja ocorreu em novembro de 2022 (Figura 3). Como adubação de base, utilizaram 300 kg ha⁻¹ de 04-20-20 (N-P₂O₅-K₂O). As sementes foram tratadas com fungicidas (Carboxina + Tiram; 100 g + 100 g i.a. para cada 100 kg⁻¹ de sementes). A inoculação das sementes foi realizada 1 hora antes da semeadura, na dosagem de 500 ml para cada 100 kg de sementes (dobro da dosagem recomendada). Utilizou inoculante comercial contendo cepas SEMIA 5079 (*Bradyrhizobium japonicum*) e SEMIA 5080 (*Bradyrhizobium diazoefficiens*).

Foi utilizado densidade de semeadura de 13,5 sementes por metro linear, para obtenção de 300 mil plantas ha⁻¹, utilizando o espaçamento entre linhas de 0,45m e profundidade de semeadura de três centímetros.

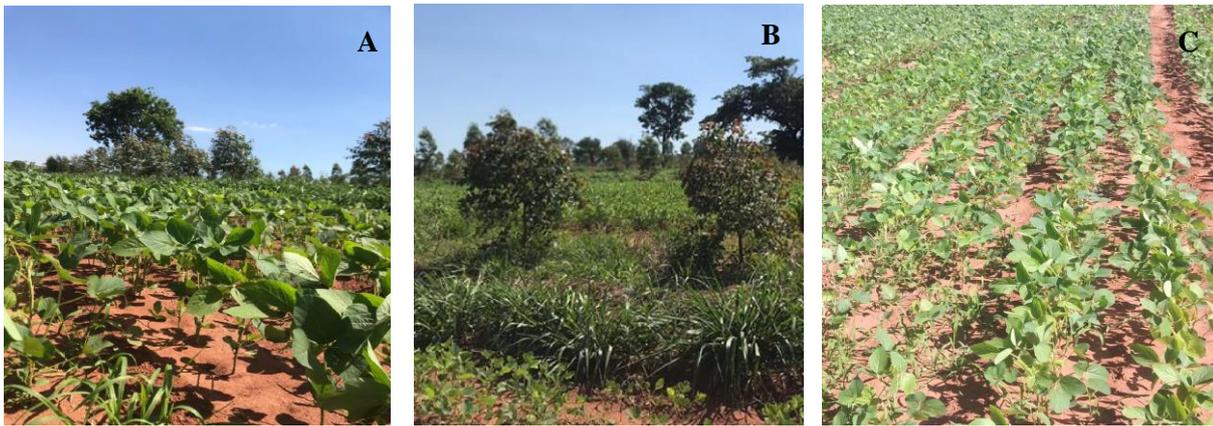


Figura 3. Soja em fase vegetativa aos 30 dias após a sementeira nos sistemas de cultivo de sementeira direta (A), ILPF com eucalipto (B) e sementeira convencional (C).

No decorrer do ciclo da soja, os tratamentos fitossanitários foram sempre realizados de acordo com as necessidades e recomendações descritas pela EMBRAPA [20].

2.4. Delineamento experimental

Adotou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com três tratamentos, e 8 repetições. Os tratamentos foram sistema convencional (SC), sistema de sementeira direta (SSD) e sistema integração lavoura, pecuária floresta (ILPF). Cada parcela do SC e SSD tinha área de 0,06 ha, já no ILPF, era de 0,15 ha. A área total do experimento foi de 0,6 ha no SC, 0,6 ha no SSD e 1,50 ha ILPF, totalizando 2,50 ha.

2.5. Levantamento fitossociológico

O levantamento fitossociológico foi feito no segundo ano agrícola, sendo realizado aos 5 e 30 dias após a emergência (DAE) e na pré-colheita. As escolhas desses períodos foram baseadas no manejo de plantas daninhas na região, no período crítico de prevenção a interferência (PCPI) de plantas daninhas na cultura da soja. As plantas daninhas foram identificadas e quantificadas pelo método do quadrado inventário [21], e foi utilizado um quadrado de 1,0 x 1,0 m, lançado ao acaso sobre a área de cada parcela experimental. Em cada época de coleta foram realizadas 5 amostras para cada parcela (Figura 2).

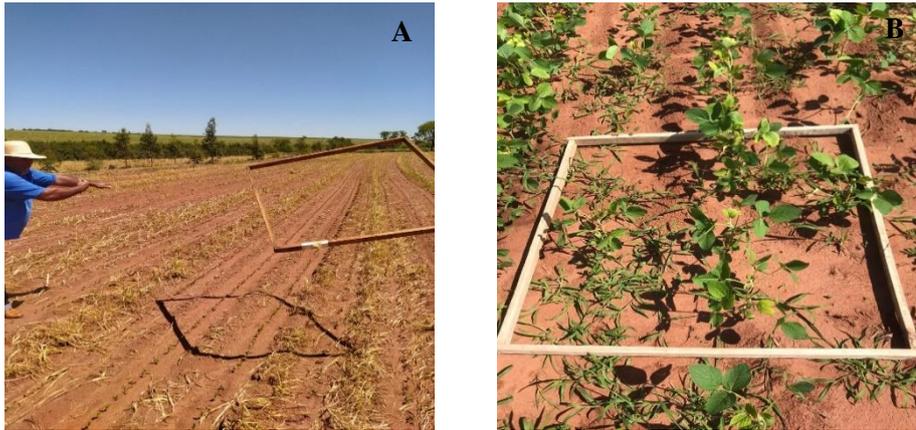


Figura 4. Amostragem das áreas experimentais para o levantamento fitossociológico das plantas daninhas pelo método do quadrado inventário (A) e ponto amostral coletado (B).

Em cada amostragem, a parte aérea das plantas daninhas foi seccionada (rente ao solo), coletada e separada por espécie em sacos de papel e, em seguida, levadas ao Laboratório, para identificação e quantificação dos indivíduos. Posteriormente seguindo as equações propostas por [22], foram determinados os seguintes parâmetros fitossociológicos:

Frequência (F) = (n° de parcelas que contêm a espécie x100) / (número total de parcelas utilizadas);

Densidade (D) = (n° total de indivíduos por espécie) / (n° de quadrados);

Abundância (A) = (n° total de indivíduos por espécie) / (n° total de parcelas contendo a espécie);

Frequência relativa (Fr) = (frequência de espécie x100) / (frequência total de todas as espécies);

Densidade relativa (Dr) = (densidade da espécie x100) / (densidade total de todas as espécies);

Abundância relativa (Ar) = (abundância da espécie x100) / (abundância total de todas as espécies).

Além destes parâmetros, também foi calculado o Índice de Similaridade (IS) de plantas daninhas nas áreas cultivadas, sendo este obtido com o uso da equação $IS (\%) = (2C/A+B) \times 100$.

Em que:

A - O número de espécies em uma das duas comunidades comparadas;

B - O número de espécies na segunda comunidade comparada;

C – O número de espécies comuns nas comunidades comparadas.

Após cada época de avaliação, as plantas daninhas nos três sistemas de cultivo foram controladas com o uso de herbicida recomendados para a cultura da soja.

2.6. Variáveis avaliadas na soja

Em cada tratamento (SC, SSD e ILPF), quando as plantas de soja estavam no ponto de colheita, avaliaram os seguintes atributos biométricos: altura de planta (AP), número de vagens por planta (NVPP), número de grãos por planta (NGPP) e produtividade (P). Para determinação da produtividade, colheram as plantas de toda área útil de cada parcela experimental. Determinou-se o teor de umidade dos grãos logo após a colheita pelo método da estufa, sendo este ajustado a 13,0%, calculando-se então a produtividade obtida em cada parcela experimental, sendo os resultados expressos em kg ha⁻¹.

2.7. Análises dos dados

Para análises do levantamento fitossociológico, foi utilizado estatística descritiva. Já na análise dos dados referentes ao índice de valor de importância (frequência relativa, densidade relativa e abundância relativa) foi utilizado gráficos de barras, os quais foram plotados utilizando o Software SigmaPlot [23]. Para comparar a similaridade entre o número de indivíduos (NI) de cada espécie de planta daninha nos diferentes sistemas de cultivo e período de avaliação, utilizou-se a análise hierárquica de cluster, a partir do método de ligação entre grupos e tendo como medida a distância euclidiana, realizada com o uso do software R.

Já para os atributos produtivos, os dados foram analisados por meio de análise de variância. Os dados foram analisados inicialmente pelo teste Shapiro Wilk para verificação da normalidade. Utilizou a transformação raiz de $x + 1$ devido os dados não terem apresentado distribuição normal, para demonstração dos resultados foram utilizados os dados originais. As médias foram comparadas, utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Na análise de variância, utilizou-se o Software SAS [24]. Para plotagem dos gráficos de barra, utilizou-se o Software SigmaPlot [23].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição da comunidade de plantas daninhas nas áreas experimentais foi heterogênea. Foram identificadas 13 espécies de plantas daninhas, pertencentes a 7 famílias botânicas distintas, ao longo das diferentes épocas de avaliação nos três sistemas de cultivo analisados. A maior diversidade de plantas daninhas foi registrada no SSD (Tabela 1).

No SC, SSD e ILPF as plantas daninhas encontradas foram compostas por 55, 54 e 57% de plantas dicotiledôneas e 45, 46 e 43% de monocotiledôneas, respectivamente (Tabela 1). O estabelecimento dessas plantas em determinada área é influenciado pela interação complexa entre as condições edafoclimáticas locais e as práticas de cultivo adotadas.

Dentre todas as famílias identificadas, a Poaceae destacou-se por apresentar o maior número de indivíduos (NI) nos três sistemas de cultivo, independentemente da época de avaliação. As plantas daninhas pertencentes à família Poaceae possuem metabolismo fotossintético do tipo C4, conferindo-lhes vantagens competitivas potenciais quando coexistem em cultivos com plantas de metabolismo fotossintético do tipo C3, como a soja [25]. A predominância dessa família pode ser atribuída, em parte, às complexas interações entre as condições climáticas locais e as características biológicas específicas das plantas, destacando a adaptabilidade das espécies da família Poaceae a variedade de ambientes ecológicos [14]. Isso engloba a capacidade de dominância ecológica, elevada produção de propágulos, facilidade de dispersão e tolerância à desfolha, características que contribuem para o sucesso competitivo das espécies da família Poaceae em variedade de ambientes [26]. Essas informações são de extrema importância para embasar a seleção de medidas eficazes no desenvolvimento de programas de manejo integrado de plantas daninhas, contribuindo significativamente para a eficiência e sustentabilidade dessas estratégias [27].

No SC, durante a avaliação realizada nos 05 dias após a emergência (DAE), não foram identificadas plantas daninhas, e, portanto, os dados correspondentes não foram apresentados em formato de tabela. A ausência de plantas daninhas nesse período é provavelmente atribuída ao uso de aração e gradagem, que desempenharam papel de controle mecânico eficaz sobre as plantas daninhas.

Tabela 1. Principais plantas daninhas identificadas no cultivo de soja em Sistema Convencional (SC), Sistema de Semeadura Direta (SSD) e Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), identificadas em três épocas: 05 dias após a emergência da soja (05 DAE), 30 dias após a emergência da soja (30 DAE) e na pré-colheita da cultura.

Sistema de cultivo	Avaliações	Família	Nome Popular	Espécie
Convencional	05 DAE	-	-	-
	30 DAE	Poaceae	Capim-amargoso	<i>Digitaria insularis</i>
			Capim-colchão	<i>Digitaria horizontalis</i>
		Malvaceae	Malva-branca	<i>Sida cordifolia.</i>
		Portulacaceae	Beldroega	<i>Portulaca oleracea</i>
		Euphorbiaceae	Amendoim-bravo	<i>Euphorbia heterophylla</i>
	Pré-colheita	Poaceae	Dormideira	<i>Mimosa pudica</i>
			Capim-amargoso	<i>Digitaria insularis</i>
			Capim-colchão	<i>Digitaria horizontalis</i>
		Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i>	
	Malvaceae	Guanxuma-branca	<i>Sida glaziovii</i>	
	Portulacaceae	Beldroega	<i>Portulaca oleracea</i>	
	Semeadura direta	05 DAE	Portulacaceae	Beldroega
Malvaceae			Guanxuma-branca	<i>Sida glaziovii</i>
Cyperaceae			Tiririca	<i>Cyperus rotundus</i>
Euphorbiaceae			Erva de Stª Luzia	<i>Chamaesyce hirta</i>
Poaceae			Capim-carrapicho	<i>Cenchrus echionatus</i>
		Capim-amargoso	<i>Digitaria insularis</i>	
30 DAE		Poaceae	Capim-carrapicho	<i>Cenchrus echionatus</i>
			Capim-amargoso	<i>Digitaria insularis</i>
			Capim-colchão	<i>Digitaria horizontalis</i>
			Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i>
		Euphorbiaceae	Amendoim- bravo	<i>Euphorbia heterophylla</i>
		Malvaceae	Guanxuma-branca	<i>Sida glaziovii</i>
			Malva-branca	<i>Sida cordifolia</i>
Portulacaceae		Beldroega	<i>Portulaca oleracea</i>	
Fabaceae		Dormideira	<i>Mimosa pudica</i>	
Pré-colheita		Poaceae	Capim-colchão	<i>Digitaria horizontalis</i>
			Capim-amargoso	<i>Digitaria insularis</i>
			Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i>
		Malvaceae	Guanxuma-branca	<i>Sida glaziovii</i>
		Euphorbiaceae	Amendoim-bravo	<i>Euphorbia heterophylla</i>
		Fabaceae	Angiquinho	<i>Aeschynomene rudes</i>
Portulacaceae		Beldroega	<i>Portulaca oleracea</i>	
ILPF		05 DAE	Poaceae	Capim-carrapicho
	Capim-amargoso			<i>Digitaria insularis</i>
	Capim-colchão			<i>Digitaria horizontalis</i>
	Cyperaceae		Tiririca	<i>Cyperus Rotundus</i>
	Portulacaceae		Beldroega	<i>Portulaca oleracea</i>
	Fabaceae		Angiquinho	<i>Aeschynomene rudes</i>
	Malvaceae	Guanxuma-branca	<i>Sida glaziovii</i>	
	30 DAE	Poaceae	Capim-carrapicho	<i>Cenchrus echionatus.</i>
			Capim-amargoso	<i>Digitaria insularis</i>

			Milheto	<i>Pennisetum glaucum</i>
		Portulacaceae	Beldroega	<i>Portulaca oleracea</i>
		Malvaceae	Malva-branca	<i>Sida cordifolia</i>
			Guanxuma-branca	<i>Sida glaziovii</i>
		Amaranthaceae	Caruru-gigante	<i>Amaranthus retroflexus</i>
	Euphorbiaceae	Amendoim-bravo	<i>Euphorbia heterophylla</i>	
	Pré-colheita	Poaceae	Capim-amargoso	<i>Digitaria insularis</i>
			Capim-colchão	<i>Digitaria horizontalis</i>
			Milheto	<i>Digitaria insularis</i>
		Malvaceae	Guanxuma-branca	<i>Sida glaziovii</i>
			Malva-branca	<i>Sida cordifolia</i>
		Portulacaceae	Beldroega	<i>Portulaca oleracea</i>
		Fabaceae	Dormideira	<i>Mimosa pudica</i>
		Amaranthaceae	Caruru-gigante	<i>Amaranthus retroflexus</i>

No cultivo da soja no sistema ILPF, avaliado aos 5 DAE, foi observado o maior número de indivíduos (NI) daninhas, totalizando 64 indivíduos, com densidade total de 16 plantas/m² (Tabela 2). Aos 30 dias após a emergência (30 DAE), no SC, verificou-se o maior NI, com o total de 426 indivíduos e densidade de 106,50 plantas/m² (Tabela 3). Por outro lado, na fase pré-colheita, o SSD foi caracterizado pelo maior NI, totalizando 108 indivíduos, com densidade total de 27 plantas/m² (Tabela 4). A densidade da população de plantas daninhas é um dos determinantes cruciais do seu impacto nas culturas, diferenças na topografia do terreno, condições climáticas, variabilidade genética das culturas e métodos de manejo podem influenciar significativamente a densidade das plantas daninhas. Assim, compreender os padrões de distribuição das espécies de plantas daninhas é fundamental para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo [28].

Neste estudo observou-se maior número, em geral, de indivíduos no SC, no entanto, apesar dessa maior quantidade, esse sistema proporcionou menor número de espécies de plantas daninhas distintas. Esses achados não corroboram com resultados anteriores na literatura, uma vez que infestação de plantas daninhas na cultura da soja em diferentes sistemas de cultivo e preparo não proporcionou que houvesse mudanças na diversidade da flora de plantas daninhas entre os sistemas de cultivo [29]. Resultados semelhantes foram encontrados por [30], que não observaram diferenças significativas no número de plantas daninhas entre os sistemas de preparo convencional e semeadura direta na cultura do trigo de inverno. Por outro lado, diversos estudos indicam que o sistema de semeadura direta pode aumentar a infestação de plantas daninhas nas culturas [31,32,33,34].

Tabela 2. Número de presença em quadrados (NQ), número de indivíduos (NI), frequência (F), densidade (D) e abundância (A) das espécies de plantas daninhas presentes no cultivo de soja em sistema de semeadura direta (SSD) e sistema integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF), 05 dias após emergência (5 DAE).

SSD					
Espécie	NI	NQ	F	D	A
<i>Portulaca oleracea</i>	26	9	0,38	6,50	2,89
<i>Sida glaziovii</i>	5	3	0,13	1,25	1,67
<i>Cyperus Rotundus</i>	15	4	0,17	3,75	3,75
<i>Chamaesyce hirta</i>	1	1	0,04	0,25	1,00
<i>Cenchrus echinatus</i>	1	1	0,04	0,25	1,00
<i>Digitaria insularis</i>	1	1	0,04	0,25	1,00
Total	49	19	079	12,25	11,31
ILPF					
Espécie	NI	NQ	F	D	A
<i>Cenchrus echinatus</i>	43	6	0,25	10,75	7,17
<i>Digitaria insularis</i>	3	2	0,08	0,75	1,50
<i>Cyperus Rotundus</i>	4	4	0,17	1,00	1,00
<i>Portulaca oleracea</i>	5	3	0,13	1,25	1,67
<i>Digitaria horizontalis</i>	2	2	0,08	0,50	1,00
<i>Aeschynomene rudes</i>	2	2	0,08	0,50	1,00
<i>Sida glaziovii</i>	5	1	0,04	1,25	5,00
Total	64	20	0,83	16,00	18,33

Tabela 3. Número de presença em quadrados (NQ), número de indivíduos (NI), frequência (F), densidade (D) e abundância (A) das espécies de plantas daninhas presentes no cultivo de soja, em sistema convencional (SC), sistema de semeadura direta (SSD) e sistema integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF), 30 dias após emergência (30 DAE).

SC					
Espécie	NI	NQ	F	D	A
<i>Portulaca oleracea</i>	65	7	0,29	16,25	9,29
<i>Digitaria horizontalis</i>	328	14	0,58	82,00	23,43
<i>Sida cordifolia</i>	12	7	0,29	3,00	1,71
<i>Digitaria insularis</i>	17	6	0,25	4,25	2,83
<i>Euphorbia heterophylla</i>	1	1	0,04	0,25	1,00
<i>Mimosa pudica</i>	3	2	0,08	0,75	1,50
Total	426	37	1,54	106,50	34,43
SSD					
Espécie	NI	NQ	F	D	A
<i>Cenchrus echinatus</i>	54	5	0,21	13,50	10,80
<i>Digitaria insularis</i>	20	5	0,21	5,00	4,00
<i>Portulaca oleracea</i>	57	15	0,63	14,25	3,80
<i>Euphorbia heterophylla</i>	5	4	0,17	1,25	1,25
<i>Sida glaziovii</i>	3	3	0,13	0,75	1,00
<i>Pennisetum glaucum</i>	12	2	0,08	3,00	6,00
<i>Mimosa pudica</i>	1	1	0,04	0,25	1,00
<i>Sida cordifolia</i>	7	2	0,08	1,75	3,50
<i>Digitaria horizontalis</i>	1	1	0,04	0,25	1,00
<i>Cyperus rotundus</i>	1	1	0,04	0,25	1,00
Total	161	39	1,63	40,25	33,35
ILPF					
Espécie	NI	NQ	F	D	A
<i>Cenchrus echinatus</i>	89	12	0,50	22,25	7,42
<i>Digitaria insularis</i>	10	5	0,21	2,50	2,00
<i>Pennisetum glaucum</i>	24	5	0,21	6,00	4,80
<i>Portulaca oleracea</i>	5	2	0,08	1,25	2,50
<i>Sida cordifolia</i>	14	7	0,29	3,50	2,00
<i>Sida glaziovii</i>	1	1	0,04	0,25	1,00
<i>Amaranthus retroflexus</i>	11	1	0,04	2,75	11,00
<i>Euphorbia heterophylla</i>	3	1	0,04	0,75	3,00
Total	157	34	1,42	39,25	33,72

Tabela 4. Número de presença em quadrados (NQ), número de indivíduos (NI), frequência (F), densidade (D) e abundância (A) das espécies de plantas daninhas presentes no cultivo de soja, em sistema convencional, sistema de semeadura direta e sistema integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF), na pré-colheita.

SC					
Espécie	NI	NQ	F	D	A
<i>Portulaca oleracea</i>	45	10	0,42	11,25	4,50
<i>Digitaria horizontalis</i>	46	8	0,33	11,50	5,75
<i>Sida glaziovii</i>	9	7	0,29	2,25	1,29
<i>Pennisetum glaucum</i>	1	1	0,04	0,25	1,00
<i>Digitaria insularis</i>	1	1	0,04	0,25	1,00
Total	102	27	1,13	25,50	13,54
SSD					
Espécie	NI	NQ	F	D	A
<i>Digitaria horizontalis</i>	34	6	0,25	8,50	5,67
<i>Sida glaziovii</i>	11	6	0,25	2,75	1,83
<i>Portulaca oleracea</i>	48	8	0,33	12,00	6,00
<i>Pennisetum glaucum .</i>	2	1	0,04	0,50	2,00
<i>Digitaria insularis</i>	5	3	0,13	1,25	1,67
<i>Euphorbia heterophylla</i>	7	3	0,13	1,75	2,33
<i>Aeschynomene rudes</i>	1	1	0,04	0,25	1,00
Total	108	28	1,17	27,00	20,50
ILPF					
Espécie	NI	NQ	F	D	A
<i>Digitaria insularis</i>	28	4	0,17	7,00	7,00
<i>Sida glaziovii</i>	3	3	0,13	0,75	1,00
<i>Pennisetum glaucum</i>	5	4	0,17	1,25	1,25
<i>Digitaria horizontalis</i>	7	3	0,13	1,75	2,33
<i>Portulaca oleracea</i>	3	2	0,08	0,75	1,50
<i>Sida cordifolia</i>	4	3	0,13	1,00	1,33
<i>Mimosa pudica</i>	1	1	0,04	0,25	1,00
<i>Amaranthus retroflexus</i>	2	1	0,04	0,50	2,00
Total	53	21	0,88	13,25	17,42

A observação do menor número de plantas daninhas nos sistemas de SSD e ILPF em comparação com o sistema convencional (SC) aos 30 DAE destaca a importância da cobertura morta proveniente do milho nestes sistemas. Esta descoberta é consistente com estudos anteriores que destacaram o efeito alelopático do milho [35]. O potencial alelopático dos extratos aquosos de folhas de milho na germinação e crescimento de diversas plantas

daninhas, identificando a presença de aleloquímicos nos extratos aquosos de folhas de milho foram capazes de inibir tanto a germinação quanto o crescimento das plantas daninhas [36]. Estudos demonstram que os efeitos alelopáticos dos extratos aquoso de diferentes partes da palha de milho em três tipos de ervas daninhas, proporciona redução significativa na germinação das plantas daninhas expostas a esses tratamentos [37], sugerindo que esse fenômeno pode ser atribuído à lixiviação de substâncias alelopáticas presentes na palha do milho. Esses resultados fornecem evidências que a cobertura morta de milho em sistemas de SSD e ILPF pode exercer efeito supressor sobre o estabelecimento e crescimento de plantas daninhas.

As plantas daninhas mais abundantemente encontradas nos três sistemas de cultivo foram *P. oleracea*, *C. echinatus*, *A. retroflexus* e *D. horizontalis*, em todas as épocas de avaliação (Tabelas 2, 3 e 4). Em um estudo realizado por [38], que investigou a supressão de ervas daninhas em diversos sistemas integrados, incluindo o ILPF, foi observado que, independentemente do tratamento, a espécie *D. horizontalis* emergiu como uma das principais em termos fitossociológicos, corroborando com os resultados encontrados em neste estudo.

C. echinatus demonstrou consistentemente valores elevados em termos fitossociológicos em todos os tratamentos avaliados. Esses achados sugerem a adaptação notável dessa espécie às condições edafoclimáticas locais, com capacidade evidente de competir com a vegetação de cobertura [39], que ocorreu, por exemplo, nos tratamentos SSD e ILPF. Os resultados obtidos por meio do levantamento fitossociológico oferecem *insights* valiosos para o planejamento de medidas e estratégias preventivas visando o controle e manejo eficazes das plantas daninhas na cultura da soja [39].

Na avaliação fitossociológica realizada na pré-colheita da soja, o ILPF apresentou número significativamente menor em relação ao NI, com apenas 53 plantas daninhas, em comparação ao SC e SSD, com 102 e 108 indivíduos, respectivamente. Esta descoberta é de extrema relevância, considerando os problemas potenciais que as plantas daninhas podem acarretarem após a colheita da soja. As plantas apresentam não apenas competição por luz, nutrientes e água, diminuindo a produtividade, mas, também podem comprometer a eficiência da colheita [40]. Além disso, a presença dessas plantas no momento da colheita pode prejudicar o sistema de limpeza e processamento das sementes, bem como serem hospedeiras de pragas e doenças.

Algumas plantas escapam das medidas de controle ou apresentam emergência retardada, tornando-se fontes potenciais de banco de sementes no solo [41]. Representando um desafio, uma vez que, essas sementes são frequentemente coletadas durante a colheita e podem ser transportadas pela máquina, incorporando à fração de palha e, conseqüentemente, ao banco de sementes do solo. Diante do exposto, fica evidenciada a importância da realização de levantamentos fitossociológicos das plantas daninhas na pré-colheita da soja. Essas informações são cruciais para orientar estratégias de manejo adequadas, mitigando os impactos negativos das plantas e promovendo uma produção agrícola mais sustentável.

O índice de similaridade é considerado elevado quando é maior que 50% [42]. Pelo índice de similaridade (IS%) entre os tratamentos notou-se alta semelhança (>50%) das espécies de plantas daninhas entre os sistemas de cultivo da soja e época de avaliação (Figuras 1 e 2). Esses achados indicam homogeneidade entre os sistemas de cultivo (SC, SSD e ILPF) e época de avaliação (5 DAE, 30 DAE e pré-colheita).

O maior valor de similaridade (IS), foi verificado entre os sistemas de cultivo convencional e sistema de semeadura direta, na pré-colheita (83,33%) (Figura 1). Em estudo realizado sobre a presença de plantas daninhas após a colheita de soja em sistemas de plantio direto e preparo convencional no estado de Roraima, Brasil, também foi observado por meio da análise do índice de similaridade de plantas encontradas, uma concordância notavelmente entre as comunidades de plantas daninhas nos dois sistemas [43]. Essa descoberta evidencia alta homogeneidade entre as floras infestantes, mostrando semelhança substancial entre os ambientes estudados.

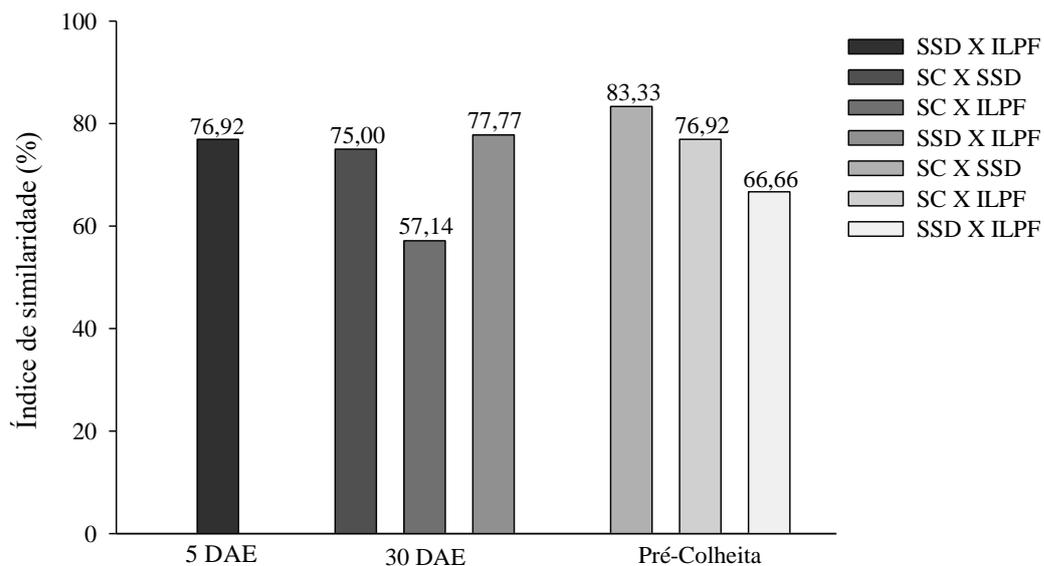


Figura 5. Índice de similaridade (%) das espécies de plantas daninhas, para cada época de avaliação (5 DAE, 30 DAE e pré-colheita), comparando entre os sistemas de cultivo da soja (SC, SSD e ILPF).

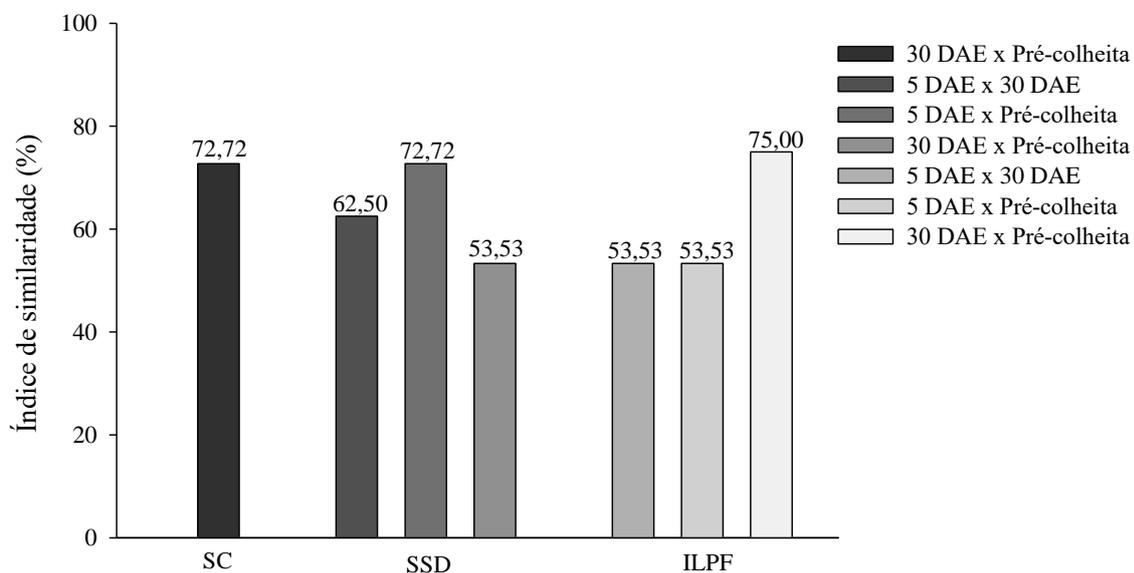


Figura 6. Índice de similaridade (%) das espécies de plantas daninhas, para cada sistema de cultivo da soja (SC, SSD e ILPF), comparado entre as épocas de avaliações (5 DAE, 30 DAE e pré-colheita).

Os índices de similaridade não são exclusivamente influenciados pelas características do solo ou pela distância entre áreas, mas podem estar intimamente relacionados com as práticas de manejo adotadas nas diferentes áreas estudadas [15]. Aos 30 dias após a emergência (DAE), registrou-se o menor índice de similaridade (57,14%) entre os sistemas de cultivo da soja e entre SC e ILPF (Figura 1). Essa observação sugere mudanças significativas na composição da comunidade de plantas daninhas nos sistemas de cultivo da soja avaliados. Além disso, esse resultado ressalta a predominância das espécies vegetais que demonstraram melhor adaptação às condições específicas de cada sistema de cultivo, evidenciando a influência das práticas agrícolas na ecologia das plantas daninhas. Corroboram com esses achados o estudo conduzido por [44], em que foi investigada a infestação de plantas daninhas na cultura da soja, após a implementação de sistemas de cultivo envolvendo sorgo e plantas de cobertura. Os resultados revelaram baixa similaridade (45%) na composição das espécies de plantas daninhas no sistema de cultivo consorciado, em comparação, por exemplo, com a cultura da soja em áreas previamente em pousio. Os pesquisadores sugerem que esse fenômeno pode ser atribuído ao aumento da cobertura de palha na superfície do solo. Essa observação está em consonância com as descobertas [45], que relataram redução no número de sementes de plantas daninhas germinadas na superfície do solo, à medida que a quantidade de palha aumenta.

Uma análise de cluster hierárquica foi realizada para facilitar a compreensão da semelhança dos números de indivíduos presentes em cada sistema de cultivo, nas diferentes épocas de avaliação (Figuras 3, 4 e 5). No cluster de 5 DAE (Figura 3), as plantas daninhas (número de indivíduos), no SSD, foram separadas em três grupos principais: o primeiro grupo foi formado pelas espécies 1 e 3; o segundo grupo foi formado pelas espécies 6, 4, 5, 7 e 8; e o terceiro grupo pela espécie 2 (Figura 3A). Já o cluster no ILPF, neste mesmo período de avaliação, foi separado em dois grupos: o primeiro formado pelas espécies 1, 2, 3, 6, 4, 7 e 8; e o segundo, formado por apenas a espécie *D. insularis* (5).

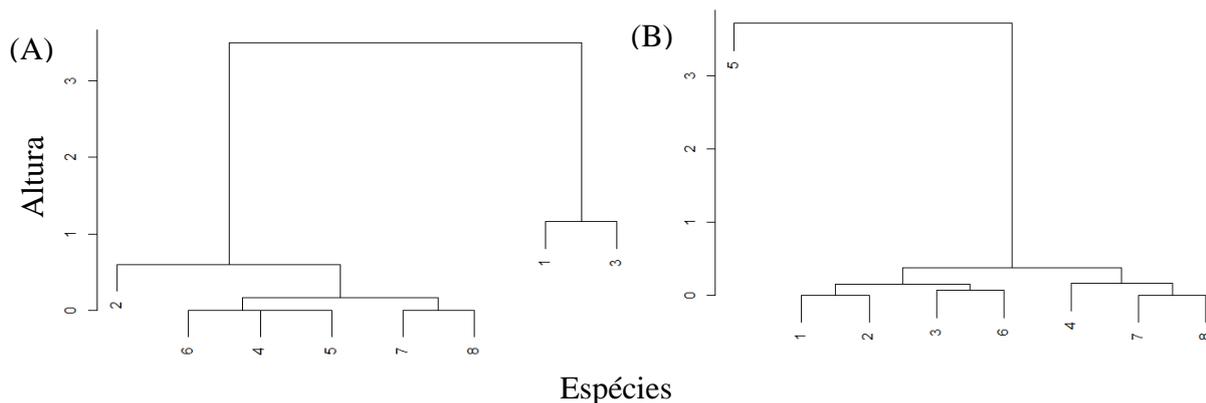


Figura 7. Dendrograma representando cluster hierárquico de acordo com o número de indivíduos de espécies de plantas daninhas no cultivo da soja no sistema de semeadura direta (A) e sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (B), 5 dias após a emergência (5 DAE). Códigos referentes as plantas daninhas: 1. *Portulaca oleracea*; 2. *Cyperus rotundus*; 3. *Chamaesyce hirta*; 4. *Digitaria insularis*; 5. *Cenchrus echinatus*; 6. *Digitaria horizontalis*; 7. *Aeschynomene rudes*, 8. *Sida glaziovii*.

Já aos 30 DAE, no SSD, formaram dois aglomerados, sendo o primeiro grupo composto pelas espécies de plantas daninhas 1 e 7; e o segundo pelas espécies 4, 8, 11, 10, 2, 6, 9, 3 e 5 (Figura 4A). No ILPF, foram formados quatro grupos, o primeiro somente pela espécie *C. echinatus* (7); o segundo pelas espécies 8, 10, 2 e 6; o terceiro pelas espécies 1 e 5; o quarto pela espécie 9, 3, 4 e 11 (Figura 4B). Por fim no SC (Figura 4C), foram observados quatro grupos, sendo o primeiro formado pela espécie *D. horizontalis* (2); o segundo formado pela espécie *P. oleracea*; o terceiro formado pelas espécies 6, 5, 11, 10, 9, 7 e 8; e o quarto, formado pelas espécies 3 e 4.

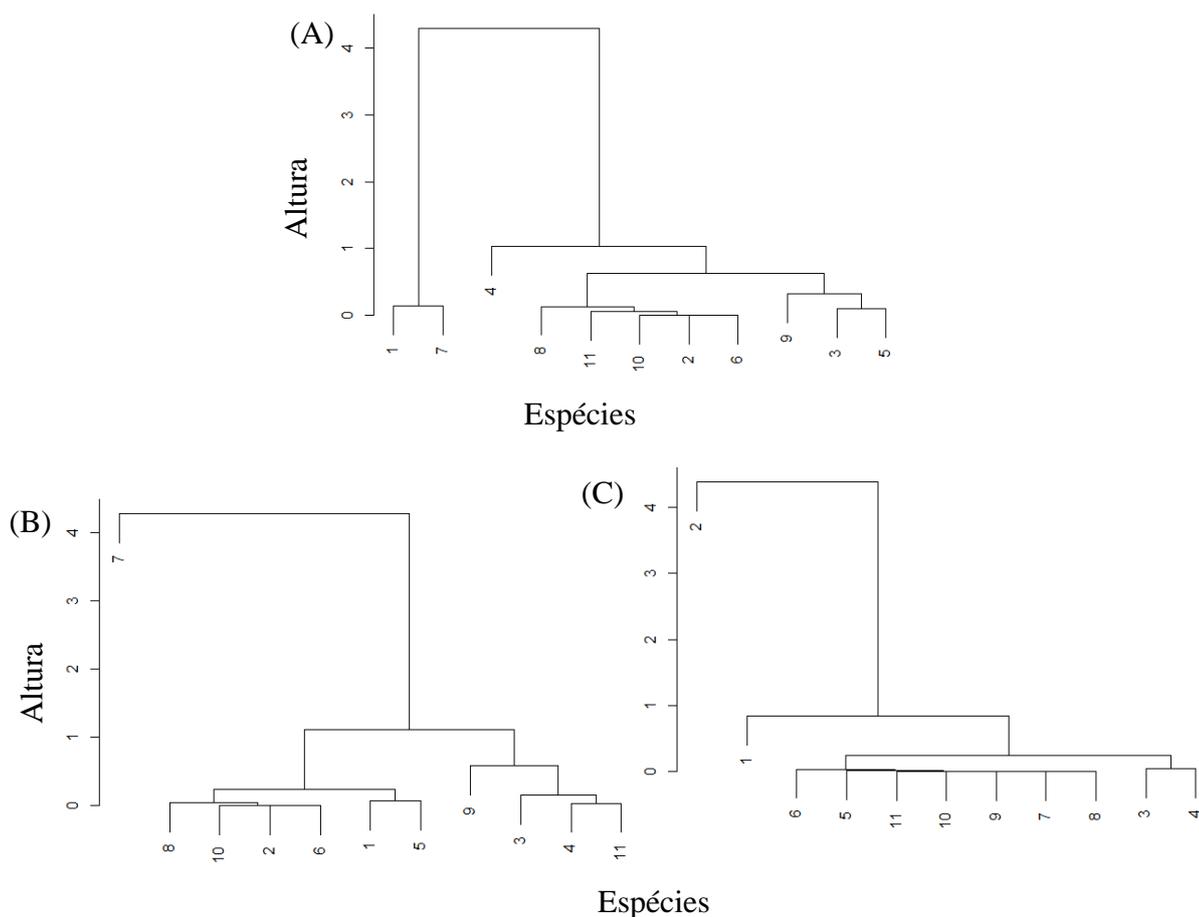


Figura 8. Dendrograma representando cluster hierárquico, de acordo com o número de indivíduos de espécies de plantas daninhas, no cultivo da soja e no sistema de semeadura direta (A), sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (B) e sistema convencional (C), 30 dias após a emergência (30 DAE). Códigos referentes as plantas daninhas: 1. *Portulaca oleracea*; 2. *Digitaria horizontalis*; 3. *Sida cordifolia*; 4. *Digitaria insularis*; 5. *Euphorbia heterophylla*; 6. *Mimosa pudica*; 7. *Cenchrus echinatus*; 8. *Sida glaziovii*; 9. *Pennisetum glaucum*; 10. *Cyperus rotundus*; 11. *Amaranthus retroflexus*.

Na pré-colheita da soja no SSD, a análise de cluster hierárquica formou 5 grupos. O primeiro foi formado pelas espécies 10, 8 e 9; o segundo pelas espécies 4 e 7; o terceiro foi formado pela espécie 2; o quarto pelas espécies 5 e 6 e o quinto grupo, pelas espécies 1 e 3 (Figura 5A). Já na pré-colheita da soja no ILPF, a análise de cluster hierárquica formou 3 grupos (Figura 5B), sendo o grupo 1 formado pela espécie *D. insularis* (5); grupo 2 pelas espécies 6, 7, 9 e 10; e o grupo três pelas espécies 2, 1, 3, 4 e 8 (Figura 5B). Já no SC, foram formados três grupos (Figura 5C), e o grupo 1 é composto pelas espécies 1 e 2; grupo 2 composto pela espécie *S. glaziovii* (3) e o grupo três composto pelas espécies 4, 5, 10, 9, 8, 6 e 7.

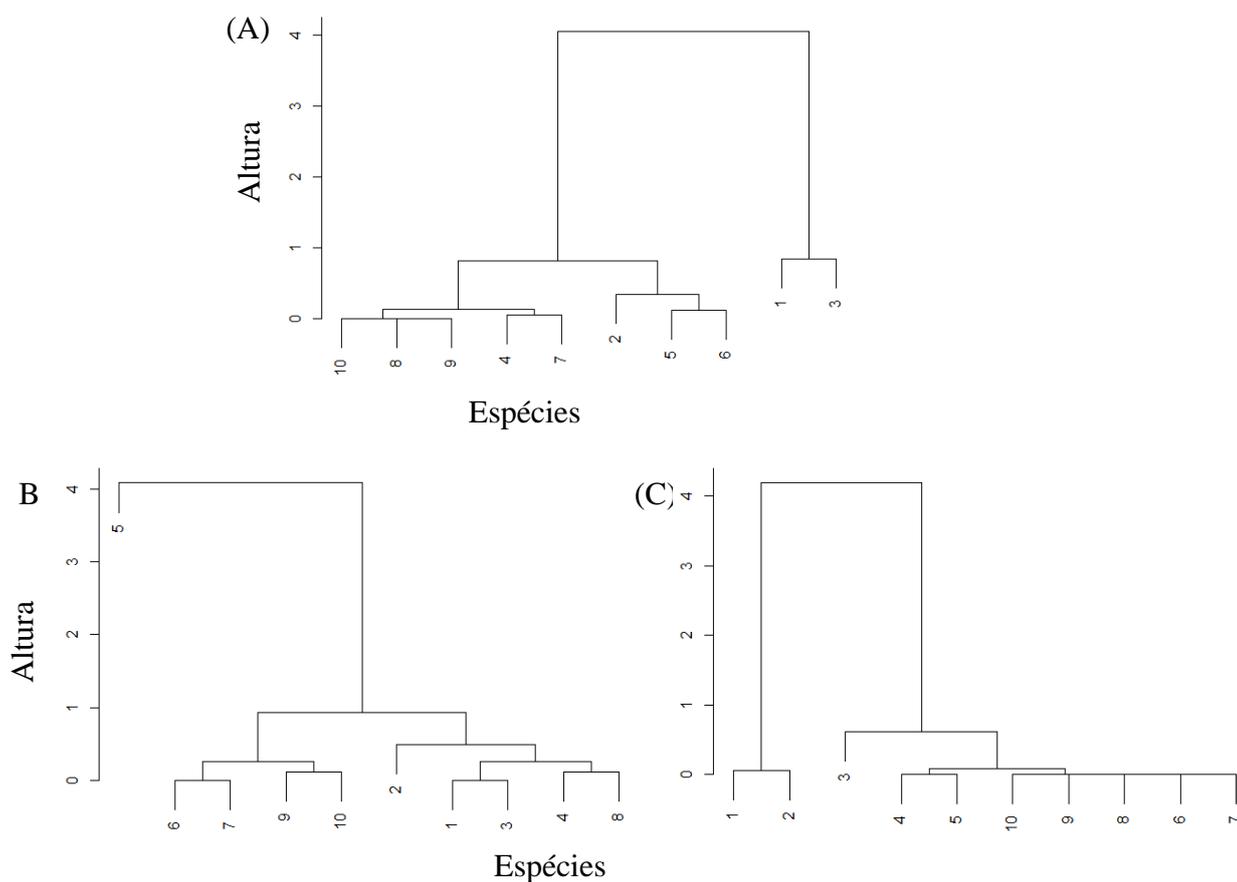


Figura 9. Dendrograma representando cluster hierárquico de acordo com o número de indivíduos de espécies de plantas daninhas no cultivo da soja, no sistema convencional (A), sistema de semeadura direta (B) e sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (C), na pré-colheita. Códigos referentes as plantas daninhas: 1. *Portulaca oleracea*; 2. *Digitaria horizontalis*; 3. *Sida glaziovii*; 4. *Pennisetum glaucum*; 5. *Digitaria insularis*; 6. *Euphorbia heterophylla*; 7. *Aeschynomene rudes*; 8. *Sida cordifolia*; 9. *Mimosa pudica*; 10. *Amaranthus retroflexus*.

Para a análise exploratória dos dados, empregou-se os resultados dos parâmetros de densidade relativa (DR), frequência relativa (FR) e abundância relativa (AR) das plantas daninhas encontradas nos três sistemas de cultivo de soja em diferentes épocas de avaliação, para cálculo do Índice de Importância (Ir %) (Figuras 6, 7 e 8). Em síntese, identificou-se considerável variabilidade entre os sistemas de cultivo e as épocas de avaliação, resultando em índices de importância discrepantes entre as espécies de plantas daninhas. No geral, o tratamento com ILPF apresentou plantas daninhas com baixos valores de índice de importância, comparado com outros dois sistemas. Essa variação pode ser atribuída, provavelmente, à

interação complexa entre as características biológicas específicas de cada espécie, as práticas de manejo adotadas e as condições edafoclimáticas durante cada período de avaliação.

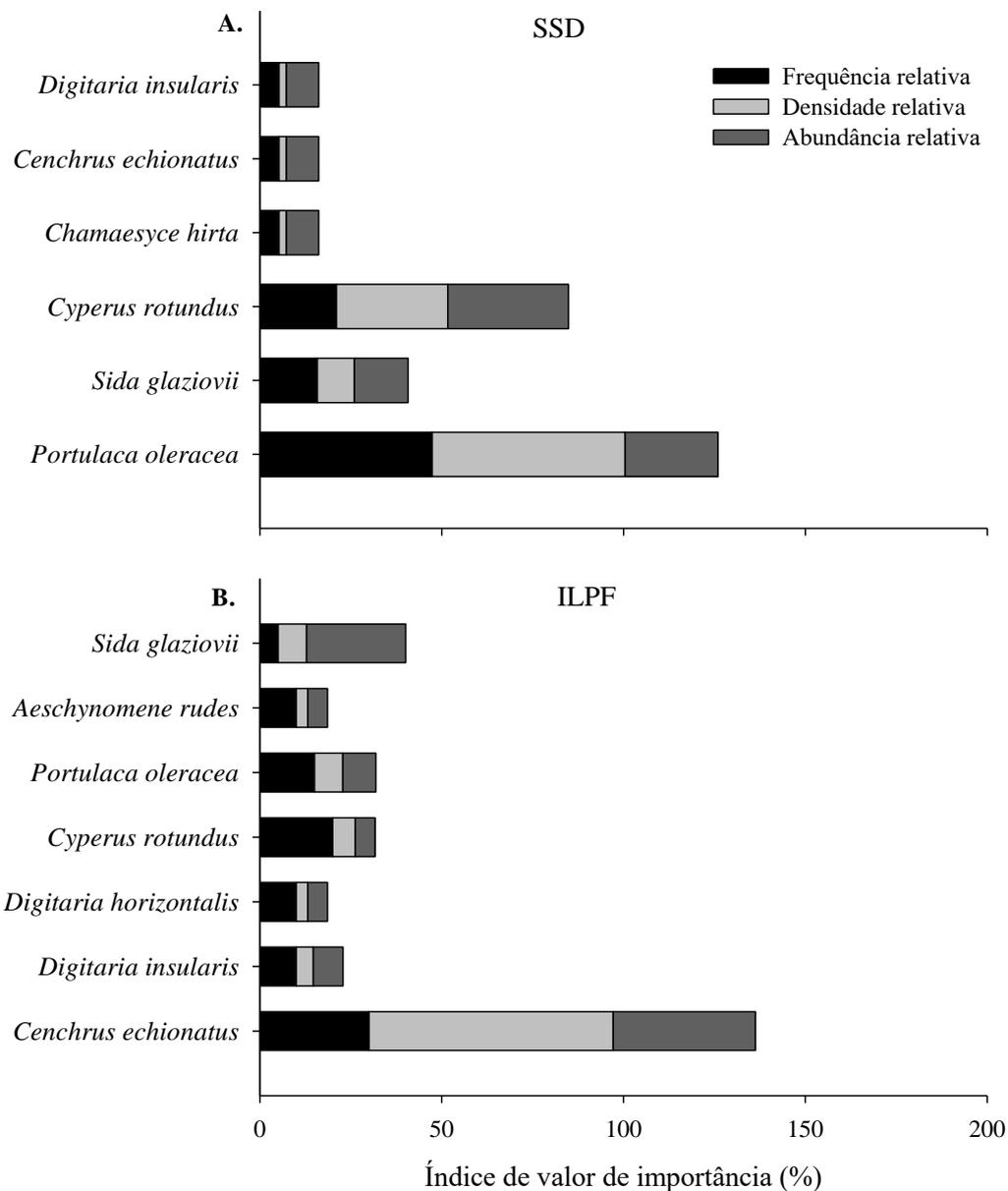


Figura 10. Índice de valor de importância (%) das plantas daninhas no cultivo de soja em Sistema de Semeadura Direta - SSD (A) e Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta - ILPF (B), identificadas 05 dias após a emergência da soja (05 DAE).

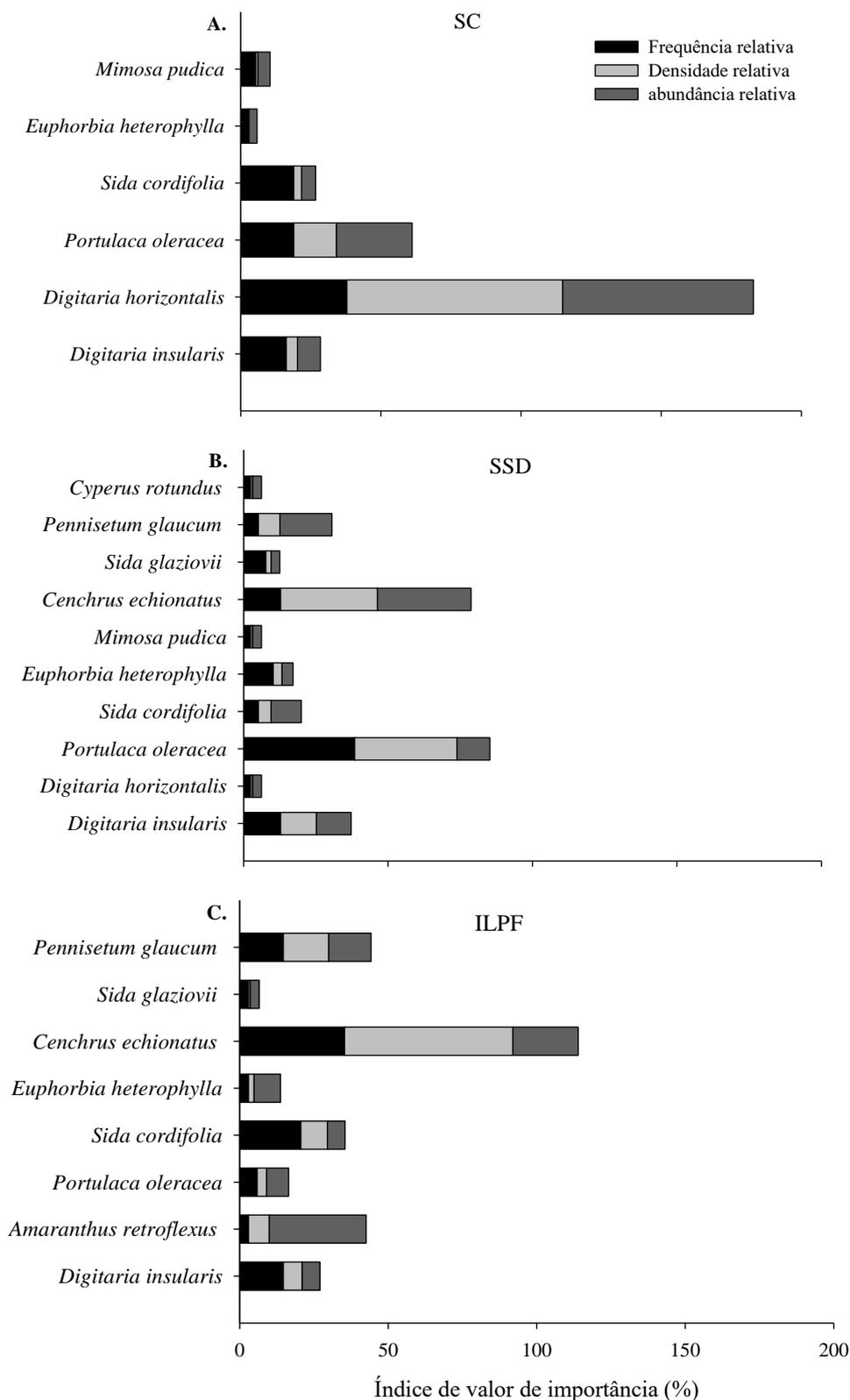


Figura 11. Índice de valor de importância (%) das plantas daninhas no cultivo de soja em Sistema Convencional - SC (A), Sistema de Semeadura Direta - SSD (B) e Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta - ILPF (C), identificadas 30 dias após a emergência da soja (30 DAE).

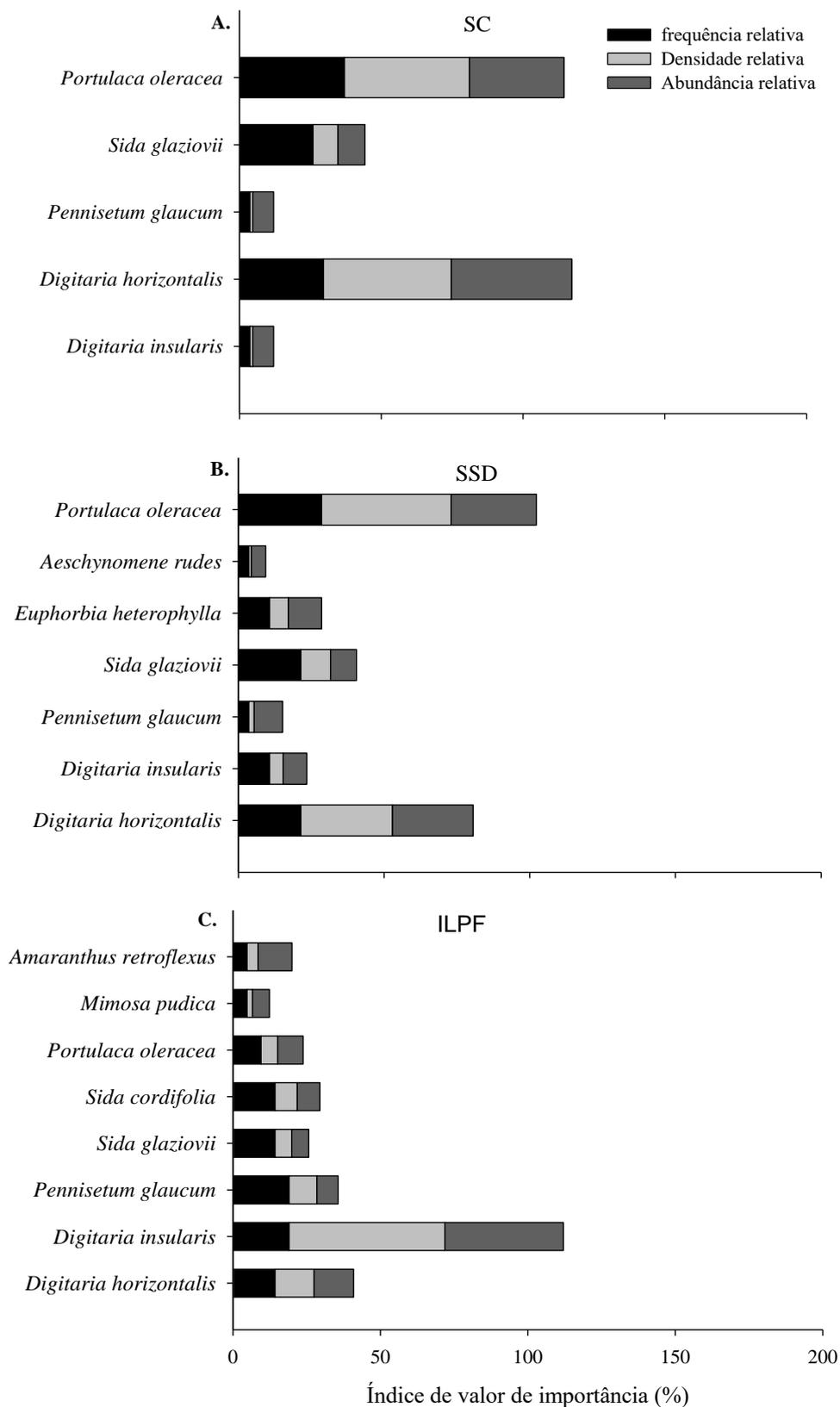


Figura 12. Índice de valor de importância (%) das plantas daninhas no cultivo de soja em Sistema Convencional - SC (A), Sistema de Semeadura Direta - SSD (B) e Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta - ILPF (C), identificadas na pré-colheita.

Durante o período de avaliação de 5 DAE, as espécies *P. oleracea* e *C. echinatus* demonstraram os maiores índices de importância no SSD e ILPF (Figura 6). Na análise de cluster hierárquica (Figura 3A), para número de indivíduos, a espécie *P. oleracea* ficou agrupada distante das demais plantas daninhas, reforçando a importância dessa planta daninha no SSD. Aos 30 DAE, observou-se o mesmo padrão para o SSD (*P. oleracea*) e o ILPF (*C. echinatus*), exceto para o SC, em que a espécie *D. horizontalis* apresentou o maior índice de importância. Na análise de cluster hierárquica (Figuras 7A e 7B), para número de indivíduos, a espécies (*P. oleracea* e *C. echinatus*) ficaram agrupadas distantes das demais no SSD e ILPF, respectivamente. Apresentando assim, comportamento semelhante entre o índice de importância e análise de cluster hierárquica. Na fase pré-colheita, as espécies *D. horizontalis*, *P. oleracea* e *D. insularis* foram as que mostraram os maiores índices de importância nos mesmos sistemas de cultivo mencionados anteriormente (Figuras 8A, 8B e 8C). Destaca que, no SSD, independentemente da época de avaliação, a espécie *P. oleracea* exibiu o maior índice de importância. A determinação do índice de importância é crucial para orientar o desenvolvimento de estratégias de manejo adequadas, adaptadas às características específicas de cada contexto.

No SC e no SSD, a espécie *P. oleraceae* apresentou consistentemente valores elevados de Índice de importância (Ir) em todas as épocas de avaliação (Figuras 6, 7 e 8). No entanto, este padrão não foi notado no ILPF, independentemente do momento de avaliação. Vale ressaltar que o componente florestal presente no ILPF foi o eucalipto, uma espécie previamente relatada pela capacidade de inibir a germinação e/ou emergência de algumas plantas daninhas, seja por meio de sombreamento ou alelopatia. [46]

O efeito alelopático dos óleos essenciais de eucalipto em concentrações de 0,2% (v/v) e 0,5% (v/v) e constatou redução de até 90% na germinação de *P. oleraceae* [47]. O principal composto alelopático encontrado nas folhas de eucalipto é o 1,8-cineol. Estes achados sugerem que o baixo Ir dessa espécie de planta daninha no ILPF pode ser atribuído ao efeito alelopático do eucalipto. Esta descoberta é de suma relevância, considerando que essa planta daninha foi predominante nos demais sistemas de cultivo avaliados. Estudo recente corrobora com esses achados, destacando o notável efeito das propriedades alelopáticas dos óleos essenciais de três espécies de eucaliptos (*Eucalyptus falcata*, *E. sideroxylon* e *E. citriodora*), revelando considerável potencial herbicida [48]. Esses resultados reforçam a compreensão dos mecanismos de interação entre espécies e ressaltam o potencial dos sistemas integrados para o controle sustentável de plantas daninhas.

É importante ressaltar que a espécie *P. oleracea* possui características que podem impactar negativamente a produtividade de certas cultivares de soja, sendo hospedeira, por exemplo, do nematoide do gênero *Meloidogyne* [49]. Esta planta está atualmente distribuída por todo o território brasileiro, demonstrando alto potencial de proliferação, com capacidade de produzir até 10.000 sementes, que podem permanecer dormentes no solo por até 19 anos. [50]

No presente estudo, a presença da espécie *D. horizontalis*, em termos de índice de importância, aos 30 DAE da cultura da soja, revelou um valor de Ir próximo de 200% no SC, substancialmente maior do que nos SSD e ILPF (Figura 4). Este achado sugere uma relação significativa entre o sistema de cultivo adotado e a prevalência dessa espécie de planta daninha.

Estes resultados destacam a importância da manutenção da cobertura vegetal na mitigação do surgimento desta espécie de planta daninha [51]. A presença de palha no solo pode desempenhar diversos papéis no manejo de plantas daninhas. Primeiramente, atua como barreira física durante as fases iniciais de desenvolvimento das plantas daninhas [52,53,54]. Além disso, a palha pode alterar a qualidade e a intensidade da luz, inibindo a germinação das sementes [55]. Por fim, ela pode liberar substâncias alelopáticas que exercem efeito inibitório sobre a germinação e o crescimento das ervas daninhas [55,56]. Esses efeitos, isolados ou combinados, podem ter contribuído nos resultados obtidos neste estudo nos sistemas SSD e ILPF.

No sistema ILPF, o levantamento fitossociológico de plantas daninhas aos 30 DAE da cultura da soja demonstrou que a espécie *C. echinatus* apresentou o maior índice de importância (Figura 7C). Na análise de cluster hierárquica (Figura 4B), para número de indivíduos, *C. echinatus* ficou agrupada distante e isolada das demais plantas daninhas. Corroboram com esse resultado, o estudo realizado por [57], para levantamento fitossociológico de plantas de ervas daninhas na cultura da soja, verificaram que *C. echinatus* apresentou o maior índice de valor de importância (IVI) e, como resultado. Os autores atribuíram esse resultado, provavelmente, pelo banco de sementes dessa espécie na área, ou seja, resultado de extensa população pré-existente, como resultado da presença em culturas anteriores. O cálculo do índice de importância das plantas daninhas é essencial para a formulação de estratégias eficazes de manejo adaptadas a cada contexto agrícola. Nesse sentido, espécies de plantas daninhas com índices de importância mais elevados devem ser prioritariamente controladas, visando a redução das populações e, conseqüentemente, à minimização de seu impacto na produtividade das culturas [58].

Além da avaliação fitossociológica das plantas daninhas, foram realizadas medições dos componentes produtivos da soja na segunda safra (Figura 5). Esse levantamento somente no segundo ano foi por causa do interesse do estudo. Observou-se que a altura da planta, número total de grãos por planta e o número de vagens por planta apresentaram comportamento semelhante nos três sistemas de cultivo da soja (Figuras 4A, 4B e 4C). Esses caracteres demonstraram significativamente valores médio superiores ($P < 0,05$) no ILPF em comparação com os outros dois sistemas. Vale destacar que o SC foi o que apresentou estatisticamente menores índices produtivos. No sistema ILPF a altura de planta apresentou valor médio de 77,89 cm. Essa observação é consistente com os achados de [59], que investigaram o desempenho agrônomo da cultura da soja no ILPF no bioma sudoeste da Amazônia brasileira, encontrando o valor médio de altura de planta de 85,05 cm. A altura da planta é importante indicador do desenvolvimento vegetativo, uma vez que, pode influenciar diretamente a capacidade de interceptação de luz, e, conseqüentemente, melhorar o processo fotossintético e produção de biomassa.

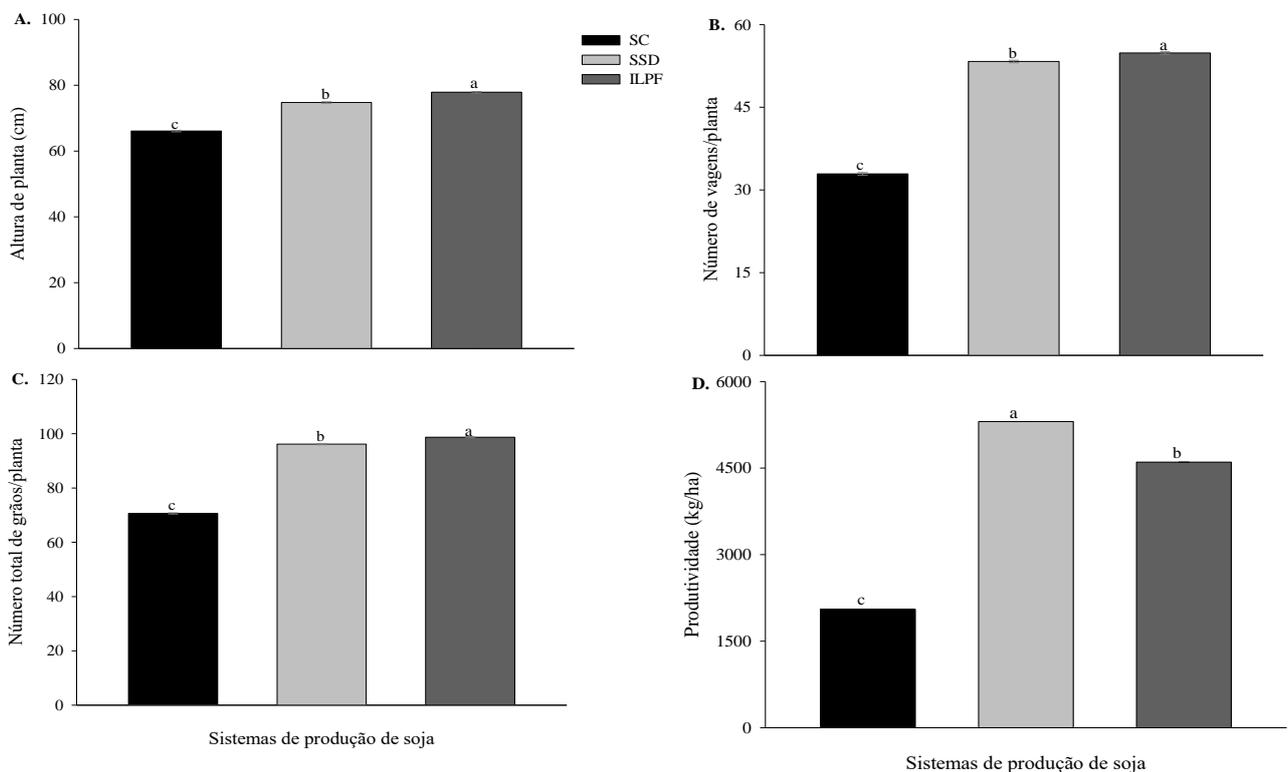


Figura 13. Valores (média \pm erro padrão) de altura de planta (A), número de vagens/planta (B), número total de grãos/planta (C) e produtividade (D) da cultura da soja, cultivada na safra 2022/2023, em Sistema de Semeadura Direta (SSD) e Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). Médias com a mesma letra não difere entre si, pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade

Em relação à produtividade da soja no segundo ano (2022/2023), observou-se que o SSD apresentou o maior valor médio ($P < 0,05$), seguido pelo sistema ILPF. O SSD e ILPF apresentaram produtividade média de 5306,47 e 4603,69 kg ha⁻¹, respectivamente, já o SC, apresentou produtividade média de 2051,29 kg ha⁻¹ (Figura 4D). No primeiro ano (2020/2021), a produtividade média dos sistemas ILPF, SSD e SC, e, foi 4185,17, 4824,82 e 1864,8175 kg ha⁻¹, respectivamente. Com exceção do SC, os valores de produtividade, foram superiores à média nacional brasileira (3.029 kg ha⁻¹) [57]. Em um estudo conduzido no cerrado brasileiro, especificamente no estado de Mato Grosso, durante a safra 2020-2021, observou-se a produtividade média de soja em sistemas integrados (lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta) de 3,57 toneladas por hectare. Vale ressaltar que esses sistemas integrados possibilitaram o sequestro de gases de efeito estufa equivalentes a 3,03 milhões de toneladas de dióxido de carbono [11]. Esses resultados indicam que, além de promover, em geral, a redução na infestação de plantas daninhas, a adoção de práticas de integração de sistemas, como o ILPF, pode beneficiar os componentes produtivos da soja, resultando em maiores rendimentos e potencializando a sustentabilidade econômica da produção agrícola.

Durante os dois anos agrícolas avaliados, foi observada baixa produtividade no sistema de cultivo convencional. Esta redução pode ser atribuída à textura arenosa do solo, combinada com baixos teores de matéria orgânica, resultando menor capacidade de retenção de água. Estes fatores, aliados à elevada evapotranspiração e temperatura são considerados para a diminuição da produtividade [58]. É relevante ressaltar que no SC não houve planta de cobertura (milheto), enquanto neste sistemas de semeadura direto e de integração lavoura-pecuária-floresta esta cobertura estava presente. Este resultado destaca a importância da cobertura morta na conservação do solo e na mitigação dos efeitos negativos da textura e da matéria orgânica, influenciando positivamente na retenção de água e na redução da evapotranspiração. Assim, a presença de cobertura morta em sistemas SSD e ILPF pode ter contribuído para maior produtividade em comparação com SC.

Os resultados deste estudo representam contribuição pioneira ao fornecer o levantamento fitossociológico de plantas daninhas em três sistemas de cultivo de soja (SC, SSD e ILPF) em Latossolo, no cerrado brasileiro. Destaca-se a relevância dessas informações para orientar o planejamento e a tomada de decisão em programas de manejo integrado de plantas daninhas na produção de soja. Além disso, o levantamento fitossociológico demonstrou que ILPF pode ser uma estratégia eficaz na redução de plantas daninhas, a presença da cultura (soja) e cobertura vegetal (milheto) e componente arbóreo (eucalipto) ao longo do ciclo agrícola,

contribui, provavelmente, para a supressão das plantas daninhas, limitando o acesso à luz solar, nutrientes e espaço disponível para o crescimento e desenvolvimento. Dessa forma, investir no ILPF pode representar uma estratégia promissora para o manejo eficaz de plantas daninhas, contribuindo para o desenvolvimento de sistemas agrícolas mais resilientes e sustentáveis.

4. CONCLUSÃO

A análise da comunidade de plantas daninhas nos três sistemas de cultivo de soja, independentemente do momento de avaliação, revelou um padrão consistente: a predominância da família Poaceae. As plantas daninhas mais abundantemente encontradas nos três sistemas de cultivo foram *P. oleracea*, *C. echinatus*, *A. retroflexus* e *D. horizontalis*, em todas as épocas de avaliação. Em análise comparativa, o sistema convencional exibiu consistentemente maior número de indivíduos em comparação com o sistema de semeadura direta e o sistema de integração Lavoura Pecuária-Floresta.

O sistema de ILPF apresentou plantas daninhas com menores valores de índice de importância em comparação com os outros sistemas avaliados. O comportamento das espécies encontradas no levantamento revelou alta variabilidade nos parâmetros fitossociológico, no entanto, foram observadas similaridade entre as espécies encontradas nos sistemas de cultivo e época de avaliação.

O SSD e ILPF apresentaram os maiores valores médios de produção de soja, 5306,47 e 4603,69 kg ha⁻¹, respectivamente. Ambos os valores foram superiores à média produtiva brasileira.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UNITED NATIONS. *Peace dignity and equality on a healthy planet*, 2022. Available online: <https://www.un.org/en/>. (accessed on 18 March 2024).
2. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Valor de produção da silvicultura e da extração vegetal cresce 27,1% e chega ao recorde de R\$ 30,1 Bilhões, 2022. Available online: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/35056>. (accessed on 18 March 2024).
3. EMBRAPA. (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) Adoção de ILPF chega a 11,5 milhões de hectares, 2017. Available online: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/17755008/adocao-de-ilpf-chega-a-115-milhoes-de-hectares> (accessed on 28 January 2020).
4. Polidoro, J.C.; Freitas, P.L.D.; Hernani, L.C.; Anjos, L. H.C.D.; Rodrigues, R.D.A.R.; Cesário, F.V.; Ribeiro, J.L. The impact of plans, policies, practices and technologies based on the principles of conservation agriculture in the control of soil erosion in Brazil. *Authorea* 2020. <https://doi.org/10.22541/au.158750264.42640167>
5. Gil, J.D.B.; Garrett, R.; Berger, T. Determinants of crop-livestock integration in Brazil: Evidence from the household and regional levels. *Land Use Policy*, 2016. 59, 557-568. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.09.022>
6. Carvalho, P.C.F.; Peterson, C.A.; Nunes, P.A.A.; Martins, A.P.; de Souza Filho, W.; Bertolazi, V.T.; Kunrath, T.R.; de Moraes, A.; Anghinoni, I. Animal production and soil characteristics from integrated crop-livestock systems: toward sustainable intensification. *J Anim Sci.* 2018, 96, 3513-3525. DOI: 10.1093/jas/sky085.
7. Gil, J.; Siebold, M.; Berger, T. Adoption and development of integrated crop–livestock–forestry systems in Mato Grosso, Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 2014, 199. 10.1016/j.agee.2014.10.008.
8. BRASIL - República Federativa do Brasil. *Prentida Contribuição Nacionalmente Determinada (iNDC) para consecução do objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. 2016. Available online: <https://www.gov.br/mre/pt-br/arquivos/documentos/clima/brasil-indc-portugues.pdf>. (accessed on 18 March 2024)
9. Balbino, L.C.; Barcellos, A.D.O.; Stone, L.F. Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. *Embrapa Brasília*, DF, 2011. Available online: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/923530/1/balbino01.pdf>. (accessed on 26 March 2024).
10. Ramesh, K.R.; Deshmukh, H.K.; Sivakumar, K.; Guleria, V.; Umedsinh, R.D.; Krishnakumar, N.; Thangamalar, A.; Suganya, K.; Kiruba, M.; Selvan, T.; et. al. Influence of Eucalyptus Agroforestry on Crop Yields, Soil Properties, and System Economics in Southern Regions of India. *Sustainability* 2023, 15, 3797. <https://doi.org/10.3390/su15043797>
11. dos Reis, J.C.; Kamoi, M.Y.T.; Michetti, M.; Wruck, F.J.; de Aragão Ribeiro Rodrigues, R.; de Farias Neto, A.L. Economic and environmental impacts of integrated systems adoption in Brazilian agriculture-forest frontier. *Agroforestry Systems* 2023, 97, 847-863. DOI: [10.1007/s10457-023-00831-5](https://doi.org/10.1007/s10457-023-00831-5)
12. McLaren, C.; Storkey, J.; Menegat, A.; Metcalfe, H.; Dehnen-Schmutz, K. An ecological future for weed science to sustain crop production and the environment. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 2020, 40, 1-29. DOI: [10.1007/s13593-020-00631-6](https://doi.org/10.1007/s13593-020-00631-6)
13. Tracy, B.F.; Davis, A.S. Weed biomass and species composition as affected by an integrated crop-livestock system. *Crop Science* 2009, 49, 1523–1530. <https://doi.org/10.2135/cropsci2008.08.0488>
14. Rodrigues, R.J.A.; Carvalho, G.R.; Gonçalves, A.H.; Carvalho, J.P.F.; Alcântara, E.N. de; Resende, L.S. Phytosociology of weeds on Cerrado Mineiro coffee growing farms.

15. Prates, C.J.N.; Viana, A.E.S.; Cardoso, A.D.; São José, A.R.; Viana, B.A.R.; Dutra, F.V. Weed Phytosociology in Cassava Cultivation in Two Periods in Southwestern Bahia, Brazil. *Planta Daninha* **2019**, 37, e019208668. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100107>
16. Sousa, P.H.S.; Mendes, M.R.A.; Val, A.D.B.; Teixeira, M.C.S.A. (2020). Weed Vegetation Structure in an Area of Organic Acerola Cultivation, Parnaíba, Piauí, Brazil. *Planta Daninha* **2020**, 38, e020220659. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582020380100019>
17. Braz, G.B.P.; Cruvinel, A.G.; Caneppele, A.B.; Takano, H.K.; Silva, A.G.D.; Oliveira Júnior, R.S.D. Sourgrass interference on soybean grown in brazilian cerrado. *Revista Caatinga* **2021**, 34, 350–358. <https://doi.org/10.1590/1983-21252021v34n211rc>
18. USDA – Resources Conservation Service. *Soil Survey Staff Keys to Soil Taxonomy, 12th ed.*, Washington, DC, 2014.
19. Raij, B.; Andrade, J.C. de; Cantarella, H.; Quaggio, J.A. Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais. Campinas, *Instituto Agrônomo*, **2001**. 285p.
20. Seixas, C.D.S.; Neumaier, N.; Balbinot Junior, A.A.; Krzyzanowski, F.C.; Leite, R.M.V.B. de C. Tecnologias de Produção de Soja. Editores técnicos. Londrina, 347 p. - Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176-2902 n. 17. Embrapa Soja, **2020**. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/223209/1/SP-17-2020-online-1.pdf>. (accessed on 26 March 2024).
21. Braun-Blanquet, J. Fitosociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales. *Madri: H. Blume*, **1979**. 820 p.
22. Adegas, F.S.; Oliveira, M.F.; Vieira, O.V.; Prete, C.E.C.; Gazziero, D.L.P.; Voll, E. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. *Planta Daninha* **2010**, 28, 705–716. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000400002>
23. SPSS Inc. *Sigma Plot user's guide version 7.0 (Revised Edition)*. SPSS Inc., Chicago, USA. 2001.
24. SAS Institute. *SAS/STAT User's Guide, version 6.0*. Cary: SAS Institute Inc., 2002.
25. Santos, F.L.S.; Teixeira, I.R.; Timossi, P.C.; Silvério, J.G.D.; Benett, C.G.S. Phytosociological survey of weed plants in intercrops of common beans and castor beans. *Planta Daninha* **2017**, 35, e017162166. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582017350100033>
26. Linder H.P.; Lehmann, C.E.R.; Archibald, S.; Osborne, C.P.; Richardson, D.M. [Global grass (Poaceae) success underpinned by traits facilitating colonization, persistence and habitat transformation]. *Biol Rev.* **2018**, 93, 1125-44. <https://doi.org/10.1111/brv.12388>
27. Campos, M.L. de; Lacerda, M.L.; Aspiazú, I.; Carvalho, A.J. de; Silva, R.F. Weed interference periods in cowpea crop. *Revista Caatinga*, **2023**, 36, 01–08. <https://doi.org/10.1590/1983-21252023v36n101rc>
28. Ferreira, M. Weed community assessment and response to smother cropping strategies at George, South Africa. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences* **2020** 8, 369-380. DOI: [10.18006/2020.8\(4\).369.380](https://doi.org/10.18006/2020.8(4).369.380)
29. Gawęda, D.; Haliniarz, M.; Bronowicka-Mielniczuk, U.; Łukasz, J. (2020). Weed Infestation and Health of the Soybean Crop Depending on Cropping System and Tillage System. *Agriculture* **2020**. DOI: [10.3390/agricultura10060208](https://doi.org/10.3390/agricultura10060208).
30. Santín-Montanyá, M.I.; Martín-Lammerding, D.; Walter, I.; Zambrana, E.; Tenorio, J.L. Effects of tillage, crop systems and fertilization on weed abundance and diversity in 4-year dry land winter wheat. *European Journal of Agronomy* **2013**, 48, 43–49. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2013.02.006>
31. Sebayang, H.T.; Fatimah, S.; (2019). The effect of tillage systems and dosages of cow manure on weed and soybeans yield (Glycine max, Merrill). *Journal of Degraded and Mining Lands Management* **2019**, 7, 1959-1963. DOI: [10.15243/jdmlm.2019.071.1959](https://doi.org/10.15243/jdmlm.2019.071.1959)

32. Woźniak, A.; Leszek, R.;. Effect of tillage systems on pea crop infestation with weeds. *Archives of Agronomy and Soil Science* **2018**, 65, 877 – 885. DOI: [10.1080/03650340.2018.1533956](https://doi.org/10.1080/03650340.2018.1533956)
33. Gawęda, D.; Haliniarz, M.; Cierpiąła, R., Klusek, I. Yield, weed infestation and seed quality of soybean (*Glycine max* (L.) merr.) under different tillage systems. *Tarim Bilimleri Dergisi* **2017**, 23, 268-275. Available online: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2201436> (accessed on 11 March 2024)
34. Woźniak, A.; Soroka, M. Effects of a 3-year reduced tillage on the yield and quality of grain and weed infestation of spring triticale (*Triticosecale Wittmack*). *International Journal of Plant Production* **2014**, 8, 231–242. DOI: [10.22069/IJPP.2014.1526](https://doi.org/10.22069/IJPP.2014.1526)
35. Qureshi, I.A.; Abbas, A.; Salam, I.U.; Bashir, F. Pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) yields as affected by allelopathic and self-toxic effects under monocropping conditions. *Pakistan. Journal. Botany* **2021**, 53, 2207-2211. Available online: <https://www.pakbs.org/pjbot/papers/1628435976.pdf> (accessed on 18 March 2024)
36. Khan, A.; Malik, M.W.I.; Hussain, I.; Malik, M.H.; Nadim, M.A.; Baloch, M.S. Allelopathic potential of aqueous leaf extracts of pearl millet (*Pennisetum typhoides* S. and H.) on germination and growth of some selected weeds. *Pakistan Journal of Weed Science Research* **2019**, 25, 223, 2019. Available online: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20203389980> (accessed on 18 March 2024)
37. Dong, S.Q.; Cao, P.; Hu, C.Y.; Sher, A.; Yuan, X.Y.; Yang, X.F.; Guo, P.Y. Allelopathic effects of water extracts from different parts of foxtail millet straw on three kinds of weeds. *Ying Yong Sheng tai xue bao. The Journal of Applied Ecology* **2020**, 31, 2243-2250, 2020. DOI: [10.13287/j.1001-9332.202007.009](https://doi.org/10.13287/j.1001-9332.202007.009)
38. Concenço, G.; Salton, J.C.; Marques, R.F.; Palharini, W.G.; Alves, M.D.S.; Santos, S.D.; Galon, L. Weed suppression in sustainable integrated agricultural systems. *Pak. J. Weed Sci. Res.* **2015**, 21, 1-14. Available online: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/134422/1/Weed-pakistan.pdf> (accessed on 11 March 2024)
39. Pinto, P.H.G.;Lima, S.F.; Andrade, M.G.O.; Contardi, L.M.; Ávila, J.; Reis, B.O.; Vendruscolo, E.P. Weeds in soybean cultivation with different predecessor cover crops. *Revista de Agricultura Neotropical* **2021**, 8, e5890-e5890. <https://doi.org/10.32404/rean.v8i2.5890>
40. Barla, S.; Binjha, K.K.; Upasani, R.R. Weed Dynamics, Growth, Yield and Correlation Study as Affected by Weed Control Methods in Soybean [*Glycine max* (L.) Merril.]. *Legume Research-An International Journal* **2022**, 1, 7. DOI: [10.18805/LR-4922](https://doi.org/10.18805/LR-4922)
41. Akhter, M.J.; Sonderskov, M.; Loddo, D.; Ulber, L.; Hull, R. I.; Kudsk, P. 2022. Opportunities and challenges for harvest weed seed control in European cropping systems. *European Journal of Agronomy* **2022**, 142, 126639. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126639>
42. Felfili, J. M.; Venturoli F. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, Brasília, Distrito Federal. Tópicos em análise de vegetação. Comunicações Técnicas Florestais. 2000. 34p. Available online: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/417/o/T%C3%93PICOS_EM_AN%C3%81LISE_DE_VEGETA%C3%87%C3%83O.pdf. (accessed on 11 March 2024)
43. Albuquerque, J.A.A.; Santos, T.S.; Castro, T.S.; Melo, V.F.; Rocha, P.R.R. Weed incidence after soybean harvest in no-till and conventional tillage cropping systems in Roraima's cerrado. *Planta Daninha* **2017**, 35. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582017350100034>
44. Sodr e Filho, J.; Carmona, R.; Marchão, R.L.; Carvalho, A.M. de. (2020). Weed infestations in soybean grown in succession to cropping systems with sorghum and cover plants. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* **2020**, 55, e01640. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01640>

45. Fontes, J.R.A.; Oliveira, I.J. de; Morais, R.R. de. Herbicide selectivity and weed control in cowpea. *Revista Agro@ambiente On-line* **2019**, 13, 101-114. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v13i0.5414>
46. Cremonez, F.E.; Cremonez, P.A.; Pasuch de Camargo, M.; Feiden, A. Principais plantas com potencial alelopático encontradas nos sistemas agrícolas brasileiros. *Acta Iguazu*, **2020**, 2, 70–88. DOI: 10.48075/actaiguaz.v2i5.9183.
47. Azizi, M.; Fujii, Y. Allelopathic Effect of Some Medicinal Plant Substances on Seed Germination of *Amaranthus retroflexus* and *Portulaca oleraceae*. *Acta horticulturae* **2006**, 699. DOI: [10.17660/ActaHortic.2006.699.5](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.699.5)
48. Amri, I.; Khammassi, M.; Ben ayed, R.; Khedhri, S.; Mansour, M.B.; Kochti, O.; Pieracci, Y.; Flamini, G.; Mabrouk, Y.; Gargouri, S., et al. Essential Oils and Biological Activities of *Eucalyptus falcata*, *E. sideroxylon* and *E. citriodora* Growing in Tunisia. *Plants* **2023**, 12, 816. <https://doi.org/10.3390/plants12040816>
49. Alves, F.D.C. Interferência da beldroega no tomateiro: suas possibilidades de controle e sua relação com nematoide. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, **2020**. Available online: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UNSP_c85a85f92c3f06e7ef879376458c6613. (accessed on 11 March 2024)
50. Lorenzi H. *Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas*. 4ª.ed.; Instituto Plantarum Nova Odessa, Brasil, 2008; 640p.
51. de Sousa E.R.; de Oliveira Fontes L.; da Costa Filho J.H.; Gurgel A.L.C.; Fonseca W.L.; Zuffo A.M.; Alencar D.G.; Silva T.P.D.E.; de Jesús Lacerda J.J.; Aguilera J.G.; García J.A.R.; Zevallos R.N.M.; Morales-Aranibar L.; Luna A.M.M; Gonzales H.H.S. Weed-Hoeing Periods in Cowpea Cultivation under Direct and Conventional Systems. *Plants*, **2023**, 17;12(14):2668. doi: 10.3390/plants12142668.
52. Vargas, L.A.; Passos, A.M.A.; Karam, D. (2018). Allelopathic potential of Cover Crops in Control of Shrubby False Buttonweed (*Spermacoce verticillata*). *Planta Daninha* **2018**, 36, e018173359. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582018360100052>
53. Pacheco, L.P.; Petter, F.A.; Soares, L. dos S.; Silva, R.F. da; Oliveira, J.B. da S. Sistemas de produção no controle de plantas daninhas em culturas anuais no Cerrado Piauiense. *Revista Ciência Agronômica* **2016**, 47, 500–508. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160060>
54. Santos, I.L.V.L.; Silva, C.R.C. da; Santos, S.L. dos; Maia, M.M.D. Sorgoleone: benzoquinona lipídica de sorgo com efeitos alelopáticos na agricultura como herbicida. *Arquivos Do Instituto Biológico* **2012**, 79, 135–144. Available online: <https://www.scielo.br/j/aib/a/FGNkrwq5LMtmBSNV57Pc5Mj> (accessed on 18 March 2024)
55. Lamego, F.P.; Caratti, F.C.; Reinehr, M.; Gallon, M.; Santi, A.L.; Basso, C.J. (2015). Potencial de supressão de plantas por plantas de cobertura de verão. *Comunicata Scientiae* **2015**, 6, 97–105. <https://doi.org/10.14295/cs.v6i1.470>
56. Zhang S.Z.; Li Y.H.; Kong C.H.; Xu X.H. Interference of allelopathic wheat with different weeds. *Pest Manag Sci.* **2016**, 72, 172-8. DOI: [10.1002/ps.3985](https://doi.org/10.1002/ps.3985)
57. Lopes, C.C.; Fontes, L. de O.; Lazzarini, L.E.S.; Freitas, F.C.L. de; Costa Filho, J.H. da; Sousa, E. R. de. Phytosociological survey of weed plants in soybean culture in the Gurguéia Valley. *Scientia Agraria Paranaensis*, **2021**, 75–80. DOI: 10.18188/sap.v20i1.25964
58. Batista, P.S.C.; Oliveira, V.S.; Souza, V.B.; Carvalho, A.J.; Aspiazú, I. (2017). Phytosociological survey of weeds in erect prostrate cowpea cultivars. *Planta Daninha* **2017**, 35, e017160273. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582017350100031>
59. Ribeiro, R. da S.; Passos, A.M.A. dos ; Aker, A.M. Agronomic performance of soybean crops under integrated production systems in the Southwestern Brazilian Amazon biome. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, **2020**, 24, 793–799. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n12p793-79>

