

ROTAÇÃO DE CULTURAS E PREPARO DO SOLO SOBRE O BANCO DE SEMENTES DE PLANTAS DANINHAS EM TERRAS BAIXAS**CROP ROTATION AND TILLAGE EFFECT ON THE WEED SEED BANK IN LOWLANDS**Francisco de Assis Pujol Goulart^{a*}, Matheus Bastos Martins^a, Maicon Fernando Schmitz^a, Dirceu Agostinetto^b, André Andres^c^aPrograma de Pós-Graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. ^bDepartamento de Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. ^cEmbrapa Clima Temperado - Estação Experimental Terras Baixas, Rio Grande do Sul, Brasil.

*Autor correspondente: franciscogoulart91@gmail.com.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO**Histórico do artigo:**

Recebido: 24 Julho 2019.

Aceito: 08 Abril 2020.

Publicado: 13 Abril 2020.

Palavras-chave/Keywords:

Capim-arroz/ Barnyardgrass.

Papuã/ Alexandergrass.

Monocultivo/ Monoculture.

Semeadura direta/ No-till.

Financiamento:

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

Direito Autoral: Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons, que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor e a fonte originais sejam creditados.**Citação deste artigo:**GOULART, F. A. P.; MARTINS, M. B.; SCHMITZ, M. F.; AGOSTINETTO, D.; ANDRES, A. Rotação de culturas e preparo do solo sobre o banco de sementes de plantas daninhas em terras baixas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 18, n. 4, 2019.**RESUMO**

No monocultivo de arroz, as espécies daninhas mais adaptadas a este sistema de produção aparecem em maior incidência na área. A rotação de culturas pode ser uma alternativa para auxiliar na redução do banco de sementes de plantas daninhas. Nesse sentido o objetivo do trabalho foi avaliar a dinâmica do banco de sementes de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) e papuã (*Urochloa plantaginea*) em terras baixas, em combinações de rotação de culturas e do manejo de solo. Foram utilizadas as culturas de arroz, soja e sorgo, sob o manejo de preparo do solo convencional e sistema de semeadura direta, cultivado em faixas. Foi avaliado o banco de sementes de capim-arroz e papuã após dois anos de cultivo, na camada de 0-5 e 5-10 cm de profundidade. A densidade do banco de sementes de capim-arroz e papuã foi superior no monocultivo de sorgo em relação ao cultivo de arroz. Não houve diferença do banco de sementes de plantas daninhas entre diferentes camadas de solo, exceto para o papuã no monocultivo de sorgo. O monocultivo de sorgo, sem aplicação de herbicidas em pós-emergência, em terras baixas incrementa o banco de sementes de capim-arroz e papuã.

ABSTRACT

On the rice crop, weed species more adapted to the production system appear in greater incidence in the area, thus, crop rotation can be an alternative to help reduce the weed seed bank. In this sense, the objective of this work was to evaluate the dynamics of the barnyardgrass (*Echinochloa* spp.) and alexandergrass (*Urochloa plantaginea*) seed banks in lowlands, in response to crop rotation and soil management. Rice, soybean and sorghum crops were used under conventional tillage and no-till system, cultivated in strips. Barnyardgrass and alexandergrass seed banks were evaluated after two years of cultivation, in the top 0-5 and 5-10 cm layers of soil. Barnyardgrass and alexandergrass seed bank densities were higher in continuous sorghum cultivation compared to rice cultivation. There was no difference of the seed bank between different soil layers, except for alexandergrass in continuous sorghum cultivation. The continuous sorghum cultivation in lowlands, without the use of a post-emergence herbicide, increases barnyardgrass and alexandergrass seed bank.

1. Introdução

O banco de sementes é definido como às reservas de sementes viáveis no solo, potencialmente capazes de repor plantas adultas, tanto anuais quanto perenes, que senescem por motivos diversos, sendo a principal fonte de reinfestação de plantas daninhas em culturas agrícolas (RADOSEVICH et al., 2007). A dinâmica do banco de sementes está relacionada à entrada e saída de sementes no solo. O reabastecimento do banco depende da dispersão de áreas circunvizinhas (imigração) e da chuva de sementes, oriunda de plantas estabelecidas na área. Enquanto que, a redução deste banco, ocorre pela germinação, senescência/deterioração, predação das sementes e dispersão (emigração) (SINGH; BHULLAR; CHAUHAN, 2015). Assim, é fundamental conhecer o banco de sementes, de forma a prever os níveis de infestações e escolher a melhor estratégia para amenizar os danos oriundos pela presença de plantas daninhas (CHAUHAN, 2012).

Dessa forma, o banco de sementes é a base para o desenvolvimento de programas de manejo integrado de plantas daninhas, visando integrar ao controle químico, os métodos culturais, físicos, mecânicos e biológicos (BAJWA, 2014). Várias práticas agrônômicas se caracterizam como métodos de controle cultural, influenciando diretamente a dinâmica do banco de sementes no solo, com destaque para a rotação de culturas (HOSSEINI et al., 2014) e preparo do solo (HUANG; GRUBER; CLAUPEIN, 2018), os quais, isolados ou associados ao uso de herbicidas, podem ser utilizados como estratégias adicionais de controle, visando limitar o reabastecimento do banco de sementes (KLEEMANN; PRESTON; GILL, 2016).

Visando a associação entre os métodos culturais e químico, a rotação de culturas oferece vantagens em relação ao monocultivo, a rotação de mecanismos de ação de herbicidas, a época de semeadura e o tipo de manejo do solo utilizado (SIMARD; ROUANE; LEROUX, 2011). Isto altera a dinâmica, composição e diversidade da comunidade infestante, onde o crescimento populacional de uma espécie em questão tende a ser favorecido em sistemas de cultivo idênticos e contínuos ao longo das gerações (FORTE et al., 2018).

O monocultivo tende a favorecer determinadas espécies, especialmente aquelas que apresentem características morfofisiológicas similares a cultura (KOOCHKEI et al., 2009). Andres et al. (2001) avaliando o banco de sementes de arroz-daninho no decorrer de três anos, verificaram que o banco de sementes foi superior no cultivo contínuo de arroz irrigado em relação à rotação de culturas com milho, soja e sorgo, independente da sequência de culturas adotada em rotação. Dessa forma, a rotação de culturas é uma alternativa para a redução do banco de sementes de plantas daninhas no solo, podendo ser utilizada em diferentes condições de manejo (AGOSTINETTO et al., 2001), reduzindo a densidade de sementes no banco de sementes do solo e aumentando a diversidade de plantas em

comparação ao cultivo de uma única espécie ao longo do tempo (LIEBMAN; DYCK, 1993).

Concomitantemente, o preparo do solo é fator determinante na densidade e diversidade de sementes do banco, alterando principalmente a distribuição vertical das sementes ao longo do perfil do solo. Sistemas de cultivo conservacionistas, que prezam pelo mínimo distúrbio do solo, estão se expandindo em várias partes do mundo. No entanto, esses sistemas somente são possíveis, devido à disponibilidade de herbicidas não seletivos e eficientes, pois esses produtos químicos tornam o preparo do solo desnecessário para fins de manejo de plantas daninhas. Alguns trabalhos relatam que a ausência de revolvimento do solo acarretam no acréscimo de até cinco vezes no número total de sementes de capim-arroz na camada superficial do solo (0-5 cm), em relação ao sistema convencional de preparo do solo (MISHRA; SINGH, 2012). Por outro lado, não foram identificadas alterações na densidade do banco de sementes do solo de *Cyperus iria*, em função do preparo do solo, em até 20 cm de profundidade (MISHRA; SINGH, 2012).

Pouca importância é dada para esgotar/reduzir a densidade do banco de sementes do solo. Aliado a isso, resultados divergentes são encontrados na literatura e sugerem a necessidade de pesquisas para quantificar os efeitos do sistema de semeadura direta sobre a persistência de sementes de plantas daninhas em sistemas baseados no cultivo de arroz irrigado e associados à rotação de culturas. A hipótese deste estudo é que a rotação de culturas em terras baixas reduz o banco de sementes de plantas daninhas no solo e a ausência de preparo do solo acarreta no acúmulo das sementes sobre a camada superficial do solo. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a dinâmica do banco de sementes viáveis de capim-arroz (*Echinochloa* spp.) e papua (*Urochloa plantaginea*) em terras baixas, com uso da rotação de culturas e na presença ou ausência de preparo do solo.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido a campo, durante as safras de 2015/16; 2016/17 e 2017/18. O solo foi classificado como Planossolo Háplico (EMBRAPA, 2013). Foram utilizadas as culturas de arroz, soja e sorgo, sob o manejo de preparo do solo convencional (SC) e sistema de semeadura direta (SSD) e cultivado em faixas (Tabela 1). Cada parcela apresentou dimensões de 12,5 x 20 m, totalizando 250 m². Neste estudo, as medições foram efetuadas com quatro repetições amostrais dentro de cada parcela. Ressalta-se que o desenho experimental inicial incluía todas as possíveis combinações entre os fatores culturas e manejo de solo, no entanto, por motivos técnicos durante a condução do estudo, parte dos tratamentos foram descartados.

Tabela 1. Tratamentos com seus respectivos manejos de preparo de solo e rotação de culturas. 2019.

Tratamento	Manejo	2015/16	2016/17	2017/18
1	Direto	Sorgo	Sorgo	Sorgo
2	Direto	Arroz	Arroz	Arroz
3	Direto	Sorgo	Soja	Sorgo
4	Convencional	Soja	Soja	Soja
5	Convencional	Arroz	Arroz	Arroz
6	Convencional	Soja	Sorgo	Soja

A área possui o histórico de cultivo de dois anos consecutivos com arroz irrigado (BRS Sinuelo CL e Puitá INTA CL), nas safras 2013/14 e 2014/15, respectivamente, antes do estabelecimento do experimento. Nestas duas safras foi adotado o sistema convencional, com preparo realizado através de duas gradagens, com posterior nivelamento da área.

A semeadura de todas as culturas foi realizada no mês de novembro, em todos os anos. O espaçamento entre linhas de 0,5 m foi adotado para soja e sorgo, onde a densidade de semeadura para a cultivar de soja DM 6li59 RSF IPRO foi de 36 plantas por m², e para a cultivar de sorgo BRS 802 foi 44 sementes por m². O arroz foi semeado com espaçamento entre linhas de 0,17 m, na densidade de 100 kg ha⁻¹. As demais práticas culturais seguiram as recomendações técnicas para cada cultura na região.

Referente aos sistemas de manejo, dois dias antes da semeadura no sistema convencional, foi realizado o preparo do solo, com grade aradora e posterior nivelamento. Para a semeadura direta das culturas, houve dessecação sequencial da cobertura vegetal de inverno (composta principalmente por azevém) com glifosato na dose de 1440 g e.a ha⁻¹, aos 30 dias antes da semeadura e mesma dose de glifosato no dia da semeadura.

O manejo herbicida para cada cultura no decorrer dos três anos de condução do experimento foi composta pela aplicação de herbicida pré-emergente, no dia posterior a semeadura, em todos os anos de cultivo (conforme indicações para as respectivas culturas). Os herbicidas utilizados foram atrazine (2000 g i.a. ha⁻¹); imazapyr + imazapic (73,5+24,5 g i.a. ha⁻¹); e, S-metolachlor (1440 g i.a. ha⁻¹), para o sorgo, arroz Clearfield® e soja, respectivamente. Já, em pós-emergência a cultura do sorgo não recebeu tratamento herbicida. Na cultura do arroz em pós-emergência, no primeiro ano de cultivo, foi aplicado imazapyr + imazapic (73,5+24,5 g i.a. ha⁻¹) e, no segundo e terceiro ano, repetiu-se a aplicação do herbicida em pós-emergência com acríscimo de quinclorac (375 g i.a. ha⁻¹). A cultura da soja em todos os anos de cultivo recebeu duas aplicações de glifosato (1080 g e.a. ha⁻¹) nos estádios V3 e V8.

Para determinar o banco de sementes de plantas daninhas no solo, coletas de amostras do solo foram realizadas ao 0 (zero) dias após a semeadura (DAS) das culturas, no terceiro ano de cultivo. As variáveis avaliadas foram a densidade de sementes viáveis de capim-arroz e papuã por m², nas camadas de 0-5 e 5-10 cm de profundidade. Para isso, foi organizado gride de amostragem

de solo, sendo as coletas realizadas com trado calador com dimensões de 5,0 cm altura por 5,0 cm de diâmetro (98,17 cm³). Em cada parcela foram efetuadas quatro sub-amostras de solo para compor a amostra composta, assim em cada tratamento foram realizadas 16 sub-amostragens. As amostras coletadas no campo foram colocadas em sacos plásticos, identificadas e transportadas para casa de vegetação. Em seguida, organizaram-se cada amostra separadamente por bandeja plástica, a qual era identificada conforme a localização.

A quantificação do banco de sementes foi realizada utilizando-se o método de contagem direta de plântulas emergidas em casa de vegetação, segundo a metodologia proposta por Roberts e Nielson (1981). As amostras foram avaliadas diariamente e quando o fluxo de emergência se estabilizava, em aproximadamente 15 dias, o solo era revolvido, proporcionando novo fluxo. Este ciclo foi repetido por cinco vezes, totalizando 75 dias de avaliação, e as plântulas foram identificadas com literatura especializada (LORENZI, 2014), registradas e posteriormente descartadas.

Ao final do período de contagem direta da emergência, as amostras de solo foram lavadas em um conjunto de peneiras de 8, 10 e 30 mesh, para resgatar as sementes remanescentes do banco. Após a lavagem as amostras foram avaliadas em estereoscópio de luz para extrair as sementes remanescentes. As sementes remanescentes foram submetidas à análise de viabilidade através do teste de tetrazólio (2,3,5-trifenil-cloreto-de-tetrazólio) a 1,0%, considerando-se viáveis aquelas sementes que apresentaram cor rosa ou carmim (BRASIL, 2009). Para isso, as sementes foram alocadas em água destilada por 24 horas, cortadas e embebidas em solução de tetrazólio em recipiente de vidro transparente, fechado com papel alumínio para evitar a entrada de luz por 24 horas, a temperatura de 30 °C +/-1 ou 2 °C (BRASIL, 2009). O número total de sementes viáveis correspondeu ao somatório de plântulas emergidas em casa de vegetação durante os 75 dias da contagem direta e da quantidade de sementes viáveis identificadas no teste de tetrazólio.

Para corrigir as diferenças de densidades do solo, amostras de solo foram previamente coletadas para transformar os dados de densidade de sementes viáveis por m², de acordo com o proposto por Scherner, Melander e Kudsk (2016). Assim, o volume de solo coletado em cada amostra do trado foi igualmente representativo para cada manejo e camada de coleta de solo.

Os dados obtidos foram analisados quanto à

normalidade (teste de Shapiro-wilk) e homocedasticidade (teste de Hartley), e se atendidas às condições, submetidos à análise da variância ($p \leq 0,05$). Constatando-se significância estatística, as médias da combinação de sementes viáveis no solo foram comparadas por meio de contrastes ortogonais ($p \leq 0,05$) e os dados das profundidades de coletas foram comparados pelo teste t ($p \leq 0,05$). Os contrastes testados foram:

- C1 = Sorgo (SSD) x Arroz (SSD)
- C2 = Sorgo (SSD) x Sorgo/Soja (SSD)
- C3 = Arroz (SSD) x Arroz (SC)
- C4 = Soja (SC) x Arroz (SC)
- C5 = Soja (SC) x Soja/Sorgo (SC).

3. Resultados e Discussões

Os resultados dos testes de normalidade e homocedasticidade revelaram não ser necessária a transformação dos dados, constatando-se significância estatística para todas as variáveis avaliadas. Verificou-se diferenças na densidade de sementes viáveis de capim-arroz no solo, na camada de 0-5 cm de profundidade, entre os contrastes sorgo e arroz, ambos em monocultivo (C1), sorgo em monocultivo e sorgo em rotação com soja (C2) (Tabela 2). Observou-se que em ambas as situações, o monocultivo do sorgo proporcionou o maior acúmulo de sementes de capim-arroz na camada amostrada.

Tabela 2. Contrastes das densidades de sementes viáveis de capim-arroz (m^{-2}) em função de rotação de culturas e manejo de preparo do solo. 2019.

Contraste	Profundidade					
	0 – 5 cm			5 -10 cm		
C1	7002,82	x	1400,56*	1655,21	x	2291,83 ^{ns}
C2	7002,82	x	2928,45*	1655,21	x	2673,80 ^{ns}
C3	1400,56	x	1400,56 ^{ns}	2291,83	x	1273,24 ^{ns}
C4	1018,59	x	1400,56 ^{ns}	1400,56	x	1273,24 ^{ns}
C5	1018,59	x	2291,83 ^{ns}	1400,56	x	2164,50 ^{ns}

*: significativo pelo teste t ($p \leq 0,05$); ns: não significativo; SSD = Sistema de semeadura direta; C = plantio convencional. C1 = Sorgo (SSD) x Arroz (SSD); C2 = Sorgo (SSD) x Sorgo/Soja (SSD); C3 = Arroz (SSD) x Arroz (SC); C4 = Soja (SC) x Arroz (SC); C5 = Soja (SC) x Soja/Sorgo (SC).

A maior densidade de sementes de capim-arroz no tratamento com cultivo de sorgo pode ser explicada pela ausência de controle químico em pós-emergência. Aliado a isso, o estabelecimento da população de sorgo em solos de terras baixas é prejudicado pelo ambiente desfavorável encontrado em áreas de difícil drenagem, no qual frequentemente ocorrem eventos de estresse devido ao excesso hídrico, embora encontrem-se relatos de melhor desenvolvimento desta cultura em área com encharcamento do solo, do que as culturas do milho e soja (ANDRES et al., 2009). Deste modo, a falha no fechamento do dossel reduz a interceptação na energia luminosa, disponibilizando maior incidência de luz, que associado a umidade, permite novos fluxos de emergência de plantas daninhas (FAHAD et al., 2015). No entanto, cabe ressaltar que esta cultura é importante ferramenta para a rotação de culturas, em terras baixas, devendo-se adotar práticas de manejo eficientes para melhorar seu desempenho (ANDRES et al., 2009).

O banco de sementes de capim-arroz (para a profundidade de 0-5 cm), não apresentou diferença significativa nos demais contrastes estudados, entre arroz, em ambos os manejos do solo (C3), arroz e soja (C4) e soja comparado com soja em rotação com sorgo (C5) (Tabela 2), provavelmente porque esta espécie é adaptada ao sistema de cultivo do arroz (KISSMANN; GROTH, 1999), bem como em áreas de terras altas, com cultivo de sequeiros (WIDDERICK et al., 2013) e em áreas de rotação de culturas (WALKER et al., 2005). Além disso, o manejo de herbicidas nas áreas cultivadas com arroz e soja, em pós-emergência, em monocultivo ou rotação, favorecem o controle de capim-arroz interferindo assim no

reabastecimento do banco de sementes. Neste sentido, a diminuição das sementes viáveis nessa camada ocorre em função do manejo eficiente das plantas de capim-arroz e a diminuição da entrada de novas sementes ao banco.

Para as sementes de capim-arroz na camada de 5-10 cm de profundidade não houve diferenças entre os contrastes estudados (Tabela 2). A ausência de diferença entre os tratamentos pode ser atrelada ao curto período de avaliação deste estudo (duas safras). Estudos realizados com banco de sementes no solo, de modo geral, são avaliados com mais de três anos, alguns atingindo mais de 10 anos de pesquisa (SCHERNER; MELANDER; KUDSK, 2016). Deste modo, torna-se difícil avaliar de forma conclusiva como é o comportamento e dinâmica das sementes no perfil do solo, em diferentes sistemas de cultivo e principalmente sobre o efeito de preparo do solo, uma vez que a distribuição de plantas daninhas é desuniforme nas áreas de cultivo (GALON et al., 2011; AGOSTINETTO et al., 2013). Porém, salienta-se que em alguns trabalhos essas diferenças já podem ser observadas a partir do segundo ano de cultivo (SCHERNER; MELANDER; KUDSK, 2016), ocorrendo diferença, de modo geral, nas espécies que apresentam relativamente baixa longevidade do banco de sementes no solo.

O comportamento da densidade de sementes viáveis do papua foi similar ao capim-arroz, onde observou-se que, o monocultivo de sorgo acarretou na maior densidade de sementes em relação ao monocultivo de arroz (C1), bem como em relação a rotação entre sorgo e soja (C2) (Tabela 3). Não houve diferença significativa entre o monocultivo de arroz em manejo de sistema de semeadura direta e

convencional (C3) e arroz e soja em manejo convencional (C4). Porém, ao comparar soja em monocultivo e rotação com sorgo observou-se que, tanto na camada de 0-5 como

de 5-10 cm de profundidade, na rotação soja/sorgo houve maior ocorrência de viáveis sementes de papuã.

Tabela 3. Contrastes das densidades de sementes viáveis de papuã (m^{-2}) em função de rotação de culturas e manejo de preparo do solo. 2019.

Contraste	Profundidade					
	0 – 5 cm			5 -10 cm		
C1	20753,80	x	636,62 *	2419,15	x	1145,92 ^{ns}
C2	20753,80	x	2546,48*	2419,15	x	1909,86 ^{ns}
C3	636,62	x	763,94 ^{ns}	1145,92	x	636,62 ^{ns}
C4	2673,80	x	763,94 ^{ns}	1273,24	x	636,62 ^{ns}
C5	2673,80	x	16679,44*	1273,24	x	14132,96*

*: significativo pelo teste t ($p \leq 0,05$); ns: não significativo; SSD =Sistema de semeadura direta; C =Plantio convencional. C1 = Sorgo (SSD) x Arroz (SSD); C2 = Sorgo (SSD) x Sorgo/Soja (SSD); C3 = Arroz (SSD) x Arroz (SC); C4 = Soja (SC) x Arroz (SC); C5 = Soja (SC) x Soja/Sorgo (SC).

A baixa densidade de sementes de papuã no monocultivo do arroz em relação ao sorgo decorre do ambiente de cultivo do arroz. O papuã está amplamente disseminado em áreas orizícolas da Fronteira Oeste do Estado do RS, no entanto, ocorrem principalmente em taipas e pontos desuniformes na lâmina de irrigação do arroz irrigado (GALON et al., 2014). Com isso, o efeito físico causado pela presença da lâmina de irrigação, associado à aplicação de herbicidas em pré e pós-emergência na cultura do arroz são eficientes ferramentas na redução do banco de sementes de papuã. Por outro lado, na cultura do sorgo há a produção de sementes de papuã mesmo a cultura apresentando alta habilidade competitiva, pois não houve a aplicação de herbicidas em pós-emergência e o efeito físico da lâmina de irrigação no controle de plantas daninhas.

A cultura da soja também apresenta dificuldade de estabelecimento em terras baixas, de modo similar ao sorgo, no entanto, as duas aplicações de glifosato em pós-emergência reduzem a infestação de plantas daninhas. A redução do banco de sementes de plantas daninhas pela utilização de herbicidas é eficaz (MELLANDER et al., 2008), em vista que, o controle de plantas daninhas pode ser realizado de forma eficiente no momento do fechamento do

dossel e as opções químicas são suficientes até o presente. Após isso, o sombreamento da cultura, impede novos fluxos de plantas daninhas.

O maior banco de sementes de papuã no solo na área de rotação soja/sorgo, em relação ao monocultivo da soja (C5) (Tabela 3), decorre provavelmente do ano com cultivo de sorgo. Isso porque, como supracitado, nesta área não foi aplicado nenhum tratamento herbicida em pós-emergência, associado a dificuldade de estabelecimento da cultura em terras baixas.

Comparando o banco de sementes das espécies daninhas nas diferentes camadas de solo, observou-se que não houve diferença estatística para o capim-arroz em todos os tratamentos estudados (Tabela 4). Embora observou-se que, na área com monocultivo de sorgo no SSD, houve mais de quatro vezes o acúmulo de sementes de capim-arroz na camada 0-5 em relação a camada de 5-10 cm. Isso pode ser atrelado à elevada variação entre as amostras coletadas, devido a desuniformidade características de banco de sementes no solo. Por outro lado, para o papuã, houve diferença na área com monocultivo de sorgo, no SSD (Tabela 4), sendo que, nos demais tratamentos não houve diferença.

Tabela 4. Densidade de sementes viáveis de capim-arroz e papuã (m^{-2}), em função de rotação de culturas e manejo de preparo do solo, avaliados em diferentes profundidades de coletas (0-5 e 5-10 cm). 2019.

Cultura/Manejo	Capim-arroz			Papuã		
	(0-5 cm) x (5-10 cm)			(0-5 cm) x (5-10 cm)		
Sorgo/direto	7002,82	x	1655,21 ^{ns}	20753,80	X	2419,15*
Arroz/direto	1400,56	x	2291,83 ^{ns}	636,62	X	1145,92 ^{ns}
Sorgo/soja/direto	2928,45	x	2673,80 ^{ns}	2546,48	X	1909,86 ^{ns}
Soja/convencional	1018,59	x	1400,56 ^{ns}	2673,80	X	1273,24 ^{ns}
Arroz/convencional	1400,56	x	1273,24 ^{ns}	763,94	X	636,62 ^{ns}
Soja/sorgo/convencional	2291,83	x	2164,50 ^{ns}	16679,44	X	14132,96 ^{ns}

*: Comparando na linha, entre as profundidades de 0-5 e 5-10 é significativo pelo teste t ($p \leq 0,05$); ns: não significativo.

O preparo do solo ocasiona diferentes fluxos de emergência em comparação ao sistema de semeadura direta, reduzindo deste modo o banco de sementes do solo, pois estimula a germinação pela superação da dormência, principalmente das espécies que apresentam dormência física. Por outro lado, no sistema de semeadura direta as sementes de plantas daninhas permanecem presentes nas camadas superiores de solo, de onde são mais propensos a emergir e se estabelecer no campo (ARMENGOT et al., 2015), podendo aumentar a infestação de plantas daninhas, mas isso ocorre em áreas específicas e não é constante ao longo do tempo (VAKALI; ZALLER; KÖPKE, 2011; LÉGÈRE; VANASSE; STEVENSON, 2013; ARMENGOT et al., 2015). Ambos os sistemas possuem características que influenciam o tempo e a população de plantas emergidas em cada fluxo, e consequentemente o banco de sementes.

O preparo convencional do solo homogeneiza a distribuição de sementes ao longo do perfil do solo, na camada em que a operação é efetuada. A distribuição das sementes no perfil do solo apresenta efeito direto na longevidade das mesmas, pois sementes dispostas sobre a camada superficial do solo são expostas a maiores oscilações de temperatura e umidade do solo aliado ao efeito de microrganismos que podem realizar a deterioração de sementes (MAIN et al., 2006). Por outro lado, as sementes enterradas nas camadas mais profundas mantêm a viabilidade por maior período (VARGAS et al., 2018) e somente serão capazes de germinar e emergir, após o efeito de novo distúrbio (CHAUHAN et al., 2012).

O manejo de sistema de semeadura direta acarreta em maior acúmulo de sementes na camada superficial do solo, podendo causar elevadas densidade de sementes de espécies daninhas anuais, principalmente na família das Poaceae, que irá gerar elevados índices de emergência nos próximos cultivos (SCHERNER; MELANDER; KUDSK, 2016). Por outro lado, as sementes dispostas sobre a superfície do solo tendem a deteriorar-se mais rapidamente, pois estão sujeitas a perdas de água, ação de micro e macro organismos, consequentemente deterioração (SINGH; BHULLAR; CHAUHAN, 2015).

A estratégia de manejo de plantas daninhas empregada na cultura do sorgo não apresentou desempenho satisfatório para reduzir o banco de sementes de capim-arroz ou papuã, seja quando empregada em monocultivo ou inserida na rotação com soja em terras baixas. Isto indica que técnicas adicionais devem ser adotadas se esta cultura integrar um sistema de rotação de culturas em terras baixas. Já, as estratégias de controle de plantas daninhas, com o cultivo de arroz ou soja, por dois anos consecutivos, em monocultivo, não apresentaram efeitos significativos em reduzir a densidade do banco de sementes de capim-arroz e papuã. Porém, em longo prazo, uma única estratégia poderá interferir negativamente no manejo de plantas daninhas. Relatos de literatura evidenciam que este é um dos pontos que podem favorecer o surgimento de plantas daninhas resistentes a herbicidas. Salienta-se que, não houve efeito do preparo do solo sobre a densidade do banco destas espécies em dois anos de cultivo, exceto para a cultura do sorgo, na qual houve o maior acúmulo de sementes na camada mais superficial do solo, no sistema de semeadura direta.

4. Conclusões

O monocultivo de sorgo em terras baixas incrementa o banco de sementes de capim-arroz e papuã.

O monocultivo de arroz ou soja em terras baixas, por dois anos, não influência o banco de sementes de capim-arroz e papuã.

Dois anos de cultivo não afeta a densidade do banco de sementes de capim-arroz entre as camadas de 0-5 e 5-10 cm, independentemente do sistema de cultivo empregado.

O SSD associado ao monocultivo de sorgo incrementa a densidade do banco de sementes de papuã na camada de 0-5 cm.

Referências

- Agostinetto, D.; Fleck, N. G.; Rizzardi, M. A.; Merotto Jr, A.; Vidal, R. A. Arroz vermelho: ecofisiologia e estratégias de controle. **Ciência Rural**, v. 31, p. 341- 349, 2001.
- Agostinetto, D.; Fontana, L. C.; Vargas, L.; Markus, C.; Oliveira, E. Habilidade competitiva relativa de milhã em convivência com arroz irrigado e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 1315-1322, 2013.
- Andres, A.; Ávila, L. A.; Marchezan, E.; Menezes, V. G. Rotação de culturas e pousio do solo na redução do banco de sementes de arroz vermelho em solo de várzea. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, p. 85-88, 2001.
- Andres, A.; Concenço, G.; Schwanke, A.M.L.; Theisen, G.; Melo, P.T.B.S. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do sorgo forrageiro em terras baixas. **Planta Daninha**, v. 27, p. 229-234, 2009.
- Armengot, L.; Berner, A.; Blanco-Moreno, J. M.; Mäder, P.; Sans, F. X. Long-term feasibility of reduced tillage in organic farming. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, p. 339–346, 2015.
- Bajwa, A. A. Sustainable weed management in conservation agriculture. **Crop Protection**, v. 65, p. 105-113, 2014.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- Chauhan, B. S. Weed ecology and weed management strategies for dry-seeded rice in Asia. **Weed Technology**, v. 26, p. 1-13, 2012.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2013. 353 p.
- Fahad, S.; Hussain, S.; Chauhan, B.S.; Saud, S.; Wu, C.; Hassan, S.; Tanveer, M.; Jan, A.; Huang, J. Weed growth and crop yield loss in wheat as influenced by row spacing

- and weed emergence times. **Crop Protection**, v. 71, p. 101-108, 2015.
- Forte, C. T.; Galon, L.; Beutler, A. N.; Reichert Jr, F.W.; Menegat, A. D.; Perin, G. F.; Tironi, S. P. Cultivation systems, vegetable soil covers and their influence on the phytosocology of weeds. **Planta Daninha**, v. 36, p. 1-15, 2018.
- Galon, L.; Guimarães, S.; Lima, A. M.; Radunz, A.L.; Beutler, A. N.; Burg, G. M. Interação competitiva de genótipos de arroz e papua. **Planta Daninha**, v. 32, p. 533-542, 2014.
- Galon, L.; Tironi, S.P.; Rocha, P. R. R.; Concenço, G.; Silva, A.F.; Vargas, L.; et al. Habilidade competitiva de cultivares de cevada convivendo com azevém. **Planta Daninha**, v. 29, p. 771-781, 2011.
- Hosseini, P.; Karimi, H.; Babaei, S.; Mashhadi, H. R.; Oveisi, M. Weed seed bank as affected by crop rotation and disturbance. **Crop Protection**, v. 64, p. 1-6, 2014.
- Huang, S.; Gruber, S.; Claupein, W. Timing and depth of post-harvest soil disturbance can reduce seedbank and volunteers of oilseed rape. **Soil and Tillage Research**, v. 175, p. 187-193, 2018.
- Kissmann, K. G.; Groth, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2a ed. São Bernardo, do Campo: Basf, 1999, 978 p.
- Kleemann, S. G. L.; Preston, C.; Gill, G. S. Influence of management on long-term seedbank dynamics of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) in cropping systems of southern Australia. **Weed Science**, v. 64, p. 303-311, 2016.
- Koocheki, A.; Nassiri, M.; Alimoradi, L.; Ghorbani R. Effect of cropping systems and crop rotations on weeds. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 29, p. 401-408, 2009.
- Légère, A.; Vanasse, A.; Stevenson, F. C. Low-input management and mature conservation tillage: agronomic potential in a cool humid climate. **Agronomy Journal**, v. 105, p. 745-754, 2013.
- Liebman, M.; Dyck, E. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. **Ecological Applications**, v. 3, p. 92-122, 1993.
- Lorenzi, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas plantio direto e convencional**. 7. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2014. 384 p.
- Main, C. L.; Steckel, L. E.; Hayesa, R. M.; Mueller, T. C. Biotic and abiotic influence influence horseweed emergence. **Weed Science**, v. 54, p. 1101-1105, 2006.
- Mellander, B.; Holst, N.; Jensen, P. K.; Hansen, E. M.; Olese, J. E. *Aperaspica-venti* population dynamics and impact on crop yield as affected by tillage, crop rotation, location and herbicide programmes. **Weed Research**, v. 48, p. 48-57, 2008.
- Mishra, J. S.; Singh, V. P. Tillage and weed control effects on productivity of a dry seeded rice-wheat system on a Vertisol in Central India. **Soil and Tillage Research**, v. 123, p. 11-20, 2012.
- Radosevich, S. R.; Holt, J. S.; Ghersa, C. M. **Ecology of weeds and invasive plants: relationship to agriculture and natural resource management**. New Jersey: Wiley-Interscience, 2007. 400 p.
- Roberts, H. A.; Nielson, J. E. Changes in the soil seed bank of four long term crop herbicide experiments. **Journal of Applied Ecology**, v. 18, p. 661-668, 1981.
- Scherner, A.; Melander, B.; Kudsk, P. Vertical distribution and composition of weed seeds within the plough layer after eleven years of contrasting crop rotation and tillage schemes. **Soil and Tillage Research**, v. 161, p. 135-142, 2016.
- Simard, M. J.; Rouane, S.; Leroux, G. D. Herbicide rate, glyphosate/glufosinate sequence and corn/soybean rotation effects on weed seed banks. **Weed Science**, v. 59, p. 398-403, 2011.
- Singh, M.; Bhullar, M. S.; Chauhan, B. B. Seed bank dynamics and emergence pattern of weeds as affected by tillage systems in dry direct-seeded rice. **Crop Protection**, v. 67, p. 168-177, 2015.
- Vakali, C.; Zaller J. G.; Köpke, U. Reduced tillage effects on soil properties and growth of cereals and associated weeds under organic farming. **Soil and Tillage Research**, v. 111, p. 113-141, 2011.
- Walker, S. R.; Taylor, I. N.; Milne, G.; Osten, V. A.; Hoque Z.; Farquharson R. J. A survey of management and economic impact of weeds in dryland cotton cropping systems of subtropical Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 45, p. 79-91, 2005.
- Widderick, M. J.; Bell, K. L.; Boucher, L. R.; Walker, S. R. Control by glyphosate and its alternatives of glyphosate-susceptible and glyphosate-resistant *Echinochloa colona* in the fallow phase of crop rotations in subtropical Australia. **Weed Biology Management**, v. 13, p. 89-97, 2013.