



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS ERECHIM**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

**CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

**CÉSAR TIAGO FORTE**

**EFEITO DE SISTEMAS DE CULTIVO NA FITOSSOCIOLOGIA, NO BANCO DE  
SEMENTES DE PLANTAS DANINHAS E NOS COMPONENTES DE RENDIMENTO  
DO FEIJÃO, MILHO E SOJA**

**ERECHIM  
2016**

**CÉSAR TIAGO FORTE**

**EFEITO DE SISTEMAS DE CULTIVO NA FITOSSOCIOLOGIA, NO BANCO DE  
SEMENTES DE PLANTAS DANINHAS E NOS COMPONENTES DE RENDIMENTO  
DO FEIJÃO, MILHO E SOJA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, sob a orientação do Prof. D. Sc. Leandro Galon e do Prof. Dr. Amauri Nelson Beutler.

ERECHIM  
2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**

ERS 135, Km 72, nº 200  
Cep: 99.700-970  
Erechim - RS  
Brasil

**PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas**

FORTE, CÉSAR TIAGO  
EFEITO DE SISTEMAS DE CULTIVO NA FITOSSOCIOLOGIA, NO  
BANCO DE SEMENTES DE PLANTAS DANINHAS E NOS COMPONENTES  
DE RENDIMENTO DO FEIJÃO, MILHO E SOJA  
/ CÉSAR TIAGO FORTE. -- 2017.  
91 f.

Orientador: Leandro Galon.

Co-orientador: Amauri Nelson Beutler .

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da  
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia Ambiental (PPGCTA) , Erechim, RS , 2017.

1. Rotação de culturas . 2. Sistema plantio direto .  
3. Sistema plantio convencional . 4. Coberturas vegetais  
de solo. I. Galon, Leandro, orient. II. , Amauri Nelson  
Beutler, co-orient. III. Universidade Federal da  
Fronteira Sul. IV. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Educação  
Universidade Federal da  
Fronteira Sul

CNPJ: 11.234.790/0001-50  
ERS 153, Km 72, nº 200  
Fone: (54) 3321.7050  
95700-000 Erechim  
Rio Grande do Sul - Brasil

[www.uffs.edu.br](http://www.uffs.edu.br)

[  
[c\\_posgrad\\_er@uffs.edu.br](mailto:c_posgrad_er@uffs.edu.br)  
]

### Ata de Defesa de Dissertação 001/PPGCTA-2017

Defesa de Dissertação do(a) mestrando(a) **César Tiago Forte**, do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, perante a Banca Examinadora designada pela Portaria nº Portaria nº 21/PROPEPG/UFFS/2017, de 30 de janeiro de 2017.

Aos oito dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e dezessete, às treze horas e quarenta e cinco minutos, na sala de aula 206, Bloco A, do Campus Erechim, da Universidade Federal da Fronteira Sul, reuniu-se, para defesa da dissertação apresentada por **César Tiago Forte**, intitulada: "EFEITO DE SISTEMAS DE CULTIVO NA FITOSSOCIOLOGIA, NO BANCO DE SEMENTES DE PLANTAS DANINHAS E NOS COMPONENTES DE RENDIMENTO DO FEIJÃO, MILHO E SOJA", a Banca Examinadora designada pela Portaria nº 21/PROPEPG/UFFS/2017, de 30 de janeiro de 2017, composta pelos professores: Prof. Dr. Leandro Galon (UFFS), Prof. D.Sc. Siumar Pedro Tironi (UFFS) e Prof. Dr. Alfredo Castamann (UFFS) como membros titulares. E, Prof. Dr. Gismael Francisco Perin (UFFS) como membro suplente. O professor Leandro deu por aberta a sessão e logo a seguir passou a palavra ao (à) mestrando(a), para que em até trinta minutos expusesse seu trabalho. Terminada a exposição, passou-se à arguição da Banca Examinadora. A seguir, a sessão foi suspensa e os examinadores decidiram por (X) aprovar ( ) reprovando o trabalho.  
Observações: \_\_\_\_\_

A Banca orienta que no prazo de 45 dias seja entregue a versão final do trabalho de dissertação à Secretaria Acadêmica. Nestes termos, esta ata segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora e pelo (a) mestrando (a).

Erechim/RS, 08 de fevereiro de 2017.

César Tiago Forte

Prof. Dr. Leandro Galon

Prof. D.Sc. Siumar Pedro Tironi

Prof. Dr. Alfredo Castamann

## **AGRADECIMENTOS**

Inicialmente agradeço a Universidade Federal da Fronteira Sul, instituição na qual realizei o curso de Agronomia e atualmente o mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental, ambos de excelente qualidade.

Agradeço meus Orientadores: Prof. D. Sc. Leandro Galon e Prof. Dr. Amauri Nelson Beutler, que durante o período do curso não mediram esforços para auxiliar no que for preciso para obter uma ótima formação.

Aos demais professores, que repassaram uma enorme bagagem de informação, experiências profissionais, ensinamentos esses que vou levar para vida toda, pessoas que além de professores, hoje são grandes amigos.

Aos meus colegas de curso, pessoas que sempre auxiliaram nos trabalhos desenvolvidos e que contribuíram no aprendizado no decorrer desse período.

Ao grupo de pesquisa Manejo Sustentável dos Sistemas Agrícolas (MASSA), liderado pelo Prof. D. Sc. Leandro Galon, todas as pessoas que compõem esse grupo foram indispensáveis na execução das pesquisas e demais atividades desenvolvidas durante esse período.

Agradeço também as pessoas que indiretamente estavam sempre presentes no decorrer do curso, principalmente meus pais (Nadir e Ingrid Forte), que em nenhum momento deixaram de dar incentivo para que eu buscasse os objetivos, meu muito obrigado.

## **Dedicatória**

Ao meu filho Lorenzo, meu pilar de sustentação, a base de tudo, filho o papai te ama muito.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”.

Leonardo da Vinci

## RESUMO GERAL

No Brasil, atualmente o feijão, o milho e a soja destacam-se dentre as culturas anuais mais semeadas no período de verão, essas compõem direta ou indiretamente o alimento do brasileiro. As suas formas de cultivo e práticas de manejo são fundamentais para se alcançar o potencial produtivo das culturas. Dentre as práticas de manejo destacam-se os sistemas de plantio, direto e/ou convencional, os quais de alguma forma podem ocasionar impactos negativos ou positivos no rendimento do feijão, milho e soja. Uso de coberturas de solo e manejo eficiente das pragas são outras práticas necessárias para a melhor produção das lavouras. O objetivo desse trabalho foi avaliar se os manejos do solo, com e sem cobertura vegetal, modificam as características fitossociológicas, a germinação de sementes e a emergência de plantas daninhas e os componentes de rendimento das culturas do feijão, milho e soja. Com isso, foram conduzidos experimentos a campo entre os anos de 2013 e 2016, em delineamento experimental de blocos casualizados, utilizando coberturas vegetais de solo no período de inverno (aveia-preta, ervilhaca, nabo e o consórcio das mesmas) e culturas anuais de verão (feijão, milho e soja), no sistema plantio direto e convencional. Foi avaliada a fitossociologia de plantas daninhas presentes nos cultivos, o banco de sementes de plantas daninhas no solo e os componentes de rendimento relacionados as culturas de verão. A fitossociologia de plantas daninhas foi influenciada pelos sistemas de cultivo, interferindo no número de espécies encontradas, sendo que o sistema de plantio convencional favoreceu a espécie *Lolium multiflorum*, porém diminuiu a presença de *Euphorbia heterophylla*. Destaca-se que a quantidade de massa seca produzidas pelas culturas de cobertura do solo constituem-se em excelente forma de diminuir o número de espécies de plantas daninhas nas áreas de cultivo. O banco de sementes de plantas daninhas e influenciados pelos manejos adotados nos sistemas de plantio direto aumentaram a densidade de *Gnaphalium spicatum* e *Oxalis corniculata*, em contrapartida diminuíram a de *Lolium multiflorum*. Para o banco de sementes de plantas daninhas o sistema plantio direto concentra as sementes das espécies nas camadas superficiais do solo, diminuindo o banco de sementes em camadas mais profundas. Já o sistema de plantio convencional distribui-as sementes ao longo do perfil do solo, pelo processo de revolvimento. O feijão foi a cultura menos prejudicada pelo revolvimento do solo, já o milho alcançou o melhor rendimento de grãos quando sob plantio direto, se comparado ao sistema de plantio convencional. O mesmo resultado foi encontrado para a soja. O sistema plantio direto foi mais eficiente para o manejo de plantas daninhas e também no rendimento das culturas, em especial o milho e a soja, ao se comparar com o sistema de plantio convencional.

**Palavras-chave:** Rotação de culturas. Sistema plantio direto. Sistema plantio convencional. Coberturas vegetais de solo.

## ABSTRACT

In Brazil, beans, maize and soybeans stand out among the most sown annual crops in the summer, which directly or indirectly make up the Brazilian's food. Their cultivation methods and management practices are fundamental to reach the productive potential of crops. Among the management practices, stand out the systems of planting, right and / or conventional, which can somehow cause negative or positive impacts on the yield of beans, corn and soybeans. Use of soil cover and efficient pest management are other practices necessary for better crop production. The objective of this work was to evaluate whether soil management, with or without vegetation cover, modify phytosociological characteristics, seed germination and weed emergence, and yield components of bean, corn and soybean crops. Thus, field experiments were conducted between 2013 and 2016, in a randomized complete block design, using winter cover crops (black oats, vetch, turnip and consortium) and annual summer (beans, corn and soybean), in the conventional and no-tillage system. We evaluated the phytosociology of weeds present in the crops, the weed seed bank in the soil and the yield components related to the summer crops. The weed phytosociology was influenced by the cropping systems, interfering in the number of species found, and the conventional planting system favored the species *Lolium multiflorum*, but decreased the presence of *Euphorbia heterophylla*. It should be noted that the amount of dry mass produced by the cover crops is an excellent way of reducing the number of weed species in the growing areas. The seed bank of weeds and influenced by the management adopted in no - tillage systems increased the density of *Gnaphalium spicatum* and *Oxalis corniculata*, in contrast, decreased of *Lolium multiflorum*. For the weed seed bank the no-tillage system concentrates the seeds of the species in the superficial layers of the soil, reducing the seed bank in deeper layers. Already the conventional planting system distributes seeds along the soil profile, by the process of stirring. Bean was the crop less affected by the soil rotation, since corn reached the best grain yield when under no-tillage compared to the conventional tillage system. The same result was found for soybeans. The no-tillage system was more efficient for weed management and crop yield, especially corn and soybean, when compared to the conventional tillage system.

**Keywords:** Crop rotation. No-till system. Conventional planting system. Ground coverings.

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>11</b>
OBJETIVO GERAL.....	13
<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>13</b>
REFERÊNCIAS .....	144
<b>SISTEMAS DE CULTIVO, COBERTURAS VEGETAIS DE SOLO E SUA INFLUÊNCIA NA FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS</b> .....	<b>17</b>
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
<b>Produção de massa seca da parte aérea (MS) das coberturas vegetais do solo</b> .....	<b>24</b>
<b>Experimentos com a cultura do feijão</b> .....	<b>24</b>
Experimento 1 - safra 2013/14 .....	24
Experimento 2 - safra 2014/15 .....	25
Experimento 3 - safra 2015/16 .....	25
<b>Experimentos com a cultura do milho</b> .....	<b>26</b>
Experimento 1 - safra 2013/14 .....	26
Experimento 2 - safra 2014/15 .....	27
Experimento 3 - safra 2015/16 .....	27
<b>Experimentos com a cultura da soja</b> .....	<b>28</b>
Experimento 1 - safra 2013/14 .....	28
Experimento 2 - safra 2014/15 .....	29
Experimento 3 - safra 2015/16 .....	30
LITERATURA CITADA .....	31
<b>SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO E A INFLUÊNCIA NO BANCO DE SEMENTES DE PLANTAS DANINHAS</b> .....	<b>43</b>
INTRODUÇÃO.....	44
MATERIAL E MÉTODOS.....	46
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48
Avaliação preliminar do Banco de sementes.....	48
Experimento safra 2013/14.....	48
Experimento safra 2014/15.....	50
LITERATURA CITADA .....	52
<b>Efeitos de coberturas vegetais e da mobilização do solo nos componentes de rendimento das culturas de feijão, milho e soja</b> .....	<b>58</b>
INTRODUÇÃO.....	60
MATERIAL E MÉTODOS.....	63
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	66
<b>Produção de massa seca (MS) das coberturas vegetais do solo</b> .....	<b>66</b>
<b>Experimentos com a cultura do feijão</b> .....	<b>66</b>
Experimento 1 - safra 2013/14 .....	66
Experimento 2 - safra 2014/15 .....	68
Experimento 3 - safra 2015/16 .....	69
<b>Experimentos com a cultura do milho</b> .....	<b>70</b>
Experimento 1 - safra 2013/14 .....	70
Experimento 2 - safra 2014/15 .....	71
Experimento 3 - safra 2015/16 .....	72

<b>Experimentos com a cultura da soja.....</b>	<b>73</b>
Experimento 1 - safra 2013/14 .....	74
Experimento 2 - safra 2014/15 .....	74
Experimento 3 - safra 2015/16 .....	75
<b>Análise econômica dos sistemas de cultivo .....</b>	<b>76</b>
CONCLUSÃO.....	77
REFERÊNCIAS .....	78
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>91</b>

## INTRODUÇÃO GERAL

No cenário mundial o Brasil se destaca pela produção de grãos destinados ao consumo interno e externo, sendo o feijão (*Phaseolus vulgaris*), o milho (*Zea mays*) e a soja (*Glycine max*) as culturas que juntas são responsáveis por 93% da área cultivada com grãos no país no período de verão, contabilizando a safra normal, 2ª safra para o feijão e o milho e 3ª safra para o feijão (Conab, 2017). Em se tratando de *commodities* o país está em segundo lugar no *ranking* de maior produtor de soja no mundo, com produção estimada em 104 milhões de toneladas e em primeiro lugar como exportador da oleaginosa. Já em relação ao milho a estimativa de produção é de 86,5 milhões de toneladas para a safra 2016/17, sendo o 3ª colocado em nível mundial (USDA, 2017).

No Brasil os dois principais sistemas de plantio são o sistema plantio direto (SPD) e o sistema de plantio convencional (SPC). O SPD é considerado como o mais conservacionista, por não mobilizar a camada arável e por manter os resíduos culturais sobre a superfície do solo. Sob este sistema o fracionamento dos agregados do solo é diminuído o que contribui para a melhoria propriedades físicas, químicas e biológicas, e como consequência resulta em menor degradação do solo (Silva et al., 2009; Tartari et al., 2012).

Já no SPC, o solo é revolvido com auxílio de arado, grade aradora e/ou grade niveladora, para que posteriormente venha ser realizada a semeadura das culturas. As principais consequências desta prática são as elevadas perdas de solo pelo processo de erosão hídrica, menor taxa de infiltração estável da água no solo e o carregamento de nutrientes (Panachuki et al., 2011). Contudo esse sistema de manejo permite a descompactação do solo e a redução da densidade, porém por um período curto de tempo (Nicoloso et al., 2008; Silva et al., 2012; Beutler et al., 2014).

As plantas de cobertura ou de adubação verde, implantadas no SPD como protetoras do solo contra a ação erosiva das chuvas, reciclam e fixam maior quantidade de macronutrientes, em especial o nitrogênio pelo aporte biológico, e em alguns casos, causam a redução da emergência de determinadas espécies de plantas daninhas, em consequência da quantidade de resíduos vegetais sobre a superfície do solo (Aita e Giacomini 2003; Silva et al., 2009; Paula et al., 2011; Pacheco et al., 2011). A produção de fitomassa em um sistema plantio direto com cobertura de solo é dependente do tipo de cobertura vegetal implantada, independente de o solo ser ou não compactado (Valicheski et al., 2012).

A produção de fitomassa pode de alguma forma influenciar na dinâmica populacional das plantas daninhas. Desse modo, existem alguns métodos de identificar e quantificar a

diversidade dessas espécies nas áreas de cultivo, como os estudos fitossociológicos e do banco de sementes de plantas daninhas. Os estudos fitossociológicos permitem avaliar a composição e a distribuição de espécies de plantas em uma comunidade, sendo esses métodos de avaliações ecológicas (Concenço et al., 2013). Esse grupo de método assume um papel fundamental para identificar as plantas daninhas infestantes nas áreas agrícolas, porém em primeira instância foi desenvolvido para descrever as espécies vegetais presentes em um determinado local (Guglieri-Caporal et al., 2010).

As espécies de coberturas podem de certa maneira interferir na germinação de plantas daninhas, por meio do efeito supressor ou por substâncias alelopáticas e assim influenciar na fitossociologia. Algumas espécies como o milho, o dente-de-burro, a sesbânia, a mucuna-verde, a crotalária, o milheto, o nabo e a aveia-preta, influenciam negativamente a densidade de plantas daninhas e com isso pode-se atrasar a entrada do método de controle químico (Rizzardi e Silva 2006; Monquero et al., 2009; Lamego et al., 2015).

Já o “banco de sementes de plantas daninhas” refere-se à determinação do montante de semente viáveis e estruturas de propagação presentes no solo ou nos restos vegetais. Diversos fatores podem alterar o banco de sementes de plantas daninhas nos solos, como, sistema de cultivo, rotação de culturas, revolvimento do solo, manejo da adubação, métodos de controle de plantas daninhas, condições edafoclimáticas, entre outras. Todas essas variações podem afetar o crescimento, o desenvolvimento e a produção de sementes de plantas daninhas, consequentemente o banco de sementes no solo será influenciado, pois são dependentes dos níveis de perturbação (Carmona, 1992; Chauhan et al., 2006; Hosseini et al., 2014).

Áreas como pastagens e pomares, por exemplo, podem apresentar maiores e mais diversificados os bancos de sementes, em relação às áreas de cultivo (Hosseini et al., 2014). No sistema plantio direto o número de sementes de plantas daninhas presente no solo é considerado alto, porém a taxa de germinação das sementes é baixa (Gomes Jr. e Christoffoleti, 2008). Já o preparo convencional do solo e a queimada dos resíduos vegetais são práticas que auxiliam no favorecimento do banco de sementes de plantas daninhas (Ikeda et al., 2008).

As culturas de cobertura do solo utilizadas no sistema plantio direto podem interferir de maneira positiva ou negativa no rendimento das culturas anuais. Resultados de trabalhos realizados com o feijoeiro têm indicado que o sistema plantio direto e culturas de cobertura de solo não alteraram o rendimento desta cultura (Silva et al., 2008; Balbinot Jr. et al., 2009; Teixeira et al., 2009; Jakelaitis et al., 2010). Já com o milho, estudos apontam perdas de rendimento após a semeadura ser efetuada sobre pousio e/ou a cobertura de milheto, quando comparado ao uso de espécies leguminosas como cultura antecedente (Silva et al. 2006). No

milho os sistemas de cultivo que envolveram a mobilização do solo (escarificação) diminuíram o rendimento de grãos, quando comparados com o sistema plantio direto contínuo. Isso pode ser atribuído à manutenção da cobertura do solo no período de inverno, que reduziu perdas de água do solo (Debiasi et al., 2010).

O uso de coberturas de solo antecedente a cultura da soja, de acordo com Lima et al. (2009), não apresentou efeito positivo nos componentes relacionados ao rendimento de grãos. A soja semeada em sucessão ao nabo e/ou aveia-preta, independentemente do nível de compactação do solo, não apresentou aumento no rendimento de grãos (Valicheski et al., 2012). Outros trabalhos mostram aumento do rendimento de grãos de soja após o uso ou não de escarificação com as coberturas de solo de nabo e aveia-preta semeadas de monocultura ou em consórcio (Nicoloso et al., 2008).

No atual modelo de agricultura, onde métodos alternativos que reduzam a dependência de insumos externos estão tomando outros olhares, o entendimento dos manejos de solo e de espécies vegetais que visem o controle de plantas daninhas e o aumento do rendimento das culturas, apresentam-se como excelentes alternativas para minimizar os efeitos negativos ao ambiente e reduzir custos de produção.

A hipótese desse trabalho é que o sistema plantio direto ocasiona a redução do número e do banco de espécies de plantas daninhas presentes nas áreas de cultivo, bem como apresenta efeito positivo sobre os componentes de rendimento das culturas do feijão, milho e soja.

## **OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito dos manejos do solo, com e sem cobertura vegetal durante 3 anos, nas características fitossociológicas, no banco de sementes de plantas daninhas e a influência nos componentes de rendimento das culturas do feijão, milho e soja.

## **Objetivos específicos**

Identificar e quantificar as plantas daninhas infestantes do feijão, milho e soja e no sistema plantio direto e sistema plantio convencional.

Avaliar e determinar a composição e a densidade do banco de sementes de plantas daninhas do solo, no sistema plantio direto e sistema plantio convencional.

Analisar os componentes de rendimento de grãos do feijão, do milho e da soja semeados em rotação ao sistema plantio direto e sistema plantio convencional.

## REFERÊNCIAS

- AITA, C.; GIACOMINI, J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura do solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, s/n, p.601-612, 2003.
- BALBINOT Jr., A.A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J.; CARVALHO, P.C.de.F. Desempenho da cultura do feijão após diferentes formas de uso do solo no inverno. **Ciência Rural**, v.39, n.8, p.2340-2346, 2009.
- BEUTLER, A.N.; MUNARETO, J.D.; GRECO, A.M.F.; POZZEBON, B.C.; GALON, L.; GUIMARÃES, S.; BURG, G.; SCHIMIDT, M.R.; DEAK, E.A.; GIACOMELI, R.; ALVES, G.da.S. Manejo do solo, palha residual e produtividade de arroz irrigado por inundação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.3, p.1153-1162, 2014.
- CARMONA, R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha**, v.10, n.1/2, p.5-16, 1992.
- CHAUHAN, B.S.; GILL, G.; PRESTON, C. Influence of tillage systems on vertical distribution, seedling recruitment and persistence of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) seed bank. **Weed Science**, v.54, s/n, p.669-676, 2006.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. v.4, n.3. Oitavo levantamento. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_01\\_11\\_11\\_30\\_39\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_11_11_30_39_boletim_graos_janeiro_2017.pdf)>. Acesso em 22 de janeiro de 2017.
- CONCENÇO, G.; TOMAZI, M.; CORREIA, I.V.T.; SANTOS, S.A.; GALON, L. Phytosociological surveys: tools for weed science? **Planta Daninha**, v.31, n.2, p.469-482, 2013.
- DEBIASI, H.; LEVIEN, R.; TREIN, C.R.; CONTE, O.; KAMIMURA, K.M. Produtividade de soja e milho após coberturas de inverno e descompactação mecânica do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.6, p.603-612, 2010.
- GOMES JR., F.G.; CHRISTOFFOLETI, P.J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha**, v.26, n.4, p.789-798, 2008.
- GUGLIERI-CAPORAL, A.; CAPORAL, F. J. M.; POTT, A. Phytosociology of sown pasture weeds under two levels of degradation in Brazilian savanna areas, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.3, p.312-321, 2010.
- 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, s/n, p.1-6, 2014.

- IKEDA, S.F.; MITJA, D.; VILELA, L.; SILVA, J.C.S. Banco de sementes em cerrado stricto sob queimada e sistemas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.6, p.667-673, 2008.
- JAKELAITIS, A.; SANTOS, C.L. dos.; BORCHARTT, L.; VALADÃO, F.C.deA.; PITTELKOW, F.K. Efeitos de resíduos vegetais e de herbicidas sobre as plantas daninhas e a produção do feijoeiro-comum. **Revista Caatinga**, v.23, n.1, p.45-53, 2010.
- LAMEGO, F.P.; CARATTI, F.C.; REINEHR, M.; GALLON, M.; SANTI, A.L.; BASSO, C.J. Potencial de supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura de verão. **Comunicata Scientiae**, v.6, n.1, p.97-105, 2015.
- LIMA, E. do V.; CRUSCIOL, C.A.C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Características agronômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja “safrinha” sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e da calagem superficial. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.069-080, 2009.
- MONQUERO, P.A. AMARAL, L.R.; INÁCIO, E.M.; BRUNHARA, J.P.; BINHA, D.P.; SILVA, P.V.; SILVA, A.C. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v.27, n.1, p.85-95, 2009.
- NICOLOSO, R.da.S.; AMADO, T.J.C.; SCHNEIDER, S.; LANZANOVA, M.E.; GIRARDEELLO, V.C.; BRGAGNOLO, J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, s/n, p.1723-1734, 2008.
- PACHECO, L.P.; BARBOSA, J.M.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O. de. A.; ASSIS, R.L.de.; MADARI, B.E.; PETTER, F.A. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, s/n, p.1787-1799, 2011.
- PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P.T.S.; RODRIGUES, D.B.B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em Latossolo Vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, s/n, p.1777-1785, 2011.
- PAULA, J.A.; VARGAS, L.; AGOSTINETTO, D.; NIHATTO, M.A. Manejo de *Conyza bonariensis* resistente ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, v. 29, n.2, p.2017-227, 2011.
- RIZZARDI, M.A.; SILVA, L.F. Influência das coberturas vegetais antecessoras de aveia-preta e nabo forrageiro na época de controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.669-675, 2006.

SILVA, A.A. GALON, L.; FERREIRA, F.A.; TIRONI, S.P.; FERREIRA, E.A.; SILVA, A.F.; ASPIAZÚ, I.; AGNES, E.L. Sistema de plantio direto na palhada e seu impacto na agricultura brasileira. **Revista Ceres**, v.56, n.4, p.496-506, 2009.

SILVA, E.C. da.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; TRIVELIN, P.C.O. Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.3, p.477-486, 2006.

SILVA, M.G. da.; ARF, O.; ALVES, M.C.; BUZETTI, S. Sucessão de culturas e sua influência nas propriedades físicas do solo e na produtividade do feijoeiro de inverno irrigado, em diferentes sistemas de manejo do solo. **Bragantia**, v.67, n.2, p.335-347, 2008.

SILVA, S.G.C.; SILVA, A.P.; GIAROLA, N.F.B; TORMENA, C.A.; SÁ, J.C.deM. Temporary effect of chiseling on the compaction of a rhodic hapludox under no-tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.2, p.547-555, 2012.

TARTARI, D.T.; NUNES, M.C.M.; SANTOS, F.A.S.; FARIA JUNIOR, C.A.; SERAFIM, M.E. Perda de solo e água por erosão hídrica em Argissolo sob diferentes densidades de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.7, n.3, p.85-93, 2012.

TEIXEIRA, C.M.; CARVALHO, G.J.de.; ANDRADE, M.J.B.de.; SILVA, C.A.; PEREIRA, J.M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n.4, p.647-653, 2009.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. World Agricultural cultural. Production. Disponível em: <<https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>. Acesso em 19 de jan de 2017.

VALICHESKI, R. R.; GROSSKLAUS, F.; STÜRMER, S. L. K.; TRAMONTIN, A. L.; BAADE, E. S. A. S. Desenvolvimento de plantas de cobertura e produtividade da soja conforme atributos físicos em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.9, p.969–977, 2012.

### Artigo 1

O artigo formatado de acordo com as normas da Revista Planta Daninha, para posterior submissão a mesma.

## **SISTEMAS DE CULTIVO, COBERTURAS VEGETAIS DE SOLO E SUA INFLUÊNCIA NA FITOSSOCIOLOGIA DE PLANTAS DANINHAS**

CULTIVATION SYSTEMS, VEGETABLE SOIL COVERINGS AND THEIR INFLUENCE ON PHYTOSOCYLOGY OF DANIN PLANTS

FORTE, C.T., GALON, L., BEUTLER, A.N., REICHERT JR., F.W., SCARIOT, M.A.

**RESUMO** - Estudos fitossociológicos são grupos de métodos que visam a identificação, composição e a distribuição de espécies de plantas em uma comunidade. O objetivo deste trabalho foi identificar e quantificar as principais plantas daninhas presentes em feijão, milho e soja cultivados em sistemas de plantio direto e convencional. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Foram conduzidos experimentos em 3 anos consecutivos, sendo os tratamentos constituídos pelas culturas de verão (feijão, milho e soja), sistema plantio direto (SPD) composto pelas coberturas, aveia-preta, ervilhaca e nabo forrageiro, além do consórcio das mesmas. No sistema de plantio convencional (SPC) deixou-se em pousio a área na entressafra das culturas. Avaliou-se a massa seca da parte aérea das coberturas, em cada safra agrícola. As variáveis avaliadas foram: frequência, densidade, abundância, massa seca e o índice de valor de importância das espécies presentes na área. Foram identificadas 20 espécies de plantas daninhas e 13 famílias, sendo as famílias Asteraceae e Poaceae as que apareceram com maior número de indivíduos. A produção de massa seca da parte aérea apresentou diferença entre as coberturas, destacando-se a cobertura de aveia-preta solteira e consorciada com nabo e ervilhaca com as maiores médias, nos 3 anos de condução dos experimentos. Os sistemas de cultivo e as diferentes culturas de coberturas dentro do sistema plantio direto interferiram no número de espécies encontradas. A emergência de *Euphorbia heterophylla* foi favorecida, enquanto a emergência de *Lolium multiflorum* foi inibida. A espécie *E. heterophylla* foi a mais encontrada nas áreas conduzidas no SPD, e sua germinação foi influenciada negativamente pela mobilização do solo. O consórcio de aveia-preta e ervilhaca proporcionou o máximo controle de plantas daninhas na cultura da soja.

**Palavras-chave:** Parâmetros fitossociológicos, Sistemas de cultivo, *Euphorbia heterophylla*.

**ABSTRACT** - Phytosociological studies are groups of methods that aim at the identification, composition and distribution of plant species in a community. The objective of this work was to identify and quantify the main weeds present in beans, corn and soybean cultivated in no - tillage and conventional systems. The experimental design was a randomized block design, with four replications. Experiments were carried out in three consecutive years, with summer (bean, corn and soybean) treatments, no - tillage system (SPD) composed of toppings, black oats, vetches and forage turnipers, in addition to their consortium. In the conventional planting system (SPC), the area was left fallow in the off-season. The dry mass of the aerial part of the coverings was evaluated in each crop. The variables evaluated were: frequency, density, abundance, dry mass and the importance value index of the species present in the area. Twenty species of weeds and 13 families were identified, with Asteraceae and Poaceae families showing the highest number of individuals. The dry matter production of the aerial part presented a difference between the coverings, standing out the coverage of single black oats and consorciated with turnip and vetch with the highest averages, in the 3 years of conduction of the experiments. Cropping systems and different cover crops within the no - tillage system interfered the number of species found. The emergence of *Euphorbia heterophylla* was favored, while the emergence of *Lolium multiflorum* was inhibited. The *E. heterophylla* species was the most found in the SPD areas, and its germination was negatively influenced by soil mobilization. The consortium of black oats and vetch provided the maximum control of weeds in soybean.

**Keywords:** Phytosociological parameters, Crop systems, *Euphorbia heterophylla*.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o avanço do sistema plantio direto (SPD) frente o sistema plantio convencional (SPC) de preparo do solo tem contribuído em vários aspectos para a agricultura brasileira, principalmente na diminuição da erosão e controle de pragas nos sistemas de cultivo (Silva et al., 2009). O SPD é adotado na sua essência em culturas anuais, como o feijão, milho e soja, as quais juntas representam 93% da área cultivada para produção de grãos no Brasil (Conab, 2017).

A rotação de culturas, produção de biomassa e a cobertura do solo são os requisitos considerados básicos para a implantação, manutenção e viabilização do SPD em qualquer região do Brasil (Andrioli et al., 2008). Várias são as espécies utilizadas para a produção de

resíduos vegetais no SPD nas diferentes regiões do Brasil, sendo as mais importantes a aveia-preta, o tremoço, a ervilhaca peluda e comum, o nabo forrageiro, a mucuna, a crotalária, as braquiárias, o feijão-guandu, o capim moha, o caupi, o milheto, o amendoim forrageiro e o girassol (Andrioli et al., 2008; Silva et al., 2009).

No sistema de cultivo convencional o solo é mobilizado mais intensivamente, com arado e/ou grade aradora. Devido essa mobilização as sementes de plantas daninhas também podem se distribuir ao longo do perfil do solo, dando origem a espécies persistentes no banco de sementes (Guersa e Martínéz-Guersa, 2000).

O consórcio de espécies vegetais para coberturas de solo, além de favorecer no manejo de plantas daninhas, também proporciona melhoria nas quantidades de nutrientes, principalmente pela fixação biológica de nitrogênio e pela baixa relação C/N das espécies pertencentes a família Fabaceae, disponibilizando mais rapidamente esses nutrientes para a solução do solo (Doneda et al., 2012).

A produção de resíduos vegetais, além de disponibilizar nutrientes pode interferir positivamente no controle de plantas daninhas, pela supressão das mesmas, ou mesmo pela liberação de compostos alelopáticos. Essa prática de manejo pode ser um forte aliado no controle de espécies que apresentam resistências aos herbicidas, como é o caso da *Conyza bonariensis*, pois, diminui consideravelmente a entrada de luz no solo, dificultando assim a emergência da maioria das plantas daninhas (Paula et al., 2011).

Pode-se classificar os efeitos dos resíduos superficiais sobre as plantas daninhas em função de três aspectos, físico, químico e biológico, além da interação entre eles (Silva e Silva, 2007). Certas espécies vegetais como a *Urochloa ruziziensis*, por serem capazes de produzir elevadas quantidades de massa vegetal (efeito físico), apresentam uma maior capacidade de influenciar na flora infestante (Sodré Filho et al., 2008). As espécies de cobertura de solo que apresentam porte ereto podem proporcionar uma menor porcentagem de cobertura das plantas daninhas. Essa característica facilita a incidência de luz nas entrelinhas da cultura, e assim beneficia o estabelecimento das plantas daninhas (Lima et al., 2014).

Os efeitos diferenciados dos sistemas de preparo do solo e a ação dos herbicidas sobre as espécies daninhas podem alterar a composição botânica da comunidade (Jakelaitis et al., 2003). A evolução florística da comunidade ocorre de acordo com a intensidade, a regularidade e o tempo de utilização do sistema e, dependendo da intensidade dessas alterações, podem afetar o manejo, o controle e a competição exercida por essa comunidade com a cultura (Favero et al., 2001).

De acordo com Concenço et al. (2013), o estudo fitossociológico de maneira direta pode ser classificado como um grupo de métodos de avaliações ecológicas e tem como objetivo proporcionar uma visão geral da composição e da distribuição de espécies de plantas em uma comunidade. O método foi em primeira instância desenvolvido para descrever as espécies vegetais presentes em um determinado local e vem assumindo papel fundamental na estudar a dinâmica o de plantas daninhas nas áreas agrícolas (Guglieri-Caporal et al., 2010).

Nesse aspecto, deve-se ressaltar que as espécies vegetais utilizadas como plantas produtoras de resíduos para a cobertura do solo, na adoção do SPD, podem apresentar comportamentos diferenciados quanto a supressão ou não das espécies de plantas daninhas, influenciando a germinação e a emergência destas, do mesmo modo que para o SPC. O modo de manejar o feijão, o milho e a soja também podem interferir na incidência de plantas daninhas nas áreas em que são cultivadas.

A hipótese que será testada é a de que as coberturas de solo, compostas por aveia preta, ervilhaca e nabo implantados no inverno de forma isolada ou em consórcio, aliadas ao sistema de plantio direto, tenham impacto supressivo no aparecimento de plantas daninhas nas culturas de verão (feijão, milho e soja). Diante disso, o objetivo deste trabalho foi identificar e quantificar as plantas daninhas presentes em lavouras de feijão, milho e soja conduzidas nos sistemas de plantio direto e convencional.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram instalados 12 experimentos à campo no município de Quatro Irmãos-RS nas safras 2013/14, 2014/15 e 2015/16, na localização geográfica: latitude 27°44'S, longitude 52°26'W, altitude de 680 m e clima Cfa (temperado úmido com verão quente) de acordo com a classificação de Köppen. O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo Háplico Ta eutrófico (EMBRAPA, 2013). O clima da região, segundo a classificação Köppen, é do tipo Cfa, caracterizado como subtropical úmido. As médias mensais de pluviosidade no período de verão na área dos experimentos foram de 263, 186 e 315 mm para a safra 2013/14, 2014/15 e 2015/16, respectivamente.

O delineamento experimental adotado nos experimentos foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos estão dispostos na Tabela 1. As culturas de verão (feijão, milho e soja) foram antecedidas por culturas de cobertura do solo estabelecidas no inverno, de forma isolada ou em consórcio. Na área destinada ao pousio adotou-se o sistema de plantio convencional (SPC) de preparo do solo, com uso do arado de discos e grade niveladora. Imediatamente ao preparo foi efetuada a semeadura das culturas de verão.

A vegetação existente na área em pousio era composta principalmente pelas espécies; *Lolium multiflorum*, *Conyza bonariensis* e *Raphanus sativus*. A semeadura das coberturas de inverno e das culturas de verão no sistema plantio direto (SPD) foi realizada segundo os princípios de mínima mobilização do solo, produção de resíduos vegetais e rotação de culturas. A dessecação da cobertura vegetal anterior ao estabelecimento dos cultivos de inverno e de verão foi realizada com o emprego do herbicida glyphosate na dose de 1,08 kg ha<sup>-1</sup> de equivalente ácido (e.a) juntamente com sethoxydim na dose de 0,22 kg ha<sup>-1</sup>, 30 dias antes da semeadura. As parcelas foram constituídas por 6 linhas, espaçadas a 0,47 m entre si e 10 m de comprimento, totalizando uma área de 28,2 m<sup>2</sup> por unidade experimental.

As densidades de semeadura adotadas para as coberturas de solo de inverno foram: 130 plantas m<sup>-2</sup> para a aveia-preta, 100 plantas m<sup>-2</sup> de nabo, 170 plantas m<sup>-2</sup> de ervilhaca, 90 + 50 plantas m<sup>-2</sup> para aveia-preta + ervilhaca, 90 + 30 plantas m<sup>-2</sup> para aveia-preta + nabo e 170 + 35 plantas m<sup>-2</sup> de ervilhaca + nabo. A semeadura, tanto das coberturas de inverno como das culturas de verão, foi realizada com auxílio de uma semeadora/adubadora. Foi aplicada como adubação no sulco de semeadura a dose de 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 08-24-12 de (N-P-K) e como adubação de cobertura 45 kg ha<sup>-1</sup> de N nas culturas de inverno. Já para as culturas de verão, a densidade de semeadura foi de 30 plantas m<sup>-2</sup> para a cultura da soja (cv. BMX Alvo) nos dois primeiros anos e 35 plantas para a terceira safra agrícola (cv. BMX Ativa), 21 plantas de feijão m<sup>-2</sup> (cv. BRS Campeiro) e 6 plantas m<sup>-2</sup> para os híbridos de milho (AG 8041 PRO, SX 7331 VIP e P1630H para a primeira, segunda e terceira safras agrícolas, respectivamente). A adubação no sulco de semeadura foi de 350 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 05-30-15 (N-P-K) nas culturas de feijão, milho e soja, nas três safras agrícolas. Já a adubação de cobertura foi de 45 e 122 kg ha<sup>-1</sup> de N para o feijão e milho, respectivamente.

O controle de plantas daninhas na cultura do feijão foi realizado com o auxílio da mistura comercial composta pelos herbicidas fluazifop-p-buthyl + fomesafen na dose de 0,25 + 0,25 kg ha<sup>-1</sup>. Na cultura do milho foi utilizada a mistura comercial dos herbicidas atrazine + simazine na dose de 1,25 + 1,25 kg ha<sup>-1</sup>. Na cultura da soja foi utilizado o herbicida glyphosate na dose de 1,08 kg ha<sup>-1</sup> e.a.

A quantificação da massa seca da parte aérea (MS) das coberturas vegetais de inverno foi realizada em uma área de 0,25 m<sup>2</sup>. Seccionou-se as plantas rente ao solo após o florescimento das mesmas. As amostras obtidas foram colocadas em sacos de papel do tipo Kraft e posteriormente acondicionadas em estufa com circulação de ar forçada, na temperatura de 60±5°C, até o material atingir massa constante.

A avaliação da composição específica de plantas daninhas presentes em cada tratamento foi realizada 30 dias após a colheita das culturas de verão, realizando-se inicialmente a identificação da espécie. Após isso foi realizada a contagem do número de indivíduos. Por fim, foi determinado o acúmulo de massa seca das plantas daninhas. O levantamento do número de plantas  $m^{-2}$  e a determinação da massa seca foram realizados em uma área de  $0,25 m^2$ , obtida com o auxílio de um quadro com dimensões de  $0,5 \times 0,5 m$ , o qual foi lançado ao acaso em cada unidade experimental. As plantas daninhas foram identificadas por espécie, contadas, cortadas rente ao solo, separadas e acondicionadas em sacos de papel do tipo Kraft para posterior determinação de massa seca. A massa seca foi obtida após a secagem das amostras em estufa de circulação forçada de ar, a  $65^{\circ}C$ , por 72 horas.

Anteriormente a implantação do experimento foi realizado um levantamento fitossociológico da área, 30 dias após à colheita da safra agrícola 2012/13 (Tabela 4), onde foi realizado a semeadura da cultura do feijão. Antes da semeadura do feijão a área era utilizada para pastoreio de animais no período de inverno e no verão utilizava-se para a implantação de culturas anuais, como milho e/ou soja.

Depois de realizada a coleta das amostras, a área do experimento foi dessecada com a utilização do herbicida glyphosate na dose de  $1,08 kg ha^{-1}$  e.a., juntamente com sethoxydim na dose de  $0,22 kg ha^{-1}$ , para eliminação das plantas daninhas e evitar a possível alimentação do banco de sementes no solo.

Os dados obtidos com cada espécie foram utilizados na determinação dos índices fitossociológicos das espécies presentes. Estes índices foram calculados de acordo com as equações propostas por Müeller-Dombois e Ellenberg (1974).

Após a coleta das plantas nas áreas, estimou-se a frequência (FRE) – permite avaliar a distribuição das espécies nas parcelas; densidade (DEN) – quantidade de plantas de cada espécie por unidade de área ( $0,25 m^2$ ); abundância (ABN) – informa sobre a concentração das espécies na área; frequência relativa (FRR), densidade relativa (DER), abundância relativa (ABR) e massa seca relativa (MSR) – determina a relação de cada espécie com outras encontradas na área; índice de valor de importância (IVI) e índice de valor de importância relativo (IVIR) – indica quais espécies são mais importantes dentro da área estudada (Tabela 2).

Para a massa seca das culturas de cobertura foi realizada a análise de variância e em sendo significativo comparou-se as médias através do teste de Tukey a  $p \leq 0,05$ . Já para os índices fitossociológicos foi adotada a análise descritiva.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento fitossociológico permitiu identificar 13 famílias de plantas daninhas e 19 espécies, nas três safras de condução dos experimentos (Tabela 3). As famílias Asteraceae e Poaceae foram as que apresentaram o maior número de espécies, sendo ambas também já relatadas como as mais encontradas na cultura do girassol (Adegas et al., 2010) e do milho (Oliveira et al., 2014). A família Poaceae apareceu ainda com maior número de representantes nas culturas do pimentão (Cunha et al., 2014) e em pastagens (Galvão et al., 2011). Ressalta-se que a família Poaceae se enquadra na classe das monocotiledôneas (folhas estreitas) e as demais espécies encontradas pertencem as dicotiledôneas (folhas largas). Os parâmetros fitossociológicos das espécies de plantas daninhas encontrados antes da instalação do experimento encontram-se descritos na Tabela 4.

A espécie daninha que apareceu com maior frequência (FRE), densidade (DEN) e abundância (ABN) foi *Lolium multiflorum*. Em razão de o levantamento ter sido realizado próximo do final da estação de outono, essa planta daninha foi a que apresentou o maior índice de valor de importância (IVI). Observou-se diversidade muito grande de famílias e espécies presentes no levantamento realizado, antes da implantação do experimento (Tabela 4).

Por ser um solo relativamente compactado devido ao pastoreio dos animais, a espécie *Sida rhombifolia* também foi encontrada no local, pois é uma planta que é capaz de se estabelecer com maior facilidade nesse tipo de solo. Destaca-se também a presença *Conyza bonariensis*, com FRE de 0,75, ou seja, de cada 100 amostras ela estava presente em 75 delas. Essa planta daninha já apresenta resistência aos herbicidas inibidores de EPSPs (Vagas et al., 2007), FS I e II e resistência múltipla a EPSPs e FS I (Heap, 2016). Em situações de plantio direto consolidado o acúmulo de resíduos sobre a superfície do solo reduz a emergência de plântulas de *C. bonariensis* (Paula et al., 2011), minimizando assim os problemas com essa planta daninha e facilitando o manejo da mesma ao infestar as culturas de verão.

Os resultados demonstram que a espécie *Bidens pilosa* apresentou superioridade na MSR em relação às demais, com acúmulo de 29,5%, em relação ao total de massa seca presente na área estudada. Esses resultados demonstram a elevada capacidade competitiva que essa planta daninha apresenta quando infesta culturas de interesse agrônomo. A espécie *B. pilosa* é altamente competitiva com o feijão, reduzindo cerca de 40% a massa seca da cultura quando na floração, na soja pode apresentar maior habilidade competitiva quando emergir antes da cultura (Fleck et al., 2004; Manabe et al., 2014).

### **Produção de massa seca da parte aérea (MS) das coberturas vegetais do solo**

A produção de MS das coberturas vegetais do solo pode sofrer variações conforme demonstram os resultados expressos na Tabela 5. Na safra 2013/14 a espécie usada como cobertura vegetal que apresentou maior produção de MS foi a ervilhaca, associada ou não com aveia-preta e nabo. Destaca-se que o consórcio torna-se uma alternativa interessante para aumentar a produção de MS. Não foi observado diferenças significativas entre a produção de MS para a aveia-preta e o consórcio com nabo no decorrer das 3 safras de condução dos ensaios, sendo que o nabo não contribuiu para o aumento dessa variável.

O nabo foi a cultura de cobertura que apresentou a menor produção de MS de 1,55 e 1,40 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente nas duas primeiras safras, inclusive o pousio apresentou maior MS, composto pelas espécies *L. multiflorum*, *C. bonariensis* e *R. sativus* (Tabela 5). No terceiro ano a produção foi maior, possivelmente devido as condições ambientais e ao melhor estabelecimento da cultura. Neste último período a vegetação espontânea encontrada na área em pousio foi a que menos contribuiu na produção de MS. De acordo com Valicheski et al. (2012), a aveia-preta produziu aproximadamente 6 Mg ha<sup>-1</sup> de massa seca, enquanto que o nabo não superou as 3 Mg ha<sup>-1</sup>, em solo sem compactação. Com o aumento da compactação, ambas as espécies produziram menor quantidade de massa.

### **Experimentos com a cultura do feijão**

#### Experimento 1 - safra 2013/14

Ao se manejar o feijão usando aveia-preta + nabo como culturas de cobertura observou-se que a planta daninha *Euphorbia heterophylla* foi a que alcançou os maiores valores de frequência relativa (FRR), densidade relativa (DER), abundância relativa (ABR) e massa seca relativa (MSR), em relação as demais espécies (Tabela 6).

Já a cultura do nabo estabelecida de modo isolado no sistema plantio direto possibilitou à espécie *B. pilosa* alcançar o maior índice de valor de importância relativo (IVIR) (Tabela 6).

Pode-se perceber que os manejos no SPD interferiram significativamente na fitossociologia de plantas daninhas infestantes da cultura do feijão. No pousio *D. ciliaris* foi a espécie que apresentou maior destaque (> IVIR), seguida de *B. pilosa*, *E. heterophylla*, *Ipomoea indivisa* e *C. hirta*. Observou-se, ainda, que no pousio os valores de FRE, DEN e ABR foram semelhantes entre as diferentes espécies (Tabela 6).

Ao se comparar os sistemas de preparo de solo e as diferentes culturas de cobertura dentro do SPD, observou-se praticamente as mesmas espécies de plantas daninhas, porém o

nabo como cultura de cobertura possibilitou uma maior diversidade de espécies infestantes (Tabela 6). Esse mesmo fato foi constatado por Jakelaitis et al. (2003), nas culturas do milho e do feijão, onde a diversidade de espécies de plantas daninhas foi maior no SPD em comparação com o pousio. A maior diversidade de espécies de plantas daninhas ao se usar o nabo como cobertura deve-se ao fato de que essa espécie de cobertura utilizada no período de inverno apresenta alta taxa de decomposição/mineralização (Aita e Giacomini, 2003; Crusciol et al., 2005; Heinz et al., 2011). O menor tempo de recobrimento do solo pode favorecer a ocorrência de maior diversidade de espécies por facilitar a emergência de plantas daninhas. Plantas de cobertura que apresentem ciclo curto podem não ser adequadas para a supressão de plantas daninhas (Mhlanga et al., 2015) por favorecem a germinação e emergência das mesmas.

#### Experimento 2 - safra 2014/15

No segundo experimento com a cultura do feijão (safra 2014/15), percebeu-se que quando a cobertura do solo foi realizada com o consórcio aveia-preta + nabo, ocorreu a maior comunidade infestante se comparada com o uso de nabo + ervilhaca e mesmo o pousio (Tabela 7). Os valores de FRR, DER e ABR foram semelhantes entre as espécies e o IVIR em média 28,55% para *B. pilosa* e *I. indivisa*, e de 21,46% para *E. heterophylla* e *S. oleraceus*. Já para o sistema com nabo + ervilhaca houve uma maior DEN de plantas de *B. pilosa* e de *I. indivisa*, não aparecendo a espécie *S. oleraceus*.

Novamente no pousio a planta daninha *E. heterophylla* não foi encontrada. Em contrapartida a espécie *C. hirta* da mesma família apresentou o maior valor de IVIR (Tabela 7). Algumas plantas daninhas se caracterizam por serem típicas de áreas de pousio (Albuquerque et al., 2013). A espécie *R. sativus* que serviu como cobertura de solo na safra anterior também foi encontrada. Possivelmente houve uma dispersão de sementes e a emergência foi favorecida devido ao recobrimento da semente com a prática de mobilização do solo (SPC), além da planta ter emergido após a aplicação do herbicida fluazifop-p-buthyl+fomesafen na cultura do feijão.

#### Experimento 3 - safra 2015/16

Na safra 2015/16, observou-se que a *E. heterophylla* apresentou maior FRE nos manejos em SPD (ervilhaca e aveia-preta em isolado), sendo que a mobilização do solo afetou pela metade o estabelecimento dessa espécie, ou seja, somente em 50% das áreas coletadas foi encontrada essa planta daninha (Tabela 8). Já nos sistemas com aveia-preta e ervilhaca no SPD em todas as amostras essa espécie esteve presente, com a maior MSR e conseqüentemente maior IVI.

A mobilização do solo (pousio) estabeleceu o maior número de espécies de plantas daninhas em comparação aos manejos no SPD.

A cobertura composta por aveia-preta foi a mais eficiente na diminuição da emergência de algumas plantas daninhas, como *S. rhombifolia* e *C. hirta*. Segundo Lima et al. (2014), a composição florística de plantas daninhas é influenciada pelos resíduos da cultura de cobertura. Esses autores encontraram a maior produção de MS ao utilizarem a espécie *Urochloa ruziziensis*, próximo a 10 Mg ha<sup>-1</sup>, estabelecendo relação com o presente trabalho, onde no manejo com aveia-preta, reduziu-se o número de espécies de plantas daninhas, possivelmente pela maior produção de MS (Tabela 5). A produção de MS de aveia-preta em níveis de 10,5 Mg ha<sup>-1</sup>, reduziu consideravelmente a germinação de *Urochloa plantaginea*, se comparado sem a presença de palha a germinação do banco de sementes passou de 4,5 para 0,08% (Theisen e Vidal, 1999).

Em se tratando de IVIR, devido a maior FRE, DEN, ABN e MSR a espécie *E. heterophylla* foi a que apresentou os valores mais elevados para ervilhaca e aveia-preta no SPD (Tabela 8). Já no SPC o maior IVIR foi observado para a espécie *Ipomoea indivisa*. As plantas daninhas *E. heterophylla*, *D. ciliaris*, *B. pilosa* e *I. indivisa* foram encontradas nos 3 manejos (ervilhaca, aveia-preta e pousio), sendo que as coberturas vegetais e a mobilização do solo não influenciaram no seu estabelecimento.

## **Experimentos com a cultura do milho**

### Experimento 1 - safra 2013/14

Observou-se na cultura do milho a predominância de *E. heterophylla*, *D. ciliaris* e *B. pilosa* na safra 2013/14 (Tabela 9), destacando-se que essas espécies são comumente encontradas nas lavouras brasileiras. Nos manejos usando-se nabo + ervilhaca e ervilhaca no SPD a planta daninha *D. ciliaris* apareceu como a espécie de maior IVI, além de ter a maior FRE em todas as observações realizadas ao semear o milho. A *B. pilosa* não apareceu no manejo com nabo + ervilhaca. Rotações com diferentes culturas de cobertura e a posterior semeadura do milho podem ter efeito no aumento da diversidade de plantas daninhas, porém diminuição de até 92% na densidade (Mhlanga et al., 2015).

No sistema conduzido em pousio a espécie *B. pilosa* apresentou o maior IVI, seguida pela *D. ciliaris*. Esta última é uma espécie que merece maior atenção em lavouras de milho, pois é pertencente a mesma família e com isso pode competir de maneira similar pelos recursos do meio. Em trabalho que avaliou a habilidade competitiva entre *D. ciliaris* com arroz irrigado

e a soja, Agostinetto et al. (2013), comprovaram que a planta daninha foi mais competitiva que as culturas.

#### Experimento 2 - safra 2014/15

De acordo com os resultados, ocorre a predominância da espécie *E. heterophylla* nos manejos adotados com o SPD (Tabela 10). Esse fato provavelmente se deve ao banco de sementes do solo e a capacidade dessa espécie emergir em ambientes que não apresentem luz. Deve-se considerar também que no SPC as sementes estão distribuídas ao longo do perfil do solo e com isso dificulta seu estabelecimento (Schreiber, 1992; Guersa e Martínéz-Guersa, 2000; Lacerda et al., 2005; Chauhan et al., 2006).

Avaliando-se os de aveia-preta e ervilhaca no SPD observou-se que a DEN reduziu pela metade ao se usar como cobertura vegetal a ervilhaca, provavelmente por ser uma espécie pertencente a família Fabaceae e disponibilizar uma quantidade maior de N para o milho, fazendo com que a cultura feche mais rapidamente o dossel, impedindo assim a entrada de luz, desfavorecendo a emergência das plantas daninhas.

No SPC foram identificadas as espécies *C. hirta* e *L. multiflorum* com IVIR de 56,97 e 43,03%, respectivamente. A *C. hirta* se destacou no SPC pela maior MSR, o que resultou em maior IVI. Os valores de FRR, DER e ABR foram iguais para as duas espécies (Tabela 10). Quando comparado o SPD com o cultivo convencional e cultivo mínimo, constata-se que o primeiro proporciona menor MS e menor número de plantas daninhas do que os demais na cultura da cana crua (Soares et al., 2011), evidenciando assim o maior estabelecimento de plantas daninhas no SPC.

#### Experimento 3 - safra 2015/16

Na área em que o nabo foi usado como cultura de cobertura de solo observou-se as espécies *O. corniculata* e a *C. bonariensis*. Não foram encontradas essas espécies quando foram envolvidas no manejo a aveia-preta + ervilhaca em consórcio. Esse fato evidencia que a maior produção de MS proporcionado pelo consórcio aveia + ervilhaca (Tabela 5) em conjunto com a maior permanência dos resíduos destas coberturas no solo prejudicou a emergência e estabelecimento das plantas daninhas, devido possivelmente pela supressão imposta pela barreira física dos resíduos superficiais. O uso de coberturas vegetais de solo como a mucuna-preta, feijão-de-porco, feijão-bravo-do-ceará e aveia-preta são espécies com grande potencial de produção de massa seca que podem suprimir as germinação e/ou emergência de plantas daninhas (Theisen e Vidal, 1999; Favero et al., 2001).

Na área com pousio a DEN e a ABN de plantas daninhas foi superior quando comparado com as demais culturas de cobertura no SPD. Merece destaque o *L. multiflorum*, que foi encontrado em todos os locais de coleta na DEN média de 26 planta m<sup>-2</sup> (Tabela 11). Essa constatação vai de encontro com o trabalho de Guersa e Martínéz-Guersa (2000), os quais constataram que o revolvimento do solo favorece o estabelecimento de um banco de sementes de plantas daninhas mais persistentes em função da distribuição das sementes ao longo do perfil do solo.

As espécies *C. bonariensis*, *L. multiflorum* e *R. sativus* destacam-se em locais onde não há cobertura vegetal do solo (pousio), sendo que o *L. multiflorum* apresentou o maior IVIR (50,94), devido em especial a DEN/DER, o que pode ser observado na Tabela 11. A semeadura direta com a presença de resíduos culturais sobre a superfície reduziu a emergência de *C. bonariensis* (Paula et al., 2011). De acordo com Albuquerque et al. (2013), algumas plantas daninhas se caracterizam como típicas de áreas em pousio, mas já apresentando algumas espécies consideradas nativas de áreas com grandes distúrbios.

## **Experimentos com a cultura da soja**

### Experimento 1 - safra 2013/14

Avaliando a comunidade infestante na cultura da soja na safra 2013/14, observou-se que no SPD a planta daninha que apresentou os maiores IVIR foi a *E. heterophylla* com médias de 53,42 e 65,55%, respectivamente para aveia-preta e aveia-preta + ervilhaca (Tabela 12). Essa planta daninha tem sido de difícil controle no Brasil, por ser tolerante ao glyphosate e com resistência múltipla aos herbicidas inibidores de ALS e de PROTOX (Vargas et al., 2013; Xavier et al., 2013; Prigol et al., 2014).

Destaca-se que além da *E. heterophylla* foi encontrado também a *C. bonariensis* no sistema que contou com aveia-preta. Esta espécie também resistente ao glyphosate (Vargas et al., 2007; Heap, 2016). Cabe destacar que o glyphosate é o herbicida mais utilizado, tanto na dessecação como também na limpeza das lavouras de soja no Brasil, em especial as que adoram a tecnologia Roundup Ready®.

Observou-se que no pousio a principal planta daninha encontrada foi a *D. ciliaris* e que a *E. heterophylla* não foi encontrada na área (Tabela 12). Esse fato possivelmente esteja ligado a mobilização do solo e as coberturas no SPD, onde a germinação das plantas daninhas *D. ciliaris* foi suprimida pela presença dos resíduos vegetais e as plantas *E. heterophylla* encontraram ambiente ideal para seu desenvolvimento, visto que são espécies fotoblásticas

negativas. Além do transporte para camadas mais profundas no caso da espécie *E. heterophylla*, impedindo a emergência. Essa distribuição das sementes no perfil do solo é influenciada pela frequência de preparo, originando um banco de sementes de plantas daninhas persistentes (Guersa e Martínéz-Guersa, 2000), em contrapartida, outras espécies podem se beneficiar do revolvimento do solo.

Percebe-se que a comunidade de plantas daninhas foi 100% maior no pousio (SPC) em relação ao SPD com aveia-preta e 33% em relação ao SPD com aveia-preta + ervilhaca. Mauli et al. (2011) observaram que a utilização de espécies de cobertura do solo, como a aveia-preta solteira, ervilhaca e nabo forrageiro em consórcio não interferiu significativamente na incidência de plantas daninhas na cultura da soja, porém quanto mais elevada a produção de massa seca pelas coberturas, maior foi a redução da infestação de plantas daninhas.

#### Experimento 2 - safra 2014/15

Ao se comparar o SPD com nabo com o SPC (pousio) notou-se uma diminuição de plantas daninhas quando o solo é mobilizado, reduzindo-se a DEN total de plantas pela metade (Tabela 13). Com a mobilização do solo a espécie *E. heterophylla* não foi encontrada (pousio), mesmo sabendo que essa planta daninha estava presente na área onde foi realizado o experimento, de acordo com o levantamento prévio das espécies antes do início do trabalho (Tabela 4).

Observou-se que o SPD com a aveia-preta + ervilhaca não favoreceu o surgimento de plantas daninhas, nem mesmo da espécie *E. heterophylla* (Tabela 13). A produção e a manutenção de MS das coberturas vegetais estão diretamente ligadas a supressão de plantas daninhas (Mauli et al., 2011), visto que nesse manejo a produção de resíduos culturais foi a maior, como pode ser observado na Tabela 5. Trezzi et al. (2006), observaram que o uso de 9,75 Mg ha<sup>-1</sup> de de sorgo Dow 1P-400 atrasou a emergência de leiteiro, quando comparado a diferentes genótipos de sorgo e milho. Os mesmos autores compararam a do sorgo com aveia-preta comum, notando que ambos foram capazes de reduzir o índice de velocidade de emergência do leiteiro. Para Rizzardi e Silva (2006), as coberturas podem auxiliar na redução do uso de métodos químicos de controle, tendo em vista que o resíduo da cobertura pode diminuir e/ou atrasar a emergência das plantas daninhas. A decomposição da massa verde pode liberar substâncias alelopáticas e, conseqüentemente, impedir ou reduzir a emergência e/ou crescimento das plantas (Trezzi e Vidal, 2004; Souza et al., 2006).

## Experimento 3 - safra 2015/16

A espécie *E. heterophylla* foi encontrada no SPD com aveia-preta e ervilhaca consorciados com o nabo, porém não se encontrou essa espécie no SPC (pousio), o que indica que o revolvimento do solo pode prejudicar seu estabelecimento. No SPD com cobertura de aveia-preta + nabo a espécie *E. heterophylla* juntamente com a *D. ciliaris* foram as que apresentaram o maior IVIR, 23,36 e 24,40, respectivamente (Tabela 14), visto que em outros países e inclusive no Brasil já há relatos de resistência desse gênero ao herbicida glyphosate (Carvalho et al., 2015; Heap, 2016).

O SPD com consórcio de ervilhaca + nabo foi o mais eficiente em reduzir o número de espécies, porém houve o predomínio de *B. pilosa*, o que resultou no IVI de 216,09, mais que 50% do total das espécies encontradas, demonstrado pela FRE, DEN, ABN e MSR (Tabela 14). Os resíduos vegetais de ervilhaca apresenta uma taxa de decomposição muito alta devido principalmente a sua baixa relação C/N (Aita e Giacomini, 2003), assim como o nabo, o que indica que o consórcio dessas espécies pode ter acelerado o processo de decomposição dos resíduos, expondo o solo a incidência de luz e proporcionando o maior desenvolvimento de plantas daninhas. Destaca-se no SPC (pousio) a presença de *L. multiflorum*, devido a vegetação espontânea, composta principalmente por essa espécie no período de inverno, juntamente com a presença de *C. bonariensis*. Essas duas plantas daninhas apresentam resistência ao glyphosate, o que exige que se faça misturas desse herbicida com outros com diferentes mecanismos de ação para se ter eficiência de controle. Além disso, tem sido constatada a resistência destas espécies a alguns herbicidas pertencentes aos mecanismos de ação ACCase e ALS, no caso do *L. multiflorum*, e FSI e FSII, no caso da *C. bonariensis* (Heap, 2016).

Os sistemas de manejo do solo e as diferentes coberturas dentro do sistema plantio direto interferiram no número de espécies encontradas, favorecendo a ocorrência de espécies como *E. heterophylla*, porém diminuindo tanto número de espécies encontradas, como a densidade das plantas daninhas, principalmente de *L. multiflorum*. A *E. heterophylla* foi a mais encontrada nas áreas manejadas no SPD, tendo sua germinação influenciada negativamente pela mobilização do solo. O consórcio de aveia-preta e ervilhaca demonstrou ser uma ótima alternativa de controle de plantas daninhas, devido a elevada produção de MS. A mobilização do solo em geral favorece uma maior densidade e número de espécies de plantas daninhas, independentemente da cultura de verão.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, a FAPERGS e o FINEp pela concessão de auxílio financeiro a pesquisa e pelas bolsas concedidas.

## LITERATURA CITADA

- Adegas F.S. et al. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas na cultura do girassol. **Planta Daninha**. 2010; 28: 705-16.
- Agostinetto D. et al. Habilidade competitiva relativa de milhã em convivência com arroz irrigado e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2013; 48: 1315-22.
- Aita C., Giacomini S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 2003; 27: 601-12.
- Albuquerque J.A.A. et al. Fitossociologia e características morfológicas de plantas daninhas após cultivo de milho em plantio convencional no cerrado de Roraima. **Agro@ambiente On-line**. 2013; 7: 313-21.
- Andrioli I. et al. Produção de milho em plantio direto com adubação nitrogenada e cobertura do solo na pré-safra. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 2008; 32: 1691-98.
- Carvalho S.J.P. et al. Detection of glyphosate resistant palmer amaranth (*Amaranthus palmeri*) in agricultural areas of Mato Grosso, Brazil. **Planta Daninha**. 2015; 33: 579-86.
- Chauhan BS. et al. Influence of tillage systems on vertical distribution, seedling recruitment and persistence of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) seed bank. **Weed Science**. 2006; 54: 669-76.
- Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. **Grãos - Brasil. Série Histórica de: área, produtividade e produção**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em 19 de jan de 2017.
- Conceção G. et al. Phytosociological surveys: tools for weed science? **Planta Daninha**. 2013; 31: 469-82.
- Crusciol C.A.C. et al. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2005; 40: 161-8.
- Cunha J.L.X.L. et al. Fitossociologia de plantas daninhas na cultura do pimentão nos sistemas de plantio direto e convencional. **Agro@ambiente On-line**. 2014; 8: 119-26.
- Doneda A. et al. Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 2012; 36: 1714-23.

- Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos (Brasília, DF). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Brasília, DF: Embrapa Solos, 2013. 154p.
- Favero C. et al. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 2001; 36: 1355-62.
- Fleck N.G. et al. Interferência de picão-preto e guanxuma com a soja: efeitos da densidade de plantas e época relativa de emergência. **Ciência Rural**. 2004; 34: 41-8.
- Galvão A.K.L. et al. Levantamento fitossociológico em pastagens de várzea no estado do Amazonas. **Planta Daninha**. 2011; 29: 69-75.
- Guersa C.M., Martínez-Guersa M.A. Ecological correlates of seed size and persistence in the soil under different tilling systems: Implications for weed management. **Field Crops Research**. 2000; 67: 141-8.
- Guglieri-Caporal A. et al. Phytosociology of sown pasture weeds under two levels of degradation in Brazilian savanna areas, Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. 2010; 40: 312-21.
- Heap I. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds**. Online. Internet. Disponível em: <<http://weedsociety.org/Summary/Species.aspx>>. Acesso em 07 de jun. de 2016.
- Heinz R. et al. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de crame e nabo forrageiro. **Ciência Rural**. 2011; 41: 1549-55.
- Jakelaitis A. et al. Dinâmica populacional de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo nas culturas de milho e feijão. **Planta Daninha**. 2003; 21: 71-79.
- Lacerda A.L.S. et al. Levantamento do banco de sementes em dois sistemas de manejo de solo irrigados por pivô central. **Planta Daninha**. 2005; 23: 1-7.
- Lima S.F. et al. Fitossociologia de plantas daninhas em convivência com plantas de cobertura. **Revista Caatinga**. 2014; 27: 37-47.
- Manabe P.M.S. et al. Características fisiológicas de feijoeiro em competição com plantas daninhas. **Biosci. J.** 2014; 30:1721-1728.
- Mauli M.M. et al. Variation on the amount of winter cover crops residues on weeds Incidence and soil seed bank during an agricultural year. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. 2011; 54: 683-90.
- Mhlanga B. et al. Weed community responses to rotations with cover crops in maize-based conservation agriculture systems of Zimbabwe. **Crop Protection**. 2015; 69: 1-8.

- Müeller-Dombois D., Elleberg H. Aims and methods of vegetation ecology. **New York**, John Wiley. 1974, 347p.
- Oliveira A.C.S. et al. Fitossociologia de plantas daninhas em monocultivo de milho e em consórcio com diferentes Fabaceae. **Revista Ceres**. 2014; 61: 643-51.
- Paula J.A. et al. Manejo de *Conyza bonariensis* resistente ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**. 2011; 29: 217-27.
- Prigol A. et al. Avaliação de biótipos de leiteiro com suspeita de resistência a herbicidas inibidores da ALS e Protox provenientes de Rondônia. **Revista Brasileira de Herbicidas**. 2014; 13: 216-24.
- Rizzardi M.A., Silva L.F. Influência das coberturas vegetais antecessoras de aveia-preta e nabo forrageiro na época de controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**. 2006; 24: 669-75.
- Schreiber M.M. Influences of tillage, crop rotation, and weed management on grant foxtait (*Setaria faberi*) population dynamics and corn yield. **Weed Science**. 1992; 40: 645-53.
- Silva AA, Silva JF. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa/MG: UFV, 2007. 367p.
- Silva A.A. et al. Sistema de plantio direto na palhada e seu impacto na agricultura brasileira. **Revista Ceres**. 2009; 56: 496-506.
- Soares M.B.B. et al. Fitossociologia de plantas daninhas sob diferentes sistemas de manejo de solo em áreas de reforma de cana crua. **Agro@ambiente On-line**. 2011; 5: 173-81.
- Sodre Filho J. et al. Culturas de sucessão ao milho na dinâmica populacional de plantas daninhas. **Scientia Agraria**. 2008; 9: 7-14.
- Souza L.S. et al. Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**. 2006; 24: 657-68.
- Theisen G., Vidal R.A. Efeito da cobertura do solo com resíduos de aveia preta nas etapas do ciclo de vida do capim-marmelada. **Planta Daninha**. 1999; 17: 189-96.
- Trezzi M.M. et al. Efeitos de resíduos da parte aérea de sorgo, milho e aveia na emergência e no desenvolvimento das plântulas de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) resistentes a inibidores de ALS. **Planta Daninha**. 2006; 24: 443-50.
- Trezzi M.M., Vidal R.A. Potencial da utilização de coberturas vegetais de sorgo e milheto na supressão de plantas daninhas em condição de campo: II – efeitos da cobertura morta. **Planta Daninha**. 2004; 22: 1-10.
- Valicheski R.R. et al. Desenvolvimento de plantas de cobertura e produtividade da soja conforme atributos físicos em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 2012; 16: 969-77.

Vargas L. et al. Buva (*Conyza bonariensis*) resistente ao glyphosate na região Sul do Brasil.

**Planta Daninha.** 2007; 25: 573-8.

Vargas L. et al. Práticas de manejo e a resistência de *Euphorbia heterophylla* aos inibidores da ALS e tolerância ao glyphosate no Rio Grande do Sul. **Planta Daninha.** 2013; 31: 427-32.

Xavier E. et al. Acetolactate synthase activity in *Euphorbia heterophylla* resistant to ALS-and protox-inhibiting herbicides. **Planta Daninha.** 2013; 31: 867-74.

**Tabela 1.** Sistemas de manejo e rotação de culturas utilizados nos três anos de implantação dos experimentos. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Culturas de verão	Coberturas vegetais		
	2013/14	2014/15	2015/16
<b>FEIJÃO</b>	Aveia-preta + nabo	Aveia-preta + nabo	Ervilhaca
<b>FEIJÃO</b>	Nabo	Nabo + ervilhaca	Aveia-preta
<b>FEIJÃO</b>	Pousio <sup>1</sup>	Pousio	Pousio
<b>MILHO</b>	Nabo + ervilhaca	Aveia-preta	Nabo
<b>MILHO</b>	Ervilhaca	Ervilhaca	Aveia-preta + ervilhaca
<b>MILHO</b>	Pousio	Pousio	Pousio
<b>SOJA</b>	Aveia-preta	Nabo	Aveia-preta + nabo
<b>SOJA</b>	Aveia-preta + ervilhaca	Aveia-preta + ervilhaca	Ervilhaca + nabo
<b>SOJA</b>	Pousio	Pousio	Pousio

<sup>1</sup>No período de inverno a área ficou em pousio (vegetação espontânea) sendo realizado o plantio convencional da cultura de verão.

**Tabela 2.** Fórmulas utilizadas para determinar os índices fitossociológicos. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

FRE= N° de quadrados em que a espécie foi encontrada / N° total de quadrados

DEN= N° total de indivíduos da espécie / N° total de quadrados

ABN= N° total de indivíduos da espécie / N° total de quadrados onde a espécie foi encontrada

FRR= Frequência da espécie x 100 / Frequência total das espécies

DER= Densidade da espécie x 100 / Densidade total das espécies

ABR= Abundância da espécie x 100 / Abundância total das espécies

MSR= Massa seca da espécie x 100 / Massa seca de total as espécies

IVI= FRR + DER + ABR + MSR

IVIR= IVI x 100 / IVI total de todas as espécies

**Tabela 3.** Distribuição das plantas daninhas por família e espécie coletadas nos sistemas de cultivo de plantio direto e convencional e diferentes culturas. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

<b>Família</b>	<b>Nome científico</b>	<b>Nome comum</b>
	<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto
Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i>	Buva
	<i>Gnaphalium spicatum</i>	Macela-branca
	<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha
Amaranthaceae	<i>Amaranthus lividus</i>	Caruru
Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i>	Nabo
Caryophyllaceae	<i>Agrostemma githago</i>	Axenuz
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	Trapoeaba
Convolvulaceae	<i>Ipomoea indivisa</i>	Corda-de-viola
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteiro
	<i>Chamaesyce hirta</i>	Erva-de-Santa-Luzia
Lamiaceae	<i>Stachys arvensis</i>	Orelha-de-urso
Rubiaceae	<i>Richardia brasiliensis</i>	Poaia-branca
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Guanxuma
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	Azedinha
	<i>Urochloa plantaginea</i>	Papuã/capim-marmelada
Poaceae	<i>Digitaria ciliaris</i>	Milhã/capim-colchão
	<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i>	Maria-pretinha

**Tabela 4.** Médias de frequência (FRE), densidade de plantas (DEN), abundância (ABN), frequência relativa (FRR), densidade relativa (DER), abundância relativa (ABR), massa seca relativa (MSR), índice de valor de importância (IVI) e índice de valor de importância relativo (IVIR) antes da implantação das culturas de cobertura na primeira safra agrícola. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

<b>Espécie</b>	<b>FRE</b>	<b>DEN</b>	<b>ABN</b>	<b>FRR</b>	<b>DER</b>	<b>ABR</b>	<b>MSR</b>	<b>IVI</b>	<b>IVIR</b>
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,12	0,75	1,50	1,85	0,36	1,97	0,20	4,38	1,09
<i>Chamaesyce hirta</i>	0,56	7,25	3,22	8,65	3,47	4,23	0,73	17,08	4,27
<i>Digitaria ciliaris</i>	0,56	2,75	1,22	8,65	1,32	1,60	16,76	28,33	7,08
<i>Bidens pilosa</i>	0,56	8,00	3,55	8,65	3,83	4,67	29,75	46,90	11,72
<i>Ipomoea indivisa</i>	0,19	0,75	1,00	2,94	0,36	1,31	10,56	15,17	3,79
<i>Lolium multiflorum</i>	1,00	147,00	36,75	15,46	70,33	48,32	9,65	143,76	35,94
<i>Sonchus oleraceus</i>	0,06	0,25	1,00	0,93	0,12	1,31	0,33	2,69	0,67
<i>Raphanus sativus</i>	0,12	0,75	1,33	1,85	0,26	1,75	5,48	9,34	2,34
<i>Conyza bonariensis</i>	0,75	10,50	3,50	11,59	5,02	4,60	0,15	21,36	5,34
<i>Stachys arvensis</i>	0,44	11,75	6,71	6,8	5,62	8,82	0,34	21,58	5,39
<i>Gnaphalium spicatum</i>	0,37	8,50	5,67	5,72	4,07	7,45	0,25	17,49	4,37
<i>Oxalis corniculata</i>	0,25	2,75	2,75	3,86	1,32	3,61	0,29	9,08	2,27
<i>Agrostemma githago</i>	0,44	6,75	3,86	6,80	1,85	5,07	0,23	13,95	3,49
<i>Sida rhombifolia</i>	0,12	0,50	1,00	1,85	0,48	1,31	2,56	6,20	1,55
<i>Richardia brasiliensis</i>	0,06	0,75	3,00	0,93	1,43	3,94	22,71	29,01	7,25
<b>Total</b>	<b>6,47</b>	<b>209,00</b>	<b>76,06</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>400,00</b>	<b>100,00</b>

**Tabela 5.** Produção de massa seca da parte aérea (MS) pelas coberturas vegetais do solo antecedendo as culturas de verão, durante as safras de 2013/14, 2014/15 e 2015/16 em que foram conduzidos os experimentos. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

<b>Cobertura de solo</b>	<b>Massa seca da parte aérea (Mg ha<sup>-1</sup>)</b>		
	<b>SAFRA</b>		
	2013/14	2014/15	2015/16
Aveia-preta	4,69 <sup>1</sup> bc	5,34 ab	7,11 a
Aveia-preta + nabo	4,07 cd	4,31 ab	6,81 ab
Aveia-preta + ervilhaca	6,41 a	6,27 a	5,87 c
Ervilhaca + nabo	5,50 ab	6,36 a	4,91 d
Nabo	1,55 e	1,40 c	5,11 d
Ervilhaca	5,62 ab	5,64 ab	6,61 b
Pousio	3,23 d	3,67 b	2,73 e
<b>C.V. (%)</b>	<b>11,45</b>	<b>19,20</b>	<b>3,57</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras distintas, na coluna para cada safra, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

**Tabela 6.** Médias de frequência (FRE), densidade de plantas (DEN), abundância (ABN), frequência relativa (FRR), densidade relativa (DER), abundância relativa (ABR), massa seca relativa (MSR), índice de valor de importância (IVI) e índice de valor de importância relativo (IVIR) em aveia-preta + nabo e nabo no sistema plantio direto (SPD) e pousio no sistema de plantio convencional (SPC), na cultura do feijão, safra 2013/14. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Parâmetros	FRE	DEN	ABN	FRR	DER	ABR	MSR	IVI	IVIR
<b>Coberturas</b>									
Aveia-preta + nabo									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	1,00	45,00	11,25	40,00	75,00	60,00	56,36	231,37	57,84
<i>Chamaesyce hirta</i>	0,75	6,00	2,00	30,00	10,00	10,67	7,66	58,33	14,58
<i>Digitaria ciliaris</i>	0,50	7,00	3,50	20,00	11,67	18,67	15,13	65,47	16,37
<i>Bidens pilosa</i>	0,25	2,00	2,00	10,00	3,33	10,67	20,84	44,84	11,21
<b>Total</b>	2,50	60,00	16,50	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
<b>Coberturas</b>									
Nabo									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,75	3,00	0,75	15,79	5,00	3,66	23,10	47,55	11,89
<i>Chamaesyce hirta</i>	1,00	11,00	2,75	21,05	18,33	13,41	8,62	61,41	15,35
<i>Digitaria ciliaris</i>	0,50	4,00	2,00	10,53	6,67	9,76	5,47	32,43	8,11
<i>Bidens pilosa</i>	1,00	33,00	8,25	21,05	55,00	40,24	54,10	170,39	42,60
<i>Ipomoea indivisa</i>	0,25	2,00	0,50	5,26	3,33	2,44	0,33	11,36	2,84
<i>Urochloa plantaginea</i>	0,25	6,00	6,00	5,26	10,00	29,27	7,39	51,92	12,98
<i>Conyza bonariensis</i>	0,25	1,00	0,25	5,26	1,67	1,22	0,99	9,14	2,29
<b>Total</b>	4,75	60,00	20,50	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
<b>Coberturas</b>									
SPC									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,50	3,00	1,50	18,19	17,65	19,56	20,06	75,46	18,86
<i>Chamaesyce hirta</i>	0,50	3,00	1,50	18,19	17,65	19,56	9,38	64,78	16,19
<i>Digitaria ciliaris</i>	0,75	5,00	1,67	27,24	29,40	21,76	22,08	100,48	25,12
<i>Bidens pilosa</i>	0,50	3,00	1,50	18,19	17,65	19,56	30,44	85,84	21,46
<i>Ipomoea indivisa</i>	0,50	3,00	1,50	18,19	17,65	19,56	18,59	73,99	18,50
<b>Total</b>	2,75	17,00	7,67	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00

**Tabela 7.** Médias de frequência (FRE), densidade de plantas (DEN), abundância (ABN), frequência relativa (FRR), densidade relativa (DER), abundância relativa (ABR), massa seca relativa (MSR), índice de valor de importância (IVI) e índice de valor de importância relativo (IVIR) em aveia-preta + nabo e nabo + ervilhaca no sistema plantio direto (SPD) e pousio no sistema de plantio convencional (SPC), na cultura do feijão, safra 2014/15. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Parâmetros	FRE	DEN	ABN	FRR	DER	ABR	MSR	IVI	IVIR
Aveia-preta + nabo									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,25	2,00	2,00	14,29	25,00	40,00	7,17	86,46	21,61
<i>Bidens pilosa</i>	0,50	2,00	1,00	28,57	25,00	20,00	40,39	113,96	28,49
<i>Ipomoea indivisa</i>	0,50	2,00	1,00	28,57	25,00	20,00	40,78	114,35	28,59
<i>Sonchus oleraceus</i>	0,50	2,00	1,00	28,57	25,00	20,00	11,65	85,22	21,31
<b>Total</b>	1,75	8,00	5,00	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
Nabo + ervilhaca									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,25	2,00	2,00	16,67	18,19	36,37	1,16	72,39	18,10
<i>Bidens pilosa</i>	0,50	3,00	1,50	33,33	27,27	27,27	14,99	102,86	25,72
<i>Ipomoea indivisa</i>	0,75	6,00	2,00	50,00	54,55	36,37	83,86	224,78	56,20
<b>Total</b>	1,50	11,00	5,50	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
SPC									
<i>Chamaesyce hirta</i>	1,00	9,00	2,25	80,00	75,00	42,86	72,12	269,98	67,50
<i>Raphanus sativus</i>	0,25	3,00	3,00	20,00	25,00	57,14	27,88	130,02	32,50
<b>Total</b>	1,25	12,00	5,25	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00

**Tabela 8.** Médias de frequência (FRE), densidade de plantas (DEN), abundância (ABN), frequência relativa (FRR), densidade relativa (DER), abundância relativa (ABR), massa seca relativa (MSR), índice de valor de importância (IVI) e índice de valor de importância relativo (IVIR) em ervilhaca e aveia-preta no sistema plantio direto (SPD) e pousio no sistema de plantio convencional (SPC), na cultura do feijão, safra 2015/16. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Parâmetros	FRE	DEN	ABN	FRR	DER	ABR	MSR	IVI	IVIR
Coberturas									
Ervilhaca									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	1,00	4,25	4,25	40,00	50,00	27,87	54,95	172,82	43,21
<i>Chamaesyce irta</i>	0,25	0,75	3,00	10,00	8,82	19,67	12,17	50,66	12,67
<i>Digitaria ciliaris</i>	0,50	1,50	2,00	20,00	17,65	13,11	26,24	77,00	19,25
<i>Bidens pilosa</i>	0,25	1,00	4,00	10,00	11,76	26,23	2,19	50,18	12,55
<i>Ipomoea indivisa</i>	0,50	1,00	2,00	20,00	11,76	13,11	4,45	49,32	12,33
<b>Total</b>	2,50	8,50	15,25	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
Coberturas									
Aveia-preta									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	1,00	3,75	3,75	57,14	78,95	48,39	89,18	273,66	68,42
<i>Digitaria ciliaris</i>	0,25	0,25	1,00	14,29	5,26	12,90	6,67	39,12	9,78
<i>Bidens pilosa</i>	0,25	0,25	1,00	14,29	5,26	12,90	2,65	35,10	8,77
<i>Ipomoea indivisa</i>	0,25	0,50	2,00	14,29	10,53	25,81	1,50	52,13	13,03
<b>Total</b>	1,75	4,75	7,75	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
Coberturas									
SPC									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,50	0,50	1,00	18,18	15,38	14,64	40,82	89,02	22,26
<i>Chamaesyce irta</i>	0,25	0,25	1,00	9,09	7,70	14,64	3,14	34,57	8,64
<i>Digitaria ciliaris</i>	0,50	0,75	1,50	18,18	23,08	21,96	5,06	68,28	17,07
<i>Bidens pilosa</i>	0,25	0,25	1,00	9,09	7,70	14,64	3,61	35,04	8,76
<i>Ipomoea indivisa</i>	0,75	1,00	1,33	27,27	30,77	19,47	33,69	111,20	27,80
<i>Sida rhombifolia</i>	0,50	0,50	1,00	18,18	15,38	14,64	13,68	61,88	15,47
<b>Total</b>	2,75	3,25	6,83	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00

**Tabela 9.** Médias de frequência (FRE), densidade de plantas (DEN), abundância (ABN), frequência relativa (FRR), densidade relativa (DER), abundância relativa (ABR), massa seca relativa (MSR), índice de valor de importância (IVI) e índice de valor de importância relativo (IVIR) em nabo + ervilhaca no sistema plantio direto (SPD) e pousio no sistema de plantio convencional (SPC), na cultura do milho, safra 2013/14. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Parâmetros	FRE	DEN	ABN	FRR	DER	ABR	MSR	IVI	IVIR
Nabo + ervilhaca									
Coberturas									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	1,00	4,00	1,00	50,00	44,40	44,40	39,29	178,09	44,52
<i>Digitaria ciliaris</i>	1,00	5,00	1,25	50,00	55,60	55,60	60,71	221,91	55,48
<b>Total</b>	2,00	9,00	2,25	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
Ervilhaca									
Coberturas									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,50	3,00	1,33	28,57	37,50	40,30	58,16	164,53	41,13
<i>Digitaria ciliaris</i>	1,00	4,00	1,00	57,14	50,00	30,03	37,06	174,23	43,56
<i>Bidens pilosa</i>	0,25	1,00	1,00	14,29	12,50	30,03	4,78	61,60	15,40
<b>Total</b>	1,75	8,00	3,33	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
SPC									
Coberturas									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,25	1,00	1,00	14,29	11,11	27,25	13,70	66,35	16,59
<i>Digitaria ciliaris</i>	0,75	3,00	1,00	42,86	33,33	27,25	44,99	148,43	37,11
<i>Bidens pilosa</i>	0,75	5,00	1,67	42,86	55,55	45,5	41,31	185,22	46,30
<b>Total</b>	1,75	9,00	3,67	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00

**Tabela 10.** Médias de frequência (FRE), densidade de plantas (DEN), abundância (ABN), frequência relativa (FRR), densidade relativa (DER), abundância relativa (ABR), massa seca relativa (MSR), índice de valor de importância (IVI) e índice de valor de importância relativo (IVIR) em aveia-preta e ervilhaca no sistema plantio direto (SPD) e pousio no sistema de plantio convencional (SPC), na cultura do milho, safra 2014/15. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Parâmetros	FRE	DEN	ABN	FRR	DER	ABR	MSR	IVI	IVIR
Aveia-preta									
Coberturas									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,50	3,00	1,50	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
<b>Total</b>	0,50	3,00	1,50	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
Ervilhaca									
Espécies									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,50	1,50	1,50	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
<b>Total</b>	0,50	1,50	1,50	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
SPC									
Coberturas									
<i>Chamaesyce hirta</i>	0,50	6,00	3,00	50,00	50,00	50,00	77,86	227,86	56,97
<i>Lolium multiflorum</i>	0,50	6,00	3,00	50,00	50,00	50,00	22,14	172,14	43,03
<b>Total</b>	1,00	12,00	6,00	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00

**Tabela 11.** Médias de frequência (FRE), densidade de plantas (DEN), abundância (ABN), frequência relativa (FRR), densidade relativa (DER), abundância relativa (ABR), massa seca relativa (MSR), índice de valor de importância (IVI) e índice de valor de importância relativo (IVIR) em nabo e aveia-preta + ervilhaca no sistema plantio direto (SPD) e pousio no sistema de plantio convencional (SPC), na cultura do milho, safra 2015/16. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Parâmetros	FRE	DEN	ABN	FRR	DER	ABR	MSR	IVI	IVIR
Nabo									
Coberturas									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,75	0,75	1,00	27,27	15,79	11,11	33,02	87,19	21,80
<i>Oxalis corniculata</i>	0,50	1,00	2,00	18,18	21,05	22,22	30,72	92,17	23,04
<i>Conyza bonariensis</i>	0,25	0,25	1,00	9,09	5,26	11,11	0,85	26,31	6,58
<i>Stachys arvensis</i>	0,50	2,00	4,00	18,18	42,10	44,44	13,14	117,86	29,47
<i>Solanum americanum</i>	0,75	0,75	1,00	27,27	15,79	11,11	22,27	76,44	19,11
<b>Total</b>	2,75	4,75	9,00	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
Aveia-preta + ervilhaca									
Coberturas									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	1,00	1,50	1,50	50,00	42,86	27,27	69,73	189,86	47,47
<i>Stachys arvensis</i>	0,25	0,50	2,00	12,50	14,28	36,36	1,25	64,39	16,10
<i>Solanum americanum</i>	0,75	1,50	2,00	37,50	42,86	36,36	29,01	145,73	36,43
<b>Total</b>	2,00	3,50	5,50	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
SPC									
Coberturas									
<i>Conyza bonariensis</i>	0,25	0,50	2,00	11,11	4,55	11,43	3,70	30,79	7,70
<i>Lolium multiflorum</i>	1,00	8,50	8,50	44,44	77,27	48,57	33,47	203,75	50,94
<i>Raphanus sativus</i>	0,50	0,50	1,00	22,22	4,55	5,71	39,63	72,11	18,03
<i>Bidens pilosa</i>	0,25	0,25	1,00	11,11	2,27	5,71	0,82	19,91	4,98
<i>Oxalis corniculata</i>	0,25	1,25	5,00	11,11	11,36	28,57	22,38	73,42	18,36
<b>Total</b>	2,25	11,00	17,50	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00

**Tabela 12.** Médias de frequência (FRE), densidade de plantas (DEN), abundância (ABN), frequência relativa (FRR), densidade relativa (DER), abundância relativa (ABR), massa seca relativa (MSR), índice de valor de importância (IVI) e índice de valor de importância relativo (IVIR) em aveia-preta e aveia-preta + ervilhaca no sistema plantio direto (SPD) e pousio no sistema de plantio convencional (SPC), na cultura da soja, safra 2013/14. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Parâmetros	FRE	DEN	ABN	FRR	DER	ABR	MSR	IVI	IVIR
Coberturas									
Aveia-preta									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,75	3,00	1,00	60,00	50,00	40,00	63,69	213,69	53,42
<i>Conyza bonariensis</i>	0,50	3,00	1,50	40,00	50,00	60,00	36,31	186,31	46,58
<b>Total</b>	1,25	6,00	2,50	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
Coberturas									
Aveia-preta + ervilhaca									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	1,00	6,00	1,50	66,67	75,00	42,86	77,67	262,20	65,55
<i>Bidens pilosa</i>	0,25	1,00	1,00	16,67	12,50	28,57	8,93	66,67	16,67
<i>Commelina benghalensis</i>	0,25	1,00	1,00	16,67	12,50	28,57	13,40	71,14	17,78
<b>Total</b>	1,50	8,00	3,50	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
Coberturas									
SPC									
<i>Digitaria ciliaris</i>	0,50	2,00	1,00	33,33	22,22	14,29	73,95	143,79	35,95
<i>Bidens pilosa</i>	0,25	1,00	1,00	16,67	11,11	14,29	0,90	42,97	10,74
<i>Ipomoea indivisa</i>	0,50	2,00	1,00	33,33	22,22	14,29	6,89	76,73	19,18
<i>Lolium multiflorum</i>	0,25	4,00	4,00	16,67	44,44	57,14	18,26	136,51	34,13
<b>Total</b>	1,50	9,00	7,00	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00

**Tabela 13.** Médias de Frequência (FRE), Densidade de plantas (DEN), Abundância (ABN), Frequência Relativa (FRR), Densidade Relativa (DER), Abundância Relativa (ABR), Massa Seca Relativa (MSR), Índice de Valor de Importância (IVI) e Índice de Valor de Importância Relativo (IVIR) em nabo e aveia-preta + ervilhaca no sistema plantio direto (SPD) e pousio no sistema de plantio convencional (SPC), na cultura da soja, safra 2014/15. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Parâmetros	FRE	DEN	ABN	FRR	DER	ABR	MSR	IVI	IVIR
Coberturas									
Nabo									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,50	2,00	1,00	33,33	12,50	8,00	10,36	64,19	16,05
<i>Chamaesyce hirta</i>	0,25	5,00	5,00	16,67	31,25	40,00	3,40	91,32	22,83
<i>Sonchus oleraceus</i>	0,25	4,00	4,00	16,67	25,00	36,00	4,02	81,69	20,42
<i>Raphanus sativus</i>	0,50	5,00	2,50	33,33	31,25	20,00	82,23	166,81	41,70
<b>Total</b>	1,50	16,00	12,50	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
Coberturas									
Aveia-preta + ervilhaca*									
Coberturas									
SPC									
<i>Chamaesyce hirta</i>	0,75	6,00	2,00	60,00	75,00	50,00	38,37	223,37	55,84
<i>Richardia brasiliensis</i>	0,25	1,00	1,00	20,00	12,50	25,00	46,28	103,78	25,95
<i>Bidens pilosa</i>	0,25	1,00	1,00	20,00	12,50	25,00	15,35	72,85	18,21
<b>Total</b>	1,25	8,00	4,00	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00

\*Não foi constatado plantas daninhas nesse manejo.

**Tabela 14.** Médias de Frequência (FRE), Densidade de plantas (DEN), Abundância (ABN), Frequência Relativa (FRR), Densidade Relativa (DER), Abundância Relativa (ABR), Massa Seca Relativa (MSR), Índice de Valor de Importância (IVI) e Índice de Valor de Importância Relativo (IVIR) em aveia-preta + nabo e ervilhaca + nabo no sistema plantio direto (SPD) e pousio no sistema de plantio convencional (SPC) na cultura da soja, safra 2015/16. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Parâmetros	FRE	DEN	ABN	FRR	DER	ABR	MSR	IVI	IVIR
Coberturas Aveia-preta + nabo									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	1,00	1,25	1,25	33,33	33,33	13,51	13,27	93,44	23,36
<i>Raphanus sativus</i>	0,50	0,50	1,00	16,67	13,33	10,81	23,35	64,16	16,04
<i>Sonchus oleraceus</i>	0,25	0,25	1,00	8,33	6,67	10,81	1,09	26,90	6,73
<i>Stachys arvensis</i>	0,25	0,25	1,00	8,33	6,67	10,81	13,96	39,77	9,94
<i>Digitaria ciliaris</i>	0,25	0,75	3,00	8,33	20,00	32,43	36,85	97,61	24,40
<i>Amaranthus</i>	0,25	0,25	1,00	8,33	6,67	10,81	7,14	32,95	8,24
<i>Solanum americanum</i>	0,50	0,50	1,00	16,67	13,33	10,81	4,34	45,15	11,29
<b>Total</b>	3,00	3,75	9,25	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
Coberturas Ervilhaca + nabo									
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,50	1,00	2,00	22,22	16,00	18,18	12,71	69,11	17,28
<i>Stachys arvensis</i>	0,25	0,25	1,00	11,11	4,00	9,09	2,57	26,77	6,69
<i>Ipomoea indivisa</i>	0,25	0,75	3,00	11,11	12,00	27,27	9,51	59,89	14,97
<i>Lolium multiflorum</i>	0,25	0,25	1,00	11,11	4,00	9,09	3,93	28,13	7,03
<i>Bidens pilosa</i>	1,00	4,00	4,00	44,44	64,00	36,36	71,29	216,09	54,02
<b>Total</b>	2,25	6,25	11,00	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00
Coberturas SPC									
<i>Conyza bonariensis</i>	0,50	0,75	1,50	18,18	7,89	8,74	4,86	39,67	9,92
<i>Lolium multiflorum</i>	0,75	5,00	6,67	27,27	52,63	38,85	28,25	147,00	36,75
<i>Raphanus sativus</i>	0,25	0,50	2,00	9,09	5,26	11,65	27,25	53,25	13,31
<i>Stachys arvensis</i>	0,25	0,75	3,00	9,09	7,89	17,47	3,47	37,92	9,48
<i>Oxalis corniculata</i>	0,75	2,25	3,00	27,27	23,68	17,47	18,73	87,15	21,79
<i>Ipomoea indivisa</i>	0,25	0,25	1,00	9,09	2,63	5,82	17,44	34,98	8,75
<b>Total</b>	2,75	9,50	17,17	100,00	100,00	100,00	100,00	400,00	100,00

## Artigo 2

O artigo está formatado de acordo com as normas da revista Planta Daninha, para posterior submissão a mesma.

### SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO E A INFLUÊNCIA NO BANCO DE SEMENTES DE PLANTAS DANINHAS

SOIL MANAGEMENT SYSTEMS AND THE INFLUENCE ON THE DANINAS SEED BANK

FORTE, C.T., GALON, L., BEUTLER, A.N., BASSO, F.J.M., NONEMACHER, F.

**RESUMO** - O estudo do banco de sementes de plantas daninhas é uma forma de se conhecer as principais espécies presentes nos agroecossistemas e a interferência causada por diferentes manejos do solo e das culturas agrícolas. Objetivou-se, com o trabalho, avaliar a densidade e a composição do banco de sementes de plantas daninhas do solo ao se cultivar feijão, milho e soja em sistemas de cultivo de plantio direto e convencional. O experimento foi instalado a campo no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. A contagem do banco de sementes de plantas daninhas foi realizada retirando amostras de solos de 1 kg de cada unidade experimental em cada camada de solo estudada (0 a 10 e 10 a 20 cm). Os tratamentos consistiram de três culturas (feijão, milho e soja), semeadas no sistema plantio direto com diferentes coberturas vegetais do solo, além da semeadura no sistema plantio convencional, o qual ficou em pousio na estação de inverno. O solo coletado foi colocado em bandejas plásticas em casa de vegetação, sendo que o monitoramento de espécies que viessem a emergir foi realizado aos 15, 30, 60 e 90 dias. A densidade de plantas daninhas foi afetada pelo manejo de solo. No sistema plantio direto observa-se a diminuição do banco de sementes, independentemente da cultura agrícola semeada. Já no sistema de plantio convencional constata-se diferença na cultura agrícola implantada no verão. A cobertura do solo no período de inverno proporciona um ambiente desfavorável à emergência e estabelecimento das plantas daninhas, em especial o *Lolium multiflorum*.

**Palavras-chave:** Sistema plantio direto, Sistema plantio convencional, *Raphanus sativus*, *Vicia sativa*, *Avena sativa*.

**ABSTRACT** - The study of the weed seed bank is a way of knowing the main species present in the agroecosystems and the interference caused by different management of the soil and agricultural crops. The objective of this work was to evaluate the density and composition of the soil weed seed bank when cultivating beans, corn and soybean in no - tillage and conventional cropping systems. The experiment was installed in the field in a randomized complete block design with three replicates. Weed seed bank counting was performed by withdrawing soil samples of 1 kg of each experimental unit in each soil layer studied (0 to 10 and 10 to 20 cm). The treatments consisted of three crops (bean, corn and soybean), planted under no - tillage system with different cover crops, besides sowing in the conventional system, which was fallow in the winter season. The collected soil was placed in plastic trays in a greenhouse, and the monitoring of emergent species was performed at 15, 30, 60 and 90 days. Weed density was affected by soil management. In the no-tillage system, there is a decrease in the seed bank, independently of the sown crop. Already in the system of conventional planting it is verified difference in the agricultural culture implanted in the summer. Soil cover in the winter provides an unfavorable environment for the emergence and establishment of weeds, especially *Lolium multiflorum*.

**Keywords:** No-till system, Conventional planting system, *Raphanus sativus*, *Vicia sativa*, *Avena sativa*.

## INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto (SPD) surgiu no Brasil no final da década de 60 e meados da década de 70. Desde então tem crescido ininterruptamente frente ao sistema de plantio convencional (SPC). A adoção dessa técnica proporciona inúmeras vantagens agrícolas e ambientais, principalmente devido à redução das perdas de solo por erosão e controle de pragas nos sistemas de cultivo (Silva et al., 2009). No país, as principais culturas semeadas em termos de área são o feijão, o milho e a soja, somando juntas 93% da área cultivada com grãos (Conab, 2017).

A presença de resíduos vegetais sobre a superfície do solo no SPD afeta diretamente a germinação e emergência de plantas daninhas. A espécie de plantas de cobertura e a quantidade de resíduos produzida podem comprometer o crescimento e o desenvolvimento das plantas

daninhas, por meio da liberação de compostos alelopáticos e/ou pelo efeito físico, impedindo assim a sobrevivência das sementes germinadas na superfície do solo (Gomes Jr. e Christoffoleti, 2008). O uso de culturas de cobertura de solo com potencial alelopático é de fundamental importância no manejo integrado de plantas daninhas, pois além de favorecer o controle, proporciona um ganho econômico e a preservação do ambiente nos sistemas agrícolas (Jabran et al., 2015).

O estudo do “banco de sementes” é fundamental para se conhecer as espécies vegetais e suas características, com o objetivo posterior de controle. O termo refere-se a determinação do montante de semente viáveis e de estruturas de propagação presentes no solo ou nos restos vegetais. Qualquer prática que afete o crescimento e o desenvolvimento de plantas e, conseqüentemente, a produção de sementes, afetará o banco de sementes de plantas daninhas no solo (Carmona, 1992). Qualquer alteração no ecossistema, incluindo rotação/sucessão de culturas, revolvimento do solo e manejo da adubação alteram o banco de sementes de plantas, pois esse é estreitamente dependente dos níveis de perturbação (Chauhan et al., 2006; Hosseini et al., 2014).

A utilização de adubos verdes constitui uma prática agrícola importante no manejo integrado de plantas daninhas, pois reduz significativamente o banco de sementes de das mesmas no solo (Severino e Christoffoleti, 2001). Diversas são as espécies que podem causar efeito supressor na germinação de plantas daninhas. Esse é o caso do milho, do dente-de-burro, da sesbânia, da mucuna-verde, da crotalária e do milheto como culturas de cobertura de verão e das culturas de cobertura de inverno como nabo, azevém, ervilhaca e aveia-preta (Rizzardi e Silva 2006; Monquero et al., 2009; Lamego et al., 2015).

O preparo convencional do solo e a queimada de resíduos vegetais são práticas que auxiliam no favorecimento do banco de sementes de plantas daninhas, em detrimento de espécies nativas (Ikeda et al., 2008). Já no SPD o número de sementes de plantas daninhas no solo é considerado alto, porém a porcentagem de sementes que venham a germinar e tornar-se competitiva pode ser considerada baixa (Gomes Jr. e Christoffoleti, 2008).

No SPD, onde as sementes de plantas daninhas estão concentradas na superfície do solo, ocorre diminuição do banco de sementes, pela indução da germinação, perda de viabilidade, predação e parasitismo (Monquero e Christoffoleti, 2005). Segundo Chauhan et al. (2006), a deterioração de sementes sob SPD foi superior quando comparado com o cultivo mínimo. A população de *Setaria faberi* ficou concentrada nos 2,5 cm de solo, quando o solo foi submetido ao preparo mínimo ou ao SPD. Porém, quando o solo foi submetido ao preparo convencional do solo as sementes foram distribuídas ao longo do seu perfil (Schreiber, 1992). Técnicas de

preparo do solo como o SPD podem favorecer alguns gêneros de plantas daninhas, como *Digitaria*, enquanto que no preparo convencional as espécies do gênero *Cyperus* podem ser favorecidas (Silva et al., 2005) ou mesmo outras espécies que se reproduzem de forma vegetativa.

Desse modo, a busca do conhecimento sobre as espécies de plantas daninhas infestantes do feijão, milho e soja, torna-se fundamental para adotar os manejos corretos e fortalecer o manejo integrado de plantas daninhas (MIPD).

Tem-se como hipótese desse trabalho que os manejos no SPD diminuem o banco de sementes e as espécies de plantas daninhas em comparação com o SPC, e que o SPC distribui as sementes ao longo do perfil do solo pelo processo de revolvimento. Diante disso objetivou-se com o trabalho avaliar a densidade e a composição do banco de sementes de plantas daninhas do solo após os cultivos de feijão, milho e soja semeadas no sistema plantio direto em sucessão de diferentes espécies de cobertura e o sistema de plantio convencional.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi instalado a campo em duas safras agrícolas, 2013/14 e 2014/15, na localização geográfica: latitude 27°44'S, longitude 52°26'W e altitude de 680 m, no município de Quatro Irmãos/RS. O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo Háptico Ta eutrófico (Embrapa, 2013). O clima da região, segundo a classificação Köppen, é do tipo Cfa, caracterizado como subtropical úmido. As médias mensais de pluviosidade durante os períodos de condução dos experimentos foram de 232 e de 211 mm para a primeira e a segunda safra agrícola, respectivamente.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com três repetições. Os tratamentos testados estão dispostos na Tabela 1. Antes do estabelecimento de cada cultura de verão (feijão, milho e soja) foram semeadas culturas de cobertura de solo e de forma isolada ou consorciada. Na área sem culturas de cobertura (pousio) o solo foi manejado no sistema de plantio convencional (SPC), com preparo do solo por meio de aração e gradagens. Posteriormente foram semeadas as culturas de feijão, milho e soja. A instalação das culturas de cobertura de inverno e das culturas de verão no SPD foi realizada segundo os princípios de mínima mobilização do solo, manutenção dos resíduos culturais sobre a superfície e rotação de culturas. A dessecação da cobertura vegetal nos diferentes sistemas de cultivo foi realizada com o emprego do herbicida glyphosate na dose de 1,08 kg ha<sup>-1</sup> de equivalente ácido (e.a), juntamente com sethoxydim na dose de 0,22 kg ha<sup>-1</sup>. As parcelas foram constituídas por 6 linhas, espaçadas de 0,47 m e 10 m de comprimento, totalizando uma área de 28,2 m<sup>2</sup>.

As densidades de plantas adotadas para as coberturas de solo de inverno foram: 130 plantas  $m^{-2}$  para a aveia-preta, 100 plantas  $m^{-2}$  de nabo e 170 plantas  $m^{-2}$  de ervilhaca, 90 + 50 plantas  $m^{-2}$  para aveia-preta + ervilhaca, 90 + 30 plantas  $m^{-2}$  para aveia-preta + nabo e 170 + 35 plantas  $m^{-2}$  de ervilhaca + nabo. A semeadura foi realizada com auxílio de uma semeadora/adubadora, distribuindo-se no sulco de semeadura 200 kg  $ha^{-1}$  da fórmula 08-24-12 N-P-K e em cobertura 45 kg  $ha^{-1}$  de nitrogênio (N) na forma de ureia (45% de N). Já para as culturas de verão a densidade de semeadura foi de 30 plantas  $m^{-2}$  para a cultura da soja, cultivar BMX Alvo, 21 plantas de feijão  $m^{-2}$ , cultivar BRS Campeiro e 6 plantas  $m^{-2}$  para os híbridos de milho AG 8041 PRO para o primeiro ano e SX 7331 VIP para a segunda safra agrícola. A semeadura das culturas de verão foi realizada com auxílio de uma semeadora/adubadora colocando-se 350 kg  $ha^{-1}$  de adubo para as culturas de feijão, milho e soja da fórmula 05-30-15 de N-P-K, para as duas safras agrícolas. Já a adubação de cobertura foi de 45 e 122 kg  $ha^{-1}$  de N para o feijão e milho, respectivamente.

O controle de plantas daninhas na cultura do feijão foi realizado com o auxílio da mistura comercial composta pelos herbicidas fluazifop-p-buthyl + fomesafen na dose de 0,25 + 0,25 kg  $ha^{-1}$ . Na cultura do milho foi utilizada a mistura comercial dos herbicidas atrazine + simazine na dose de 1,25 + 1,25 kg  $ha^{-1}$ . Na cultura da soja foi utilizado o herbicida glyphosate na dose de 1,08 kg  $ha^{-1}$  e.a.

Após a colheita das culturas de verão realizou-se a coleta de solo no centro de cada unidade experimental no mês de abril dos anos de 2013, 2014 e 2015. Foram coletadas amostras de 1 kg de solo nas camadas de 0 a 10 e de 10 a 20 cm. Depois de obtidas essas amostras foram acondicionadas em bandejas de plástico e colocadas em casa de vegetação, onde eram irrigadas constantemente para que as sementes das plantas daninhas viessem a germinar.

As plântulas que emergiam eram identificadas, contadas e retiradas da bandeja. Essas avaliações foram realizadas 15, 30, 60 e 90 dias após a implantação do ensaio em casa de vegetação, seguindo-se a metodologia proposta por Froud-Willians (1983). As plântulas que não se tinha certeza da espécie eram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 8 L de solo para futura identificação.

Calculou-se a densidade e densidade relativa de cada espécie de planta daninha presente nos diferentes manejos, além do número total de plântulas emergidas. Com a primeira variável foi realizada uma análise descritiva dos dados. Já com a segunda os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos aplicou-se o teste de Tukey para comparação das médias, a  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante as três avaliações foi constatado a presença de 7 famílias e 12 espécies de plantas daninhas. A família Asteraceae foi a que apresentou o maior número de espécies (4), seguida da família Euphorbiaceae e Poaceae, ambas com 2 espécies cada (Tabela 2). O tamanho do banco de sementes das plantas daninhas é maior em áreas agrícolas que o de áreas não agrícolas com baixo impacto ambiental. Isso ocorre devido à estratégia das plantas em produzir maiores quantidades de sementes nos ambientes que apresentem um maior grau de perturbação (Monquero e Christoffoleti, 2005).

### **Avaliação preliminar do Banco de sementes**

Inicialmente avaliou-se o banco de sementes de plantas daninhas da área onde seria implantado o experimento e foi constatado a presença de 6 espécies (*Lolium multiflorum*, *Raphanus sativus*, *Bidens pilosa*, *Stachys arvensis*, *Oxalis corniculata* e *Digitaria ciliaris*). A espécie que apresentou a maior densidade de sementes foi a *O. corniculata* com 63,31% do total, seguida de *L. multiflorum* (Tabela 3). Essa última espécie se destaca nos estados do Sul do Brasil, por ser adaptada a condições de baixas temperaturas na estação de inverno e prejudicar quantitativamente as culturas do trigo, cevada, canola, triticale e centeio (Lamego et al., 2013).

Ao avaliar o número de plântulas emergidas nas duas camadas de solo (Tabela 4) notou-se que na camada mais superficial (0 a 10 cm) o banco de sementes é maior, diferindo estatisticamente da camada de 10 a 20 cm. Isso ocorreu devido ao não revolvimento do solo nos anos anteriores, de tal modo que quando ocorrer o revolvimento essas sementes podem ser distribuídas pelo perfil. Em áreas de plantio direto e cultivo mínimo as sementes de plantas daninhas estão presentes nas camadas superficiais do solo (Schreiber, 1992). Essa superioridade chegou a ser 490% maior na camada de 0 a 10 cm em comparação com a camada de 10 a 20 cm (Tabela 4).

### **Experimento safra 2013/14**

No primeiro experimento, ano do SPD com as diferentes coberturas vegetais de inverno e do SPC observou-se que a planta daninha *S. arvensis* foi a que apresentou a maior densidade relativa de sementes (Tabela 5). As espécies *O. corniculata* e *G. spicatum* também apresentaram densidades que merecem atenção, porém diminuíram drasticamente quando no SPC, possivelmente devido à incorporação das sementes ou à exposição das sementes a condições de germinação ou de predação (Tabela 5). Os resultados corroboram com os encontrados por Isaac

e Guimarães (2008), que observaram variações de espécies no banco de sementes de plantas daninhas no SPD e SPC.

Destaca-se na Tabela 5 a diminuição do banco de sementes de *L. multiflorum* com a implantação do SPD, independente da cultura de verão semeada, quando comparado com o SPC (pousio no inverno). Esse resultado é explicado possivelmente pelo fato de que os resíduos das culturas de cobertura do solo interferem negativamente na germinação e no desenvolvimento da planta daninha. Em contrapartida, na área onde foi realizado o SPC (pousio no inverno) predomina a espécie *L. multiflorum*, produzindo elevadas quantidades de sementes para reabastecer o “banco”. Por outro lado, para o foi constatado que no SPD um aumento no banco de sementes da espécie *C. bonariensis*, em comparação com o SPC, pois em solo revolvido e foi possível um melhor controle dessa espécie. O manejo das plantas daninhas na área reflete na composição e no tamanho do banco de sementes no solo (Monquero e Christoffoleti, 2005).

Convém destacar o número total de plântulas no SPC, cuja média das 3 culturas nesse sistema de cultivo foi de 227,2 sementes  $\text{kg}^{-1}$  de solo foi de. Já no SPD a redução foi de 68,4% (71,8 sementes  $\text{kg}^{-1}$  de solo) (Tabela 5). Isso é decorrente da menor infestação de plantas daninhas em áreas com coberturas de solo, e conseqüentemente menor produção de sementes, da baixa mobilização do solo, o que diminui a persistência das sementes por um período maior no solo, além da deterioração das sementes em camadas mais superficiais no SPD (Severino e Christoffoleti, 2001; Murphy et al., 2006; Chauhan et al., 2006).

Com relação ao número de plântulas emergidas nas diferentes camadas observou-se que na camada de 0 a 10 cm as maiores populações foram observadas nas amostras obtidas do SPC (Tabelas 1 e 6). Somente o manejo SPD5 não diferiu do SPC2, muito provavelmente pela cobertura de inverno ter uma baixa relação C/N, o que facilitou a decomposição dos resíduos, permitindo assim um maior estabelecimento de plantas daninhas, que refletirá na produção de sementes, caso os métodos de controle posteriores não sejam eficientes. Os demais manejos no SPD foram todos estatisticamente menores que o SPC, fato esse também observado na camada de 10 a 20 cm. Quando se compara as camadas entre si, em 66% dos tratamentos no SPD a quantidade de sementes foi maior na camada de 0 a 10 cm, sendo uma tendência em solos cultivados com plantio direto ou cultivo mínimo a maior presença de sementes de plantas daninhas nas camadas superficiais do solo (Schreiber, 1992).

No SPC somente ao se cultivar o milho, ocorreu diferenças entre as camadas (Tabela 6). Importante salientar que no SPC a mobilização do solo faz com que as sementes sejam homogêneas no seu perfil (Schreiber, 1992; Lacerda et al., 2005; Chauhan et al., 2006), e

isso promove o prolongamento da vida útil do banco de sementes do solo, pois o fluxo de emergência não é o mesmo que no SPD.

O número total de plântulas emergidas foi menor no SPD em todos os manejos, quando comparado com o SPC. Essa diferença foi de na média 216% maior no SPC, quando comparada com a média no SPD (Tabela 6). O banco de sementes de plantas daninhas no solo é dependente dos níveis de perturbação do mesmo, sendo que o revolvimento, níveis de adubação e rotação de culturas contribuem para a variabilidade da população de sementes no solo, essas perturbações influenciam também nas diferentes camadas (Chauhan et al., 2006; Hosseini et al., 2014). O SPD diminuiu o banco de sementes de plantas daninhas, independentemente da cultura semeada no verão, coberturas de solo implantadas no inverno e/ou nas duas camadas de solos coletadas.

### **Experimento safra 2014/15**

No segundo experimento, observou-se que *S. arvensis* e *O. corniculata* foram as espécies com maiores densidades, o mesmo fato foi constatado no segundo ano de avaliação, porém somente com os manejos no SPD (Tabela 7). Quando se analisa o SPC, independente da cultura de verão a planta daninha com maior densidade é o *L. multiflorum*, em função de que a área do SPC permaneceu em pousio o que favorece o estabelecimento e produção de sementes dessa espécie (Tabela 7). Essa espécie ocasiona prejuízos na qualidade e na quantidade de grãos produzidos em lavouras de trigo (Lamego et al., 2013), cevada, centeio, triticale e canola no Sul do Brasil, necessitando o controle precoce para que não venha a competir com essas culturas. O manejo do solo com coberturas na estação de inverno diminui de maneira substancial o banco de sementes de azevém reduzindo gastos com herbicidas na dessecação ou mesmo na limpeza das culturas semeadas no inverno.

As espécies *G. spicatum* e *R. sativus* foram encontradas no SPD e também no SPC, porém em baixas densidades. Já as espécies *B. pilosa*, *E. heterophylla* e *S. oleraceus* foram encontradas em 3 manejos com SPC, SPD2 e SPC3, respectivamente (Tabela 7).

Não houve diferença estatística entre o número de plântulas emergidas dentro de cada camada de solo e na comparação entre elas. No entanto em relação a variável resposta número total de plântulas, o SPC1 mantido em pousio no inverno e semeado com soja no verão apresentou o maior número de sementes no solo, evidenciando que o manejo adotado para cada cultura pode alterar a quantidade de sementes de plantas daninhas presentes no solo. Isso acontece devido a diferenciação na adoção dos diferentes métodos de manejo adotado com as culturas, influenciando diretamente no banco de sementes do solo. O banco de sementes

diminuiu drasticamente após 6 safras agrícolas cultivando-se milho, soja e trigo em sistemas de plantio direto, sendo que a rendimento não foi afetada pelo método de cultivo (Murphy et al., 2006). Os mesmos autores relatam, ainda, que a mínima mobilização do solo com rotação de culturas, além de reduzir a densidade de plantas daninhas de 41.000 para 8.000 sementes m<sup>-3</sup>, diminui gastos com o controle das mesmas.

Dentre os manejos no SPD a cobertura de nabo e a implantação da soja em sucessão foi a que apresentou o maior banco de sementes (Tabela 8). O nabo pode proporcionar um estabelecimento mais acelerado das plantas daninhas, pois, apresenta baixa produção de resíduos para cobertura do solo, quando comparado a aveia-preta (Valicheski et al., 2012). Além disso, o nabo apresenta baixa relação C/N o que favorece a emergência das plantas daninhas em relação a outras coberturas de inverno, sendo recomendado a aplicação de métodos de controle das plantas daninhas para essa cobertura de modo antecipado (Rizzardi e Silva 2006).

O SPD concentra as sementes de plantas daninhas nas camadas superficiais do solo, diminuindo o banco de sementes, já o SPC distribui as mesmas ao longo do perfil, pelo processo de revolvimento, favorecendo o banco de semente das espécies com maior persistência. Os manejos em SPD aumentaram o banco de sementes de *G. spicatum* e *O. corniculata*, porém diminuíram a incidência de *L. multiflorum*. Com exceção do nabo as demais coberturas e seus consórcios proporcionaram um ambiente desfavorável a emergência e estabelecimento das plantas daninhas, em especial o *L. multiflorum*, diminuindo o banco de sementes no solo em comparação ao SPC.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao CNPq, a FAPERGS e o FINEp pela concessão de auxílio financeiro a pesquisa e pelas bolsas concedidas.

**LITERATURA CITADA**

- Caetano R.S.X. et al. “Banco” de sementes de plantas daninhas em pomar de laranja ‘Pera’. **Sci Agric.** 2001; 58: 509-17.
- Carmona R. Problemática e manejo de bancos de sementes de invasoras em solos agrícolas. **Planta Daninha.** 1992; 10: 5-16.
- Chauhan B.S. et al. Influence of tillage systems on vertical distribution, seedling recruitment and persistence of rigid ryegrass (*Lolium rigidum*) seed bank. **Weed Sci.** 2006; 54: 669-76.
- Conab - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** v.4, n.3. Quarto levantamento. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_01\\_11\\_11\\_30\\_39\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_11_11_30_39_boletim_graos_janeiro_2017.pdf)>. Acesso em 22 de janeiro de 2017.
- Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- Froud-Williams R.J. et al. influence of cultivation regime upon buried weed seed in arable cropping systems. **J Appl Ecol.** 1983; 20: 199-208.
- Gomes Jr F.G., Christoffoleti P.J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta Daninha.** 2008; 26: 789-98.
- Heap I. **The International Survey of Herbicide Resistant Weeds.** Online. Internet. Disponível em: <<http://weedscience.org/Summary/Species.aspx>>. Acesso em 07 de jun. de 2016.
- Hosseini P. et al. Weed seed bank as affected by crop rotation and disturbance. **Crop Prot.** 2014; 64: 1-6.
- Ikeda S.F. et al. Banco de sementes em cerrado stricto sob queimada e sistemas de cultivo. **Pesq Agropec Bras.** 2008; 43: 667-73.
- Isaac R.A., Guimarães S.C. Banco de sementes e flora emergente de plantas daninhas. **Planta Daninha.** 2008; 26: 521-30.
- Jabran K. et al. Allelopathy for weed control in agricultural systems. **Crop Prot.** 2015; 72: 57-65.
- Lacerda A.L.S. et al. Levantamento do banco de sementes em dois sistemas de manejo de solo irrigados por pivô central. **Planta Daninha.** 2005; 23: 1-7.

- Lamego F.P. et al. Potencial de supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura de verão. **Com Sci.** 2015; 6: 97-105.
- Lamego F.P. et al. Habilidade competitiva de cultivares de trigo com plantas daninhas. **Planta Daninha.** 2013; 31: 521-31.
- Monquero P.A. et al. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha.** 2009; 27: 85-95.
- Monquero P.A., Christoffoleti P.J. Banco de sementes de plantas daninhas e herbicidas como fator de seleção. **Bragantia.** 2005; 64: 203-9.
- Murphy S.D. et al. Promotion of weed species diversity and reduction of weed seedbanks with conservation tillage and crop rotation. **Weed Sci.** 2006; 54: 69-77.
- Rizzardi, M.A., Silva, L.F. Influência das coberturas vegetais antecessoras de aveia-preta e nabo forrageiro na época de controle de plantas daninhas em milho. **Planta Daninha**, v.24, n.4, p.669-675, 2006.
- Schreiber M.M. Influences of tillage, crop rotation, and weed management on grant foxtait (*Setaria faberi*) population dynamics and corn yield. **Weed Sci.** 1992; 40: 645-53.
- Severino F.J., Christoffoleti P.J. Banco de sementes de plantas daninhas em solo cultivado com adubos verdes. **Bragantia.** 2001; 60: 201-4.
- Silva A.A. et al. Sistema de plantio direto na palhada e seu impacto na agricultura brasileira. **Rev Ceres.** 2009; 56: 496-506.
- Silva C.S.W. et al. Efeitos dos sistemas de preparo do solo na comunidade de plantas daninhas no milho. **Rev Ceres.** 2005; 52: 555-66.
- Valicheski R.R. et al. Desenvolvimento de plantas de cobertura e produtividade da soja conforme atributos físicos em solo compactado. **Rev Bras Eng Agr e Amb.** 2012; 16: 969-77.

**Tabela 1.** Sistemas de manejos e rotação de culturas utilizados na primeira e segunda safras agrícolas. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Manejo	2013/2014		2014/2015	
	Inverno	Verão	Inverno	Verão
<b>SPD1</b>	Aveia-preta	Soja	Nabo	Soja
<b>SPD2</b>	Aveia-preta + Nabo	Feijão	Aveia-preta	Milho
<b>SPD3</b>	Aveia-preta + Ervilhaca	Soja	Ervilhaca	Milho
<b>SPD4</b>	Nabo + Ervilhaca	Milho	Aveia-preta + Nabo	Feijão
<b>SPD5</b>	Nabo	Feijão	Nabo + Ervilhaca	Feijão
<b>SPD6</b>	Ervilhaca	Milho	Aveia-preta + Ervilhaca	Soja
<b>SPC1</b>	Pousio	Milho	Pousio	Soja
<b>SPC2</b>	Pousio	Feijão	Pousio	Milho
<b>SPC3</b>	Pousio	Soja	Pousio	Feijão

SPD: Sistema plantio direto com rotação de culturas. SPC: Sistema plantio convencional com pousio no inverno.

**Tabela 2.** Distribuição das plantas daninhas por família e espécie coletadas nos diferentes sistemas de cultivo e culturas. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Família	Nome científico	Nome comum
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto
	<i>Conyza bonariensis</i>	Buva
	<i>Gnaphalium spicatum</i>	Macela-branca
	<i>Sonchus oleraceus</i>	Serralha
Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i>	Nabo
Caryophyllaceae	<i>Agrostemma githago</i>	Axenuz
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Leiteiro
	<i>Chamaesyce hirta</i>	Erva-de-Santa-Luzia
Lamiaceae	<i>Stachys arvensis</i>	Orelha-de-urso
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i>	Azedinha
Poaceae	<i>Digitaria ciliaris</i>	Milhã
	<i>Lolium multiflorum</i>	Azevém

**Tabela 3.** Densidade relativa (%) das espécies de plantas daninhas antes da implantação dos sistemas de preparo do solo no sistema plantio direto e convencional. Quatro Irmãos, UFFS, 2017.

<b>Espécies</b>	<b>Densidade relativa (%)</b>
<i>Lolium multiflorum</i>	16,54
<i>Raphanus sativus</i>	1,03
<i>Bidens pilosa</i>	7,49
<i>Stachys arvensis</i>	10,59
<i>Oxalis corniculata</i>	63,31
<i>Digitaria ciliaris</i>	1,03
<b>Total de plântulas</b>	<b>122</b>

**Tabela 4.** Número de plântulas emergidas nas camadas de solo coletadas a 0 a 10, 10 a 20 cm e número total de plântulas antes da instalação do experimento. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

<b>Camadas coletadas de solo em cm</b>	<b>Número de plântulas (kg solo<sup>-1</sup>)</b>	<b>Número total de plântulas</b>
0 a 10	101,33 a <sup>1</sup>	
10 a 20	20,67 b	122,00
CV (%)	5,72	

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra na linha não diferenciam estatisticamente entre si pelo teste T, a  $p \leq 0,05$ .

**Tabela 5.** Densidade relativa (%) das espécies de plantas daninhas no primeiro experimento (safra 2013/14) com o sistema plantio direto (SPD) e sistema plantio convencional (SPC). Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

<b>Espécies</b>	<b>SPD1</b>	<b>SPD2</b>	<b>SPD3</b>	<b>SPD4</b>	<b>SPD5</b>	<b>SPD6</b>	<b>SPC1</b>	<b>SPC2</b>	<b>SPC3</b>
<i>Lolium multiflorum</i>	2,59	10,55	7,00	3,16	1,40	6,94	19,92	24,40	56,56
<i>Raphanus sativus</i>	5,17	0,55	0,50	0,00	2,80	1,16	0,00	0,00	0,16
<i>Bidens pilosa</i>	0,00	0,00	0,50	0,63	0,00	1,73	0,00	0,22	0,00
<i>Stachys arvensis</i>	44,39	47,22	56,50	40,51	68,69	68,79	73,83	70,11	41,82
<i>Oxalis corniculata</i>	12,50	15,00	9,50	11,39	7,94	4,05	1,76	2,20	0,97
<i>Digitaria ciliaris</i>	0,00	0,00	1,00	20,25	0,00	0,00	0,20	0,00	0,16
<i>Gnaphalium spicatum</i>	17,67	14,44	6,50	14,55	8,41	10,40	4,30	2,42	0,00
<i>Agrostemma githago</i>	0,86	0,00	0,50	0,00	1,87	0,00	0,00	0,44	0,16
<i>Chamaesyce hirta</i>	4,31	5,00	5,50	1,26	5,14	0,00	0,00	0,22	0,00
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,86	0,55	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Conyza bonariensis</i>	11,63	6,67	12,00	8,22	3,74	6,94	0,00	0,00	0,16
Nº de plântulas	75,50	47,50	68,00	73,50	91,50	75,00	214,50	192,00	275,00

**Tabela 6.** Número de plântulas (kg solo<sup>-1</sup>) emergidas nas camadas de 0 a 10, 10 a 20 cm e número total de plântulas de acordo com o sistema plantio direto e o sistema plantio convencional, no primeiro experimento (safra 2013/14). Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Manejos	Camada de 0 a 10 cm	Camada de 10 a 20 cm	Nº de plântulas (kg solo <sup>-1</sup> )
SPD1	51,67 cA <sup>1</sup>	23,83 cB	75,50 c
SPD2	36,50 cA	11,00 cB	47,50 c
SPD3	41,67 cA	26,33 cA	68,00 c
SPD4	49,00 cA	24,50 cB	73,50 c
SPD5	69,00 bcA	22,50 cB	91,50 c
SPD6	45,50 cA	29,50 cA	75,00 c
SPC1	146,50 aA	68,00 bB	214,50 ab
SPC2	93,50 bA	98,50 bA	192,00 b
SPC3	134,33 aA	140,67 aA	275,00 a
C.V (%)	22,62		17,76

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, a  $p \leq 0,05$ .

**Tabela 7.** Densidade relativa (%) das espécies de plantas daninhas no segundo experimento (safra 2014/15) com o sistema plantio direto (SPD) e sistema de plantio convencional (SPC). Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Espécies	SPD1	SPD2	SPD3	SPD4	SPD5	SPD6	SPC1	SPC2	SPC3
<i>Lolium multiflorum</i>	0,41	0,00	5,26	19,35	2,25	3,08	44,07	76,81	45,64
<i>Raphanus sativus</i>	2,07	1,94	0,00	0,00	2,25	3,08	7,31	4,49	5,03
<i>Bidens pilosa</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,25	0,34
<i>Stachys arvensis</i>	69,83	49,51	38,95	55,91	65,17	63,08	43,68	13,97	43,29
<i>Oxalis corniculata</i>	22,31	38,83	52,63	22,58	29,21	23,08	1,78	3,99	4,36
<i>Gnaphalium spicatum</i>	5,37	8,74	3,16	2,15	1,12	7,69	2,96	0,50	0,00
<i>Euphorbia heterophylla</i>	0,00	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sonchus oleraceus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,34
Nº de plântulas	80,66	29,50	20,50	44,50	29,67	33,50	205,67	122,50	99,33

**Tabela 8.** Número de plântulas (kg solo<sup>-1</sup>) emergidas nas camadas de 0 a 10, 10 a 20 cm e número total de plântulas de acordo com o sistema plantio direto e o sistema plantio convencional, no segundo experimento (safra 2014/15). Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Manejos	Camada de 0 a 10 cm	Camada de 10 a 20 cm	Nº de plântulas (kg solo <sup>-1</sup> )
SPD1	45,00 <sup>ns</sup>	35,67 <sup>ns</sup>	80,66 bc <sup>1</sup>
SPD2	15,50	14,00	29,50 d
SPD3	9,50	11,00	20,50 d
SPD4	35,50	9,00	44,50 cd
SPD5	24,33	5,33	29,67 d
SPD6	27,00	6,50	33,50 cd
SPC1	128,33	77,33	205,67 a
SPC2	89,50	33,00	122,50 b
SPC3	68,50	30,83	99,33 b
C.V (%)		22,96	

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey. <sup>ns</sup> não significativo a p≤0,05.

### **Artigo 3**

O artigo está formatado de acordo com as normas da revista *Ciência Rural*, para posterior submissão a mesma.

#### **Efeitos de coberturas vegetais e da mobilização do solo nos componentes de rendimento das culturas de feijão, milho e soja**

**Effects of vegetable coverings and soil mobilization in the components of yield of beans, corn and soybeans**

**César Tiago Forte Leandro Galon Amauri Nelson Beutler Gismael Francisco Perin**

**Elisson Stefânio Savi Pauletti**

#### **RESUMO**

Práticas de manejo que minimizem os danos ao ambiente e ao mesmo tempo auxiliem na manutenção do rendimento das culturas são fundamentais para o desenvolvimento do setor agropecuário. Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho avaliar as variações nos componentes de rendimento do feijão, do milho e da soja semeados em sucessão a diferentes coberturas vegetais do solo e em vegetação espontânea (pousio), no sistema plantio direto e no sistema de plantio convencional. Foram realizadas em três safras agrícolas um total de 9 experimentos. As coberturas vegetais de solo utilizadas foram a aveia-preta, ervilhaca e nabo, semeadas de modo isolado e/ou consorciadas (aveia-preta + ervilhaca, aveia-preta + nabo e ervilhaca + nabo), no sistema de plantio direto. Já no pousio foi realizada a mobilização do solo com aração seguida de gradagem. Foram implantadas as culturas de verão (milho, feijão e soja) em sucessão a esses manejos, avaliando-se as componentes de rendimento dessas espécies. Constatou-se diferenças na produção de massa seca da parte aérea das coberturas vegetais de solo, sendo que o pousio e o nabo (semeado isolado) apresentaram as menores produções dessa variável. O sistema de plantio convencional não demonstrou prejuízos na produção do feijão, sendo o nabo a espécie que menos contribuiu para o aumento do rendimento dessa cultura. O

milho apresentou as melhores respostas no sistema plantio direto quando semeado após a cobertura de ervilhaca ou essa em consórcio com nabo e a aveia-preta. Da mesma maneira a soja mostrou-se responsiva as coberturas vegetais do solo. O sistema convencional, além de ser de alto custo e de baixa sustentabilidade, não aumenta o rendimento das culturas, feijão, milho e soja, o que o torna menos vantajoso que o sistema de plantio direto.

**Palavras-chave:** Sistema plantio direto, Sistema plantio convencional, *Raphanus sativus*, *Vicia sativa*, *Avena sativa*.

## ABSTRACT

Management practices that minimize damages to the environment and at the same time assist in the maintenance of crop yields are fundamental for the development of the agricultural sector. The objective of this study was to evaluate the variations in yield components of beans, maize and soybeans sown in succession to different soil cover crops and in spontaneous vegetation (fallow), no-tillage system and cropping system. Conventional planting. A total of 9 experiments were carried out in three agricultural crops. Soil cover crops were black oats, vetch and turnip, isolated and / or intercropped (black oats + vetch, black oats + turnip and vetch + turnip) in the no-tillage system. Already in the fallow was the mobilization of the soil with plowing followed by harrowing. Summer crops (maize, beans and soybean) were implanted in succession to these management, evaluating the yield components of these species. Differences were observed in the dry mass production of the aerial part of the vegetation cover of the soil, and the fallow and the turnip (isolated seedlings) presented the lowest yields of this variable. The conventional tillage system did not show any losses in the bean production, being the turnip the species that contributed the least to the yield of this crop. Corn presented the best responses in the no-tillage system when sown after vetch coverage or in a consortium with turnip and

black oats. In the same way the soybean was responsive to the vegetal coverings of the soil. The conventional system, besides being of high cost and low sustainability, does not increase the yield of crops, beans, corn and soybean, which makes it less advantageous than the no-tillage system.

**Keywords:** No-till system, Conventional planting system, *Raphanus sativus*, *Vicia sativa*, *Avena sativa*.

## INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca no cenário mundial pela produção de grãos destinados a ao consumo interno, no caso do feijão (*Phaseolus vulgaris*), e milho (*Zea mays*), e para a exportação, em especial a soja (*Glycine max*). Essas três culturas juntas correspondem a 93% da área cultivada com grãos no período de verão, contabilizando a safra normal, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> safra para o feijão e 2<sup>a</sup> para o milho (CONAB, 2017). O Brasil é o maior exportador de soja e o é segundo colocado no *ranking* de produção no mundo. Estima-se uma produção de 104 e de 86,5 milhões de toneladas de soja e de milho, respectivamente na safra 2016/17 (USDA, 2017).

Os diferentes manejos de solo adotados nas condições brasileiras, para produção de culturas anuais, consistem no sistema plantio direto (SPD) e no sistema de plantio convencional (SPC). O SPD é considerado o mais conservacionista, por não mobilizar a camada arável, por manter os resíduos culturais na superfície, reduzir conseqüentemente o fracionamento de agregados e desse modo contribuir para melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (SILVA et al., 2009), reduzindo assim a sua taxa de degradação (TARTARI et al., 2012) o que o torna mais sustentável.

O SPC é caracterizado pela mobilização do solo, por meio de arado de discos, grade aradora e/ou grade niveladora, para posteriormente realizar a semeadura das culturas. Nesse

sistema as perdas de solo, a baixa taxa de infiltração da água e o carregamento de nutrientes (PANACHUKI et al., 2011) são os principais problemas encontrados, que diminuem a sustentabilidade dos agroecossistemas. Porém, o SPC permite a descompactação do solo e a redução da densidade em consequência, mas esses efeitos apresentam duração de no máximo um ano, tornando um sistema com elevado custo de implantação (NICOLOSO et al., 2008; SILVA et al., 2012; BEUTLER et al., 2014).

As plantas de cobertura ou de adubação verde implantadas no SPD protegem o solo contra a ação erosiva das chuvas e também, no caso das leguminosas, disponibilizam maior quantidade de macronutrientes, em especial o nitrogênio, seja devido a fixação biológica do nitrogênio (FBN), seja devido a baixa relação C/N, às culturas cultivadas em sucessão (AITA & GIACOMINI 2003; SILVA et al., 2007; SILVA et al., 2009; PACHECO et al., 2011). Quando em consórcio as culturas de cobertura de solo podem produzir maior fitomassa seca, apresentar maior acúmulo e liberação de macronutrientes, com exceção do enxofre (S) (TEIXEIRA et al., 2009). Segundo VALICHESKI et al. (2012), as coberturas vegetais podem produzir quantidades de massa seca diferenciadas, com destaque para a aveia-preta que apresentou maior produção de fitomassa quando comparada com o nabo forrageiro.

No cultivo do feijão o efeito das culturas de cobertura, pode ser observado no aumento do rendimento de grãos, conforme relatado por OLIVEIRA et al. (2002). Porém, na maioria dos trabalhos de pesquisa realizados com a cultura com o objetivo de avaliar o efeito dos resíduos das culturas de cobertura de solo sobre o rendimento de grãos do feijão, não resultaram em aumentos no rendimento (SILVA et al., 2006b; SILVA et al., 2008; BALBINOT JR. et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2009; JAKELAITIS et al., 2010). Para SILVA et al. (2008), a cultura do feijoeiro semeada no inverno sob irrigação, no estado do MS, não foi influenciada pela mobilização do solo por meio da escarificação, grade pesada ou pelo SPD. Nem mesmo as

diferentes culturas implantadas anteriormente a semeadura foram capazes de influenciar o rendimento de grãos.

Foram encontrados resultados do rendimento de grãos bem abaixo onde o milho foi semeado após a cultura do milheto ou pousio, quando comparado com a cobertura por crotalária (SILVA et al., 2006a). Os mesmos autores relatam ainda que 77% do N presente nas plantas de milho são provenientes do solo e outras fontes (resíduos vegetais das plantas de cobertura, precipitação pluvial e fixação biológica) e apenas 23% de fertilizantes nitrogenados. O sistema adotado no cultivo do milho influencia diretamente no rendimento de grãos. A escarificação do solo quando comparada com o SPD contínuo ocasionou efeito negativo, com perdas de rendimento na ordem de 24,4% (DEBIASI et al., 2010).

Resultados de rendimento da soja em função dos manejos adotados são encontrados na literatura, com respostas divergentes. Para VALICHESKI et al. (2012), a soja não foi influenciada ao se usar como cultura de cobertura de solo, o nabo e/ou aveia-preta, semeadas antes da implantação da cultura. Os maiores rendimentos de grãos de soja foram observadas após a cultura ser semeada em sucessão a coberturas vegetais, isoladas ou associadas ao uso do escarificador (NICOLOSO et al., 2008). LIMA et al. (2009) não observaram efeito significativo das coberturas de solo e aplicação de calcário sobre as características agronômicas e componentes de produção da soja.

A hipótese que será testada nesse trabalho é que as coberturas de solo compostas por aveia preta, ervilhaca e nabo, implantadas de forma isolada ou em associação, no inverno, aliado ao sistema plantio direto ocasionam os melhores efeitos sobre os componentes de rendimento de grãos das culturas do feijão, milho e soja. Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho avaliar a lucratividade e os efeitos sobre os componentes de rendimento de grãos do feijão, do milho e da soja, semeados em sucessão a diferentes culturas de cobertura do solo e em vegetação espontânea (pousio), no sistema plantio direto e no sistema de plantio convencional.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados 12 experimentos à campo no município de Quatro Irmãos-RS nas safras 2013/14, 2014/15 e 2015/16, na localização geográfica: latitude 27°44'S, longitude 52°26'W, altitude de 680 m e clima Cfa (temperado úmido com verão quente) de acordo com a classificação de Köppen. O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo Háplico Ta eutrófico (EMBRAPA, 2013), apresentando os seguintes atributos físico-químicas antes da implantação dos experimentos: pH água: 5,7; MO: 3%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 3,7 mg L<sup>-1</sup>; K<sub>2</sub>O: 120,0 mg L<sup>-1</sup>; Ca: 18,3 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Mg: 6,5 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; H+Al: 4,9 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; Al: 0 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; CTC efetiva: 25,1 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; CTC pH7: 30,0 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup>; V: 84%; argila: 30%. As médias mensais de precipitação pluviométrica nas safras agrícolas de condução dos experimentos estão apresentadas na Figura 1.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com 4 repetições em todos os experimentos. Os tratamentos estão dispostos na Tabela 1, sendo que para cada cultura de verão (feijão, milho e soja) foram semeadas coberturas de solo de estação estival de inverno na adoção do SPD; aveia-preta (*Avena strigosa*), ervilhaca (*Vicia sativa*) e nabo (*Raphanus sativus*) semeadas de forma isolado ou em consórcios. Na condução do SPC a área foi deixada em pousio, com vegetação espontânea (*Lolium multiflorum*, *Raphanus sativus* e *Conyza bonariensis*) antes da semeadura das culturas de feijão, milho e soja. No SPC efetuou-se aração e gradagens e posteriormente foram semeadas as culturas de verão (feijão, milho e soja).

A instalação das culturas de cobertura de inverno e das culturas de verão no SPD foi realizada segundo seus princípios (mínima mobilização do solo, resíduos vegetais sobre o solo e rotação de culturas). A dessecação da cobertura vegetal em ambos os sistemas de cultivo foi realizada com o emprego do herbicida glyphosate na dose de 1,08 kg ha<sup>-1</sup> de equivalente ácido (e.a.), juntamente com sethoxydim na dose de 0,22 kg ha<sup>-1</sup>. As parcelas foram constituídas por

6 linhas, espaçadas de 0,47 m e 10 m de comprimento, totalizando uma área de 28,2 m<sup>2</sup>, para cada unidade experimental.

As densidades de semeadura adotadas para as coberturas de solo de inverno foram: 130 plantas m<sup>-2</sup> para a aveia-preta, 100 plantas m<sup>-2</sup> de nabo e 170 plantas m<sup>-2</sup> de ervilhaca, 90 + 50 plantas m<sup>-2</sup> para aveia-preta + ervilhaca, 90 + 30 plantas m<sup>-2</sup> para aveia-preta + nabo e 170 + 35 plantas m<sup>-2</sup> de ervilhaca + nabo. A semeadura foi realizada com auxílio de uma semeadora/adubadora utilizando-se 200 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 08-24-12 (N-P-K) como adubação no sulco de semeadura e foi de e 45 kg ha<sup>-1</sup> de N como adubação de cobertura. Já para as culturas de verão a densidade de semeadura foi de 30 plantas m<sup>-2</sup> para a cultura da soja, cultivar BMX Alvo nos dois primeiros anos e 35 plantas para a terceira safra agrícola para a cultivar BMX Ativa, 21 plantas de feijão m<sup>-2</sup> cultivar BRS Campeiro e 6 plantas m<sup>-2</sup> para os híbridos de milho AG 8041 PRO, SX 7331 VIP e P1630H para o primeiro, segundo e terceiro safras agrícolas, respectivamente. A semeadura das culturas de verão também foram efetuadas com auxílio de uma semeadora/adubadora, distribuindo-se 350 kg ha<sup>-1</sup> de adubo no sulco de semeadura da fórmula 05-30-15 (N-P-K) para as culturas de feijão, milho e soja nas três safras agrícolas, em meados do mês de novembro. Já a adubação de cobertura foi de 45 e 122 kg ha<sup>-1</sup> de N para o feijão e milho, respectivamente.

O controle de plantas daninhas infestantes das culturas do feijão, milho e soja foram realizados com o auxílio dos herbicidas; fluazifop-p-butyl + fomesafen (0,25 + 0,25 kg ha<sup>-1</sup>), atrazine + simazine (1,25 + 1,25 kg ha<sup>-1</sup>.) e glyphosate (1,08 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente.

Para quantificar a massa seca da parte aérea (MS) das espécies foram seccionadas as plantas rente ao solo após o florescimento das mesmas. A coleta foi efetuada em área de 0,25 m<sup>2</sup> no centro de cada unidade experimental. As amostras colhidas foram acondicionadas em sacos de papel kraft, sendo levadas posteriormente para secagem em estufa com circulação forçada de ar na temperatura de 60±5°C, até o material atingir massa constante.

As variáveis respostas avaliadas nas culturas do feijão e da soja foram: número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP), realizando-se a contagem das mesmas em 10 plantas, coletadas aleatoriamente em cada unidade experimental. Na cultura do milho determinou-se a altura de inserção da primeira espiga – AIE (m), comprimento da espiga (cm), número de fileiras, número de grãos por fileiras e número total de grãos por espigas. Para determinar a altura de inserção das espigas, o comprimento da espiga, o número de fileiras, o número de grãos por fileiras e o número total de grãos por espigas foram usadas 5 plantas de milho colhidas de forma aleatório na área útil de cada unidade experimental na época de pré-colheita da cultura. A altura de inserção da espiga foi determinada medindo-se com régua graduada em centímetros desde rente ao solo até a inserção da primeira espiga. O comprimento de espiga (CE) foi aferido com auxílio de uma régua graduada (cm). O número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por fileira (NGF) e o número total de grãos por espiga (NGE) foi determinado por meio de contagens.

A massa específica granular (MEG) do feijão, milho e soja foram determinadas com auxílio de uma balança de peso hectolítrico. A massa de mil grãos (MMG) foi aferida pela contagem de 250 grãos, feita posteriormente a correção da umidade para 13%. O rendimento (REND) de grãos do feijão, milho e soja foram realizadas pela colheita de uma área útil (5 m<sup>2</sup>) de cada unidade experimental, quando os grãos de feijão, da soja e do milho atingiram 18, 15 e 20% de umidade, respectivamente. Após efetuou-se a trilha, a pré-limpeza, a pesagem, a determinação da umidade e a correção da mesma para 13%. E por fim extrapolou-se os resultados para Mg ha<sup>-1</sup> para o feijão, milho e soja.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, em sendo significativos as médias dos tratamentos foram submetidas ao teste de Tukey a  $p \leq 0,05$ .

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Produção de massa seca (MS) das coberturas vegetais do solo**

A produção de massa seca (MS) das coberturas vegetais do solo podem sofrer variações conforme demonstrado na Tabela 2. Sendo que na safra 2013/14 a cobertura vegetal que mais respondeu em relação a produção de MS foi a ervilhaca, associada ou não com aveia-preta e nabo. Destaca-se que o consórcio torna-se uma alternativa interessante para aumentar a produção de MS. Porém quando se avalia os 3 anos do experimento, não se observou diferença significativa entre a produção de MS para a aveia-preta e o consórcio com nabo, sendo que o nabo não contribui para o aumento dessa variável. Esse fato possivelmente esteja relacionado com a competição impostas entre as espécies.

De maneira geral o nabo foi a cobertura que apresentou a menor produção de MS, sendo inferior nas duas primeiras safras inclusive ao pousio (Tabela 2). No terceiro ano a produção foi maior, possivelmente pelas condições ambientais e o melhor estabelecimento da cultura, sendo que o pousio foi o que menos contribuiu na produção de MS. De acordo com VALICHESKI et al. (2012), a aveia-preta apresenta produção maior de MS em comparação ao nabo. OLIVEIRA et al. (2002) ao avaliarem a produção de MS de diferentes coberturas de solo, constataram que sorgo e o milho semeados em isolado e em consórcio com a mucuna-preta apresentaram os maiores rendimentos. Resultados semelhantes são observados para aveia-preta cultivada de modo isolado ou em consórcio para a produção de MS (Tabela 2).

### **Experimentos com a cultura do feijão**

#### Experimento 1 - safra 2013/14

Os resultados demonstram haver diferenças para o número de vagens por planta (NVP), sendo a variável afetada negativamente quando o feijão foi cultivado após o uso de nabo como cobertura de inverno (Tabela 3). Porém tanto o número de grãos por vagem (NGV) como o

número de grãos por planta (NGP) não apresentaram efeito significativo entre os manejos adotados antes da semeadura do feijão. Esses resultados vão ao encontro aos encontrados por SILVA et al., (2008) ao observarem também diferença no número de vagens planta<sup>-1</sup> quando o feijoeiro foi semeado em sucessão a diferentes culturas, já as variáveis número de grãos vagens<sup>-1</sup> e número de grãos planta<sup>-1</sup> não apresentaram diferença estatística.

A massa específica granular (MEG) da cultura foi diferente quando sob SPD e o SPC. As culturas de coberturas e o não revolvimento apresentaram os melhores resultados à variável (Tabela 3). Essa variável é indicativa da qualidade dos grãos e pode ser influenciada pelo clima, solo, adubação, sistema de cultivos, ataque de insetos e a ocorrência de doenças, dentre outros (BRASIL, 2009). Possivelmente a maior MEG seja decorrente da rápida liberação de nutrientes, em especial o N para a cultura, quando utilizado a cobertura de nabo (HEINZ et al., 2011).

Em relação a massa de mil grãos (MMG), observou-se na Tabela 3, que o feijão quando semeado sobre a cultura do nabo ou sobre aveia-preta + nabo, apresentou redução, sendo que o pousio (SPC) foi o que expressou melhor resultado. Para BALBINOT JR et al. (2009), o cultivo de pastagens com e sem N, nabo forrageiro e pousio no inverno não influenciaram na MMG de feijão cultivado no verão.

O rendimento de grãos (REND) do feijão também respondeu aos diferentes manejos adotados no período de inverno, sendo no tratamento que o nabo semeado antes do feijão foi o que menos produziu, diferindo estatisticamente do pousio (SPC) e da cobertura de aveia-preta + nabo (Tabela 3). Isso se deve a alta incidência de mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) observado no experimento, sendo o nabo uma planta hospedeira dessa doença e o fato de nessa safra agrícola a média mensal de pluviosidade ter sido de 232 mm (Figura 1). Esses fatores bióticos e abióticos contribuíram para a diminuição do REND, visto que o fungo se adapta melhor em ambientes úmidos ou sob irrigação (FERRAZ et al., 1999).

## Experimento 2 - safra 2014/15

Nesse experimento os componentes de rendimento NVP, NGV, NGP e MEG da cultura do feijão, bem como a REND não apresentaram efeito significativo dos diferentes sistemas de cultivo e de coberturas de inverno (Tabela 3). Resultados esses que vão ao encontro ao trabalho realizado por BALBINOT JR. et al. (2009), onde avaliaram o comportamento do feijão semeado após diferentes formas de uso do solo no inverno, coberturas de solo com gramíneas (azevém e aveia-preta) consorciadas com leguminosas (ervilhaca e trevo vesiculoso), cobertura de nabo, manejo com e sem aplicação de N e com e sem pastoreio, além do manejo mantendo o solo em pousio. Esses mesmos autores constataram que tanto os componentes de rendimento NGP, NGV e MMG e o próprio REND não apresentaram diferença do modo que se manejou o solo no período de inverno, em 3 locais distintos.

Uma provável explicação de não ter ocorrido diferenças entre os sistemas de cultivo é a precipitação pluviométrica ter sido acima da média para o período, o que fez a planta ter disponibilidade hídrica adequada para seu desenvolvimento, visto que os diferentes manejos podem reter mais água uns dos outros.

Quando se compara as coberturas de solo constituídas de aveia-preta + nabo, nabo + ervilhaca cultivadas no SPD com o pousio (SPC) denota-se que a aveia-preta + nabo apresentou a menor MMG, porém não resultou em diferenças significativas na REND de grãos de feijão para esse experimento (Tabela 3). Os manejos de solo com escarificador, grade pesada e plantio direto, além de diferentes culturas de verão, não influenciaram na massa de 100 grãos e no rendimento de grãos do feijoeiro semeado após esses manejos, no período de inverno, sob irrigação (SILVA et al., 2008). Por mais que não se tenha constatado diferenças significativas no REND do feijão, os consórcios de leguminosas com outras espécies, como o milheto podem apresentar maior acúmulo de macronutrientes nos resíduos vegetais com conseqüente liberação para a cultura, além de maior produção de massa seca (TEIXEIRA et al., 2009).

### Experimento 3 - safra 2015/16

Não foi observado efeito significativo dos diferentes sistemas de cultivo do feijão ao se analisar o NVP, NGP e MMG. Observou-se para o NGV melhor desempenho ao se usar o manejo com aveia-preta em comparação com os demais tratamentos (Tabela 3). Esse fato demonstra que as culturas de coberturas de solo respondem de forma distinta para os componentes de rendimento de grãos do feijão. O número de vagens planta<sup>-1</sup> foi influenciado pela cobertura de solo como milho implantado antes da cultura do feijoeiro, porém o número de grãos vagens<sup>-1</sup> não diferiu entre as coberturas de milho, sorgo, milho, mucuna-preta e feijão-de-porco, em cultivo isolado e/ou consorciados (OLIVEIRA et al., 2002).

O tratamento em pousio (SPC) não diferiu das coberturas de solo para a MEG, porém o feijão semeado após a cobertura de aveia-preta apresentou resultados superiores a cobertura de ervilhaca (Tabela 3). A maior MEG pode estar associada a disponibilidade de nitrogênio (N) que a ervilhaca disponibiliza ao solo, através da fixação biológica desse nutriente (FBN) e sua rápida liberação pela decomposição da matéria orgânica (AITA & GIACOMINI, 2003). Cabe destacar que o feijão, diferentemente do que ocorre com a soja, não consegue suprir as quantidades necessárias de N através da fixação biológica, necessitando de aplicações minerais do nutriente (BRITO et al., 2015).

Os manejos dentro do SPD não apresentaram diferença estatística, porém a cobertura com aveia-preta aumentou em 34% o REND do feijoeiro quando comparado ao pousio (Tabela 3). Analisando-se somente o SPD, no qual as coberturas de solo não apresentaram efeito no REND do feijão, pode se estabelecer relação com o trabalho desenvolvido por JAKELAITIS et al. (2010). Nesse trabalho os autores verificaram que não houve influência no REND do feijoeiro semeado após a dessecação química das coberturas de sorgo, milho, feijão-de-porco, girassol, estilosantes, arroz, soja e plantas daninhas.

Os resultados demonstram que se pode usar diferentes coberturas de solo para adotar o SPD, sendo a ervilhaca e a aveia-preta de modo consorciado ou não apresentaram boa alternativa para se obter resultados satisfatórios envolvendo a cultura do feijão. Mesmo que o REND no SPC em um ano tenha sido superior ao SPD, não se recomenda essa prática, pois o SPC apresenta alto custo de implantação, maiores perdas de solo por erosão, baixa taxa de infiltração estável da água e o carreamento de nutrientes no perfil do solo (PANACHUKI et al., 2011; SILVA et al., 2012; BEUTLER et al., 2014).

### **Experimentos com a cultura do milho**

Três experimentos foram instalados nas safras 2013/14, 2014/15 e 2015/16 e as variáveis relacionadas a características das plantas e aos componentes de rendimento da cultura do milho estão expressas na Tabela 4.

#### Experimento 1 - safra 2013/14

A variação da altura de inserção de espiga (AIE) está diretamente relacionada ao manejo adotado, sendo que nesse experimento houve incremento dessa variável para a cultura após o cultivo em sucessão a ervilhaca em relação ao consórcio de nabo + ervilhaca no SPD (Tabela 4). Isso se deve possivelmente pelo maior aporte de nitrogênio proveniente da FBN da ervilhaca (AITA & GIACOMINI, 2003; PACHECO et al., 2011), sendo que a maior parte do N (77%) que se encontra nas plantas de milho é proveniente do solo e de outras fontes (resíduos vegetais das plantas de cobertura, precipitação pluvial e fixação biológica) e somente 23% de fertilizantes nitrogenados (SILVA et al., 2006a).

Em relação aos componentes de rendimento de grãos da cultura do milho, observou-se que não houve influência das coberturas em relação ao comprimento de espiga (CE) e o número de fileiras por espiga (NFE). Já para o número de grãos por fileira (NGF) e o número de grãos por espiga (NGE) no manejo SPD com o consórcio de nabo + ervilhaca apresentou diferença

significativa, sendo respectivamente 13,5 e 17,0% menor em comparação ao pousio (Tabela 4). Os resultados de NGE encontrados no experimento corroboram com os encontrados por FARINELLI & LEMOS (2010), onde a redução de grãos por espiga foi de 17,4% em comparação com o plantio convencional.

Em se tratando de massa de mil grãos (MMG) os resultados demonstram superioridades dos manejos com nabo + ervilhaca e ervilhaca no SPD em relação ao SPC. (Tabela 4). Esse aumento da MMG, resultou também em incremento do rendimento de grãos (REND), como pode ser observado na Tabela 4. SILVA et al. (2006a), encontraram resultados de massa de mil grãos e REND superiores onde a semeadura de milho foi realizada após o cultivo de crotalária, quando comparado com a cobertura de milho ou vegetação espontânea (pousio).

Sendo assim fica claro que a mínima mobilização do solo aliado a uma boa cobertura vegetal do solo no período antecessor a implantação da cultura do milho (inverno) é alternativa para aumentar o REND, dando destaque para a ervilhaca. Espécies leguminosas são capazes de melhorar os rendimentos de milho, como é o caso da alfafa e do trevo vermelho, em geral pelo fato da maior disponibilidade de N para a cultura (COOMBS et al., 2017)

#### Experimento 2 - safra 2014/15

A AIE demonstrou no SPC a menor média, diferindo estatisticamente quando comparou-se com aveia-preta e ervilhaca (SPD). A menor AIE no SPC pode estar associada a menor disponibilidade de água nesse tratamento, visto que a cultura do milho durante o ciclo pode ter um consumo hídrico 16,7% maior em solo descoberto, quando comparado com um solo coberto (MURGA-ORRILLO et al., 2016).

Não foi observado diferenciação entre os sistemas de manejo para o CE da cultura do milho (Tabela 4). Mesmo a ervilhaca que fixa N no solo não foi capaz de fornecer a quantidade para que viesse a afetar essa variável, sendo que a forma de N aplicada pode influenciar no CE,

fato esse encontrado por PORTELA et al. (2016), ao avaliarem o sulfato de amônio aumenta o CE do milho quando comparado a ureia.

O milho semeado em sucessão a aveia-preta demonstrou de modo geral nas variáveis NFE, NGF e NGE, redução acentuada quando comparada a ervilhaca (SPD) e pousio (SPC). A cultura do milho semeada em sucessão a ervilhaca, quanto a essas variáveis não demonstrou superioridade em relação ao pousio (Tabela 4). Segundo SILVA et al. (2006a), grãos por espiga de milho apresentaram redução quando a cultura foi semeada em sucessão ao pousio e milheto, comparando com a cobertura de crotalária.

Pela comparação das coberturas de aveia-preta, ervilhaca e o pousio (SPC) no inverno, fica evidente que a cultura da ervilhaca proporcionou aumento significativo na MMG e no REND da cultura do milho, sendo o REND 68,3 e 34,6% maior em relação ao pousio e a cobertura de aveia-preta, respectivamente (Tabela 4). Esse aumento pode estar relacionado com a baixa taxa de liberação de N da cobertura de aveia-preta em comparação com a ervilhaca (AITA & GIACOMINI 2003), ou de uma maneira geral dos macronutrientes das gramíneas em relação ao consórcio delas com as leguminosas (PACHECO et al., 2011). Na cultura do milho isso pode ser consequência de uma assincronia entre a liberação e as necessidades da espécie (SILVA et al., 2007).

### Experimento 3 - safra 2015/16

A maior AIE foi encontrada ao se usar a aveia-preta + ervilhaca no SPD (Tabela 4). Esse maior alongamento pode estar associado a um possível aumento da altura de plantas, proporcionada pela maior disponibilidade de macronutrientes, em especial o N pela ervilhaca presente no consórcio (AITA & GIACOMINI 2003; PACHECO et al., 2011).

Não houve efeito significativo dos diferentes manejos adotados na cultura do milho para as variáveis CE, NFE e NGE. Para o NGF os manejos no SPD não diferiram entre si, somente o pousio apresentou menor valor nessa variável se comparado ao SPD com a cobertura de nabo

(Tabela 4). Não há influência nos componentes de rendimento de grãos do arroz irrigado, quando submetido ao plantio convencional e plantio direto com resíduos vegetais (BEUTLER et al., 2014). Já SILVA et al. (2006a), ao avaliarem as coberturas de crotalária, milho e vegetação espontânea (pousio) constataram que tanto o número de grãos por espiga, quanto a massa de mil grãos foram influenciadas positivamente pela crotalária, semeada anteriormente a cultura do milho.

Quanto a MMG constatou-se novamente que o milho semeado após o nabo como cobertura apresentou incremento dos valores ao se comparar com o SPC e também ao manejo envolvendo o consórcio de aveia-preta + ervilhaca no SPD (Tabela 4). Isso se deve, possivelmente, a rápida disponibilidade de macronutrientes proporcionado pela cobertura de nabo, possibilitando um desenvolvimento melhor da cultura e conseqüentemente refletindo na variável (HEINZ et al., 2011).

Os dois manejos envolvendo o SPD (nabo e aveia-preta + ervilhaca) apresentaram REND maior do que o pousio (Tabela 4). O SPD apresentou incremento de 34,5% no REND do milho se comparado ao SPC. Isso decorre do fato de que as culturas de cobertura de solo de inverno são capazes de fixar N no solo (ervilhaca) ou reciclar outros nutrientes (nabo e aveia-preta), além de diminuir perdas por evaporação da água, contribuindo para o desenvolvimento das culturas (AITA & GIACOMINI, 2003; CRUSCIOL et al., 2008; DEBIASI et al., 2010; HEINZ et al., 2011). Esses resultados vão ao encontro aos obtidos por DEBIASI et al. (2010), no qual constataram que a escarificação do solo influencia negativamente no REND de milho quando comparado ao SPD contínuo.

### **Experimentos com a cultura da soja**

Da mesma forma que as culturas do feijão e do milho a soja também respondeu diferentemente aos diferentes manejos testados, conforme os resultados dos experimentos realizados em 3 safras agrícolas demonstrados na Tabela 5.

### Experimento 1 - safra 2013/14

Quanto as variáveis relacionadas com os componentes de rendimento, observaram-se diferenciação entre os sistemas, para o NVP. O SPC diferiu do manejo com aveia-preta + ervilhaca, porém não com o de aveia-preta em cultivo isolado. O NGV foi menor no SPC ao ser comparado aos demais manejos. Já com o NGP ocorreu o inverso, no SPC tem-se melhor resposta em relação aos manejos adotados no SPD (Tabela 5). Isso pode ser explicado pelo fato de que há uma menor germinação de sementes de soja no momento da semeadura, quando depositadas no solo com maior porosidade (DEBIASI et al., 2010), com um menor estande de plantas, possivelmente houve acréscimo no NVP e conseqüentemente no NGP. Já a MEG e a MMG não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 5).

Mesmo que para algumas variáveis (NVG e NGP) o SPC tenha apresentando melhor desempenho que nos manejos do SPD observou-se que o REND foi maior nos tratamentos envolvendo o não revolvimento do solo. O REND do SPC foi inferior aos obtidos com os manejos em SPD, sendo a diferença de aproximadamente 0,50 e 0,72 Mg ha<sup>-1</sup>, ao se usar a aveia-preta e o consórcio de aveia-preta + ervilhaca, respectivamente (Tabela 5). Esses resultados corroboram com o trabalho realizado por DEBIASI et al. (2010), no qual os autores também constataram aumento no REND de soja no SPD contínuo, comparado com o sistema convencional que adotou a escarificação do solo. O SPC também se destaca pela menor REND da soja em relação a coberturas vegetais em trabalho de BRANCALIÃO et al., 2015.

### Experimento 2 - safra 2014/15

Foi observado efeito significativo somente para as variáveis NGP, MMG e REND para o experimento realizado na safra 2014/15. No NGP houve diferença somente entre as coberturas de solo no SPD, na qual a soja respondeu mais quando implantada sobre o consórcio de aveia-preta + ervilhaca ao se comparar com o nabo em monocultivo (Tabela 5). A MMG e o REND foram maiores no manejo com a cobertura de nabo diferindo estatisticamente do manejo com

aveia-preta + ervilhaca e do pousio (Tabela 5). Ao avaliarem as coberturas de nabo e aveia-preta sobre diferentes níveis de compactação do solo, VALICHESKI et al. (2012) não constataram diferenças significativas no número de vagens e no REND de soja. O maior REND encontrado no consórcio pode estar relacionada a maior liberação de N para a cultura da soja na fase inicial proporcionada pela ervilhaca (AITA & GIACOMINI 2003), visto que nesse estágio a disponibilidade de N pela FBN é baixa.

Não houve diferença significativa entre o consórcio de aveia-preta e ervilhaca, mesmo esse tratamento ter produzido cerca de 20,5% a mais que o SPC (pousio no período de inverno) (Tabela 5). Os maiores REND de grãos de soja cultivadas em um Latossolo Vermelho distroférico foram observadas após a escarificação biológica do solo (espécies vegetais) isolada ou associada ao uso do escarificador (NICOLOSO et al., 2008). As diferenças observadas podem estar relacionadas principalmente com o tipo de solo no qual foram desenvolvidos os experimentos.

### Experimento 3 - safra 2015/16

Para os componentes de rendimento o NVP apresentou efeito significativo, diferindo somente o tratamento envolvendo a aveia-preta + nabo ao se comparar com o cultivo no pousio (Tabela 5). Não foi observado no presente experimento efeito significativo para NGV, NGP e MEG (Tabela 5). Resultados esses que corroboram com os encontrados por Lima et al., (2009), onde os componentes de rendimento da cultura da soja não foram influenciados pela cobertura de solo ou pela aplicação de calcário, em solo classificado como Nitossolo Vermelho típico.

A MMG está diretamente relacionada com o REND e de grãos (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000), sendo que nesse último experimento (Tabela 5) essa variável foi influenciada positivamente nos manejos do SPD em comparação com o SPC (pousio). Além de prejudicar a MMG o pousio diminuiu o REND da cultura da soja quando se comparou com o consórcio de ervilhaca + nabo, porém não diferindo do tratamento com aveia-preta + nabo

(Tabela 5). O pousio apresenta essa característica de diminuir o REND de soja, quando comparado ao manejo de coberturas vegetais com o ou sem aporte de N no período de outono/inverno (BRANCALIÃO et al., 2015).

O REND médio dos experimentos 1 e 2 foram superiores a média nacional e do RS, demonstrando que as condições em que foram desenvolvidos os trabalhos assegura um grau de confiabilidade dos resultados. No entanto no experimento 3 o REND foi abaixo da média nacional e isso decorreu porque nessa safra houve altos índices pluviométricos, principalmente no mês de dezembro (Figura 1), favorecendo assim a incidência de doenças fúngicas, principalmente a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) o que prejudicou diretamente o REND.

#### **Análise econômica dos sistemas de cultivo**

Como em qualquer outro setor, o agropecuário depende do lucro para a manutenção do homem no campo ou mesmo para que se consiga investir em tecnologias modernas. Diante disso, as culturas e seu manejo podem tanto aumentar como diminuir a lucratividade do produtor. A escolha do sistema que maximiza o lucro do produtor, bem como que diminua os impactos no ambiente deve ser priorizado.

Para o cálculo da lucratividade foi utilizado o custo de produção, bem como o preço médio pago ao produtor nas últimas 3 safras agrícolas, no estado do Rio Grande do Sul (CONAB, 2016b). Sabe-se que no SPD é eliminado o processo de revolvimento do solo, o qual demanda bastante energia, maior consumo de combustível e tempo de preparo (NICOLOSO et al., 2008; SILVA et al., 2012). No SPD há um custo adicional de implantação das culturas de cobertura, nesse sentido, estabeleceu-se o custo igual para os dois sistemas de cultivo, para fins de cálculo.

Observou-se na Figura 2, que para a cultura do feijão na média das 3 safras agrícolas o lucro se manteve próximo nos diferentes sistemas de cultivo (SPC e SPD), como também pode

ser observado na média dos REND (s) dos três experimentos na Tabela 1. O REND de grãos do feijão não apresentou grandes variações entres os sistemas, portanto o sistema de cultivo para esse caso torna-se nulo, ou seja, não se obtêm aumento da lucratividade nos diferentes sistemas de cultivo. Esses resultados corroboram com os encontrados por diferentes autores, ao não encontrarem variação no REND do feijão em função do manejo adotado no solo (SILVA et al., 2006b; SILVA et al., 2008; BALBINOT JR. et al., 2009) e como consequência não se tem aumento da lucratividade (Figura 2).

A lucratividade da cultura do milho foi a mais prejudicada ao se usar o SPC, com redução de 72% em comparação com o SPD (Figura 2). Fato esse é explicado possivelmente pela maior disponibilidade hídrica em manejos que os resíduos vegetais recobrem o solo, diminuindo evaporação da água, além da maior disponibilidade de nutrientes, quando comparado com o SPC (PANAKUCHI et al., 2011). A redução do REND de milho no SPC pode ser observada na Tabela 4. Esse resultado corrobora com os encontrados por DEBIASI et al. (2010) os quais observaram que a escarificação do solo foi prejudicial à REND da cultura.

Sendo a cultura anual mais semeada no Brasil (CONAB, 2016a), a soja apresentou um aumento de 246,00 dólares ha<sup>-1</sup> na média das 3 safras agrícola, comparando-se o SPD com o SPC (Figura 2). Observou-se na Figura 1 que não foi constatado déficit hídrico no período de condução das culturas, sendo que se isso viesse a ocorrer esses resultados possivelmente poderiam ser ainda maiores, já que o SPD diminui a evaporação da água do solo (PANAKUCHI et al., 2011).

## **CONCLUSÃO**

Dependendo da safra agrícola as coberturas vegetais do solo respondem de modo diferenciado, porém o consórcio de aveia-preta e ervilhaca é uma ótima alternativa para a produção de MS.

De modo geral o rendimento do feijão não é prejudicado pelo revolvimento do solo e pelas coberturas vegetais, exceto o nabo.

O SPD apresenta vantagens para o rendimento do milho quando comparado ao SPC, com melhores resultados ao se usar a ervilhaca isolada ou em consórcio com nabo e aveia-preta.

O não revolvimento do solo adotado pelo SPD de maneira geral beneficia a cultura da soja em termos produtivos.

A maior lucratividade na média das 3 safras agrícolas foi obtida com a cultura do feijão, seguido da soja e do milho.

Na média dos 3 anos não houve aumento de lucratividade no SPD quando comparado com o SPC para o feijão. Para o milho e a soja a lucratividade foi maior no SPD em relação ao SPC.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao CNPq, a FAPERGS e o FINEp pela concessão de auxílio financeiro a pesquisa e pelas bolsas concedidas.

## **REFERÊNCIAS**

AITA, C.; GIACOMINI, J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura do solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, s/n, p.601-612, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v27n4/a04v27n4.pdf>>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.1590/S0100-06832003000400004

BALBINOT Jr., A.A. et al. Desempenho da cultura do feijão após diferentes formas de uso do solo no inverno. **Ciência Rural**, v.39, n.8, p.2340-2346, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34356/000788317.pdf?sequence=1>>.

Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.1590/S0103-84782009000800011

BEUTLER, A.N. et al. Manejo do solo, palha residual e produtividade de arroz irrigado por inundação. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.3, p.1153-1162, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v36n5/24.pdf>>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.5433/1679-0359.2014v35n3p1153

BRANCALIÃO, S.R. et al. Produtividade e composição dos grãos de soja após o aporte de nitrogênio com o uso de culturas de cobertura em sistema de semeadura direta. **Nucleus**, v.12, n.1, p.1-8, 2015. Disponível em: <<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/1001>>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.3738/1982.2278.1001

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regras para Análise de Sementes. MAPA/ACS, Brasília, 2009. 399p.

BRITO, L.F.de. et al. Resposta do feijoeiro comum à inoculação com rizóbio e suplementação com nitrogênio mineral em dois biomas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.39, s/n, p.981-992, 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832015000400981&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832015000400981&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.1590/01000683rbcs20140322

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v.4, n.3. Quarto levantamento. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_01\\_11\\_11\\_30\\_39\\_boletim\\_graos\\_janeiro\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_01_11_11_30_39_boletim_graos_janeiro_2017.pdf)>. Acesso em 22 de janeiro de 2017.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Custo de produção e Preço pago ao produtor**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 17 de outubro de 2016.

COOMBS, C. et al. Legume cover crop management on nitrogen dynamics and yield in grain corn systems. **Field Crops Research**, v.201, s/n, p.75-85, 2017. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378429016306074>>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.1016/j.fcr.2016.11.001

CRUSCIOL, C.A.C. et al. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.2, p.161-168, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v40n2/23823.pdf>>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.1590/S0100-204X2005000200009

DALMAGO, G.A. et al. Retenção e disponibilidade de água às plantas, em solo sob plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, (Suplemento), p.855–864, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662009000700007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662009000700007)>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.1590/S1415-43662009000700007

DEBIASI, H. et al. Produtividade de soja e milho após coberturas de inverno e descompactação mecânica do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.6, p.603-612, 2010. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/5579>>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.1590 / S0100-204X2010000600010

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Produtividade e eficiência agronômica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos do solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.2, p.135-146, 2010. Disponível em: <<http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/viewArticle/299>>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.18512/1980-6477/rbms.v9n2p135-146

FERRAZ, L.C.L. et al. Effects of soil moisture, organic matter and grass mulching on the carpogenic germination of sclerotia and infection of bean by *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Pathology**, v.48, n.1, p.77-82, 1999. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-3059.1999.00316.x/full>>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10,1046 / j.1365-3059.1999.00316.x

HOLANDA, F.S.R. et al. Contribution of tillage systems on the organic matter of Gley soil and the productivity of corn and soybean. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.3, p.983-994, 2011. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/276998861\\_Contribution\\_of\\_tillage\\_systems\\_on\\_the\\_organic\\_matter\\_of\\_Gley\\_soil\\_and\\_the\\_productivity\\_of\\_corn\\_and\\_soybean](https://www.researchgate.net/publication/276998861_Contribution_of_tillage_systems_on_the_organic_matter_of_Gley_soil_and_the_productivity_of_corn_and_soybean)>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.5433 / 1679-0359.2011v32n3p983

JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de resíduos vegetais e de herbicidas sobre as plantas daninhas e a produção do feijoeiro-comum. **Revista Caatinga**, v.23, n.1, p.45-53, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/1333>>. Acesso em: 23 jan. de 2017.

LIMA, E.doV. et al. Características agronômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja “safrinha” sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e da calagem superficial. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.069-080, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbs/v31n1/a08v31n1>>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.1590/S0101-31222009000100008

MURGA-ORRILLO, H. et al. Influência da cobertura morta na evapotranspiração, coeficiente de cultivo e eficiência de uso de água do milho cultivado em cerrado. **Irriga**, v.21, n.2, p.352-364, 2016. Disponível em: <<http://energia.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/2142>>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.15809/irriga.2016v21n2p352-364

NICOLOSO, R.da.S. et al. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja.

**Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, s/n, p.1723-1734, 2008. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo\\_Nicoloso/publication/250033687\\_Eficiencia\\_da\\_escarificacao\\_mecanica\\_e\\_biolgica\\_na\\_melhoria\\_dos\\_atributos\\_fisicos\\_de\\_um\\_Latossolo\\_muito\\_argiloso\\_e\\_no\\_incremento\\_do\\_rendimento\\_de\\_soja/links/565eee4e08ae4988a7bd8ee8.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo_Nicoloso/publication/250033687_Eficiencia_da_escarificacao_mecanica_e_biolgica_na_melhoria_dos_atributos_fisicos_de_um_Latossolo_muito_argiloso_e_no_incremento_do_rendimento_de_soja/links/565eee4e08ae4988a7bd8ee8.pdf)>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.1590/S0100-06832008000400037

OLIVEIRA, T.K.de. et al. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto.

**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.8, p.1079-1087, 2002. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/6441>>. Acesso em: 23 jan. de 2017.

PACHECO, L.P. et al. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, s/n, p.1787-1799, 2011. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180221126033>>. Acesso em: 23 jan. de 2017.

PANACHUKI, E. et al. Perdas de solo e de água e infiltração de água em Latossolo Vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, s/n, p.1777-1785, 2011.

Disponível em: <<http://200.129.202.51:8080/jspui/handle/123456789/1350>>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.1590/S0100-06832011000500032

PORTELA, M.G.T. et al. Características agronômicas do milho submetido a fontes e parcelamento de nitrogênio em cobertura. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.

10, n.3, p.248-258, 2016. Disponível em: <<http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/423/294>>. Acesso em: 26 jan. de 2017.

SILVA, A.A. et al. Sistema de plantio direto na palhada e seu impacto na agricultura brasileira.

**Revista Ceres**, v.56, n.4, p.496-506, 2009. Disponível em:

<<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/viewFile/3458/1356>>. Acesso em: 23 jan. de 2017.

SILVA, A.A. da. et al. Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, v.37, n.4, p.928-935, 2007.

Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782007000400002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782007000400002)>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.1590/S0103-84782007000400002

SILVA, E.C.da. et al. Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.3, p.477-486, 2006a.

Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2006000300015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2006000300015)>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.1590/S0100-204X2006000300015

SILVA, M.G.da. et al. Sucessão de culturas e sua influência nas propriedades físicas do solo e na produtividade do feijoeiro de inverno irrigado, em diferentes sistemas de manejo do solo.

**Bragantia**, v.67, n.2, p.335-347, 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87052008000200009](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052008000200009)>.

Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.1590/S0006-87052008000200009

SILVA, M.G.da. et al. Rendimento do feijoeiro irrigado cultivado no inverno em sucessão de culturas, sob diferentes preparos do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.28, n.3, p.433-439, 2006b.

Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/250313148\\_Rendimento\\_do\\_feijoeiro\\_irrigado\\_cultivado\\_no\\_inverno\\_em\\_sucessao\\_de\\_culturas\\_sob\\_diferentes\\_preparos\\_do\\_solo](https://www.researchgate.net/publication/250313148_Rendimento_do_feijoeiro_irrigado_cultivado_no_inverno_em_sucessao_de_culturas_sob_diferentes_preparos_do_solo)>.

Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.4025/actasciagron.v28i3.971

SILVA, S.G.C. et al. Temporary effect of chiseling on the compaction of a rhodic hapludox under no-tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.2, p.547-555, 2012.

Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832012000200024](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832012000200024)>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.1590/S0100-06832012000200024

TARTARI, D.T. et al. Perda de solo e água por erosão hídrica em Argissolo sob diferentes densidades de cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.7, n.3, p.85-93, 2012.

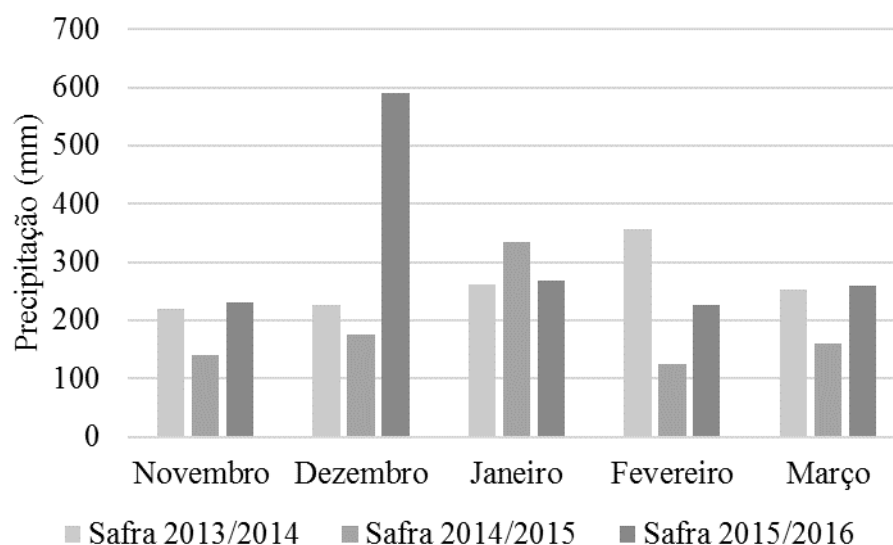
Disponível em: <<http://orgprints.org/22793/1/12720-54133-1-PB.pdf>>. Acesso em: 23 jan. de 2017.

TEIXEIRA, C.M. et al. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.31, n.4, p.647-653, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asagr/v31n4/a15v31n4>>. Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.4025/actasciagron.v31i4.1356

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. World Agricultural cultural. Production. Disponível em: <<https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>. Acesso em 19 de jan de 2017.

VALICHESKI, R.R. et al. Desenvolvimento de plantas de cobertura e produtividade da soja conforme atributos físicos em solo compactado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.9, p.969–977, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662012000900007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662012000900007)>.

Acesso em: 23 jan. de 2017. doi: 10.1590/S1415-43662012000900007



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica (mm) mensal das três safras agrícolas em que foram conduzidos os experimentos. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

**Tabela 1.** Sistemas de manejo de plantio direto e convencional e rotação de culturas utilizados em três safras de cultivos de feijão, milho e soja. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Culturas de verão	Coberturas vegetais de inverno		
	Safra - 2013/14	Safra - 2014/15	Safra - 2015/16
<b>FELJÃO</b>	Aveia-preta + nabo	Aveia-preta + Nabo	Ervilhaca
<b>FELJÃO</b>	Nabo	Nabo + ervilhaca	Aveia-preta
<b>FELJÃO</b>	Pousio <sup>1</sup>	Pousio	Pousio
<b>MILHO</b>	Nabo + ervilhaca	Aveia-preta	Nabo
<b>MILHO</b>	Ervilhaca	Ervilhaca	Aveia-preta + ervilhaca
<b>MILHO</b>	Pousio	Pousio	Pousio
<b>SOJA</b>	Aveia-preta	Nabo	Aveia-preta + nabo
<b>SOJA</b>	Aveia-preta + ervilhaca	Aveia-preta + ervilhaca	Ervilhaca + nabo
<b>SOJA</b>	Pousio	Pousio	Pousio

<sup>1</sup>No período de inverno a área ficou em pousio (vegetação espontânea) sendo realizado o plantio convencional da cultura de verão.

**Tabela 2.** Produção de massa seca da parte aérea (MS) pelas coberturas vegetais do solo antecedendo as culturas de verão nas 3 safras de condução dos experimentos. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

Cobertura de solo	Massa seca da parte aérea (Mg ha <sup>-1</sup> )		
	Safra 2013/14	Safra 2014/15	Safra 2015/16
Aveia-preta	4,69 bc <sup>1</sup>	5,34 ab	7,11 a
Aveia-preta + nabo	4,07 cd	4,31 ab	6,81 ab
Aveia-preta + ervilhaca	6,41 a	6,27 a	5,87 c
Ervilhaca + nabo	5,50 ab	6,36 a	4,91 d
Nabo	1,55 e	1,40 c	5,11 d
Ervilhaca	5,62 ab	5,64 ab	6,61 b
Pousio	3,23 d	3,67 b	2,73 e
<b>C.V. (%)</b>	<b>11,45</b>	<b>19,20</b>	<b>3,57</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras distintas, na coluna para cada safra, diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05).

**Tabela 3.** Número de vagens planta<sup>-1</sup> (NVP), número de grãos vagem<sup>-1</sup> (NGV), número de grãos planta<sup>-1</sup> (NGP), massa específica granular em kg hl<sup>-1</sup> (MEG), massa de mil grãos em g (MMG) e rendimento de grãos em Mg ha<sup>-1</sup> (REND) da cultura do feijão sob sistemas de cultivo de plantio direto e convencional e diferentes coberturas de solo. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

<i>Tratamentos</i>	<i>Experimento 1 - Safra 2013/14</i>					
	NVP	NGV	NGP	MEG	MMG	REND
Aveia-preta + nabo	14,67 a <sup>1</sup>	4,49 <sup>ns</sup>	58,56 <sup>ns</sup>	76,31 a	251 b	2,51 a
Nabo	10,10 b	4,21	42,46	75,38 a	235 c	2,00 b
Pousio <sup>1</sup>	13,75 a	4,16	57,33	72,72 b	257 a	2,70 a
<b>CV (%)</b>	<b>7,31</b>	<b>4,97</b>	<b>15,06</b>	<b>0,93</b>	<b>1,18</b>	<b>6,43</b>
<i>Tratamentos</i>	<i>Experimento 2 - Safra 2014/15</i>					
	NVP	NGV	NGP	MEG	MMG	REND
Aveia-preta + nabo	13,90 <sup>ns</sup>	4,68 <sup>ns</sup>	65,28 <sup>ns</sup>	69,38 <sup>ns</sup>	295 b	3,29 <sup>ns</sup>
Nabo + ervilhaca	14,50	5,03	72,89	67,78	314 a	3,81
Pousio	14,07	4,73	66,32	70,40	307 a	3,62
<b>CV (%)</b>	<b>6,46</b>	<b>6,69</b>	<b>10,92</b>	<b>6,63</b>	<b>2,83</b>	<b>11,99</b>
<i>Tratamentos</i>	<i>Experimento 3 - Safra 2015/16</i>					
	NVP	NGV	NGP	MEG	MMG	REND
Ervilhaca	8,48 <sup>ns</sup>	4,35 b	35,85 <sup>ns</sup>	81,40 a	202 <sup>ns</sup>	2,22 ab
Aveia-preta	7,75	4,92 a	38,15	81,20 b	224	2,52 a
Pousio	8,65	4,32 b	37,14	81,35 ab	210	1,88 b
<b>CV (%)</b>	<b>9,74</b>	<b>2,98</b>	<b>10,62</b>	<b>0,10</b>	<b>5,75</b>	<b>11,26</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras distintas, na coluna para cada safra, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). ns – não significativo ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 4.** Altura de inserção de espigas em m (AIE), comprimento de espigas em cm (CE), número de fileiras espiga<sup>-1</sup> (NFE), número de grãos fileira<sup>-1</sup> (NGF), número de grãos espiga<sup>-1</sup> (NGE), massa de mil grãos em g (MMG) e rendimento em Mg ha<sup>-1</sup> (REND) da cultura do milho em função de diferentes sistemas de cultivo e coberturas de solo. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

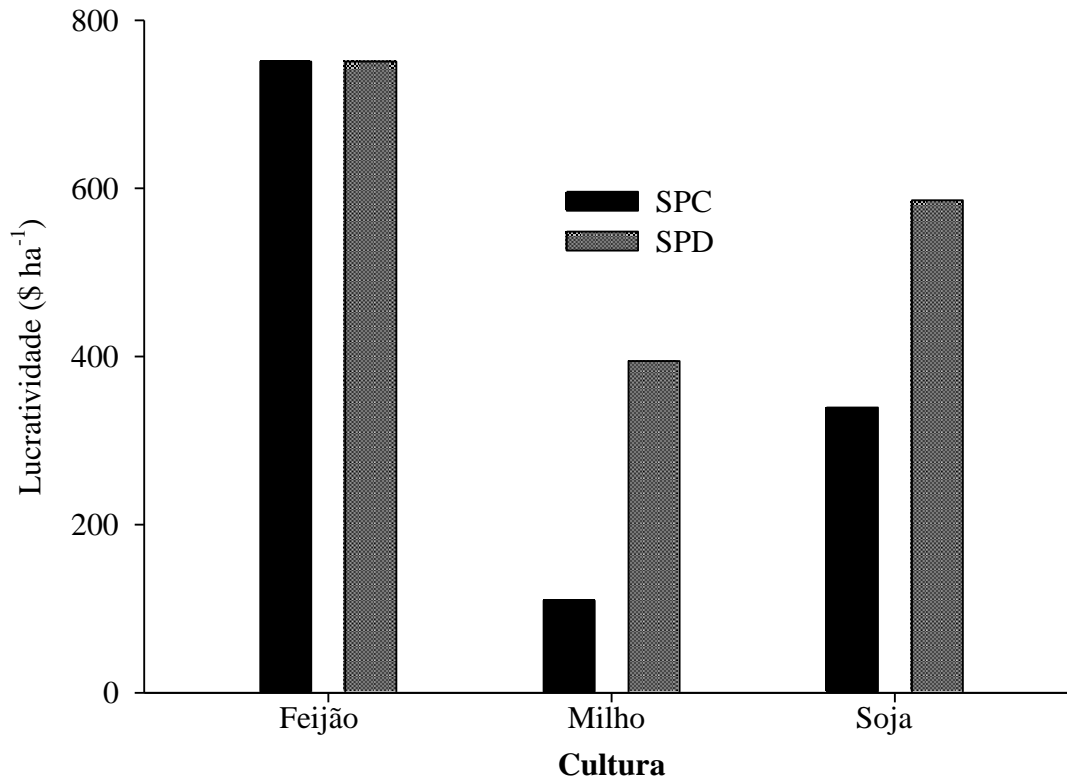
<i>Tratamentos</i>	<i>Experimento 1 - Safra 2013/14</i>						
	AIE	CE	NFE	NGF	NGE	MMG	REND
Nabo + ervilhaca	1,38 <sup>1</sup> b	18,7 <sup>ns</sup>	15,00 <sup>ns</sup>	30,55 b	458 b	381 a	9,73 ab
Ervilhaca	1,49 a	18,9	15,50	33,80 ab	524 ab	377 a	11,04 a
Pousio	1,45 ab	19,2	15,60	35,32 a	552 a	353 b	9,63 b
<b>CV (%)</b>	<b>3,64</b>	<b>4,08</b>	<b>4,77</b>	<b>6,07</b>	<b>8,45</b>	<b>1,99</b>	<b>6,44</b>
<i>Tratamentos</i>	<i>Experimento 2 - Safra 2014/15</i>						
	AIE	CE	NFE	NGF	NGE	MMG	REND
Aveia-preta	1,61 a	15,95 <sup>ns</sup>	14,70 b	29,65 b	436 b	310 b	7,74 b
Ervilhaca	1,61 a	16,10	15,60 a	31,05 ab	485 a	352 a	10,41 a
Pousio	1,41 b	16,48	15,40 ab	32,45 a	500 a	301 b	6,19 c
<b>CV (%)</b>	<b>1,67</b>	<b>3,36</b>	<b>2,51</b>	<b>2,94</b>	<b>4,58</b>	<b>2,15</b>	<b>7,73</b>
<i>Tratamentos</i>	<i>Experimento 3 - Safra 2015/16</i>						
	AIE	CE	NFE	NGF	NGE	MMG	REND
Nabo	1,35 b	18,1 <sup>ns</sup>	14,27 <sup>ns</sup>	37,13 a	512 <sup>ns</sup>	340 a	6,96 a
Aveia-preta + ervilhaca	1,46 a	17,3	14,80	35,30 ab	515	320 b	7,05 a
Pousio	1,36 b	17,5	14,60	34,27 b	473	329 b	5,21 b
<b>CV (%)</b>	<b>1,63</b>	<b>2,98</b>	<b>3,47</b>	<b>3,04</b>	<b>9,09</b>	<b>1,20</b>	<b>6,47</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras distintas, na coluna para cada safra, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). <sup>ns</sup> - não significativo ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 5.** Número de vagens planta<sup>-1</sup> (NVP), número de grãos vagem<sup>-1</sup> (NGV), número de grãos planta<sup>-1</sup> (NGP), massa específica granular (MEG) em kg hl<sup>-1</sup>, massa de mil grãos em g (MMG) e rendimento em Mg ha<sup>-1</sup> (REND) da soja, sobre diferentes sistemas de cultivo e coberturas de solo. Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

<i>Tratamentos</i>	<i>Experimento 1 - Safra 2013/14</i>					
	NVP	NGV	NGP	MEG	MMG	REND
Aveia-preta	40,47 <sup>1</sup> ab	2,23 ab	72,13 b	69 <sup>ns</sup>	180 <sup>ns</sup>	3,91 a
Aveia-preta + ervilhaca	33,30 b	2,37 a	83,25 b	69	178	3,70 a
Pousio	46,30 a	2,09 b	100,40 a	69	170	3,20 b
<b>CV (%)</b>	<b>10,54</b>	<b>4,78</b>	<b>9,24</b>	<b>0,36</b>	<b>2,75</b>	<b>4,72</b>
<i>Tratamentos</i>	<i>Experimento 2 - Safra 2014/15</i>					
	NVP	NGV	NGP	MEG	MMG	REND
Nabo	51,45 <sup>ns</sup>	2,39 <sup>ns</sup>	116,80 b	68 <sup>ns</sup>	172 a	4,67 a
Aveia-preta + ervilhaca	56,00	2,35	125,47 a	69	153 b	3,83 b
Pousio	55,85	2,34	122,30 ab	69	152 b	3,17 b
<b>CV (%)</b>	<b>9,31</b>	<b>7,69</b>	<b>2,76</b>	<b>0,49</b>	<b>1,06</b>	<b>8,79</b>
<i>Tratamentos</i>	<i>Experimento 3 - Safra 2015/16</i>					
	NVP	NGV	NGP	MEG	MMG	REND
Aveia-preta + nabo	34,80 a	2,28 <sup>ns</sup>	76,87 <sup>ns</sup>	73 <sup>ns</sup>	146 a	2,82 b
Ervilhaca + nabo	34,15 ab	2,30	74,10	73	133 a	3,23 a
Pousio	30,23 b	2,23	65,03	73	118 b	2,58 b
<b>CV (%)</b>	<b>5,56</b>	<b>2,24</b>	<b>9,30</b>	<b>0,54</b>	<b>4,79</b>	<b>6,38</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras distintas, na coluna para cada safra, diferem entre si pelo teste de Tukey (p≤0,05). ns - não significativo (p>0,05).



**Figura 2.** Lucratividade (\$ ha<sup>-1</sup>) dos cultivos de feijão, milho e soja cultivados nos sistemas de plantio convencional (SPC) e direto (SPD), na média de 3 safras agrícolas (2013/14, 2014/15, 2015/16). Quatro Irmãos/RS, UFFS, 2017.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os sistemas de cultivo e as diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto influenciaram a fitossociologia e o banco de sementes de plantas daninhas, interferindo no número de espécies encontradas. A supressão das plantas daninhas através da alta produção de massa seca dentro do sistema plantio direto foi a mais expressiva forma de controle das mesmas, reduzindo seu número na área.

A diminuição do banco de sementes de plantas daninhas no sistema plantio direto se dá, pois, as sementes concentram-se nas camadas superficiais do solo, de modo que o sistema plantio convencional distribui as mesmas ao longo do perfil do solo, pelo processo de revolvimento.

O controle de plantas daninhas após a colheita das culturas se torna prática fundamental para diminuir o banco de sementes de plantas daninhas no solo, independente da cultura a ser trabalhada.

O sistema plantio direto apresenta vantagens para o rendimento do milho e da soja, quando comparado ao sistema de plantio convencional, porém na cultura do feijão o sistema de plantio convencional e o direto de modo geral apresentaram desempenho produtivo similar, o que reflete diretamente na lucratividade das culturas.

O manejo do solo com coberturas vegetais de inverno contribui para o aumento do rendimento das culturas de verão, minimizando a emergência de plantas daninhas e melhorando a lucratividade do produtor rural.