

## Resposta da soja a ausência e a presença de cobertura morta



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-007>

### Ruben Fernando de Lara

Engenheiro Agrônomo  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul,  
Santana do Livramento-RS

### Gustavo Kruger Gonçalves

Professor Adjunto  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul,  
Santana do Livramento-RS

### Marco Aurélio Torres Rodrigues

Professor Adjunto  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul,  
Santana do Livramento-RS

### Rodrigo de Moraes Galarza

Mestre em Ciência do Solo  
Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-  
RS

### Cassiano Jivago Lemos da Silva

Mestre em Ciência do Solo  
Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-  
RS

### Emilio Mateus Schüller

Engenheiro Agrônomo  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul,  
Santana do Livramento-RS

### Yeferson Ely Cavaleiro de Oliveira

Aluno do Curso de Agronomia  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul,  
Santana do Livramento-RS

### Daiana Ribeiro Nunes Gonçalves

Mestre em Ciência do Solo  
Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS

### Marcus Vinicius Bentancur Fernandes

Engenheiro Agrônomo  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul,  
Santana do Livramento, RS

### Itubiara Maciel da Silva

Mestre em Zootecnia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto  
Alegre, RS

### RESUMO

O Sistema de Plantio Direto (SPD) é um sistema conservacionista do solo caracterizado pela ausência de revolvimento, cobertura permanente e diversificação de culturas. A cobertura do solo influencia nas características físicas, químicas e biológicas, bem como nas condições térmicas e hídricas do solo. Em função do exposto, foi realizado um experimento para comparar a influência da ausência e presença de cobertura morta no desempenho agrônomo da soja. O experimento foi realizado no Campus Rural da UERGS em Santana do Livramento. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram os seguintes: T1: Pousio - Soja SPC (sistema de preparo convencional), T2: Azevem - Soja SPD, T3: Aveia Preta - Soja SPD. Os resultados demonstraram menor produção de massa verde e seca da parte aérea no tratamento que permaneceu em pousio em relação ao azevem e a aveia preta. Além disso, a presença de plantas de cobertura proporcionou maior teor de umidade do solo e menores temperaturas quando comparada ao pousio. O número de grãos por vagem e massa de mil grãos e a produtividade da soja foram superiores com a presença de plantas de coberturas quando comparados ao pousio. Conclui-se que a presença de cobertura morta afetou o desempenho agrônomo da soja.

**Palavras-chave:** Conservação, Plantio direto, Sustentabilidade.



## 1 INTRODUÇÃO

O solo possui inúmeras funções no ecossistema, destacando-se do ponto de vista agrônomo a sustentação, a ciclagem de nutrientes e o fornecimento de água às plantas. Além disso, atenua os possíveis impactos negativos de contaminação pelo manejo inadequado de agroquímicos.

Dentre as inúmeras causas de degradação do solo, destaca-se as mudanças na intensidade de seu uso, que se realizadas de maneira inadequada podem levar a erosão.

O processo de erosão do solo ocorre de forma natural ao longo do tempo geológico, contribuindo para sua formação. Entretanto, a atividade humana, porém, intensifica o processo e promove a sua aceleração (com taxas que excedem a capacidade de formação do solo) mediante excessiva mobilização e revolvimento, desmatamento e sobrepastoreio, configurando um risco ambiental (ARAUJO; SOUZA, 2011).

A mobilização e revolvimento do solo na agricultura ocorrem principalmente com a utilização do Sistema de Preparo Convencional do solo (SPC), que consiste na ausência de cobertura, com sucessivas operações de aração e gradagens, provocando o rompimento dos agregados, perda de matéria orgânica e aumento do processo erosivo (LEPSCH, 2010).

Uma das formas de prevenir a ocorrência ou continuidade da erosão é a utilização de sistemas conservacionistas do solo, como o Sistema Plantio Direto (SPD), o qual fundamenta-se no revolvimento mínimo do solo, em sua cobertura permanente e na rotação de culturas. Pressupõe, também, uma mudança na forma de pensar a atividade agropecuária a partir de um contexto socioeconômico com preocupações ambientais (SALTON et al. 1998).

A cobertura do solo em cultivos envolvendo graníferas e pastagens é atribuída a presença da cobertura viva e cobertura morta (palhada) ao longo do ano inteiro, as quais devem estar inseridas em rotação. Essa cobertura promove alterações nas características físicas, químicas e biológicas do solo, bem como nas condições térmicas e hídricas do solo.

A cobertura funciona inicialmente como atenuadora ou dissipadora de energia, protege o solo contra o impacto direto das gotas de chuva, atua como obstáculo do movimento superficial do excesso de água não infiltrada e impede o transporte e o arrastamento de partículas pela enxurrada (FORTE et al. 2020). Entretanto, em relevo com declividades maiores e comprimento de rampa extenso, a necessidade de utilização de outras práticas de conservação como a construção de terraços (LANZANOVA et al. 2013).

A melhoria das características físicas, químicas e biológicas com a presença da cobertura do solo, deve-se a formação da matéria orgânica do solo (MOS) decorrente do acúmulo de palhada ao longo do tempo de adoção do SPD. Do ponto de vista físico, a melhoria na agregação do solo promove aumento na retenção e infiltração de água, além da melhor aeração, beneficiando o desenvolvimento radicular das plantas (NASCENTE et al. 2015; VEZZANI, F. M., MIELNICZUK, 2018). Do ponto de



vista químico, o acúmulo de MOS, reduz a atividade do alumínio tóxico e aumenta a disponibilidade de nutrientes, em especial, nitrogênio, fósforo e enxofre, já que os mesmos existem na forma orgânica no solo (SANTOS et al. 2008; RENDIN et al. 2018). Do ponto de vista biológico, o acúmulo de MOS, aumenta a disponibilidade de carbono, o qual é uma fonte para o desenvolvimento dos microorganismos heterotróficos (LISBOA et al. 2012; BAYER et al. 2003; BÜNEMANN et al. 2018).

A presença de cobertura morta diminui a evaporação de água do solo para a atmosfera, aumentando a infiltração e o armazenamento de água no solo, promovendo na camada mais superficial, temperaturas mais amenas ao desenvolvimento de plantas e organismos (BRAGAGNOLO et al. 1990; DALMAGO et al. 2009). Isso pode influenciar diretamente o desenvolvimento de plantas graníferas em sucessão a cobertura morta especialmente em épocas onde ocorre escassez de precipitação pluviométrica, havendo uma dependência das plantas aos teores de umidade do solo.

Em função do exposto, foi realizado um trabalho para avaliar a influência da presença e da ausência da cobertura morta no desempenho agrônomo da soja.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em 2019/2020, no Campus Rural da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, localizado no município de Santana do Livramento/RS, coordenadas geográficas (O 55° 25' 56.366", S 30° 52' 37.888"). O solo no local, é classificado como Argissolo Vermelho distrófico horizonte A moderado, textura arenosa/média, fase relevo suave ondulado, com altitude de 203 m (SANTOS et al., 2018). A precipitação anual é de 1650 a 1850mm, temperatura média anual 18 a 20°C (Normal Climatológica 1961-90), sendo dessa forma classificado o clima conforme Köppen como mesotérmico úmido CFa (sempre úmido, verão quente) (RIO GRANDE DO SUL, 2019).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições por tratamento. Em cada bloco foram aleatoriamente dispostas 3 parcelas com o tamanho de 4x2m, ou 8m<sup>2</sup>. Os tratamentos consistiram nas seguintes sucessões de culturas e sistemas de cultivo: T1: Pousio - Soja SPC, T2: Azevém - Soja SPD, T3: Aveia Preta - Soja SPD.

Após amostragem do solo, realizada conforme CQFS - RS/SC (2016), na camada de 0-0,20m, a amostra foi enviada a laboratório resultando na seguinte análise química:



Tabela 1 – Resultados da análise química do solo antes do experimento

pH água	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efetiva	Saturação (%)		Índice SMP
	----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----					Al	Bases	
5,8	1,7	0,9	0,1	2,0	3,0	3,3	59	6,7
	% MO	% Argila	Classe de Argila	S	P-Mehlich	K	CTC <sub>pH7</sub>	K
	----- m/v -----			----- mg/dm <sup>3</sup> -----			----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----	
	1,38	13	4	X	16,2	109	4,9	0,28

Fonte: Autor, 2019.

Em maio de 2019 foi realizado o preparo convencional da área com uma aração e duas gradagens, e aproveitou-se a operação para calagem em área total, com a dose de calcário de 1,5 Mg.ha<sup>-1</sup> (calcário PRNT 162%, equivale a dose de 2,51 Mg.ha<sup>-1</sup> do calcário PRNT 100%), incorporado na camada 0-0,20m, conforme recomendação técnica (CQFS - RS/SC, 2016).

Em maio de 2019 foi realizada a semeadura das cultivares de Azevém Ponteio e Aveia-preta Neblina, utilizando o espaçamento de 0,17m, e com densidade de 30 kg ha<sup>-1</sup> e 60 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, com exceção do T1 que permaneceu em pousio. As adubações de base e cobertura foram realizadas conforme recomendação de CQFS - RS/SC (2016). O controle de plantas daninhas em T2 e T3 foi realizado manualmente de modo que a cultura esteve livre de interferência durante todo o ciclo. Ao final de setembro de 2019, as culturas de inverno foram dessecadas com a utilização de dessecante sistêmico.

Em outubro de 2019 foi realizada a determinação da massa verde e seca através do corte realizado em um quadrado de ferro de área conhecida (0,5x0,5m). As amostras foram conduzidas ao laboratório da UERGS para pesagem, obtendo-se a massa verde. Em seguida, sub amostras foram secadas em estufa com temperatura controlada a 65°C até o peso da amostra ficar constante, obtendo-se a massa seca. Os dados obtidos de MV e MS foram utilizados para a obtenção da relação MV/MS. A cobertura remanescente foi cortada com a utilização de moto-roçadeira.

Em novembro de 2019, foi realizada a implantação da cultura da soja. No tratamento 1, foi realizado o arranque das espécies espontâneas, o preparo convencional e abertura de sulcos com a utilização de enxada manual, nos demais tratamentos somente foi realizada a abertura de sulcos de plantio. Logo após, foi semeada soja convencional com grau de maturação relativa 6,5, e crescimento indeterminado, cultivar 95R90IPRO, conforme as recomendações técnicas para o estabelecimento de 300.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, ou 30 plantas.m<sup>-2</sup>, com espaçamento entrelinhas de 0,5m. A adubação foi realizada conforme recomendações da CQFS - RS/SC (2016). A cultura permaneceu livre de interferência de plantas espontâneas desde a emergência até a amostragem.



Durante o desenvolvimento da cultura, quando a soja atingiu o estágio R1, R3 e R5 foram medidas as temperaturas da superfície do solo as 14 horas (UTC-3) em cada parcela, e retirada uma amostra de solo por parcela da camada 0-0,10m, que foi pesada para determinação do peso inicial, e logo após colocada em estufa a 105°C até atingir peso constante. O percentual de umidade gravimétrica foi obtido pela subtração do peso inicial pelo peso final dividido pelo peso inicial.

Em março de 2020, quando as plantas de soja se encontravam no estágio R8, foi realizada a colheita de 6 plantas por parcela. Nas quais foi avaliado: altura da planta (ALT), altura até a última vagem (AP), número de vagens (NVP), número de grãos por vagem (NGV) número de nós na haste (NNH), número de ramos (NR), altura do primeiro legume (APL) e altura do primeiro ramo (APR), massa seca por planta (MSP), massa de mil grãos (MMG) e estimado o rendimento.

Tanto nas avaliações de inverno quanto no verão, os dados foram processados pela análise de variância, e as médias submetidas ao teste Tukey a 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu uma menor produção de matéria verde e seca da parte aérea nos cultivos de inverno no tratamento que permaneceu em pousio, quando comparado aos demais tratamentos nos quais houve o cultivo de planta de cobertura (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Giacomini et al. (2003), Carvalho et al. (2013) e Forte et al. (2018). As plantas de cobertura (Aveia-preta e Azevém) possuem maior área foliar do que as plantas espontâneas, resultando numa maior capacidade de realizar a fotossíntese resultando num maior acúmulo de biomassa da parte aérea em relação às espécies espontâneas que compõem as espécies em pousio.

Em relação à produção de matéria verde e seca da parte aérea, não houve diferença significativa entre as culturas de Azevém e Aveia-preta. Krenchinski et al. (2018) em três anos de culturas de cobertura não identificaram diferenças significativas entre a produção de matéria seca entre Aveia preta e Azevém. Porém, Redin et al. (2018) obtiveram, em condições de manejo similares, produções de 7.980 kg.ha<sup>-1</sup> e 5.480 kg.ha<sup>-1</sup> de matéria seca para Aveia-preta e Azevém, respectivamente, sendo a produção de matéria seca da aveia significativamente maior.



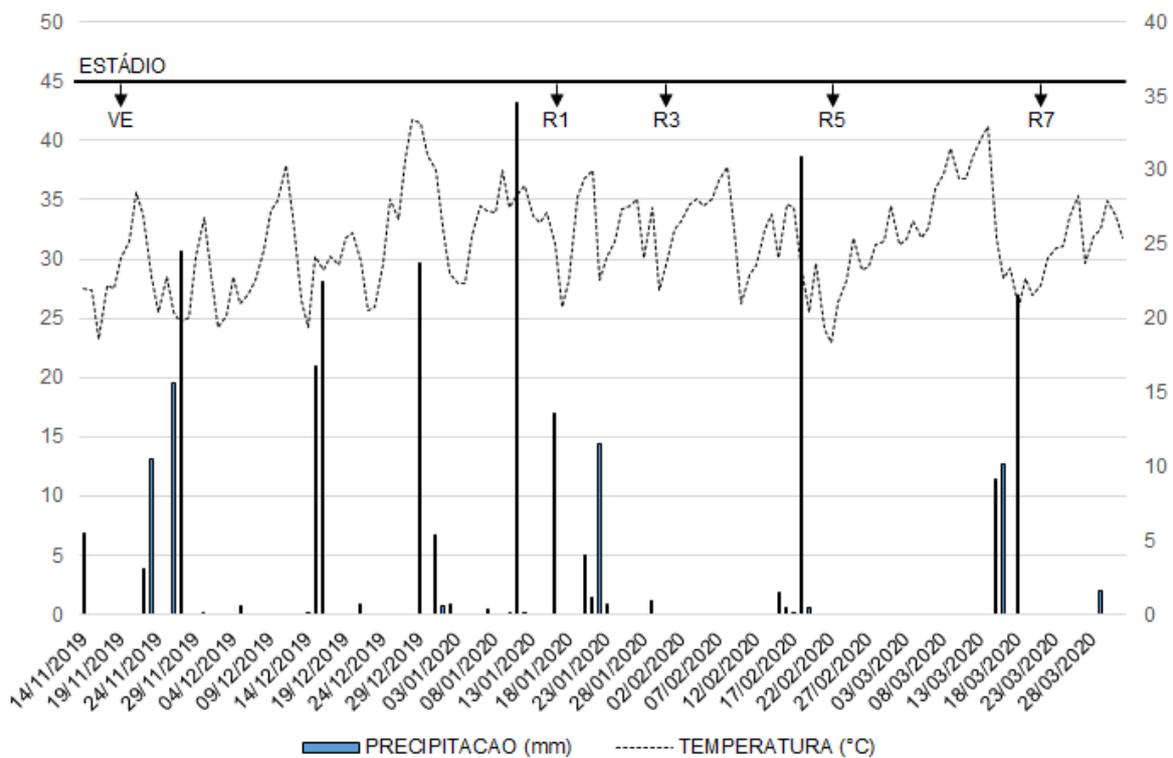
Tabela 2 - Produção de matéria verde (MV) e seca (MS) da parte aérea das plantas de cobertura no inverno de 2019

Tratamento	MV (kg.ha <sup>-1</sup> )		MS (kg.ha <sup>-1</sup> )	
T1 - Pousio/Soja –SPC	13 850,00	b	3 600,75	b
T2 – Azevém/Soja – SPD	28 910,00	a	6 649,00	a
T3 - Aveia Preta/Soja – SPD	32 460,00	a	8 763,75	a
CV (%)	17,59		17,93	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna, de acordo com o teste de Tukey ( $p \leq 0, 05$ )

A precipitação e a temperatura média diária observada durante a cultura da soja estão apresentadas conforme a Figura 1. Durante todo o ciclo dessa cultura, foi estimada a precipitação de 341,5 mm (INMET, 2021). A necessidade total de água na cultura da soja para obtenção do máximo rendimento varia entre 450 a 800 mm/ciclo, e o volume ideal para atender as necessidades durante a fase crítica (R1-R6) situa-se entre 120 a 300mm (NEUMAIER et al. 2020). A baixa precipitação pluviométrica aliada a má distribuição no tempo explicaria o baixo rendimento da cultura em todos os tratamentos (Tabela 4).

Figura 1 - Precipitação (mm), temperatura média diária (°C), e estádios fenológicos durante o cultivo de verão



Fonte: Adaptado de INMET, 2021; Autor, 2021.

As observações de temperatura e umidade do solo estão apresentadas na Tabela 3.



Tabela 3 – Temperatura da superfície do solo e umidade gravimétrica na camada 0-0,10m do solo nos estádios R1, R3 e R5 da Soja.

Tratamento	R1	R3	R5	R1	R3	R5
	----- Temperatura °C -----			----- Umidade (%) -----		
T1 - Pousio/Soja SPC	43 a	42 a	39 a	9,5 b	5,00 b	10,50 b
T2 – Azevém/Soja SPD	28 b	30 b	26 b	15,75 a	8,25 a	19,25 a
T3 - Aveia Preta/Soja SPD	26 b	31 b	31 b	16,25 a	8,50 a	21,50 a
CV (%)	8,97	13,12	7,80	13,25	17,36	23,56

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna, de acordo com o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Em relação às variáveis que foram analisadas no cultivo da soja, foi observado que a altura de plantas, altura até a última vagem, número de vagens total, número de nós na haste, número de ramos, altura do primeiro legume, altura do primeiro ramo, matéria seca por planta e matéria seca de grãos por planta não foram influenciados de forma significativa pelos tratamentos (dados não apresentados). Krenchinski et al. (2018), obtiveram resultados similares no primeiro ano de sucessão entre as coberturas de inverno (Aveia-preta e Azevém) e a soja, sendo os principais componentes influenciados apenas a partir do segundo ano de adoção da sucessão.

O número de grãos por vagem (NGV) e massa de mil grãos (MMG) e produtividade foram inferiores no tratamento pousio com SPC em relação aos tratamentos com SPD, como pode ser constatado na Tabela 4. Resultados semelhantes foram obtidos por Forte et al. (2018), quando observaram menor produtividade no primeiro ano de sucessão, e para o segundo e terceiro ano, reduções significativas tanto na massa de mil grãos como a produtividade para o pousio invernal com preparo convencional comparado ao tratamento com a presença da cobertura aveia preta e plantio direto.



Tabela 4 - Número de grãos por vagem (NGV), Massa de 1000 grãos (MMG) e Produtividade para a cultura de soja

Tratamento	NGV	MMG (g)	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )
T1 - Pousio/Soja – SPC	2,40 b	100,67 b	1 424,68 b
T2 – Azevém/Soja - SPD	2,76 a	117,61 a	2 015,74 a
T3 - Aveia Preta/Soja - SPD	2,77 a	118,95 a	2 003,76 a
CV (%)	3,45	6,59	12,87

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna, de acordo com o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Derpsch et al. (1985), constataram que a sucessão Aveia-preta - Soja, em plantio direto, além do incremento do rendimento em relação ao pousio invernal, promove um aumento de até 8,3% nos teores de umidade do solo na camada 0-0,10m, e sensível redução da temperatura do solo na cultura da soja na presença dos restos culturais de Aveia-preta. Bragagnolo et al. (1990) estimaram que a palha na superfície reduz a evaporação e aumenta a umidade do solo em até 10% no plantio direto, em relação ao sistema convencional.

O maior armazenamento de água do solo na presença da cobertura de Aveia-preta e Azevém podem ter atenuado os efeitos do déficit hídrico ocorrido no cultivo da soja, principalmente aquele ocorrido no estágio reprodutivo, influenciando positivamente o número de grãos por vagem e massa de mil grãos.

A partir do estágio R1-R2 inicia-se rápida e constante acumulação de matéria seca na planta, até o estágio R6. O início do desenvolvimento das vagens (R3) e vagem completamente desenvolvida (R4), e especialmente o enchimento dos grãos (R5-R6) são sensíveis às condições de ambiente. A disponibilidade de água se torna crucial porque cerca da metade dos nutrientes necessários para o enchimento de grãos vem da translocação de outras partes da planta, mas a outra metade vem do solo e da FBN. A necessidade de água pela soja, nessa fase, é de 6 a 8 mm/dia (NEUMAIER et al., 2000). Secas durante o período reprodutivo causam reduções drásticas no rendimento, sendo o déficit hídrico mais prejudicial na fase enchimento de grãos do que na floração. Déficits expressivos provocam alterações fisiológicas na planta como a queda de flores, abortamento de grãos e cochoamento de grãos, com diminuição do número de vagens, e vagens vazias (NEUMAIER et al., 2020).

#### 4 CONCLUSÕES

A presença de plantas de cobertura proporcionou maior produção de massa verde e massa seca quando comparada ao pousio.

A presença de plantas de cobertura proporcionou maior teor de umidade do solo e menores temperaturas quando comparada ao pousio.



O número de grãos por vagem (NGV) e massa de mil grãos (M1000) e a produtividade da soja foram superiores com a presença de plantas de coberturas quando comparados ao pousio.



## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, C. de S. F.; SOUZA, A. N. Estudo do processo de desertificação na Caatinga: uma proposta de educação ambiental. *Ciência & Educação (Bauru)* [online]. 2011, v. 17, n. 4, pp. 975-986.
- BAYER C. et al. Incremento de carbono e nitrogênio num Latossolo pelo uso de plantas estivais para cobertura do solo. *Ciência Rural*. 2003; 33:469-475.
- BRAGAGNOLO, N. et al. Soil mulching by wheat straw and its relation to soil temperature and moisture. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, v. 14, n. 3, p. 369-373, 1990.
- BÜNEMANN, E. K. et al. 2018. Soil quality – A critical review. *Soil Biology and Biochemistry*. 2018; 120:105-125.
- CQFS RS/SC, Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 376p. 11a edição. 2016. Ed. Pallotti.
- DERPSCH, R., NIKOLAS, S., HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, n.7, p.761-773, 1985
- FORTE, C. T. et al. Coberturas vegetais do solo e manejo de cultivo e suas contribuições para as culturas agrícolas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. v. 13. n. 1. 2018.
- INMET. Instituto Nacional de Metereologia. Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (Sisdagro). Dados meteorológicos de Santana do Livramento e estimativa de Balanço Hídrico de Cultivo e Perda de Produtividade. Disponível em: <http://sisdagro.inmet.gov.br>. Acesso em 20 out. 2021.
- KRENCHINSKI, F. H. et al. Agronomic performance of soybean grown in succession to winter cover crops. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* [online]. 2018, v. 53, n. 08, pp. 909-917.
- LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. 2. ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2010.
- LANZANOVA M. E. et al. Residual effect of soil tillage on water erosion from a Typic Paleudalf under long-term no-tillage and cropping systems. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*. 2013;37(6):1689-98.
- LISBOA, B. B. et al. Indicadores Microbianos de Qualidade do Solo em Diferentes Sistemas de Manejo. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*. 2012; 36(1):33-44.
- NASCENTE, A. S.; LI, Y.; CRUSCIOL, C. A. C. Soil Aggregation, Organic Carbon Concentration, and Soil Bulk Density As Affected by Cover Crop Species in a No-Tillage System. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [online]. 2015, v. 39, n. 3. pp. 871-879.
- NEUMAIER, N. et al. Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. In: BONATO, E. R. (Ed.) *Estresses em soja*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. p. 19-44.
- RENDIN, M. et al. Root and Shoot Contribution to Carbon and Nitrogen Inputs in the Topsoil Layer in No-Tillage Crop Systems under Subtropical Conditions. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [online]. 2018, v. 42.
- RIO GRANDE DO SUL. Ocupação do Território: Atlas Socioeconômico Rio Grande do Sul. 4ª ed. 2019. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/upload/arquivos/202104/22150920-atlas-socioeconomico-para-site.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2019.



SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. Sistema Plantio Direto. O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília : Embrapa-SPI ; Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. 248p.

SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. *Ciência Rural* [online]. 2008, v. 38, n. 2, pp. 576-586.

SANTOS, H. G. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. revisada e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [online]. 2011, v. 35, n. 1, pp. 213-223.