

## **Efeitos da Rotação de Culturas na Dinâmica de Plantas Daninhas: um Estudo em Sistemas Agrícolas**



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Milho e Sorgo  
Ministério da Agricultura e Pecuária**

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
254**

**Efeitos da Rotação de Culturas na  
Dinâmica de Plantas Daninhas: um  
Estudo em Sistemas Agrícolas**

*Alexandre Ferreira da Silva  
Vitor Abreu Padrão  
Germani Concenço  
Miguel Marques Gontijo Neto*

**Embrapa Milho e Sorgo**  
Sete Lagoas, MG  
2023

Embrapa Milho e Sorgo  
Rod. MG 424, Km 45  
Caixa Postal 151  
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG  
Fone: (31) 3027-1100  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente  
*Maria Marta Pastina*

Secretária-Executiva  
*Elena Charlotte Landau*

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

Revisão de texto  
*Antonio Claudio da Silva Barros*

Normalização bibliográfica  
*Rosângela Lacerda de Castro (CRB-6/2749)*

Tratamento das ilustrações  
*Márcio Augusto Pereira do Nascimento*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Márcio Augusto Pereira do Nascimento*

Foto da capa  
*Arnaldo Macedo Pontes*

1ª edição  
Publicação digital (2023): PDF

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
Embrapa Milho e Sorgo

---

Efeitos da rotação de culturas na dinâmica de plantas daninhas: um estudo em  
sistemas agrícolas / Alexandre Ferreira da Silva... [et al.]. – Sete Lagoas :  
Embrapa Milho e Sorgo, 2023.

PDF (18 p.): il. color. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa  
Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 254).

1. Sistema de produção. 2. Sistema de cultivo. 3. Erva daninha. I. Silva,  
Alexandre Ferreira da. II. Padrão, Vitor Abreu. III. Concenço, Germani. IV. Gontijo  
Neto, Miguel Marques. V. Série.

CDD (21.ed.) 631.58

## Sumário

---

Resumo .....	5
Abstract .....	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão .....	11
Conclusões.....	15
Referências.....	16

# Efeitos da Rotação de Culturas na Dinâmica de Plantas Daninhas: um Estudo em Sistemas Agrícolas

Alexandre Ferreira da Silva<sup>1</sup>

Vitor Abreu Padrão<sup>2</sup>

Germani Concenção<sup>3</sup>

Miguel Marques Gontijo Neto<sup>4</sup>

**Resumo** – Neste trabalho, objetivou-se avaliar a composição da comunidade infestante de plantas daninhas em sucessões de culturas estabelecidas por período de dez anos. O ensaio foi instalado em campo na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. Foram avaliados nove sistemas de produção envolvendo os monocultivos de soja, milho, milho com capim e pastagem e combinações dessas culturas rotacionadas ao longo do tempo. Amostragens de plantas daninhas foram realizadas nas safras 2018/2019 e 2019/2020, imediatamente antes da dessecação em pré-semeadura e colheita. Foi calculado o índice de valor de importância (IVI) da comunidade infestante com base nos valores de frequência, abundância e dominância. Comparando-se os IVIs dos sistemas produção em monocultivo com as rotações ao longo dos anos, é possível constatar duas claras diferenças: a) nos sistemas rotacionados há o aumento no número geral de espécies de plantas daninhas, tanto pré-plantio quanto pré-colheita, e b) a equalização na ocorrência de espécies com valor de importância equilibrado entre as espécies de plantas daninhas no pré-plantio. Esses dados indicam que fatores responsáveis pela seleção de plantas daninhas problemáticas foram atenuados quando realizada rotação. Dessa forma, é possível concluir que a

---

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

<sup>2</sup> Estudante graduação Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), Sete Lagoas, MG

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Crop Production - Weed Science, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

<sup>4</sup> Engenheiro-agrônomo, doutor em Zootecnia, área de concentração em Forragicultura e Pastagens, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

rotação favorece a diversidade da comunidade infestante e atenua a seleção de plantas daninhas de difícil controle.

**Termos para indexação:** fitossociologia, Cerrado, Minas Gerais.

## Effect of Crop Rotation on Weed Dynamic: a Study in Agricultural System

**Abstract** – The objective of this study was to assess the weed community composition in response to crop successions established over a period of ten years. The trial was conducted in the field at Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brazil. Nine production systems were evaluated involving monoculture of soybeans, corn, intercropped corn and pasture and combinations of these crops rotated over time. Weed samples were collected in the 2018/2019 and the 2019/2020 cropping seasons before pre-seeding desiccation and harvest. The importance value index (IVI) of the weed community was calculated based on the values of frequency, abundance, and dominance. The results showed that crop rotation promoted an increase in the number of weed species in both sampling periods. In addition, crop rotation also resulted in equalization in the occurrence of species, with a lower predominance of problematic species. These results indicate that crop rotation is an effective strategy for weed management, as it favors the diversity of the weed community and mitigates the selection of problematic species.

**Index terms:** phytosociology, Cerrado, Minas Gerais.

## Introdução

---

O estabelecimento de sistemas de produção mais sustentáveis é um dos principais desafios da agricultura moderna. Esse desafio torna-se ainda mais complexo ao ser implementado na região do Cerrado. Altas temperaturas associadas a frequentes ocorrências de veranicos podem ocasionar perdas de produtividade nas culturas. Ademais, em algumas regiões, como no Cerrado de Minas Gerais, a restrição hídrica pode limitar o cultivo das espécies no período de entressafra, ou seja, no outono/inverno (Carducci et al., 2015). Por isso, nessas regiões, plantas forrageiras têm viabilizado o sistema de semeadura direta, mantendo o solo coberto no período seco, aportando resíduos vegetais, que auxiliam na cobertura e na estruturação do solo (Silva et al., 2022).

Estudos de longa duração têm contrastado o efeito de diferentes sistemas de produção, adaptados a esse ambiente, sobre a produtividade e a qualidade físico-química-biológica dos solos (Nunes et al., 2011; Matos et al., 2022). No entanto, pouco se aborda sobre o impacto na comunidade infestante. Pesquisas relacionadas ao comportamento de plantas daninhas são essenciais para avaliar a sustentabilidade da agricultura em solos tropicais. A sua ocorrência pode ocasionar perdas significativas de produtividade, especialmente em culturas com baixa habilidade competitiva. Além disso, a adoção de sistemas e estratégias de manejo equivocadas vem contribuindo para o uso excessivo de herbicidas e para uma série de problemas ambientais e ecológicos (Schütte et al., 2017; Rose et al., 2016). Dessa forma, tem-se fomentado a busca por sistemas de produção menos dependentes do uso de herbicidas.

A rotação de culturas pode reduzir a velocidade de seleção de espécies daninhas adaptadas a um tipo de ambiente (Wezel et al., 2014). Dessa forma, a diversificação de cultivos pode ocasionar redução no uso de herbicidas e ainda promover aumento da biodiversidade nas propriedades agrícolas. Informações de ensaios de longa duração sobre a dinâmica da comunidade no Cerrado brasileiro são escassas e não muito bem compreendidas (Moraes et al., 2014). Compreender esses fatores é uma importante ferramenta para obter sucesso no manejo da comunidade infestante. Dentro desse contexto, estudos fitossociológicos são muito importantes para poder inferir o processo



de compreender os tipos de interações que estão ocorrendo no sistema de produção e quais espécies estão sendo selecionadas pelo sistema de manejo e pelas práticas culturais adotados na área.

Objetivou-se, com este estudo, avaliar a composição da comunidade infestante em diferentes sistemas de produção estabelecidos há oito anos na região do Cerrado de Minas Gerais.

## Material e Métodos

---

O experimento foi conduzido no município de Sete Lagoas, MG (19° 28'S; 44° 15'W a 732 m acima do nível do mar). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-escuro A moderado, textura muito argilosa (Santos et al., 2018). A área experimental é conduzida em sistema de semeadura direta (SSD) desde 1995, com semeadura intercalada de milho e soja no período de primavera/verão e pousio no outono/inverno.

Em novembro de 2010, foi realizada a implantação de um ensaio de longa duração, com o objetivo de avaliar o efeito de sistemas de produção sobre aspectos físicos-químicos-biológicos do solo (Silva et al., 2022). O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente ao acaso, com três repetições. Os tratamentos corresponderam a nove sistemas de produção. As parcelas apresentavam dimensões de 12 m de largura e 14 m de comprimento (168 m<sup>2</sup>), com corredores entre parcelas e blocos de 2,5 m. Os tratamentos foram os seguintes: T1) milho solteiro em sucessão anual (M); T2) milho consorciado com *U. brizantha* 'Piatã' em sucessão anual (MP); T3) soja em sucessão anual (S); T4) pastagem de Piatã implantada em cultivo solteiro (P); T5) consórcio milho + Piatã (MP) e soja em rotação anual (MP/S); T6) sequência de consórcio milho + Piatã e pastagem de Piatã em rotação anual (MP/P); T7) sequência de consórcio milho + Piatã e pastagem de Piatã por dois anos (MP/P/P); T8) sequência de consórcio milho + Piatã, pastagem de Piatã e soja em rotação anual (MP/P/S); e T9) sequência de soja, consórcio milho + Piatã e pastagem de Piatã por dois anos em rotação (S/MP/P/P) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Sequência de cultivos nos tratamentos da safra 2010/2011 à safra 2019/2020.

Trata-mento	Anos agrícolas									
	2010 / 2011	2011 / 2012	2012 / 2013	2013 / 2014	2014 / 2015	2015 / 2016	2016 / 2017	2017 / 2018	2018 / 2019 <sup>(1)</sup>	2019 / 2020 <sup>(1)</sup>
1	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
2	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
3	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
4	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
5	MP	S	MP	S	MP	S	MP	S	MP	S
6	MP	P	MP	P	MP	P	MP	P	MP	P
7	MP	P	P	MP	P	P	MP	P	P	MP
8	MP	P	S	MP	P	S	MP	P	S	MP
9	P	S	MP	P	P	S	MP	P	P	S

<sup>(1)</sup> Anos agrícolas avaliados. M: milho solteiro em sucessão anual. MP: milho consorciado com *U. brizantha* 'Piatã' em sucessão anual. P: pastagem de Piatã implantada em cultivo solteiro. S: soja em sucessão anual.

O ensaio foi conduzido em SSD. A semeadura das culturas foi realizada mecanicamente com o espaçamento de 0,5 m de entrelinhas. A soja e milho foram semeados anualmente, enquanto a pastagem de Piatã (tratamento 4) foi plantada apenas no primeiro ano (safra 2010/2011). As cultivares de soja possuíam adequada adaptabilidade à região, precocidade e hábito de crescimento indeterminado. A densidade média de semeadura foi de 15 plantas m<sup>-1</sup>. As cultivares de milho se caracterizavam por serem híbridos simples, adaptados à região, e por possuírem ciclo normal. A densidade média de semeadura foi de 3,5 plantas m<sup>-1</sup>. Nas parcelas de milho consorciado com capim, foram utilizados 4,0 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis (SPV) de *Urochloa brizantha* 'Piatã', misturadas com os fertilizantes no momento de semeadura do milho.

O manejo fitossanitário, de maneira geral, consistia na dessecação das parcelas que receberiam as culturas anuais, 14 dias antes do plantio, sendo aplicada a mistura de glifosato mais 2,4-D. No dia da semeadura, era feita mais uma aplicação de herbicida de contato (plante-aplique), a fim de se realizar o semeio no limpo. O controle químico das plantas daninhas nas culturas era realizado por meio do uso de herbicidas pós-emergentes. Na soja, foi utilizado o glifosato no terceiro (V<sub>3</sub>) e no sexto (V<sub>6</sub>) trifólio. No milho solteiro, foi usada a mistura de atrazine + tembotrione, na quarta folha completamente expandida (V<sub>4</sub>). No milho consorciado com Piatã, fo usado atrazine (V<sub>4</sub>). Já nas pastagens, quando necessário, fez-se uso de 2,4-D. O manejo de insetos-pragas e doenças foi realizado de acordo com as

recomendações de boas práticas das culturas (Cruz et al., 2011). A adubação de plantio e de cobertura das culturas anuais foi realizada de acordo com as recomendações estabelecidas visando altas produtividades (Sousa; Lobato, 2004). As pastagens não receberam adubações de manutenção.

Avaliações da comunidade de plantas daninhas emergidas foram realizadas nas safras 2018/2019 e 2019/2020. As amostragens ocorreram em duas épocas distintas: dessecação pré-semeadura e na pré-colheita das culturas anuais. As avaliações nas áreas de pastagens foram feitas nas mesmas épocas. A amostragem das plantas daninhas foi realizada por meio do lançamento aleatório de um quadrado de 0,5 m de lado três vezes em cada parcela. As plantas daninhas, dentro do quadrado, eram identificadas, cortadas rente ao solo e contadas. Elas eram armazenadas em sacos de papel separados por espécie, sendo levadas para estufa para determinação da massa de matéria seca.

Para cada espécie, foram estimadas a abundância (número de indivíduos), a frequência (distribuição espacial da espécie) e a dominância (capacidade de acumular massa). Com base nesses três parâmetros, foi obtido o índice de valor de importância (IVI) de cada espécie, em cada área, conforme proposto por Concenço (2015). O IVI situa cada espécie daninha dentro da comunidade, em função da sua capacidade de causar danos (severidade de ocorrência), com base nos três parâmetros previamente citados. Em razão do número de tratamentos, optou-se por apresentar somente o IVI das espécies de plantas daninhas presentes em cada um dos tratamentos.

## Resultados e Discussão

---

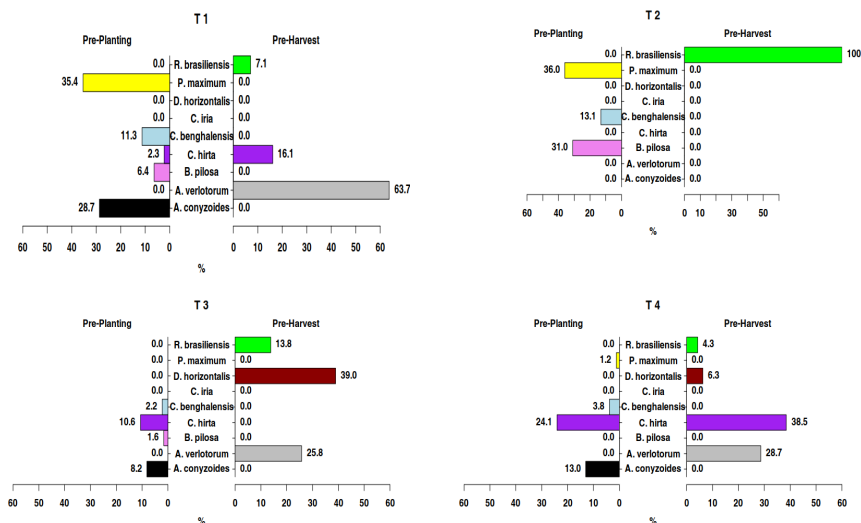
O IVI da comunidade infestante variou em função da rotação de culturas (Figuras 1 e 2). De maneira geral, os monocultivos apresentaram menor diversidade de espécies de plantas daninhas infestando as áreas (Figura 1). Esse fato pode estar atrelado ao processo de pressão da seleção imposto à comunidade infestante em função do ambiente e dos tratamentos culturais executados. As espécies mais bem adaptadas às condições impostas podem se tornar predominantes e ocasionar sérios prejuízos à cultura de interesse econômico. Por esse motivo, a rotação de culturas pode ser compreendida como uma das principais práticas de manejo, a fim de alterar o ambiente de

desenvolvimento da comunidade infestante e os tratos culturais a que são submetidas. Essa prática minimiza a predominância de plantas daninhas de difícil controle.

O monocultivo do milho favoreceu a ocorrência de mentrasto (*A. conyzoides*) e capim-colonião (*P. maximum*) durante o pousio (Figura 1, T1). Na pré-colheita, a losna (*A. verlotorum*) foi a espécie predominante. A mudança da comunidade infestante e do IVI das espécies presentes no momento da dessecação pré-plantio para as obtidas ao final do ciclo da cultura pode indicar a efetividade do tratamento herbicida associado a mudanças ambientais (temperatura, comprimento do dia, umidade) e do microclima ocasionado pelo crescimento da cultura. No milho consorciado com pastagens, constatou-se apenas a presença de poia branca (*R. brasiliensis*) na pré-colheita (Figura 3, T2). Esse fato indica a adaptabilidade da espécie ao ambiente do consórcio. A poia-branca apresenta porte rasteiro e demonstra tolerar a competição com o milho e o capim. Entretanto, é importante salientar que o seu crescimento foi suprimido em virtude da competição pelos recursos do meio. No período de entressafra da cobertura promovida pela pastagem, foi observada a presença de picão-preto (*B. pilosa*) e trapoeraba (*C. benghalensis*) em menores proporções, sendo superadas apenas por capim-colonião (*P. maximum*). O capim-colonião demonstra ser uma espécie importante no período de entressafra. Essa planta daninha, se não manejada adequadamente, pode apresentar porte alto e formar touceiras. O controle efetivo de plantas adultas é difícil e muitas vezes requer aplicações sequenciais. O capim-colonião é comumente observado em diversas áreas de pousio em regiões do Cerrado. O monocultivo de soja selecionou quatro espécies de plantas daninhas durante o pousio (Figura 3, T3). Essas ocorreram em densidades menores em relação aos demais tratamentos. O uso contínuo de glifosato na soja pode ter contribuído para esse cenário. Por ser um herbicida de amplo espectro de ação e não seletivo, é efetivo no controle de um amplo número de espécies. Dessa forma, o seu contínuo dele pode reduzir a biodiversidade da área. Na pré-colheita, houve clara seleção de capim-colchão (*D. horizontalis*), losna (*A. verlotorum*) e poia-branca (*R. brasiliensis*). Essas plantas daninhas encontravam-se suprimidas pelo desenvolvimento da soja. É importante salientar que após a desfolha da cultura essas plantas podem encontrar condições ideais para potencializar o seu crescimento e assim aumentar o seu banco de sementes na área. Esse fato justifica a importância do manejo no período de entressafra. O

cultivo contínuo de pastagem não foi capaz de inibir a ocorrência de plantas daninhas (Figura 1, T4). Foram constatadas quatro espécies ocorrendo no verão, e a erva-de-santa-luzia (*C.hirta*) foi responsável por 38,5% do valor de importância. A losna (*A. verlotorum*) também foi importante, representando 28,7% do valor de importância. Essas espécies encontravam-se suprimidas, um pouco mais desenvolvidas em áreas no meio da pastagem ou apareceram em áreas de falhas de plantio.

De maneira geral, é possível observar que, nos sistemas sem rotação de culturas (Figura 1), as espécies de plantas daninhas que apresentaram maior IVI no período que antecede a dessecação da cultura foram mentrasto (*A. conyzoides*), picão-preto (*B. pilosa*), erva-de-santa-luzia (*C. hirta*) e capim-colonião (*P. maximum*). No momento da colheita das culturas anuais, houve predomínio de losna (*A. verlotorum*), erva-de-santa-luzia (*C. hirta*), capim-colchão (*D. horizontalis*) e poia-branca (*R. brasiliensis*).

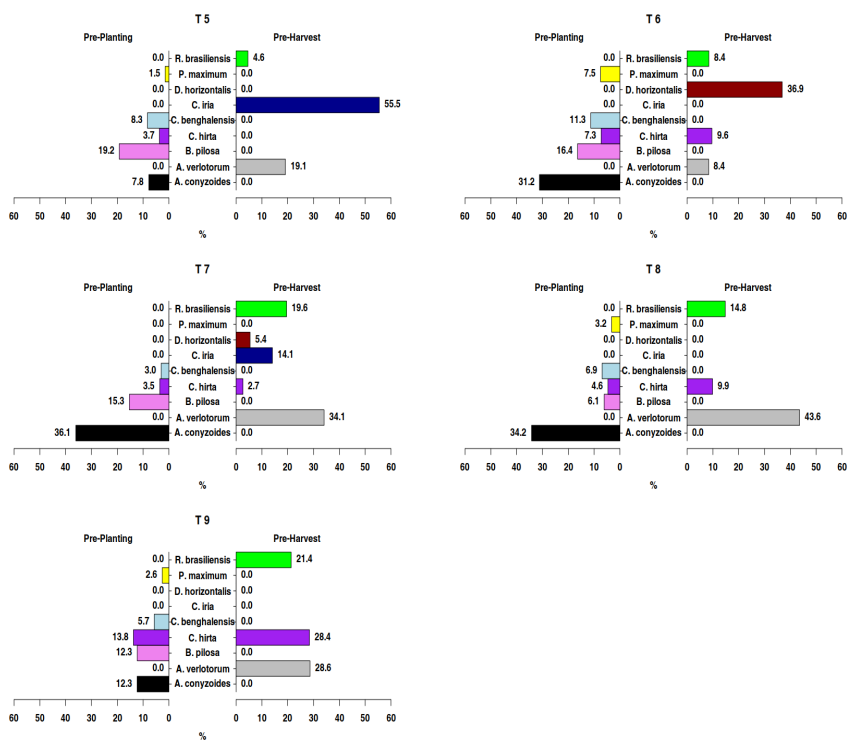


**Figura 1.** Índice de valor de importância (IVI %) das principais espécies de plantas daninhas em toda a área experimental, nos tratamentos envolvendo uma única cultura ou consorciação, antes do plantio e na colheita da cultura. Média das avaliações em duas estações de cultivo (n = 18). T1: milho solteiro em sucessão anual. T2: milho consorciado com *U. brizantha* cv *Piatã* em sucessão anual (MP). T3: soja em sucessão anual. T4: pastagem de *Piatã* implantada em cultivo solteiro.

Ao analisarmos as rotações, percebemos um cenário diferente (Figura 2). É possível observar maior diversidade de plantas daninhas em ambos os momentos da avaliação fitossociológica. De maneira geral, mentrasto destacou-se como a espécie mais bem adaptada aos sistemas de rotação. Esse fato pode estar relacionado com a sua maior plasticidade, ou seja, melhor capacidade de se adaptar às diferentes rotações, completar o seu ciclo e se propagar na área. Essa espécie apresentou maior IVI em três dos cinco tratamentos envolvendo rotação.

O mentrasto pertence à família Asteraceae, é uma erva anual, aromática e nativa da América Central e do Sul. Apresenta crescimento rápido, ciclo de vida curto e maturidade reprodutiva precoce (Kaur et al., 2012). Essa espécie pode crescer até 1 m de altura e apresentar abundantes ramificações. É capaz de se propagar por reprodução sexual, por meio das sementes, e assexualmente, por estolões. É relatado que uma única planta pode produzir de 40.000 sementes a 95.000 sementes com uma taxa de germinação de 50% (Wang et al., 2016). As sementes são pequenas, leves e com ampla faixa de dispersão, o que permite a sua rápida disseminação e colonização (Horvitz et al., 2017). Possui ampla adaptabilidade a diferentes tipos de ambiente. Essas características contribuem para que o mentrasto seja classificado como uma espécie de planta daninha problemática em diversas regiões ao redor do mundo (Kaur et al., 2023).

Na colheita da safra, as espécies de plantas daninhas preponderantes em importância foram *C. iria*, quando a soja foi rotacionada com milho + pastagem (T5); *D. horizontalis*, quando milho + pasto foram cultivados, e o pasto foi deixado para se estabelecer após a colheita do milho (T6). Já mentrasto destacou-se como a espécie de IVI nas rotações restantes: milho + pasto com capim, permanecendo para pastejo por dois anos (T7); milho + pasto com capim permanecendo pasto por uma safra e posteriormente cultivo de soja (T8); e soja rotacionada com milho + pasto, permanecendo o capim por duas safras, retornando a soja (T9).



**Figura 2.** Índice do valor de importância (IVI %) das principais espécies de plantas daninhas em toda a área experimental, nos tratamentos envolvendo pastagem e rotação de culturas, antes do plantio e na colheita da cultura. Média das avaliações em duas estações de cultivo ( $n = 18$ ). T5: consórcio milho + Piatã e soja em rotação anual. T6: sequência de consórcio milho + Piatã e pastagem de Piatã em rotação anual. T7: sequência de consórcio milho + Piatã e pastagem de Piatã por dois anos. T8: sequência de consórcio milho + Piatã, pastagem de Piatã e soja em rotação anual. T9: sequência de soja, consórcio milho + Piatã e pastagem de Piatã por dois anos em rotação.

## Conclusões

Comparando-se IVI dos sistemas de produção em monocultivo com as rotações ao longo dos anos (Figuras 1 e 2), duas mudanças podem ser facilmente detectadas: a) o aumento no número geral de espécies de plantas daninhas, tanto no pré-plantio quanto na pré-colheita; e b) a equalização na ocorrência de espécies com valor de importância equilibrado entre as

espécies de plantas daninhas no pré-plantio, exceto *A. conyzoides*. Embora isso pareça estranho à primeira vista, é na verdade uma indicação de que os fatores responsáveis pela seleção de ervas daninhas problemáticas foram atenuados.

Dessa forma, conclui-se que a rotação favorece a diversidade da comunidade infestante e atenua a seleção de plantas daninhas de difícil controle.

## REFERÊNCIAS

---

CARDUCCI, C. E.; OLIVEIRA, G. C. de; SILVA, E. A.; OLIVEIRA, L. M. de; BARBOSA, S. M. Retenção de água do solo sob sistema conservacionista de manejo com diferentes doses de gesso. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 58, n. 3, p. 284-291, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2014>.

CONCENÇO, G. **Análises fitossociológicas de plantas daninhas**: método aplicado ao ambiente “R”. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 33 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 129).

CRUZ, J. C.; CAMPANHA, M. M.; COELHO, A. M.; KARAM, D.; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, I.; GARCIA, J. C.; PIMENTEL, M. A. G.; GONTIJO NETO, M. M.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; COSTA, R. V.; ALVARENGA, R. C.; QUEIROZ, V. A. V. **Boas práticas agrícolas**: milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 45 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 119).

HORVITZ, N.; WANG, R.; WAN, F. H.; NATHAN, R. Pervasive human-mediated large-scale invasion: analysis of spread patterns and their underlying mechanisms in 17 of China’s worst invasive plants. **Journal of Ecology**, v. 105, n. 1, p. 85-94, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12692>.

KAUR, S.; BATISH, D. R.; KOHLI, R. K.; SINGH, H. P. *Ageratum conyzoides*: an alien invasive weed in India. In: BHATT, J. R.; SINGH, J. S.; SINGH, S. P.; TRIPATHI, R. S.; KOHLI, R. K. (ed.). **Invasive alien plants**: an ecological appraisal for the Indian subcontinent. Wallingford: CABI, 2012. p. 57-76.

KAUR, A.; KAUR, S.; SINGH, H. P.; DATTA, A.; CHAUHAN, B. S.; ULLAH, H.; KOHLI, R. K.; BATISH, D. R. Ecology, biology, environmental impacts, and management of an agro-environmental weed *ageratum conyzoides*. **Plants**, v. 12, n. 12, 2329, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12122329>.



MATOS, A. M. S.; BONINI, C. dos S. B.; MOREIRA, B. R. de A.; ANDREOTTI, M.; HEINRICHS, R.; SILVA, D. T. da; SOUZA, J. A. L. de; SANTOS, M. A.; ANDRIGHETTO, C.; PAVAN, G. M.; BARRETTO, V. C. de M.; BONINI NETO, A. Long-term integrated crop-livestock-forestry systems recover the structural quality of ultisol soil. **Agronomy**, v. 12, n. 12, 2961, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12122961>.

MORAES, A. de; CARVALHO, P. C. de F.; LUSTOSA, S. B. C.; LANG, C. R.; DEISS, L. Research on integrated crop-livestock systems in Brazil. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, p. 1024-1031, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902014000500018>.

NUNES, R. S.; LOPES, A. A. C.; SOUSA, D. M. G.; MENDES, I. C. Sistemas de manejo e os estoques de carbono e nitrogênio em latossolo de cerrado com a sucessão soja-milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 4, p. 1407-1419, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000400035>.

ROSE, M. T.; CAVAGNARO, T. R.; SCANLAN, C. A.; ROSE, T. J.; VANCOV, T.; KIMBER, S.; KENNEDY, I. R.; KOOKANA, R. S.; ZWIETEN, L. V. Impact of herbicides on soil biology and function. **Advances in Agronomy**, v. 136, p. 133-220, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2015.11.005>.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SCHÜTTE, G.; ECKERSTORFER, M.; RASTELLI, V.; REICHENBECHER, W.; RESTREPO-VASSALLI, S.; RUOHONEN-LEHTO, M.; SAUCY, A.-G. W.; MERTENS, M. Herbicide resistance and biodiversity: agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide-resistant plants. **Environmental Sciences Europe**, v. 29, article 5, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12302-016-0100-y>.

SILVA, J. F. da; GONTIJO NETO, M. M.; SILVA, G. F. da; BORGHI, E.; CALONEGO, J. C. Soil organic matter and aggregate stability in soybean, maize and Urochloa production systems in a very clayey soil of the Brazilian Savanna. **Agronomy**, v. 12, n. 7, 1652, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12071652>.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (ed.). **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416 p.

WANG, J.; CHEN, W.; MA, R.; BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M.; QI, W.; CHEN, X. Role of short-term cold stratification on seed dormancy break and germination of alien species in southeastern China. **Plant Ecology**, v. 217, p. 383-392, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11258-016-0580-2>.

WEZEL, A.; CASAGRANDE, M.; CELETTE, F.; VIAN, J. F.; FERRER, A.; PEIGNÉ, J. Agroecological practices for sustainable agriculture: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 34, p. 1-20, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0180-7>.

MACLAREN, C.; STORKEY, J.; STRAUSS, J.; SWANEPOEL, P.; DEHNEN-SCHMUTZ, K. Livestock in diverse cropping systems improve weed management and sustain yields whilst reducing inputs. **Journal of Applied Ecology**, v. 56, p. 144-156, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13239>.

PIRES, M. F. M.; MEDEIROS, J. C.; SOUZA, H. A.; ROSA, J. D.; BOECHAT, C. L.; MAFRA, A. L.; NOLÊTO, K. C.; ROCHA, A. G. Conservation system improves soil microbial quality and increases soybean yield in the Northeastern Cerrado. **Bragantia**, v. 79, n. 4, p. 599-611, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20200117>.

**Embrapa**  

---

**Milho e Sorgo**