

Coberturas vegetais do solo e manejo de cultivo e suas contribuições para as culturas agrícolas

César Tiago Forte¹, Leandro Galon², Amauri Nelson Beutler³, Gismael Francisco Perin²,
Elisson Stéphânio Savi Pauletti⁴, Felipe Jose Menin Basso², Cinthia Maethê Holz², Carlos Orestes Santin²

¹ Universidade Federal da Fronteira Sul/Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. Erechim, RS, Brasil. E-mail: cesartiagoforte@hotmail.com (ORCID: 0000-0001-7211-3096)

² Universidade Federal da Fronteira Sul/Campus Erechim. Erechim, RS, Brasil. E-mail: leandro.galone@gmail.com (ORCID: 0000-0002-1819-462X); gismaelperin@gmail.com (ORCID: 0000-0002-9036-0426); felipebasso1@hotmail.com (ORCID: 0000-0002-9317-7002); cinthiaholz@gmail.com (ORCID: 0000-0003-3140-502X); carlosorestessantin@yahoo.com.br (ORCID: 0000-0003-3442-1885)

³ Universidade Federal do Pampa/Centro de Ciências Agrárias. Itaqui, RS, Brasil. E-mail: amaurib@yahoo.com.br (ORCID: 0000-0002-2966-4308)

⁴ Embrapa Trigo e Cereais de Inverno. Passo Fundo, RS, Brasil. E-mail: elissonsavipauletti@yahoo.com.br (ORCID: 0000-0001-5302-7571)

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico do feijão, do milho e da soja cultivados em sistema de plantio direto e o manejo preparo convencional. O trabalho foi constituído de 12 experimentos, divididos em 3 safras agrícolas, com o cultivo de espécies de cobertura vegetal em consórcio ou de forma isolado e posteriormente semeou-se as culturas de verão, além do cultivo em manejo preparo convencional, onde o solo permaneceu em pousio durante o período de inverno. Avaliou-se massa seca da parte aérea das coberturas de solo e os componentes de rendimento do feijão, milho e soja. O nabo juntamente com as espécies presentes no pousio foram as que demonstraram a menor produção de massa seca da parte aérea. Todas as coberturas de solo, exceto o nabo, não demonstraram diminuição nos componentes de rendimento do feijão. O crescimento da cultura do milho demonstrou ser maior quando cultivado em sucessão a ervilhaca em isolada ou em consórcio com aveia-preta ou nabo. Houve superioridade no rendimento de grãos de soja em função do sistema de cultivo, em pelo menos uma cobertura de solo. Conclui-se que o feijão não promoveu redução nos componentes de rendimento para o manejo preparo convencional, porém foi constatado, para o milho e a soja, benefícios nos componentes de rendimento de grãos somente quando em sucessão as espécies de coberturas de solo no sistema plantio convencional.

Palavras-chave: componentes de rendimento de grãos; *Glycine max*; *Phaseolus vulgaris*; *Zea mays*

Soil cover crops and crop management and their contributions to agricultural crops

ABSTRACT: The objective this work was to evaluate the agronomic performance of beans, corn and soybean cultivated under no-tillage system and conventional tillage management. The work consisted of 12 experiments, divided three agricultural crops, with the cultivation of species of vegetal cover in a consortium or in an isolated way, and later sowed the summer crops, besides the crop in conventional preparation, where the soil remained fallow during the winter period. Aerial dry mass of soil cover and yield components of beans, maize and soybean were evaluated. The turnip along with the species present in the fallow were those that demonstrated the lower production of dry mass of the aerial part. All soil cover, except turnip, did not show a decrease in bean yield components. The growth of corn crop was shown to be higher when grown in succession to vetch in isolation or in consortium with black oat or turnip. There was superiority in soybean yield as a function of the cultivation system, in at least one soil cover. It was concluded that beans did not promote reduction in yield components for conventional tillage management, but corn and soybean yielded benefits in grain yield components only when in succession the species of soil cover in the planting system conventional.

Key words: grain yield components; *Glycine max*; *Phaseolus vulgaris*; *Zea mays*

Introdução

O Brasil se destaca no cenário mundial na produção de grãos destinados ao consumo interno, é o caso do feijão (*Phaseolus vulgaris*) e do milho (*Zea mays*), já a soja (*Glycine max*) grande parte é destinada a exportação. Essas três culturas juntas correspondem a 93% da área cultivada com grãos no período de verão, contabilizando a safra normal, 2ª e 3ª safra para o feijão e 2ª safra para o milho (CONAB, 2017). 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 tipos de manejo de solo adotados nas condições edafo-climáticas brasileiras para produção de culturas anuais consistem no sistema de plantio direto (SPD) e no manejo com preparo convencional (MPC). O SPD é considerado um Manejo Conservacionista, por não mobilizar a camada arável, por manter os resíduos culturais na superfície, reduzir consequentemente 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 MPC 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 tipo de manejo 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 sustentabilidade dos agroecossistemas.

No SPD, uma das premissas básicas e de extrema importância é a manutenção de plantas de cobertura ou de adubação verde para proteger o solo contra a ação erosiva das chuvas e também, no caso das leguminosas, disponibilizarem maior quantidade de nitrogênio às culturas cultivadas em sucessão, seja devido a fixação biológica do nitrogênio (FBN), seja devido à baixa relação C/N (Aita & Giacomini 2003; Silva et al., 2007; Silva et al., 2009; Pacheco et al., 2011). Os consórcios dessas coberturas de solo podem proporcionar maior produção de massa seca, promover maior acúmulo e liberação de macronutrientes, com exceção do enxofre (S) (Teixeira et al., 2009; Valichski et al. 2012).

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 estudos de pesquisa realizados com a cultura objetivando avaliar o efeito dos resíduos das culturas de cobertura de solo não resultou em aumentos no rendimento de grãos dessa cultura (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 Mato Grosso do Sul, não foi influenciada pela mobilização do solo por meio da escarificação, grade pesada ou pelo SPD. Nem mesmo as diferentes culturas implantadas anteriormente à semeadura foram capazes de influenciar o rendimento de grãos.

Na cultura do milho, o principal nutriente limitante é o nitrogênio (N), sendo que 77% do N presente nas plantas são provenientes do solo e outras fontes (resíduos vegetais das plantas de cobertura, precipitação pluvial e fixação biológica) e somente apenas 23% de fertilizantes nitrogenados (Silva et al., 2006a). O tipo de manejo do solo 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).

A hipótese testada neste estudo refere-se ao efeito 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, promove sobre os componentes de rendimento de grãos das culturas do feijão, milho e soja.

Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho avaliar os efeitos de diferentes coberturas de solo sobre os componentes de rendimento de grãos do feijão, do milho e da soja, semeados no sistema plantio direto e no manejo convencional do solo com revolvimento.

Material e Métodos

Foram realizados 12 experimentos à campo no município de Quatro Irmãos/RS nas safras 2013/14, 2014/15 e 2015/16, cuja localização geográfica é: latitude 27°44'S, longitude 52°26'W, altitude de 680 m e clima do tipo 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). As médias mensais de precipitação pluvial e temperatura média mensal nas safras agrícolas do período de condução dos experimentos estão apresentadas na Figura 1.

O delineamento experimental adotado em todos os experimentos foi o de blocos casualizados, com 4 repetições. 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 isolada ou em consórcios. Na condução do MPC 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 MPC efetuou-se aração e gradagens e posteriormente foram semeadas as culturas de verão (feijão, milho e soja).

Implantação das culturas e tratamentos culturais

A instalação das culturas de cobertura de inverno e das culturas de verão no SPD foi realizada segundo os princípios intrínsecos o sistema: mínima mobilização do solo, resíduos vegetais sobre o solo e rotação de culturas. A dessecação da cobertura vegetal em ambos os modelos de manejo foi realizada com o emprego do herbicida glyphosate na dose

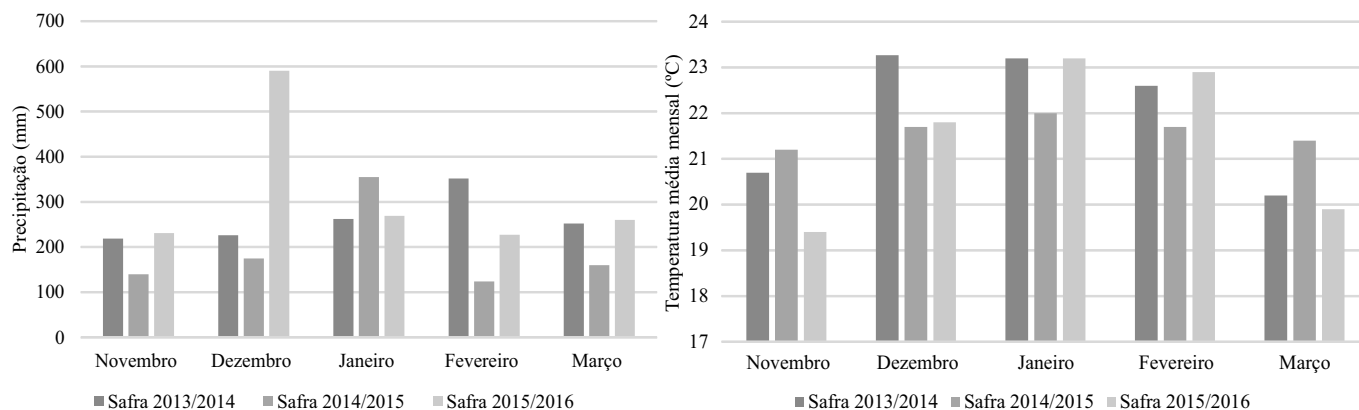


Figura 1. Precipitação pluvial (mm) e temperatura média (°C) mensal das três safras agrícolas em que foram conduzidos os experimentos. Erechim/RS, UFFS, 2017.

Tabela 1. Modos de manejo sistema plantio direto e manejo convencional e rotação de culturas utilizados em três safras de cultivos de feijão, milho e soja. Erechim/RS, UFFS, 2017.

Culturas de verão	Coberturas vegetais de inverno		
	Safra - 2013/14	Safra - 2014/15	Safra - 2015/16
Feijão	Aveia-preta + nabo	Aveia-preta + Nabo	Ervilhaca
Feijão	Nabo	Nabo + ervilhaca	Aveia-preta
Feijão	Pousio ¹	Pousio	Pousio
Milho	Nabo + ervilhaca	Aveia-preta	Nabo
Milho	Ervilhaca	Ervilhaca	Aveia-preta + ervilhaca
Milho	Pousio	Pousio	Pousio
Soja	Aveia-preta	Nabo	Aveia-preta + nabo
Soja	Aveia-preta + ervilhaca	Aveia-preta + ervilhaca	Ervilhaca + nabo
Soja	Pousio	Pousio	Pousio

¹ No período de inverno a área ficou em pousio (vegetação espontânea) e a cultura de verão foi semeada mediante manejo convencional com revolvimento do solo com arado.

de 1,08 kg ha⁻¹ de equivalente ácido (e.a.), juntamente com sethoxydim na dose de 0,22 kg ha⁻¹. As parcelas foram constituídas por 6 linhas, espaçadas de 0,47 m e 10 m de comprimento, totalizando uma área de 28,2 m², para cada unidade experimental.

As densidades de semeadura adotadas das espécies de cobertura 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 utilizando-se 200 kg ha⁻¹ da fórmula 08-24-12 (N-P-K) como adubação no sulco de semeadura e foi de e 45 kg ha⁻¹ de N como adubação de cobertura.

A semeadura das culturas de verão também foi efetuada com auxílio de uma semeadora/adubadora, distribuindo-se 350 kg ha⁻¹ de fertilizante N-P-K (05-30-15) no sulco de semeadura 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⁻¹ 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⁻¹), atrazine + simazine (1,25 + 1,25 kg ha⁻¹) e glyphosate (1,08 kg ha⁻¹), respectivamente.

Variável relacionada as coberturas de solo

Para quantificar a massa seca da parte aérea (MS) das espécies foram ceifadas as plantas rente ao solo após o florescimento das mesmas. A coleta foi efetuada em área de 0,25 m² 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.

Variáveis relacionadas as culturas de verão

As variáveis de componentes de rendimento 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 cinco 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 obtidos com a colheita de uma área útil (5 m²) de cada unidade experimental, quando os grãos de feijão, da soja e do milho atingiram 18, 15 e 20% de umidade, respectivamente. Em seguida foi efetuada a trilhagem, 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⁻¹ para o feijão, milho e soja

Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados quanto a sua homocedasticidade, normalidade, para testar se apresentavam homogeneidade de variância e distribuição normal, respectivamente. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e sendo significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a p<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 pode sofrer variações conforme demonstrado na Tabela 2. 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 pode se tornar uma alternativa interessante para aumentar a produção de MS. Porém quando se avalia os três anos do experimento, não se observou diferença 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 está 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 como resultado das 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 produz maior quantidade 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 milheto semeados em isolado e em consórcio com a mucuna-preta tiveram os maiores rendimentos. Resultados semelhantes foram observados na aveia-preta cultivada de modo isolado ou em consórcio para a produção de MS (Tabela 2).

Experimentos com a cultura do feijão

Os resultados do experimento 1 realizado na safra 2013/14 demonstra 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 diferiram entre os manejos adotados antes da semeadura do feijão. Esses resultados concordam com os encontrados por Silva et al. (2008) ao observarem também diferença no número de vagens planta⁻¹ quando o feijoeiro foi semeado em sucessão à diferentes culturas, enquanto que as variáveis número de grãos vagens⁻¹ e número de grãos planta⁻¹ não tiveram diferenças.

A massa específica granular (MEG) da cultura foi diferente quando sob SPD e o MPC. As culturas de coberturas e o não revolvimento tiveram os melhores resultados para a 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, 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

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. Erechim/RS, UFFS, 2017.

Cobertura de solo	Massa seca da parte aérea (Mg ha ⁻¹)		
	Safra 2013/14	Safra 2014/15	Safra 2015/16
Aveia-preta	4,69 bc ¹	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
C.V. (%)	11,45	19,20	3,57

¹ 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⁻¹ (NVP), número de grãos vagem⁻¹ (NGV), número de grãos planta⁻¹ (NGP), massa específica granular em kg hl⁻¹ (MEG), massa de mil grãos em g (MMG) e rendimento de grãos em Mg ha⁻¹ (REND) da cultura do feijão sob manejos de cultivo de plantio direto e convencional e diferentes coberturas de solo. Erechim/RS, UFFS, 2017.

Tratamentos	NVP	NGV	NGP	MEG	MMG	REND
Experimento 1 - Safra 2013/14						
Aveia-preta + nabo	14,67 a ¹	4,49 ^{ns}	58,56 ^{ns}	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 ¹	13,75 a	4,16	57,33	72,72 b	257 a	2,70 a
CV (%)	7,31	4,97	15,06	0,93	1,18	6,43
Experimento 2 - Safra 2014/15						
Aveia-preta + nabo	13,90 ^{ns}	4,68 ^{ns}	65,28 ^{ns}	69,38 ^{ns}	295 b	3,29 ^{ns}
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
CV (%)	6,46	6,69	10,92	6,63	2,83	11,99
Experimento 3 - Safra 2015/16						
Ervilhaca	8,48 ^{ns}	4,35 b	35,85 ^{ns}	81,40 a	202 ^{ns}	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
CV (%)	9,74	2,98	10,62	0,10	5,75	11,26

¹ 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)

nabo ou sobre aveia-preta + nabo, teve redução, sendo que o pousio (MPC) 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 as diferentes coberturas de solo adotadas no período de inverno, sendo no tratamento com feijão em sucessão ao nabo o que apresentou a menor REND, diferindo estatisticamente do pousio (MPC) e da cobertura de aveia-preta + nabo (Tabela 3). Isso se deve, possivelmente, 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).

No segundo experimento (safra 2014/15) os componentes de rendimento NVP, NGV, NGP e MEG da cultura do feijão, bem como a REND não diferiram dos diferentes manejos de cultivo e de coberturas de inverno (Tabela 3). Resultados esses que corroboram com os de 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 diferiram 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 manejos 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 (MPC) 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 MMG e no REND 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 milho podem propiciar maior acúmulo de macronutrientes nos resíduos vegetais com consequente liberação para a cultura, além de maior produção de massa seca (Teixeira et al., 2009).

Não foi observado efeito significativo dos diferentes manejos de cultivo do feijão no experimento 3 (safra 2015/16) ao se analisar o NVP, NGP e MMG. Observa-se para o NGV melhor desempenho ao se usar a cobertura de solo de aveia-preta em comparação com as demais (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 NVP foi influenciado pela cobertura de solo com milho implantado antes da cultura do feijoeiro, porém o NGV não deferiu 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 (MPC) 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 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).

As coberturas vegetais de solo no SPD não diferiram entre si, 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 afetaram o 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 espécies de cobertura sorgo, milho, feijão-deporco, girassol, estilosantes, arroz, soja e plantas daninhas presentes na área em pousio.

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 se consistiram em alternativa para se obter resultados satisfatórios envolvendo a cultura do feijão. Mesmo que o REND no MPC em um ano tenha sido superior ao SPD, não se recomenda essa prática, pois o MPC possui um 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

Foram realizados três experimentos nas safras de 2013/14, 2014/15 e 2015/16 com a cultura do milho, sendo que as variáveis relacionadas às características das plantas e aos componentes de rendimento da cultura estão apresentadas na Tabela 4.

No primeiro experimento realizado na 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, foi observado que não houve influência das espécies de cobertura 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 foram constatadas diferenças, sendo respectivamente 13,5 e 17,0% menor em comparação ao pousio (Tabela 4). Os resultados de NGE observados 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 manejo com preparo convencional.

Com relação ao componente de rendimento massa de mil grãos (MMG) os resultados mostram que os manejos com nabo + ervilhaca e ervilhaca no SPD são maiores em relação ao MPC. (Tabela 4). Esse aumento na MMG resultou também no 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 crotalaria, quando comparado com a cobertura de milheto ou vegetação espontânea (pousio).

Sendo assim, é evidente que a mínima mobilização do solo aliado a uma adequada cobertura vegetal do solo no período antecessor à instalação da cultura do milho (inverno) é alternativa para aumentar o REND, dando destaque para a

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

Tratamentos	AIE	CE	NFE	NGF	NGE	MMG	REND
Experimento 1 - Safra 2013/14							
Nabo + ervilhaca	1,38 ¹ b	18,7 ^{ns}	15,00 ^{ns}	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
CV (%)	3,64	4,08	4,77	6,07	8,45	1,99	6,44
Experimento 2 - Safra 2014/15							
Aveia-preta	1,61 a	15,95 ^{ns}	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
CV (%)	1,67	3,36	2,51	2,94	4,58	2,15	7,73
Experimento 3 - Safra 2015/16							
Nabo	1,35 b	18,1 ^{ns}	14,27 ^{ns}	37,13 a	512 ^{ns}	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
CV (%)	1,63	2,98	3,47	3,04	9,09	1,20	6,47

¹ 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).

ervilhaca como espécie de cobertura. 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 à cultura subsequente (Coombes et al., 2017).

No experimento 2, na safra de 2014/15 a variável AIE no MPC teve a menor média, havendo diferença quando comparada com aveia-preta e ervilhaca (SPD). A menor AIE no MPC pode estar associada à 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 tipos 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), que constataram que o sulfato de amônio aumenta o CE do milho quando comparado a ureia.

O milho semeado em sucessão a aveia-preta teve, de modo geral, nas variáveis NFE, NGF e NGE, redução acentuada quando comparada a ervilhaca (SPD) e pousio (MPC). A cultura do milho semeada em sucessão a ervilhaca, quanto à essas variáveis não, propiciou valores superiores em relação ao pousio (Tabela 4). Segundo Silva et al. (2006a), a variável grãos por espiga de milho teve 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 (MPC) no inverno, fica evidente que a cultura da ervilhaca proporcionou aumento 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 demandas de nutrientes da espécie (Silva et al., 2007).

No experimento 3 na safra de 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 dos diferentes manejos adotados na cultura do milho sobre as variáveis CE, NFE e NGE. Para o NGF, os manejos sem revolvimento do solo não diferiram entre si, e somente o pousio teve 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 MPC e SPD

com resíduos vegetais (Beutler et al., 2014). Já Silva et al. (2006a), ao avaliarem as coberturas de crotalária, milheto e vegetação espontânea (pousio) constataram que tanto o número de grãos por espiga, quanto a massa de mil grãos foram influenciadas positivamente pelo cultivo de crotalária semeada anteriormente a cultura do milho.

Quanto a MMG constatou-se novamente que o milho semeado após o nabo como cobertura teve incremento dos valores ao se comparar com o MPC 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 consequentemente refletindo na variável (Heinz et al., 2011).

Os dois manejos envolvendo o SPD (nabo e aveia-preta + ervilhaca) propiciaram REND maior do que o pousio (Tabela 4). O SPD teve 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 concordam com os 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 distintos manejos testados, conforme os resultados dos experimentos realizados em 3 safras agrícolas mostrados na Tabela 5.

No primeiro experimento com a cultura da soja na safra de 2013/14, quanto às variáveis relacionadas com os componentes de rendimento foi observado diferenças entre os manejos estudados, para a variável NVP. O MPC 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 MPC houveram melhores resultados 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 consequentemente no NGP. Já a MEG e a MMG não tiveram diferenças (Tabela 5).

Mesmo que para algumas variáveis (NVG e NGP) o MPC tenha tido melhor desempenho que nos manejos com SPD, observou-se que o REND foi maior nos tratamentos envolvendo o não revolvimento do solo. O REND do MPC foi inferior aos obtidos com os manejos em SPD, sendo a diferença de aproximadamente 0,50 e 0,72 Mg ha⁻¹, ao se usar a aveia-preta e o consórcio de aveia-preta + ervilhaca,

Tabela 5. Número de vagens planta⁻¹ (NVP), número de grãos vagem⁻¹ (NGV), número de grãos planta⁻¹ (NGP), massa específica granular (MEG) em kg hl⁻¹, massa de mil grãos em g (MMG) e rendimento em Mg ha⁻¹ (REND) da soja, sobre diferentes manejos de cultivo e coberturas de solo. Erechim/RS, UFFS, 2017.

Tratamentos	NVP	NGV	NGP	MEG	MMG	REND
Experimento 1 - Safra 2013/14						
Aveia-preta	40,47 ¹ ab	2,23 ab	72,13 b	69 ^{ns}	180 ^{ns}	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
CV (%)	10,54	4,78	9,24	0,36	2,75	4,72
Experimento 2 - Safra 2014/15						
Nabo	51,45 ^{ns}	2,39 ^{ns}	116,80 b	68 ^{ns}	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
CV (%)	9,31	7,69	2,76	0,49	1,06	8,79
Experimento 3 - Safra 2015/16						
Aveia-preta + nabo	34,80 a	2,28 ^{ns}	76,87 ^{ns}	73 ^{ns}	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
CV (%)	5,56	2,24	9,30	0,54	4,79	6,38

¹ 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).

respectivamente (Tabela 5). Esses resultados corroboram com o trabalho de Debiasi et al. (2010), no qual esses autores também constataram aumento no REND de soja no SPD contínuo, comparado com o manejo com escarificação do solo. A semeadura direta sob pousio também se destaca pelo menor REND da soja, quando comparou-se com diferentes coberturas vegetais em trabalho de Brancalhão et al., 2015.

No segundo experimento, na safra de 2014/15 foi observado efeito somente nas variáveis NGP, MMG e REND para o experimento avaliado na safra de 2014/15. No NGP houve diferença somente entre as coberturas de solo no SPD, no 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 do manejo com aveia-preta + ervilhaca e do pousio (Tabela 5). Ao avaliarem as coberturas de nabo e aveia-preta sob diferentes níveis de compactação do solo, Valicheski et al. (2012), não constataram diferenças no número de vagens e no REND de soja. O maior REND encontrado no consórcio pode estar relacionado à 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 entre o consórcio de aveia-preta e ervilhaca, mesmo esse tratamento ter produzido cerca de 20,5% a mais no SPD do que no MPC (pousio no período de inverno) (Tabela 5). Os maiores REND de grãos de soja cultivada 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.

Para o experimento 3, na safra de 2015/16 dentre os componentes de rendimento o NVP teve 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, diferenças para NGV, NGP e MEG (Tabela 5), resultados esses que corroboram com os encontrados por Lima et al., (2009), no qual os componentes de rendimento da cultura da soja não foram influenciados pela cobertura de solo ou pela aplicação de calcário, em um Nitossolo Vermelho típico.

Além de reduzir 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 favoreceu a diminuição do REND de soja, quando comparado ao manejo com coberturas vegetais com o ou sem aporte de N no período de outono/inverno (Brancalhão et al., 2015).

O REND médio dos experimentos 1 e 2 foram superiores à 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 em razão da safra ter sido conduzida sob altos índices pluviométricos, principalmente no mês de dezembro (Figura 1), o que favoreceu a elevada incidência de doenças fúngicas, principalmente a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), o que levou à redução do REND da soja.

Conclusões

O cultivo de nabo no período de inverno foi o único que demonstrou efeito negativo nos componentes de rendimento do feijão e o sistema de plantio convencional não apresentou prejuízos para o rendimento de grãos.

Dentre as coberturas de solo no sistema plantio direto, o cultivo da ervilhaca isolada e em consórcio com aveia-preta apresentou os melhores resultados em termos de rendimentos de grãos de milho e seus componentes.

De modo geral, o rendimento de grãos de soja também foi prejudicado com o manejo preparo convencional, sem alterações nos manejos realizados no sistema plantio direto.

Agradecimentos

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

Literatura Citada

- 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, n.4, p.601-612, 2003. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000400004>.
- 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.2.340-2.346, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000800011>.
- 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.1.153-1.162, 2014. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n3p1153>.
- Brançalião, S.R.; Aguiar, A.T. da E.; Brançalião, E.M.; Limonta, C.R.; Rossi, C.E.; Cristovão, N.N. 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. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.1001>.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- Brito, L.F.; de; Pacheco, R.S.; Souza Filho, B.F. de; Ferreira, E.P. de B.; Straliootto, R.; Araújo, A.P. 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, n.4, p.981-992, 2015. <https://doi.org/10.1590/0100683rbcs20140322>.
- Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. v.4, n.3. Quarto levantamento. <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17011113039boletimgraosjaneiro2017.pdf>. 22 Jan. 2017.
- Coombs, C. Lauzon, J.D.; Deen, B.; Van Eerd, L.L. Legume cover crop management on nitrogen dynamics and yield in grain corn systems. *Field Crops Research*, v.201, p.75-85, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.11.001><https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.11.001>
- Crusciol, C.A.C.; Cottica, R.L.; Lima, E. do V.; Andreotti, M.; Moro, E.; Marcon, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.2, p.161-168, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000200009>.
- 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. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000600010>
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- Farinelli, R.; Lemos, L.B. Produtividade e eficiência agrônômica 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. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v9n2p135-146>.
- Ferraz, L.C.L.; Café Filho, A.C.; Nasser, L.C.B.; Azevedo, J. 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. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.1999.00316.x>.
- Holanda, F.S.R.; Pedrotti, A.; Mengel, D.B.; Carvalho, J.G. de; Silva, R.O. da; Junior, A.V.M. 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. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n3p983>.
- Jakelaitis, A.; Santos, C.L. dos.; Borchardt, L.; Valadão, F.C. de A.; 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. <https://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/1333>. 23 Jan. 2017.
- Lima, E. do V.; Crusciol, C.A.C.; Cavariani, C.; Nakagawa, J. Características agrônômicas, 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.69-80, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000100008>.
- Murga-Orrillo, H.; Araujo, W.F.; Rodriguez, C.A.; Lozano, R.M.B.; Sakazaki, R.T.; Vargas, A.R.P. 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. <https://doi.org/10.15809/irriga.2016v21n2p352-364>.
- 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, n.4, p.1.723-1.734, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000400037>.
- Oliveira, T.K. de.; Carvalho, G.J. de; Moraes, R.N. de. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.8, p.1079-1087, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002000800005>.
- 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, n.5, p.1787-1799, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000500033>.

- 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, n.5, p.1.777-1.785, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000500032>.
- Portela, M.G.T. *Araújo R.L.; Barbosa, R.P.; Rocha, D.R. da*. Características agrônomicas do milho submetido a fontes e parcelamento de nitrogênio em cobertura. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, v. 10, n.3, p.248-258, 2016. <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/423/294>. 26 Jan. 2017.
- Silva, A.A. da; Silva, P.R.F. da; Suhre, E.; Argenta, G.; Strieder, M.L.; Rambo, L. 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. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000400002>.
- 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. <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/viewFile/3458/1356>. 23 Jan. 2017.
- 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, 2006a. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000300015>.
- 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. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052008000200009>.
- Silva, M.G.; da; Arf, O.; Sá, M.E. de; Buzetti, S. 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. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v28i3.971>.
- Silva, S.G.C.; Silva, A.P.; Giarola, N.F.B; Tormena, C.A.; Sá, J.C. de M. 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. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000200024>.
- 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. <http://orgprints.org/22793/1/12720-54133-1-PB.pdf>. 23 Jan. 2017.
- 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 milheto e milheto + crotalária no plantio direto do feijoeiro. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.31, n.4, p.647-653, 2009. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v31i4.1356>.
- United States Department of Agriculture - USDA. World agricultural cultural. Production. <https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>. 19 Jan. 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. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000900007>.