

Ocorrência de Plantas Daninhas em Sistemas de Rotação de Culturas com Algodoeiro no Extremo Sul de Mato Grosso do Sul



ISSN 1679-0456

Dezembro, 2017

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agropecuária Oeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 80

Ocorrência de Plantas Daninhas em Sistemas de Rotação de Culturas com Algodoeiro no Extremo Sul de Mato Grosso do Sul

Germani Concenção
Fernando Mendes Lamas
Luiz Alberto Staut
Rodrigo Arroyo Garcia
Caroline Hernke Thiel

Embrapa Agropecuária Oeste
Dourados, MS
2017

Embrapa Agropecuária Oeste

BR 163, km 253,6

Trecho Dourados-Caarapó

79804-970 Dourados, MS

Caixa Postal 449

Fone: (67) 3416-9700

www.embrapa.br/

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Harley Nonato de Oliveira*

Secretária-Executiva: *Silvia Mara Belloni*

Membros: *Alexandre Dinnys Roese, Clarice Zanoni Fontes, Eder Comunello, Luís Antonio Kioshi Aoki Inoue, Marciana Retore, Marcio Akira Ito e Oscar Fontão de Lima Filho*

Supervisora editorial: *Eliete do Nascimento Ferreira*

Revisora de texto: *Eliete do Nascimento Ferreira*

Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*

Edição eletrônica: *Eliete do Nascimento Ferreira*

Fotos e ilustração da capa: *Germani Concenço*

1ª edição

On-line (2017)

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 Agropecuária Oeste

Ocorrência de plantas daninhas em sistemas de rotação de culturas com algodoeiro no extremo sul de Mato Grosso do Sul / Germani Concenço ...[et al.]. — Dourados, MS : Embrapa Agropecuária Oeste, 2017.

36 p. : il. color. ; 16 cm x 21 cm. — (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-0456 ; 80).

1. Plantio direto. 2. Planta invasora. 3. *Gossypium hirsutum*. I. Concenço, Germani. II. Embrapa Agropecuária Oeste. III. Título. IV. Série.

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados	19
Conclusões	34
Referências	35

Ocorrência de Plantas Daninhas em Sistemas de Rotação de Culturas com Algodoeiro no Extremo Sul de Mato Grosso do Sul

Germani Concenção¹

Fernando Mendes Lamas²

Luiz Alberto Staut³

Rodrigo Arroyo Garcia⁴

Caroline Hernke Thiel⁵

Resumo

O sistema predominante de produção agrícola de Naviraí, MS, consiste na monocultura de soja, milho, mandioca e cana-de-açúcar, mas a região já foi polo algodoeiro. Em Naviraí, localiza-se uma agroindústria moderna, que produz 600 t mês⁻¹ de fios de algodão e utiliza matéria-prima de outras regiões. A existência dessa agroindústria torna o algodoeiro um componente promissor de sistemas de produção na região. As plantas daninhas oneram os sistemas produtivos por reduzir a produtividade e a

⁽¹⁾Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

⁽²⁾Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

⁽³⁾Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

⁽⁴⁾Engenheiro-agrônomo, doutor em Agricultura, pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

⁽⁵⁾Engenheira-Agrônoma, mestranda em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas – Campus Capão do Leão, Pelotas, RS.

qualidade do produto, e por demandar investimentos em herbicidas. Portanto, avaliar a ocorrência de plantas daninhas em diferentes planos de rotação de culturas, a fim de identificar aquele em que o algodoeiro possa ser uma alternativa sustentável para a região sul de Mato Grosso do Sul, constitui o objetivo deste trabalho. O ensaio de longa duração foi instalado em área experimental da Copasul, em Naviraí, MS. Os tratamentos constaram de 16 sistemas de rotação de culturas envolvendo soja, milho e algodão, com diferentes opções de safrinha/inverno para cobertura do solo, conduzidos por 3 anos, sendo avaliada a dinâmica de plantas daninhas nestes sistemas. As culturas de verão (soja, milho, algodão) não afetam significativamente o nível ou a composição da infestação por si só; o que define a infestação é o manejo no inverno (safrinha, segunda safra, entressafra). Aveia, crotalária, trigo e braquiária (esta última consorciada com milho ou solteira) foram as opções que mais inibiram as plantas daninhas. Sistemas de rotação de culturas envolvendo algodoeiro em safras alternadas apresentam vantagens sobre os demais.

Termos para indexação: plantio direto; *Gossypium hirsutum*; sucessão de culturas.

Weed Occurrence in Crop Rotation Systems Involving Cotton in the Southern Region of Mato Grosso do Sul, Brazil

Abstract

The agricultural production system of Naviraí, MS, consists in monoculture of soybean, maize, cassava or sugarcane, but the region has already been a cotton production center. In Naviraí is located a modern industry producing 600 t month⁻¹ of cotton yarn, by using raw materials coming from other regions. The existence of the industry makes cotton a promising component of production systems in the region. Weeds harm the production systems by reducing the productivity and quality of the product, and by demanding investments in herbicides. To evaluate the occurrence of weeds in different crop rotation systems, in order to identify the ones in which cotton can be a sustainable alternative for the southern region of Mato Grosso do Sul State, is the aim of this work. The long-term trial was installed in an experimental area of Copasul, in Naviraí, MS. Treatments consisted of 16 crop rotation systems involving soybean, maize and cotton, with different fallow / winter options for soil mulching, conducted for three years, and the weed dynamics in these systems were evaluated. Summer crops (soybeans, corn, cotton) do not significantly affect the level or composition of the

infestation per se; what defines the infestation is the fallow / winter management (second crop, off-season crop). Oats, Crotalaria, wheat and Brachiaria (intercropped with corn or alone) were the options that most inhibited weeds. Crop rotation systems involving cotton in alternating years have advantages over the others.

Index terms: direct seeding; Gossypium hirsutum; crop succession.

Introdução

O sistema de produção predominante da região de Naviraí, município que polariza a região do extremo sul de Mato Grosso do Sul, ainda está fundamentado na monocultura, seja de soja (*Glycine max*), milho-safrinha (*Zea mays*), mandioca (*Manihot esculenta*) ou cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), que causam intensa movimentação de solo, visando fazer o “preparo do solo”. Sistema de produção é aqui conceituado como sendo composto pelo conjunto de sistemas de cultivo e/ou criação no âmbito de uma propriedade rural, definidos a partir dos fatores de produção (terra, capital e mão-de-obra) e interligados por um processo de gestão (HIRAKURI et al., 2012).

Na região, destaca-se no período de verão o cultivo de soja e no outono-inverno o milho safrinha, caracterizando-se, dessa forma, como um arranjo de monocultura da sucessão soja – milho-safrinha. Tanto a palha da soja como a do milho apresentam alta taxa de decomposição, que é maior quando o sistema de manejo do solo é o convencional (revolvimento do solo) (GONÇALVES et al., 2010). Também são cultivados feijão (*Phaseolus vulgaris*), mandioca, cana-de-açúcar e pastagens (maior área). A região já foi um importante centro de produção de algodão (*Gossypium hirsutum*). Entretanto, o cultivo do algodoeiro deixou de ser competitivo, por causa da baixa produtividade e do elevado custo de produção, quando comparado com outras espécies, principalmente a soja.

Em Naviraí localiza-se uma cooperativa que possui agroindústria das mais modernas do mundo, produzindo 600 t mês⁻¹ de fios de algodão, utilizando fundamentalmente o produto importado de outras regiões de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, principalmente. A existência da agroindústria é um forte argumento para que o algodoeiro venha a ser um dos componentes do sistema de produção predominante na região, considerando-se a demanda instalada. Além disso, a alternância de espécies é fundamental para a viabilidade do sistema de semeadura direta onde o algodoeiro pode ser uma alternativa na composição de rotações de culturas (CASTRO et al., 2013).

Quando se considera os sistemas conservacionistas, o Sistema Plantio Direto (SPD) é o mais adequado para as condições tropicais (HERNANI; SALTON, 2001). A rotação de culturas constitui-se em um dos requisitos para a qualidade do SPD (FRANCHINI et al., 2011), mas a adoção do plantio direto acaba por selecionar determinadas espécies de plantas daninhas que são de difícil controle, o que é amenizado pela rotação de culturas e de práticas de manejo.

Tanto nas áreas de agricultura como de pecuária, as plantas daninhas ocasionam perdas em virtude da alta infestação e dificuldade de controle, o que geralmente causa redução na produtividade e na qualidade do produto final e onera o sistema produtivo (NICHOLS et al., 2015). Dentro desse cenário, uma reformulação contínua e gradual no estudo e na aplicação do manejo de plantas daninhas é necessária, dando menos atenção a soluções pontuais e específicas e privilegiando técnicas integradas de manejo, onde a fisiologia, a fitossociologia e o comportamento ambiental das espécies daninhas são utilizados para o próprio manejo dessas espécies (BARBOUR et al., 1998; CORDEAU et al., 2017).

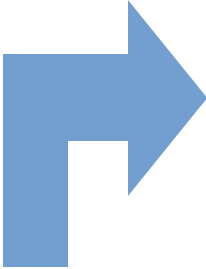
Avaliar a ocorrência de plantas daninhas em diferentes planos de rotação de culturas, a fim de identificar aquele em que o algodoeiro possa ser uma alternativa sustentável para os produtores da região sul de Mato Grosso do Sul, constitui o objetivo deste trabalho.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em Naviraí, MS, na área experimental da Cooperativa Agrícola Sul Mato-Grossense (Copasul), localizada na latitude: 22° 59' 33" S e longitude 54° 06' 42" W, com altitude de 360 m. A Fundação MS apoiou a condução da área experimental, principalmente nas atividades mecanizadas. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com quatro repetições.

As espécies para a produção de grãos: soja (*G. max*), milho (*Z. mays*), feijão (*P. vulgaris*) e trigo [*Triticum aestivum*]), e de fibra, como algodão (*G. hirsutum*), são aquelas normalmente cultivadas em maior ou menor escala na região. Espécies vegetais como milheto (*Pennisetum glaucum*), crotalária (*Crotalaria* spp.) e braquiária (*Brachiaria ruziziensis*), foram utilizadas como alternativa de rotação de culturas e/ou para cobertura do solo. No verão utilizou-se cultivo de soja, milho ou algodão. Na entressafra/safrinha foram cultivadas diversas espécies para diversificação dos sistemas. Na Figura 1 estão listados os tratamentos que foram avaliados. O tratamento 16 trata-se da rotação soja-milho, com 50% a mais da adubação recomendada. À direita, na mesma figura, apresenta-se a sumarização dos 16 tratamentos para apenas 10, na análise conjunta final com dados de diferentes anos e épocas de avaliação, com o objetivo de diluir o “efeito ano” ao agrupar tratamentos com sequências similares de culturas.

A área experimental, inicialmente, era cultivada com *B. ruziziensis*, que foi dessecada na segunda quinzena de setembro de 2012, para a semeadura da soja. Antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo para caracterização física e química. Além disso, a massa seca de cobertura de *B. ruziziensis* foi avaliada em agosto de 2012, coletando-se, aleatoriamente, 15 amostras de 0,5 m², que foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até massa constante, para aferição da massa seca.



TRATA-MENTO	ANO I	ANO II	ANO III	ANO IV
Sistemas	Verão 2012/2013	Verão 2013/2014	Verão 2014/2015	Out./Inv. 2015
1	Milho	Feijão	Milho	Feijão
2	Algodão	Feijão	Algodão	Feijão
3	Soja	Trigo	Soja	Trigo
4	Algodão	Trigo	Algodão	Trigo
5	Soja	Aveia	Soja	Aveia
6	Algodão	Aveia	Algodão	Aveia
7	Soja	Milheto	Soja	Milheto
8	Algodão	Milheto	Algodão	Milheto
9	Soja	Milho safrinha + braquiária	Soja	Milho safrinha + braquiária
10	Algodão	Milheto	Algodão	Milho safrinha + braquiária
11	Soja	Milho safrinha	Soja	Milho safrinha
12	Algodão	Milheto	Algodão	Milho safrinha
13	Algodão	Crotalária	Algodão	Crotalária
14	Milho	Crotalária	Milho	Crotalária
15	Soja	Milho safrinha	Soja	Milho safrinha
16	Soja + adub	Milho safrinha + adub	Soja + adub	Milho safrinha + adub

TRATAMENTOS	CULTURAS
1 / 2	Milho, Feijão, Algodão
3 / 4	Soja, Trigo, Algodão
5 / 6	Algodão, Aveia, Soja
7 / 8	Algodão, Soja, Milheto
13 / 14	Algodão, Milho, Crotalária
9	Soja, MS + B, Algodão, Sudão
11	Soja, MS, Algodão, Sudão
10	Algodão, MS + B, Milheto, Soja
12	Algodão, MS, Milheto, Soja
15	Soja, MS

Figura 1. Lista original de tratamentos (à esquerda) no ensaio de longa duração (2012–2015), localizado em Naviraí, MS.

Na Figura 2, encontram-se os dados de precipitação pluviométrica (mm), por decêndio, referente ao período de setembro de 2012 a junho de 2015, na área experimental (monitoramento local).

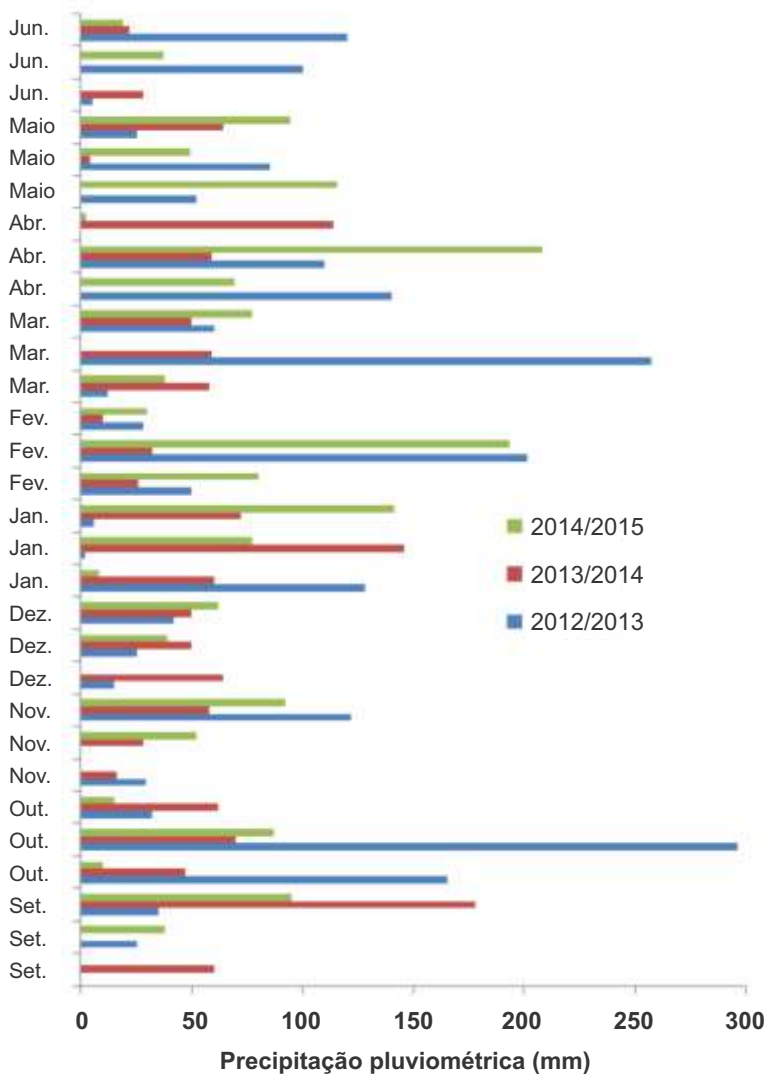


Figura 2. Precipitação pluviométrica (mm) decenal, registrada na área experimental no período de setembro de 2012 a junho de 2015.

A massa seca de cobertura, resultante da dessecação da forrageira (*B. ruziziensis*), presente na entressafra, foi avaliada por ocasião da dessecação pré-plantio da soja e do milho. Por ocasião da coleta de massa seca de cobertura, foram coletadas ainda 15 amostras de solo com 400 cm² x 5 cm de profundidade, com o objetivo de caracterizar o banco de sementes de plantas daninhas. As amostras foram acondicionadas em potes plásticos e levadas à casa de vegetação, onde foram homogeneizadas e mantidas úmidas para favorecer a emergência das plantas daninhas. A cada 20 dias, as plantas emergidas foram identificadas e eliminadas, sendo o solo revolvido, para promover novo ciclo de emergência. O processo foi repetido mais duas vezes, quando se considerou esgotado o banco de sementes de plantas daninhas.

O experimento consistiu no cultivo de soja, milho e algodão, cujas cultivares utilizadas constam na Tabela 1.

Tabela 1. Cultivares utilizadas para as diferentes espécies cultivadas no período de verão dos anos agrícolas de 2012 a 2015.

Espécie cultivada	2012/2013	2013/2014	2014/2015
Soja	BRS 360 RR	BMX Potência RR	BMX Potência RR
Milho	AS 155 PRO BR	AG 8088 PRO	DKB 390 PRO2
Algodão	DP 555 BGRR	FM 975 WS	FM 975 WS

Na safra de verão 2012/2013, as semeaduras da soja e do milho foram realizadas no dia 2 de outubro de 2012. Imediatamente após as semeaduras, foi feita aplicação de 3,0 L ha⁻¹ de paraquat (p.c. com 200 g L⁻¹), em ambas as culturas. Ainda visando ao controle de plantas daninhas, fez-se a aplicação dos herbicidas atrazina+nicosulfuron (3 L ha⁻¹ p.c. com 500 g L⁻¹ e 0,7 L ha⁻¹ do p.c. com 40 g L⁻¹). O algodoeiro foi semeado em 22 de novembro de 2012, após dessecação da área com paraquat (3,0 L ha⁻¹ do p.c. com 200 g L⁻¹).

Após a colheita das espécies cultivadas no período de verão fez-se a semeadura das espécies programadas para o período de outono-inverno, conforme o seguinte:

- Em 18 de fevereiro de 2013, feijão (pós milho/soja), milho, milho+B. *ruziziensis*, *Crotalaria ochroleuca* e milheto; em 17 de abril de 2013, feijão (pós algodão), milheto, trigo, aveia, e crotalária. A crotalária e o milheto sempre tiveram duas épocas de semeadura, pois havia tratamentos com cultivo dessas coberturas em sucessão à soja e ao algodão, cujas colheitas ocorreram em épocas distintas.
- Na safra de verão 2013/2014, as semeaduras da soja e do milho foram realizadas no dia 8 de outubro e a do algodoeiro em 14 de novembro de 2013. No outono-inverno de 2013, o feijão (pós milho), milho, milho + braquiária, milheto e crotalária foram semeados em 24 de fevereiro de 2014, enquanto o feijão (pós algodão), trigo, aveia, milheto, crotalária e capim-sudão (*Sorghum sudanense*) foram semeados em 14 de abril de 2014.
- Na safra de verão 2014/2015, a semeadura da soja e do milho foi realizada no dia 22 de outubro de 2014. A semeadura do algodoeiro foi realizada em 22 de novembro de 2014. Após a colheita das culturas de verão foi realizada a semeadura das espécies de outono-inverno: feijão com semeadura em 12 de fevereiro e 10 de abril de 2015, após milho e algodão, respectivamente; milho, milho + braquiária, crotalária e milheto também tiveram semeadura realizada em 12 de fevereiro de 2015. Em 10 de abril de 2015, também foram semeados trigo, aveia, milheto e crotalária, de acordo com os tratamentos.

As adubações foram embasadas em análises de solo, seguindo as recomendações técnicas oficiais para cada cultura.

As avaliações para estudo da dinâmica das plantas daninhas foram realizadas nas seguintes ocasiões:

- **Setembro/2012** – avaliação do banco de sementes inicial.
- **Março/2013** – fitossociologia completa e cobertura do solo por plantas daninhas.
- **Setembro/2013** – fitossociologia completa.
- **Dezembro/2013** – número de espécies daninhas e percentagem de infestação.
- **Março/2014** – número de espécies daninhas e percentagem de infestação.
- **Setembro/2014** - número de espécies daninhas e percentagem de infestação.
- **Dezembro/2014** – avaliação do banco de sementes final.

Os dados foram processados de maneira conjugada ou individualizados por avaliação, conforme mais adequado para demonstrar o impacto dos sistemas de cultivo sobre a ocorrência de plantas daninhas. Nas análises combinadas, considerou-se o padrão de ocorrência de plantas daninhas ao longo do ano.

As caracterizações fitossociológicas das plantas daninhas, em 2013, foram feitas ao se amostrar três pontos por parcela do experimento (12 pontos por tratamento em cada época de avaliação). Em cada ponto, todas as plântulas e plantas emergidas foram identificadas, coletadas e armazenadas por espécie, e secas em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C, para posterior determinação da massa seca.

Foram apresentados em histogramas o número de plantas ($n^{\circ} m^{-2}$) e a massa seca total ($g m^{-2}$) da comunidade infestante nos diferentes tratamentos, com os respectivos erros-padrão amostrais. Para cada espécie, foram estimadas a densidade (número de indivíduos por área), a frequência (distribuição espacial da espécie) e a dominância (capacidade de acumular massa por área), que foram utilizados para obtenção do índice de valor de importância de cada espécie, em cada área, segundo Barbour et al. (1998), como segue:

$$rDe = \frac{I}{TI} \cdot 100$$

$$rDo = \frac{DM}{TDM} \cdot 100$$

$$rFr = \frac{Q}{TQ} \cdot 100$$

$$VI = \frac{rDe + rFr + rDo}{3}$$

onde rDe = densidade relativa (%); rFr = frequência relativa (%); rDo = dominância relativa (%); $I.V.$ = valor de importância (%); I = número de indivíduos da espécie x na área r ; TI = número total de indivíduos na área r ; Q = número de amostras avaliadas na área r onde a espécie x está presente; TQ = número total de amostras na área r ; DM = massa seca dos indivíduos da espécie x na área r ; TDM = massa seca total das plantas daninhas na área r .

O valor de importância (VI) 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, sendo o parâmetro adotado no presente estudo.

Posteriormente, as áreas foram comparadas entre si pelo coeficiente binário assimétrico de similaridade de Jaccard. Com base nos coeficientes de Jaccard, foi elaborada a matriz de similaridade, e a partir desta foi obtida a matriz de dissimilaridade (1-similaridade), como segue:

$$J = \frac{c}{a+b-c}$$

$$Di = 1 - J$$

onde J = coeficiente de similaridade de Jaccard; a = número de espécies na área "a"; b = número de espécies na área "b"; c = número de espécies comuns às áreas "a" e "b"; e Di = dissimilaridade.

A análise multivariada de agrupamento hierárquico foi efetuada a partir da matriz de dissimilaridade, pelo método UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) (SNEATH; SOKAL, 1973). O nível crítico para separação dos grupos na análise de agrupamento foi baseado na média aritmética das similaridades na matriz original de Jaccard (BARBOUR et al., 1998), desconsiderando os pontos de cruzamento entre as mesmas áreas na matriz. A validação dos grupos foi feita pelo coeficiente de correlação cofenética (SOKAL; ROHLF, 1962), obtido por correlação linear de Pearson entre a matriz original de dissimilaridade e a matriz cofenética. Os coeficientes de diversidade e similaridade, bem como a análise de agrupamento (Cluster), foram obtidos no ambiente estatístico R.

Realizou-se análise de contrastes com os dados conjugados de diversas avaliações (de 2013 e 2014), comparando-se a ocorrência das espécies daninhas, em função das diferentes opções de inverno, contra a média dos demais cultivos, destacando-se ainda os sistemas tradicionais da região, contra as demais opções de sucessão de culturas avaliadas.

Todas as fórmulas e procedimentos seguiram o preconizado por Barbour et al. (1998) para análises sin ecológicas e autecológicas, e Steel e Torrie (1980) para as análises embasadas em estatística experimental tradicional.

Resultados

Biomassa inicial na superfície do solo

A massa seca inicial na superfície do solo, antes da instalação do experimento (Figura 3), variou entre 2.238,4 e 8.152,0 kg ha⁻¹, com média de 4.351,6 kg ha⁻¹. Em áreas com cobertura similar por esta espécie, seria de se esperar mais consistências médias entre 3.500 e 5.200 kg ha⁻¹ de massa seca de braquiária, em função do intervalo de confiança da média.

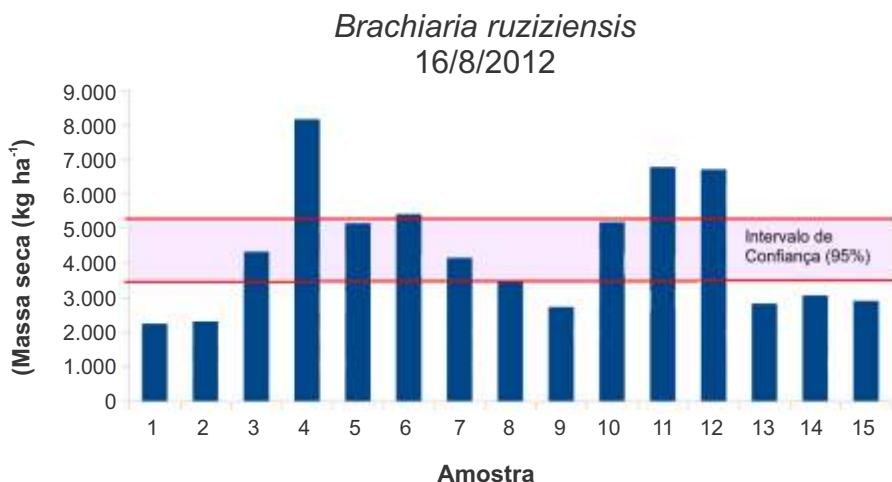


Figura 3. Massa seca de cobertura inicial da área, avaliada próximo à dessecação pré-plantio das culturas de soja e milho. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS, 16 de agosto de 2012⁽¹⁾.

⁽¹⁾ É fornecido o intervalo de confiança da média.

Dinâmica de plantas daninhas

Banco de sementes de plantas daninhas

Os resultados do levantamento inicial da ocorrência de plantas daninhas no banco de sementes da área experimental, antes do início do experimento, encontram-se na Tabela 2. No total das 15 amostras avaliadas, média das duas aferições espaçadas em 20 dias, foram

encontradas somente três espécies daninhas. A área utilizada no experimento esteve submetida ao cultivo e pastejo de forrageiras por vários anos antes da instalação do experimento, o que pode ter tornado o banco de sementes de plantas daninhas da área dormente ou exaurido.

Tabela 2. Infestação de plantas daninhas observada na análise inicial do banco de sementes da área experimental.

Espécie daninha	Densidade (n° m ⁻²) ⁽¹⁾	Severidade como infestante ⁽²⁾
<i>Brachiaria ruziziensis</i>	14,1	Baixa
<i>Portulaca pilosa</i>	1,56	Baixa
<i>Richardia brasiliensis</i>	1,56	Alta
Classificação do banco de sementes:		Pequeno, dormente ou exaurido

⁽¹⁾Esta densidade refere-se à ponderação do número total de exemplares encontrados em função da área total dos potes (16 cm² x 400 cm²); ⁽²⁾a severidade como infestante é uma classificação genérica daquela espécie como planta daninha, não refletindo o que foi encontrado na área (que apresentava baixa infestação).

O banco de sementes de plantas daninhas da área foi considerado inicialmente como dormente, pequeno ou exaurido, em função do pequeno número de plantas emergidas após 40 dias de avaliação (Tabela 2). Durante o decorrer do experimento, no entanto, o nível de ocorrência de plantas daninhas possibilitou classificar o banco de sementes inicial como sendo dormente/quiescente, pois ao se fornecer condições para o desenvolvimento das plantas cultivadas, juntamente aos distúrbios causados nas operações de plantio, colheita e demais tratamentos culturais, também foram observadas diversas espécies de plantas daninhas nos diferentes tratamentos.

A análise estatística evidenciou diferenças significativas entre os tratamentos infestados por plantas daninhas. Os índices de cobertura por espécies infestantes, nos sistemas de cultivos rotacionados (Figura 4), foram mais significativos nos tratamentos 1; 7; 9; 11; 14; 15 e 16. Os demais, com exceção do 3 e 5, que apresentaram menor significância, foram todos iguais (análises não mostradas).

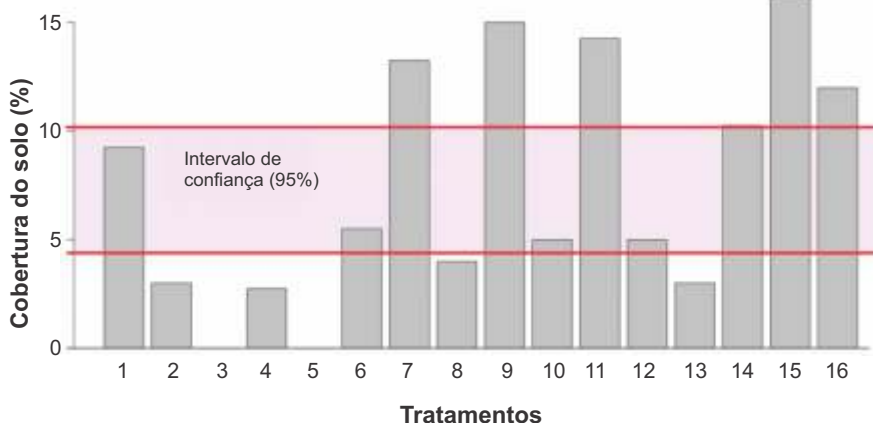


Figura 4. Cobertura do solo (%) por espécies daninhas presentes em diferentes sistemas de rotação de culturas em Naviraí, MS, avaliados em 26 de março de 2013⁽¹⁾.

⁽¹⁾ É fornecido o intervalo de confiança da média geral dos tratamentos.

De modo geral, observou-se que os tratamentos com soja no verão e com trigo e aveia no outono/inverno propiciaram menor cobertura por plantas daninhas, o que corrobora os resultados de Pereira (2001). A cultura da soja e as possíveis substâncias alelopáticas presentes no trigo e aveia inibiram significativamente o desenvolvimento de plantas daninhas (Figura 4). A cobertura do solo por plantas daninhas, em março de 2013 (pós-colheita dos cultivos de verão, exceto algodão), ficou entre 4% e 10% (Figura 4), o que pode ser considerado baixo, corroborando com os dados iniciais de um banco de sementes de plantas daninhas em estado dormente/quiescente (Tabela 2).

A Figura 5 define três grupos de tratamentos, de acordo com o tipo de espécies infestantes presentes nos sistemas de rotação: o primeiro grupo é formado pelos tratamentos 1, 7, 9, 11, 14, 15 e 16; o segundo por 2 e 8, e o terceiro por 4, 6, 10, 12 e 13. Necessita-se, no entanto, de coleta de mais dados para que observações referentes aos distintos sistemas de cultivo possam ser feitas, visando identificar fatores nos diferentes tratamentos responsáveis pela seleção de determinadas espécies daninhas.

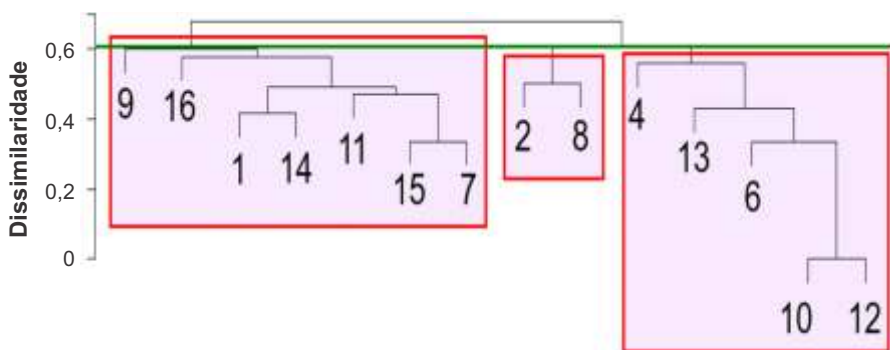


Figura 5. Análise de agrupamento por dissimilaridade pelo método UPGMA, com base nos coeficientes binários de Jaccard, em função de utilização de distintos cultivos⁽¹⁾.

⁽¹⁾Linha verde indica ponto de corte para formação dos grupos.

Resultados fitossociológicos

Nas Figuras 6 e 7 são apresentados os dados de Valor de Importância (VI) das plantas daninhas, nas avaliações fitossociológicas de 2013, realizadas pós-colheita da safra de verão (março) e da mesma análise repetida por ocasião da pré-dessecação, para implantação do cultivo de verão subsequente (setembro de 2013). Salienta-se que as plantas daninhas em cada área foram aquelas que apresentaram os maiores Valores de Importância.

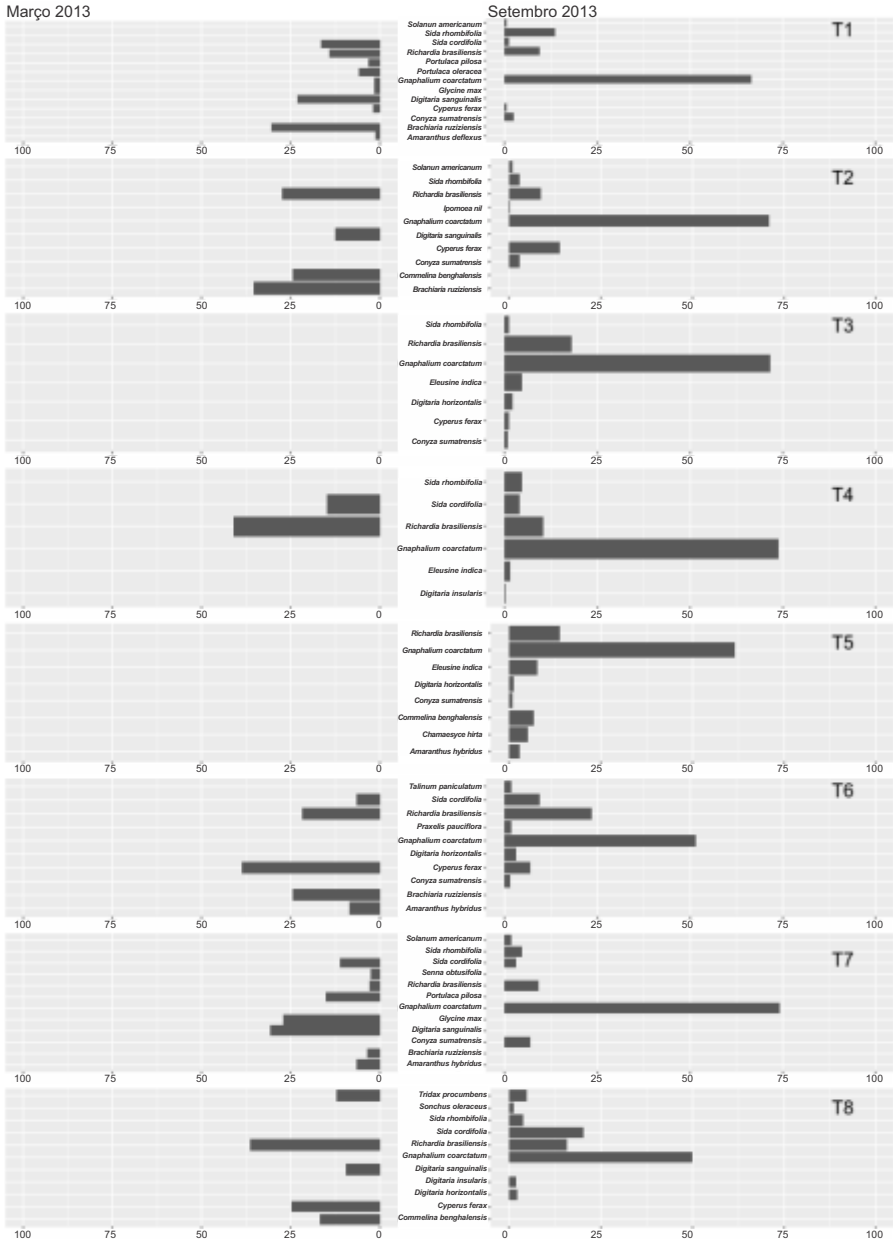


Figura 6. Valor de importância (VI - %) de plantas daninhas em função do tratamento (T1 – T8) e época do ano: (A) avaliação realizada em 26/3/2013; (B) avaliação realizada em 17/9/2013⁽¹⁾.

⁽¹⁾Culturas presentes nas áreas em cada avaliação encontram-se listadas na Figura 1.

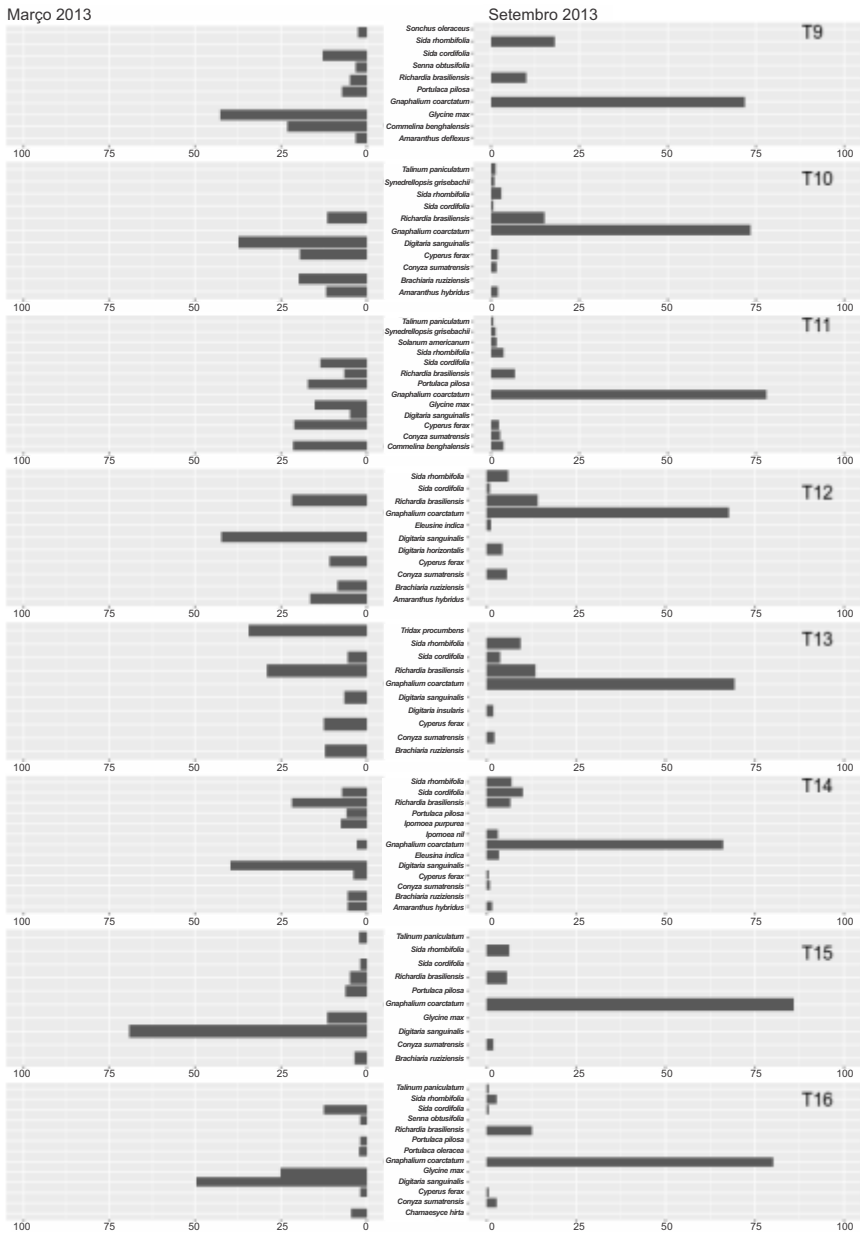


Figura 7. Valor de importância (VI - %) de plantas daninhas em função do tratamento (T9 - T16) e época do ano: (A) avaliação realizada em 26/3/2013; (B) avaliação realizada em 17/9/2013⁽¹⁾.

⁽¹⁾Culturas presentes nas áreas em cada avaliação encontram-se listadas na Figura 1.

Em termos gerais, na avaliação final da safra de verão 2012/2013 [março de 2013, Figuras 6(A) e 7(A)], as principais plantas daninhas constatadas nas áreas foram caruru (*Amaranthus hybridus*), braquiária voluntária (*B. ruziziensis*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), ciperáceas (*Cyperus* spp.), capim-colchão (*Digitaria sanguinalis*), poaia-branca (*Richardia brasiliensis*), guanxuma (*Sida* spp) e erva-de-touro (*Tridax procumbens*). Em algumas parcelas foram constatadas, ainda, a existência de plantas voluntárias de soja, que, no entanto, foram controladas sem problemas, por ocasião da dessecação pré-plantio da cultura de safrinha.

A avaliação realizada por ocasião do início da safra 2013/2014 [setembro de 2013, Figuras 6(B) e 7(B)] indicou que, nesta fase, a planta daninha mais importante nos sistemas de rotação foi a macela (*Gnaphalium coarctatum*), sendo a poaia-branca a segunda mais importante e as guanxumas selecionadas em determinados tratamentos (Figuras 6 e 7).

Ao final da safra de verão (2012/2013) as plantas daninhas infestantes mais características deste período foram o caruru, braquiária voluntária, trapoeraba, ciperáceas, capim-colchão e erva-de-touro. A maior presença de plantas daninhas na safra de verão requer maiores cuidados, pois sua incidência na área gera competitividade com a cultura de interesse econômico. Melhorar o controle de plantas daninhas no verão, como a poaia-branca e a guanxuma, podem trazer benefícios posteriores, tal como diminuir o seu banco de sementes no solo, minimizando sua infestação no início da safra.

Constatou-se maior presença de plantas daninhas nas áreas onde se encontrava a cultura do milho (42 plantas m⁻²), quando comparada com soja e algodão (27 e 22 plantas m⁻², respectivamente) (Figura 8), onde as duas culturas não se diferenciaram. O maior número de plantas daninhas na área com a cultura do milho se atribui às características da cultura, que tem uma menor cobertura do solo em relação às demais; a partir do momento em que esta cultura vai atingindo a maturação fisiológica, aumenta a incidência de luz e o estabelecimento de plantas daninhas. Para os resultados de massa seca da comunidade infestante,

estatisticamente não houve diferença entre as culturas, como indicam os erros-padrão amostrais. As plantas daninhas acumularam 22 g m⁻² de massa seca no milho e 20 g m⁻² na soja (Figura 8).

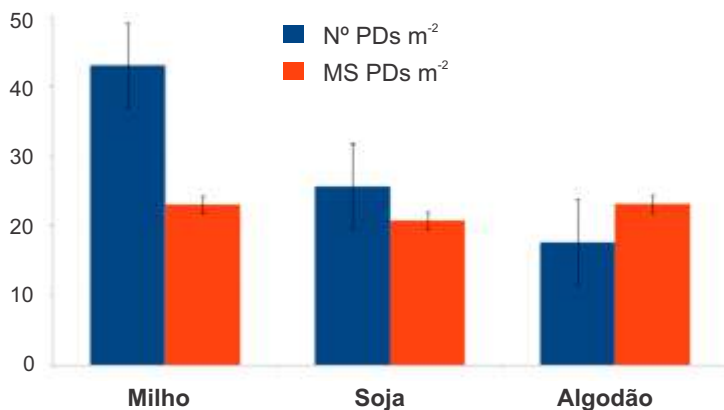


Figura 8. Números e massa seca de plantas daninhas por m², presentes na cultura do milho, soja e algodão ao final da primeira safra de verão (março de 2013)⁽¹⁾.

⁽¹⁾Erros-padrão a 5% são fornecidos sobre as barras.

Na Figura 9 encontra-se o resultado obtido a partir da análise multivariada de agrupamento com base nas espécies daninhas ocorrentes, e na Figura 10 apresenta-se o agrupamento com base no nível de infestação dos tratamentos.

Observa-se que não houve formação de agrupamentos nem diferença significativa, estatisticamente, quando o agrupamento foi feito com base nas espécies daninhas ocorrentes (Figura 9). Com esse resultado pode-se verificar que não houve diferença nas composições das comunidades infestantes, em função da cultura de verão presente (algodão, milho ou soja). O agrupamento quanto ao nível de infestação (Figura 10), embora significativo, não reuniu tratamentos com a mesma cultura, indicando que o nível de infestação também independe da cultura de verão, sendo comandado por outros fatores não identificados na presente análise.

AGRUPAMENTO POR ESPÉCIES DANINHAS

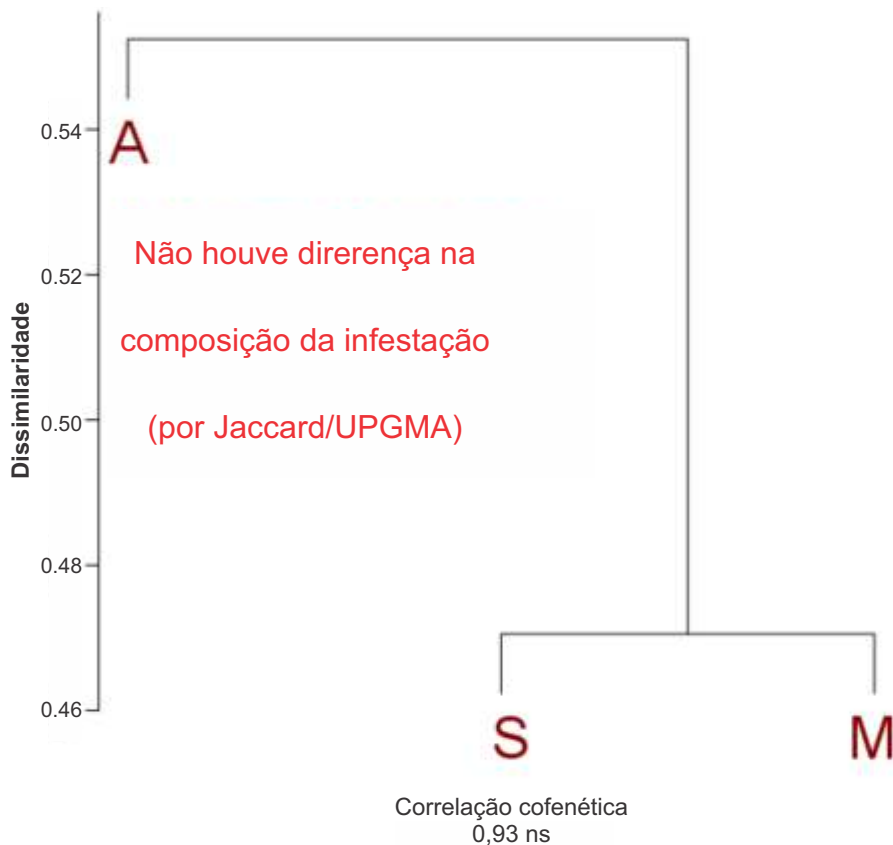


Figura 9. Análise multivariada de agrupamento pelo método UPGMA com base no inverso dos coeficientes de similaridade de Jaccard (1-Jaccard), sendo: algodão (A), soja (S) e milho (M).

AGRUPAMENTO POR NÍVEL DE INFESTAÇÃO

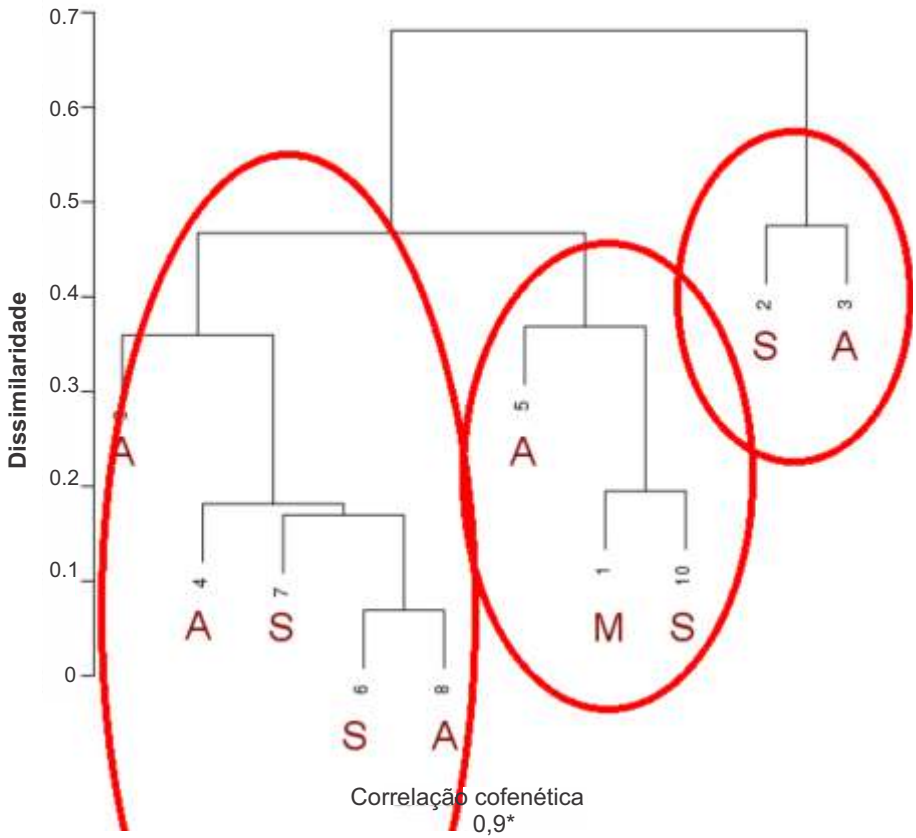


Figura 10. Análise de agrupamento por nível de infestação, sendo: algodão (A), soja (S) e milho (M).

Entende-se que no primeiro ano de cultivo essas culturas de verão não influenciaram a composição das comunidades infestantes ou o seu nível de ocorrência. Ou seja, as plantas daninhas encontradas na primeira safra são as mesmas para as três culturas de verão utilizadas, e em níveis equivalentes de ocorrência.

Com isso, pode-se afirmar que as culturas de verão inseridas nos sistemas não apresentam diferença na inibição cultural do nível de infestação das plantas daninhas ou de sua composição. Sendo assim, os dados das avaliações de plantas daninhas que consideram o efeito das culturas de inverno são essenciais para identificar o sistema de produção com menor ocorrência de plantas daninhas.

Para possibilitar uma macroanálise dos resultados do experimento, diversas avaliações, de diferentes épocas (2012 a 2014), foram conjugadas em uma análise estatística combinada. Similarmente, tratamentos com sequência idêntica de culturas também foram agrupados para diluir o efeito das condições ambientais específicas do ano agrícola sobre os resultados de ocorrência de plantas daninhas (Figura 1, lista direita).

A ocorrência de plantas daninhas foi diretamente influenciada pela cultura de inverno implantada. O sistema de produção que se destacou foi: *Algodão* → *Milho+braquiária* → *Milheto* → *Soja*, com os menores índices apresentados, significativamente diferentes dos outros tratamentos (Figura 11).

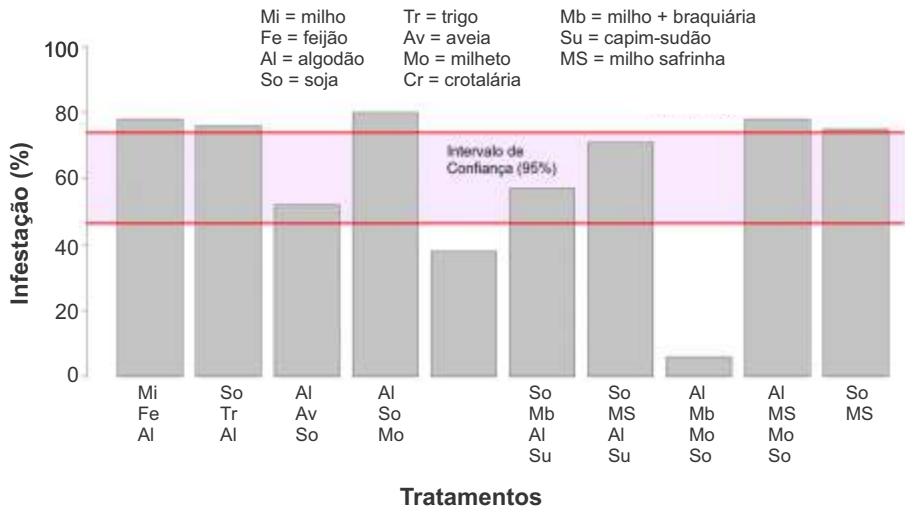


Figura 11. Porcentagens de infestação (em termos de área coberta) de plantas daninhas em sistemas de rotação de culturas, em Naviraí, MS, setembro de 2014⁽¹⁾.

⁽¹⁾ É fornecido o intervalo de confiança da média geral dos tratamentos.

Outros dois sistemas que merecem destaque foram *Algodão → Milho → Crotalária*, com 39% de infestação, e *Algodão → Aveia → Soja*, com 53% de infestação, evidenciando que a crotalária e a aveia são boas opções para serem inseridas nos sistemas de produção, por reduzirem a infestação de plantas daninhas. A palhada dessas culturas forma uma barreira física que dificulta a germinação das plantas daninhas, o que é complementado por possíveis efeitos alelopáticos conhecidos. As culturas de verão (milho, algodão, soja), cultivadas isoladamente e sem opção de inverno, ou então seguidas por milheto, são problemáticas para a ocorrência de plantas daninhas (Figuras 11 e 12).

Na Figura 12 são apresentados comparativos por análise de contrastes (a 5% de probabilidade) entre coberturas de inverno específicas contra as demais coberturas; entre culturas e coberturas de inverno; e entre sistemas que incluem a tradicional sucessão soja/milho safrinha contra os demais sistemas estudados.

Análise de contrastes

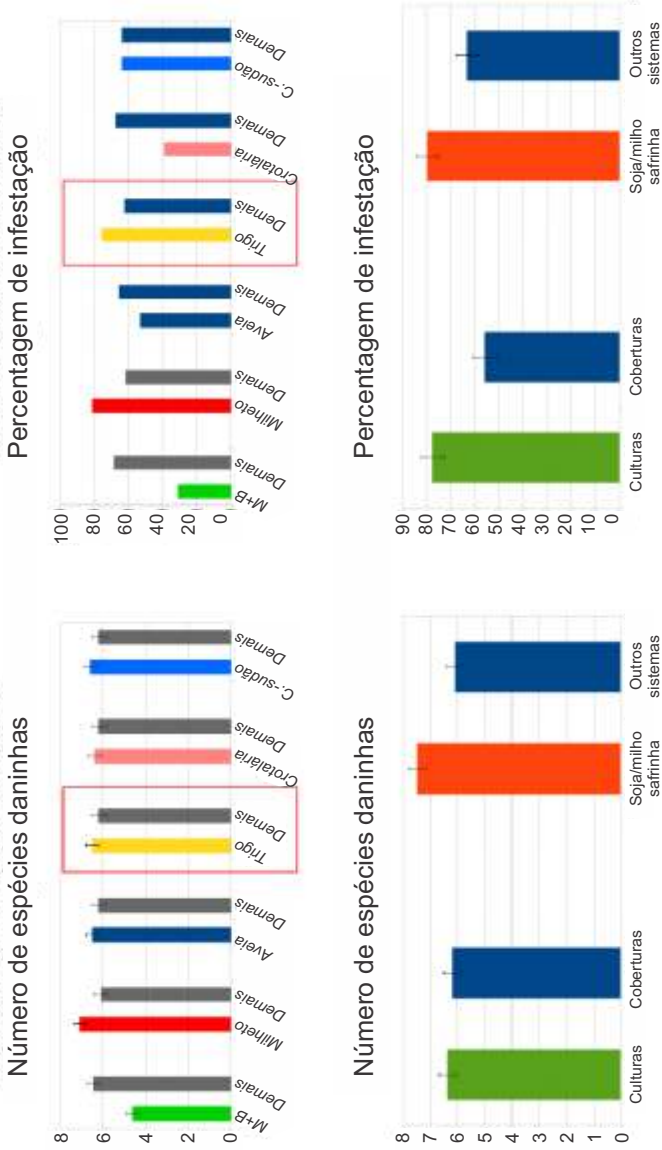


Figura 12. Comparativo por contrastes ortogonais entre coberturas de inverno específicas contra os demais tratamentos, entre culturas e coberturas de inverno, e entre sistemas que incluem a tradicional sucessão soja/milho safrinha contra os demais sistemas estudados; dados conjugados de 2012 a 2014, em Naviraí, MS⁽¹⁾.

⁽¹⁾Erros-padrão sobre as barras, a 5% de probabilidade.

O mau desempenho do trigo como supressor de plantas daninhas (Figura 12) foi atribuído à fitotoxicidade a esta cultura, advinda de uma aplicação equivocada de herbicida (sintomas visuais bastante evidentes na espécie), o que prejudicou seu potencial competitivo contra as plantas daninhas. A cultura do trigo apresenta, em condições usuais, potencial inibidor de plantas daninhas igual ou superior ao observado para a aveia, segundo dados de outras pesquisas.

Os resíduos vegetais deixados pelas culturas de inverno sobre o solo afetam diretamente a temperatura, o teor de umidade e a incidência de luz. Esses atributos são as principais variáveis para o controle da dormência e da germinação das sementes das plantas daninhas, podendo influenciar nas diversas fases do seu desenvolvimento.

Nos sistemas de produção em que o manejo tem por objetivo a formação de maior aporte de matéria depositada sobre o solo, esse material deixado pelas culturas antecessoras é responsável por reduzir a ocorrência de plantas espontâneas ao restringir o seu acesso à luz. O resíduo deixado por cada cultura ao final do ciclo é ilustrado na Figura 13.

A rotação de culturas, o cultivo de espécies de cobertura e os resíduos vegetais sobre a superfície do solo influenciam a incidência e o crescimento de plantas daninhas (NICHOLS et al., 2015). Além disso, a estrutura da comunidade de plantas daninhas, assim como o seu potencial de interferência, é função do tempo em que o solo permanece descoberto (CORDEAU et al., 2017). Portanto, os sistemas envolvendo algodoeiro, na região de Naviraí, MS, devem proporcionar alta deposição de palha, considerando a longa duração nos períodos de entressafra.

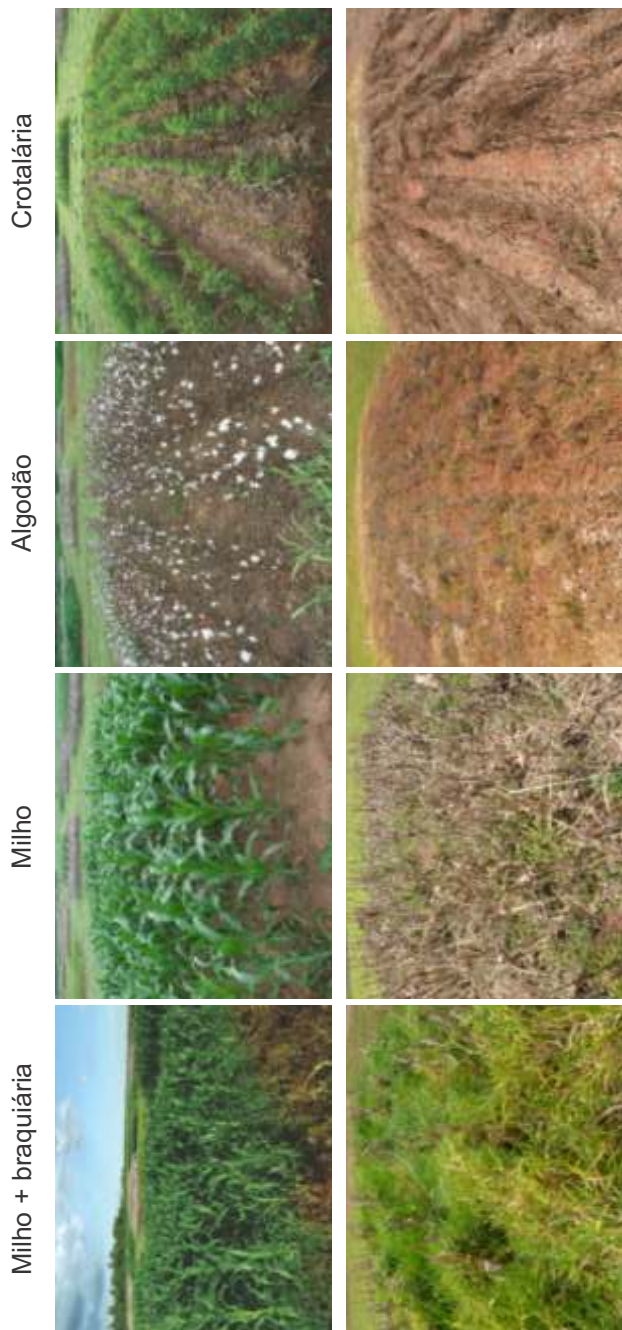


Figura 13. Cobertura vegetal presente em diferentes culturas durante o ciclo de cultivo (acima) e ao final do ciclo (abaixo).

Conclusões

As culturas de milho, soja e algodão apresentam níveis de infestação equivalentes em áreas equivalentes. A análise multivariada por nível de infestação também não indicou maior infestação em determinada cultura de verão, e a análise multivariada por composição de infestação mostrou que as espécies que ocorreram em cada cultivo não diferem. Logo, as culturas de verão (soja, milho, algodão) não afetam significativamente o nível ou a composição da infestação por si só, mas sim como consequência do sistema de produção no qual estão inseridos. O que importa para a infestação é o manejo no inverno (safrinha, segunda safra, entressafra).

Aveia, crotalária, trigo e braquiária (consorciada com milho ou solteira) mostraram-se como as opções de inverno mais capazes de inibir a ocorrência de plantas daninhas nos sistemas de produção avaliados.

Sistemas de rotação de culturas envolvendo o algodoeiro cultivado em safras alternadas (dentro de um sistema de rotação e sucessão) apresentam vantagens sobre os demais, apesar das restrições de clima ocorridas durante o período analisado.

Referências

BARBOUR, M. G.; BURK, J. H.; PITTS, W. D.; GILLIAM, F. S.; SCHWARTZ, M. W. **Terrestrial plant ecology**. Menlo Park: Benjamin/Cummings, 1998. 688 p.

CASTRO, G. S. A.; NEGRISOLI, E.; PERIM, L.; CRUSCIOL, C. A. C. Rotação adequada. **Cultivar**: grandes culturas, ano 15, n. 171, p. 12-14, ago. 2013.

CORDEAU, S.; SMITH, R. G.; GALLANDT, E. R.; BROWN, B.; SALON, P.; DI TOMMASO, A.; RYAN, M. R. Timing of tillage as a driver of weed communities. **Weed Science**, v. 65, n. 4, p. 504–514, July/Aug. 2017.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M. da; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 52 p. (Embrapa Soja. Documentos, 327).

GONÇALVES, L. S.; SARAIVA, O. F.; FRANCHINI, J. C.; TORRES, E. **Decomposição de resíduos de milho e soja em função do tempo e do manejo**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 18 p. (Embrapa Soja. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 3).

HERNANI, L. C.; SALTON, J. C. Manejo e conservação do solo. In: ALGODÃO: tecnologia de produção. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. p. 76-102.

HIRAKURI, M. H.; DEBIASI, H.; PROCÓPIO, S de O.; FRANCHINI, J. C.; CASTRO, D. de. **Sistemas de produção**: conceitos e definições no contexto agrícola. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 24 p. (Embrapa Soja. Documentos, 335).

NICHOLS, V.; VERHULST, N.; COX, R.; GOVAERTS, B. Weed dynamics and conservation agriculture principles: a review. **Field Crops Research**, v. 183, p. 56-68, Nov. 2015.

PEREIRA, F. A. R. **Efeitos de sistemas de cultivo sobre as populações de plantas daninhas, em condições de cerrado**. 2001. 77 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

SNEATH, P. H.; SOKAL, R. R. **Numerical taxonomy**: the principles and practice of numerical classification. San Francisco: W. H. Freeman, 1973. 573 p.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, v. 11, n. 2, p. 33-40, Feb. 1962.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures in statistics**. New York: McGraw-Hill, 1980. 633 p.

Embrapa

Agropecuária Oeste

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



CGPE 14282