

CRESCIMENTO DE PLANTAS DE COBERTURA DO SOLO DE CICLO HIBERNAIS

Gabriel Elias Dumke¹, Diego Nicolau Follmann², Anderson Crestani Pereira³,
Emilso Damm dos Santos³, Onáassis Deivis Schlösser³

¹ Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, Brasil

² Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor no departamento de fitotecnia na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, Brasil

³ Engenheiros Agrônomos, doutorandos do Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

Email de correspondência: acrestanipereira@gmail.com

Recebido em: 15/05/2023 – Aprovado em: 15/06/2023 – Publicado em: 30/06/2023

DOI: 10.18677/EnciBio_2023B7

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento de crescimento, produção de biomassa da parte aérea e taxa de cobertura de solo proporcionada pelo dossel vegetativo de oito espécies utilizadas como plantas de cobertura de solo hibernais do desenvolvimento inicial até o período do florescimento pleno. Os tratamentos foram constituídos de oito plantas de coberturas de solo sendo eles: centeio BRS serrano (*Secale cereale*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), ervilha forrageira (*Pisum sativum* L.), ervilhaca comum (*Vicia sativa*), trigo energix (*Triticum* spp.), aveia preta (*Avena strigosa*), linhaça dourada (*Linum usitatissimum*), triticale brs saturno (*X Triticum secale* Wittmack). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com três repetições por tratamento, com unidade experimental (UE) de 10 m². As avaliações foram realizadas a cada quatorze dias, os valores de altura de planta (cm), fitomassa de matéria seca (g) e o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) observados em cada UE, foram submetidos à análise de variância, teste de médias de Scott-Knott a 5% de significância e análise de regressão. A altura de plantas foi influenciada diretamente pela espécie e seu período de crescimento. Os maiores valores de fitomassa corresponderam às culturas do nabo forrageiro, centeio, aveia preta e trigo. A ervilhaca apresentou o melhor recobrimento do solo durante todo o ciclo, seguido da aveia-preta e do trigo tipo silagem. As espécies que apresentaram o melhor comportamento de crescimento, durante o período avaliado foram o nabo forrageiro, centeio, aveia preta, trigo tipo silagem e ervilhaca comum.

PALAVRAS-CHAVE: fitomassa de matéria seca, recobrimento do solo, rotação de cultura.

GROWTH OF WINTER CYCLE GROUND COVER PLANTS

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the growth behavior, aboveground biomass production and ground cover rate provided by the vegetative canopy of eight species used as winter ground cover plants from initial development to the period of full flowering. The treatments consisted of eight groundcover plants, namely: BRS serrano rye (*Secale cereale*), forage radish (*Raphanus sativus* L.), forage pea (*Pisum sativum* L.), common vetch (*Vicia sativa*), energix wheat (*Triticum* spp.), black oats (*Avena strigosa*), golden linseed (*Linum usitatissimum*), ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer – Jandaia-GO, v.20 n.44; p. 97 2023

triticale brs saturno (*X Triticum secale* Wittmack). A completely randomized design was used with three replications per treatment, with an experimental unit (UE) of 10 m². The evaluations were carried out every fourteen days, the values of plant height (cm), dry matter phytomass (g) and the vegetation index by normalized difference (NDVI) observed in each UE, were submitted to the analysis of variance, test from Scott-Knott means to 5% significance and regression analysis. Plant height was directly influenced by the species and its growth period. The highest phytomass values corresponded to radish, rye, oats and wheat. Vetch had the best soil coverage throughout the cycle, followed by black oat and silage-type wheat. The species that showed the best growth behavior during the evaluated period were turnip, rye, black oat, silage wheat and common vetch.

KEYWORDS: dry matter phytomass, soil covering, crop rotation.

INTRODUÇÃO

As plantas de cobertura, proporcionam um ambiente favorável ao crescimento vegetal, contribuindo na estabilização da produção em sistemas produtivos e para a recuperação ou manutenção da qualidade do solo (OLDFIELD *et al.*, 2019). A manutenção da palha na superfície do solo é de fundamental importância para a manutenção do sistema plantio direto. Isso reforça a preocupação de produzir resíduos vegetais que tenham decomposição mais lenta, o que significaria manter o resíduo protegendo o solo por maior período de tempo (BUENO; RODRIGUES, 2019).

O sistema de plantio direto (SPD), cuja premissa é o uso de plantas de cobertura e rotação de culturas com a finalidade de melhorando a agregação das partículas do solo, incrementa a biologia do solo e promove efeitos benéficos na sua fertilidade mediante o aumento na ciclagem de nutrientes, diminuindo os riscos de erosão. Esse sistema também é responsável por proporcionar o aumento do potencial dos teores de carbono orgânico do solo (MICHELON *et al.*, 2019, KUMAR *et al.*, 2022).

A quantidade e a qualidade da palha gerada na superfície do solo pelas plantas de cobertura são de grande importância, esses fatores dependem do sistema de rotação adotado, espécies cultivadas e o manejo utilizado. Para que ocorra a produção adequada deve-se selecionar espécies com maior potencial para as condições locais, tomando por base a rapidez do seu estabelecimento, benefícios físicos advindos da cobertura do solo e na supressão de plantas invasoras (MARASCA *et al.*, 2021).

A produção elevada de fitomassa indica maior oferta de palha sobre o solo, cumprindo a primeira função dos resíduos vegetais que é a proteção do solo da energia cinética gerada pelo impacto da chuva. Também uma ideia sobre a ciclagem de nutrientes do solo a partir da planta de cobertura utilizada (ADETUNJI *et al.*, 2020; CRESPO *et al.*, 2021). Para maximizar a produção de fitomassa, a semeadura deve ser realizada na época adequada (MARASCA *et al.*, 2021), buscando potencializar a produção da plantas de cobertura e encaixes dentro do sistemas de produção.

Na escolha das espécies a serem cultivadas devem ser levado em consideração, também, a disponibilidade de sementes, as condições do solo, a sua rusticidade especialmente quanto à tolerância ao déficit hídrico e a possibilidade de utilização comercial (MOTTIN *et al.*, 2022). Outro ponto de importância é conhecer o potencial dessas plantas serem hospedeiras de pragas e doenças (MARCUIZZO; SANTOS, 2021).

Dentre as possibilidades de plantas de cobertura utilizadas no sistema de plantio direto para condições edafoclimáticas do Rio Grande do Sul, destacam-se a aveia preta (*Avena strigosa* L.) e branca (*Avena sativa* L.), o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e a ervilhaca (*Vicia sativa* L.).

No sul do Brasil os sistemas de manejo conservacionistas, como o sistema plantio direto, têm diminuído os problemas referentes à degradação do solo e proporcionando melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, devido o menor revolvimento de solo, da rotação de culturas e da manutenção de cobertura da superfície do solo (CHERUBIN *et al.* 2014; SILVA *et al.*, 2021).

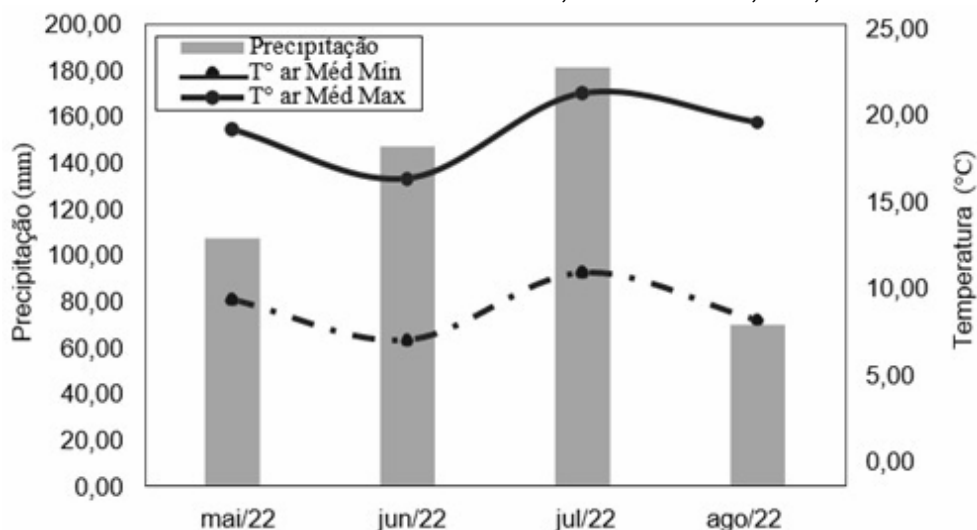
Estudar o comportamento do crescimento de grande número de plantas de cobertura, proporciona uma melhor compreensão da adaptação das plantas ao ambiente e auxiliam na recomendação das mesmas dentro dos sistemas de produção. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento de crescimento, produção de biomassa da parte aérea e taxa de cobertura de solo proporcionada pelo dossel vegetativo de oito espécies utilizadas como plantas de cobertura de solo hibernais do desenvolvimento inicial até o período do florescimento pleno em ambiente subtropical de baixa altitude.

MATERIAL E METÓDOS

O experimento foi conduzido no ano de 2022, no município de Santa Maria, na região central do Estado do Rio Grande do Sul, localizado na latitude 29° 71' S, longitude 53° 70' W, com altitude de 90 m. O solo do local do experimento é classificado como Argissolo Vermelho Arênico Distrófico (SANTOS *et al.*, 2018) e o clima segundo a classificação de Köppen é classificado como Cfa, caracterizado como clima subtropical úmido, com verões quentes e sem estação de seca definida ao longo do ano (ALVARES *et al.*, 2013).

Os dados do regime pluviométrico e temperatura mínima e máxima do período de condução do experimento (Figura 1) foram obtidos da estação meteorológica de Santa Maria, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), localizado a menos de 500 m do experimento.

FIGURA 1. Médias mensais da temperatura máximas e mínimas do ar e precipitação pluvial durante o período de avaliação, de acordo com dados obtidos na estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia, instalada no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2023.



Fonte: Autores (2023).

Antes da semeadura das plantas de cobertura foi realizado o controle de plantas daninhas, a semeadura foi realizada no dia 15/06/2022, com o auxílio de uma semeadora mecanizada de 10 linhas, com espaçamento entre linha de 0,20 m, foram semeadas as espécies vegetais: Centeio brserrano (*Secale cereale*) (CE), Nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) (NA), Ervilha forrageira (*Pisum sativum* L.) (EF), Ervilhaca comum (*Vicia sativa*) (EC), Trigo energix (*Triticum* spp.) (TR), Aveia preta (*Avena strigosa*) (AV), Linhaça dourada (*Linum usitatissimum*) (LI), Triticale brs saturno (X *Triticum secale* Wittmack) (TI), a densidade de semeadura utilizadas para CE, TR, AV e TI foi de 140 kg ha⁻¹ de sementes, para EF e EC utilizou-se 30 kg ha⁻¹ de sementes, para EF utilizou-se 60 kg ha⁻¹ de sementes, por fim para a LI utilizou-se 15 kg ha⁻¹ de sementes.

Todos os tratamentos receberam adubação de base de 300 kg ha⁻¹ do adubo comercial 05-20-20, perfazendo 15 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. Posteriormente, foi realizada adubação nitrogenada de cobertura com uréia (45% de N) na dose de 80 kg ha⁻¹ de uréia no CE, TR, TI, AV e LI. O N foi aplicado quando as gramíneas apresentavam entre quatro e cinco folhas expandidas. Nos tratamentos EF e EC não foi aplicado N porque apresentam a capacidade de realizar a ciclagem e fixação biológica de N. As plantas leguminosas tem a capacidade de associação simbiótica com bactérias fixadoras de N por meio da fixação biológica de nitrogênio.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com três repetições por tratamento, cada unidade experimental possuía área de 10 m², totalizando 24 unidades experimentais.

A avaliação da cobertura do solo pela parte aérea das plantas foi realizada com o aparelho “GreenSeeker® 505 Handheld Sensor”, o qual avalia o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), a partir da equação $NDVI = (pivp - pv) / (pivp + pv)$, onde pivp é a refletância no infravermelho próximo (0,725-1,1 µm), e pv é a refletância no vermelho (0,58- 0,68 µm).

O NDVI pode variar de -1 a 1. Os valores negativos representam as nuvens, ao redor de zero representam solo descoberto, sem vegetação, e os valores maiores que zero representam a vegetação. Quanto mais próximo de 1, maior o vigor da vegetação, apresentando um indicativo de cobertura de solo, valor 1 corresponde a taxa de recobrimento de solo de 100%.

A avaliação de NDVI foi realizada aos 33, 49, 63 e 72 dias após a semeadura, com seis leituras por UE. As leituras foram realizadas alocando o aparelho a uma altura de 1,00 m paralelamente à superfície do solo, a área considerada por leitura foi de 1,2 m² (2 m de deslocamento linear sobre a UE multiplicado pela largura útil de 0,6 m captada pelo sensor).

Os valores de altura de planta, fitomassa de matéria seca e o NDVI observados em cada UE, foram submetidos à análise de variância, posterior teste de médias Scott-Knott a 5% de significância, e análise de regressão. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos softwares computacionais Microsoft Office Excel® e Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental foram verificadas as temperaturas máximas, mínimas diárias e os volumes de precipitação (Figura 1). Ocorrendo um volume de precipitação de 503,6 mm, representado média diária de 6,37 mm, todavia em decorrência da distribuição pluviométrica irregular, constatou-se períodos de excesso hídrico durante o período de cultivo.

As espécies gramíneas apresentam crescimento acelerado e maior estatura, característica atribuída a sua morfologia, com colmos cilíndricos, ereta, glabro e compostos por nós e entrenós conferindo-lhe maior sustentação. Por outro lado, as leguminosas possuem menor estatura devido seu hábito de crescimento geralmente prostrado.

Quanto à produção de fitomassa de matéria seca da parte aérea (FMS) das plantas de cobertura do solo, a mesma varia em função da espécie utilizada, condições edafoclimáticas de cultivo, peculiaridades de cada região e manejos culturais adotados. Portanto as variações de uma região para outra podem estimular o desenvolvimento de uma espécie ou inibir a outra (LANGELIER *et al.*, 2021).

No presente estudo, não observou-se diferença significativa ($p \leq 0,05$) até os 51 DAS para a FMS. Aos 65 DAS, o linho apresentou diferença significativa com a menor FMS, com valor de $612,93 \text{ kg ha}^{-1}$ (Tabela 1).

TABELA 1. Fitomassa de matéria seca da parte aérea de plantas de cobertura do solo aos 23, 37, 65 e 79 dias após semeadura (DAS) das espécies: centeio (CE), nabo forrageiro (NF), ervilha forrageira (EF), ervilhaca comum (EC), trigo tipo silagem (TR), aveia preta (AV), linho (LI) e triticale, Santa Maria, RS, 2023.

Espécie	23 DAS	37 DAS	51 DAS	65 DAS	79 DAS
CE	48,53 a	248,27 a	696,40 a	1967,47 a	4832,00 a
NF	45,73 a	288,40 a	902,67 a	2027,33 a	4824,67 a
EF	32,40 a	162,00 a	560,27 a	1922,93 a	3381,87 b
EC	116,13 a	292,13 a	981,73 a	2156,93 a	3135,87 b
TR	27,73 a	98,13 a	529,87 a	2238,80 a	4432,53 a
AV	19,07 a	129,33 a	679,07 a	1927,33 a	4721,47 a
LI	11,07 a	30,67 a	199,33 a	612,93 b	1384,40 c
TI	54,00 a	188,80 a	648,13 a	1622,67 a	4681,40 a
CV(%)	68,7	48,6	34,5	26,7	29,1

Embora não tenha apresentado diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre o CE, NF, AV, TI e o TR aos 79 DAS. O CE, NF, AV, TI e TR, foram as espécies que mais destacaram quanto a resposta produtiva de FMS, com produção de FMS oscilando entre 4.832 kg ha^{-1} para o CE e $4.432,53 \text{ kg ha}^{-1}$ para o TR. A superioridade na produção de FMS das gramíneas sobre as leguminosas pode ser atribuída a maior rusticidade e à capacidade de afilamento (LIMA *et al.*, 2023).

Quanto à produção de FMS das plantas de cobertura, sua produção pode variar conforme o local de cultivo das mesmas. Ziech *et al.* (2015), obtiveram produção de FMS de 4.703 e 4.563 kg ha^{-1} para AV e CE, similar aos verificados no presente trabalho, e para o NF e EC verificaram produção de 2.665 e 2.400 kg ha^{-1} , valor abaixo do observado no presente estudo. Doneda *et al.* (2012) obtiveram para o NF, produção de FMS de $8.300,00 \text{ kg ha}^{-1}$, seguido da EF e da AV, com 5.500 kg ha^{-1} e 3.300 kg ha^{-1} , respectivamente. Wolschick *et al.* (2016), obtiveram produção de FMS para AV, 9.910 kg ha^{-1} , 9.140 kg ha^{-1} para EC e 4.260 kg ha^{-1} para o NF, sendo somente o valor de FMS do NF similar ao encontrado no presente trabalho. Ortiz *et al.* (2015), obtiveram produção de 3.000 kg ha^{-1} para EC, similar ao encontrado no presente estudo.

Os maiores valores de produção de FMS foram observados no centeio, nabo forrageiro, aveia preta, triticale e o trigo, superando os 4.400 Kg ha^{-1} . Os tratamentos

ervilha forrageira, ervilhaca comum e linho apresentam as menores produções de fitomassa de matéria seca, com produção de 3.381,87, 3.135,87 e 1.384,40 kg ha⁻¹. Produção semelhante a descrita por Aita et al. (2001), para EC e EF, atribuindo a menor produção a maiores exigências em fertilidade de solo que as demais espécies cultivadas, demonstrando que o uso de plantas de cobertura de solo no período de inverno deve ser avaliado o seu desempenho nas condições edafoclimáticas em que se pretende utilizá-las.

Segundo Alvarenga *et al.* (2001), para o ótimo desenvolvimento do sistema plantio direto é necessário a adição de 6.000 Kg ha⁻¹ de FMS por cultivo, mas esta quantidade de palha sobre a superfície do solo depende do tipo de planta, cultivo anterior, da região e das condições edafoclimáticas. Desta forma todos os tratamentos apresentaram déficit com relação a produção de fitomassa adequada ao SPD, para uma boa taxa de cobertura de solo.

O desempenho da produção de FMS pelo NF está diretamente relacionado com o tipo de solo e com o antecedente cultural. Em solos ricos em matéria orgânica ou em sucessão a espécies leguminosas, o potencial de produção de FMS parece situar-se no mesmo nível daquele da AV.

Na avaliação de altura de planta aos 79 DAS, os tratamentos diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) (Tabela 2).

TABELA 2. Altura de planta (AP) (cm), aos 79 dias após semeadura (DAS) e recobrimento do solo pelo dossel vegetativo (RDS) (%), aos 72 DAS pelas plantas de cobertura das espécies: centeio (CE), nabo forrageiro (NF), ervilha forrageira (EF), Ervilhaca comum (EC), trigo tipo silagem (TR), aveia preta (AV), linho (LI) e triticale (TI), Santa Maria, RS, 2023.

Cultura	AP (cm)	RDS (%)
	79 DAS	72 DAS
CE	85,9 b	75 b
NF	91,7 a	68 c
EF	51,9 d	60 d
EC	22,7 e	86 a
TR	56,1 c	79 b
AV	56,5 c	82 a
LI	48,4 d	50 e
TI	54,6 c	75 b
CV(%)	34,7	16

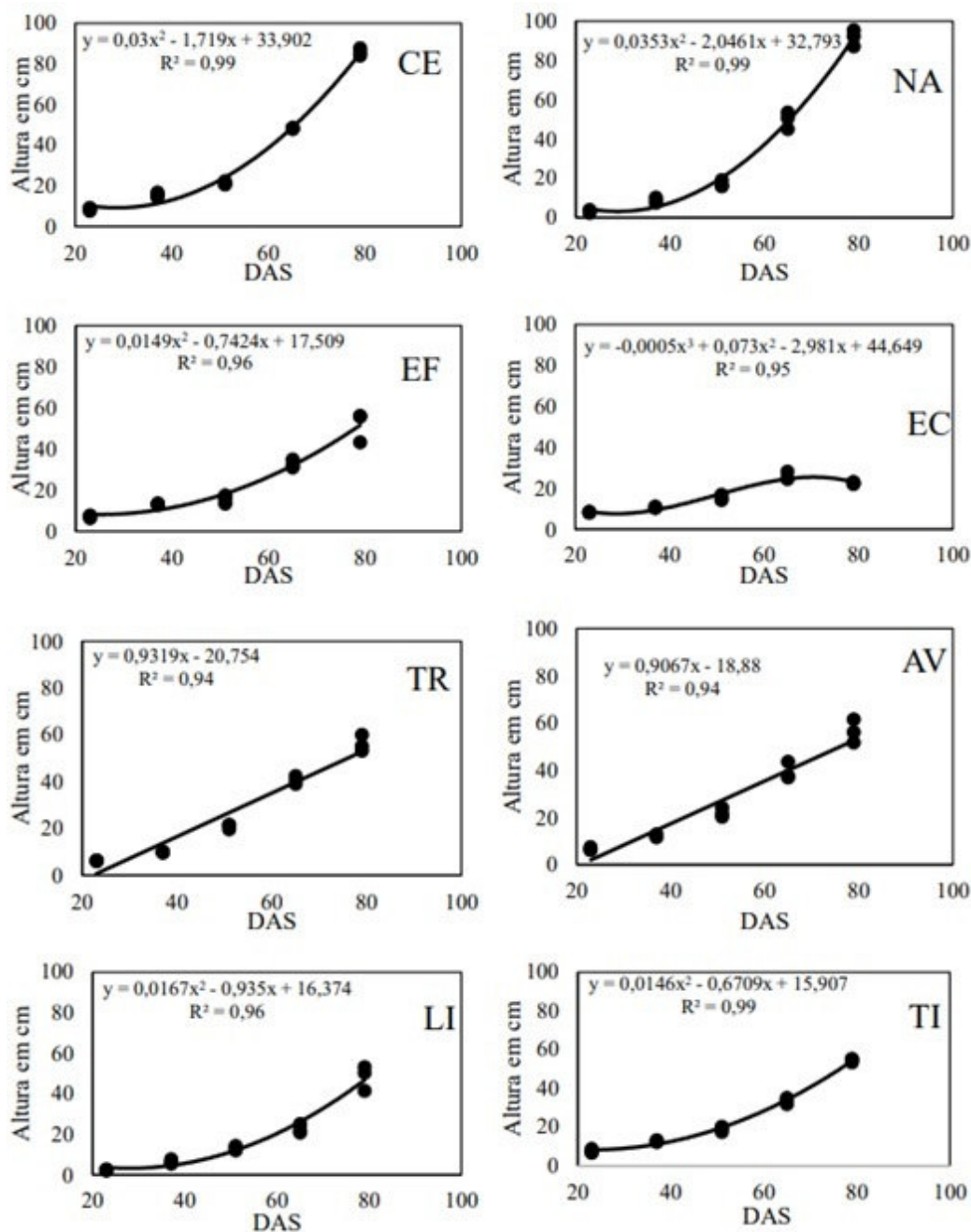
* Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de significância ($P > 0,05$).

Os tratamentos foram divididos em cinco grupos distintos, com maior estatura para NF, seguido do CE. O terceiro grupo corresponde a AV, o TR e o TI. A EF e o LI compõem o quarto grupo e a EC constitui o último grupo (Tabela 2). O fator das plantas de cobertura de solo diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) (Tabela 2), aos 72 DAS, a EC e a AV obtiveram índice de cobertura de 0,86 e 0,82, sendo equivalente a uma cobertura de solo de 86% e 82 % respectivamente. Índice este superior ao descrito por Wolschick *et al.*, 2016, ao qual aos 60 dias após emergência a AV cobriu 54 % e a EC com 71% de recobrimento do solo.

As diferenças entre as alturas de plantas são atribuídas as características de desenvolvimento de cada espécie de planta (WOLSCHICK *et al.*, 2016) (Figura 2), durante seu período vegetativo. Observou-se que os tratamentos CE, NA, EF,

LI e TI ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático significativo. Já os tratamentos AV e TR ajustaram-se a um modelo linear e o EC ajustou-se ao modelo de regressão cubica. Todos os modelos nas diferentes espécies apresentaram coeficiente de determinação (R^2) superior a 0,94.

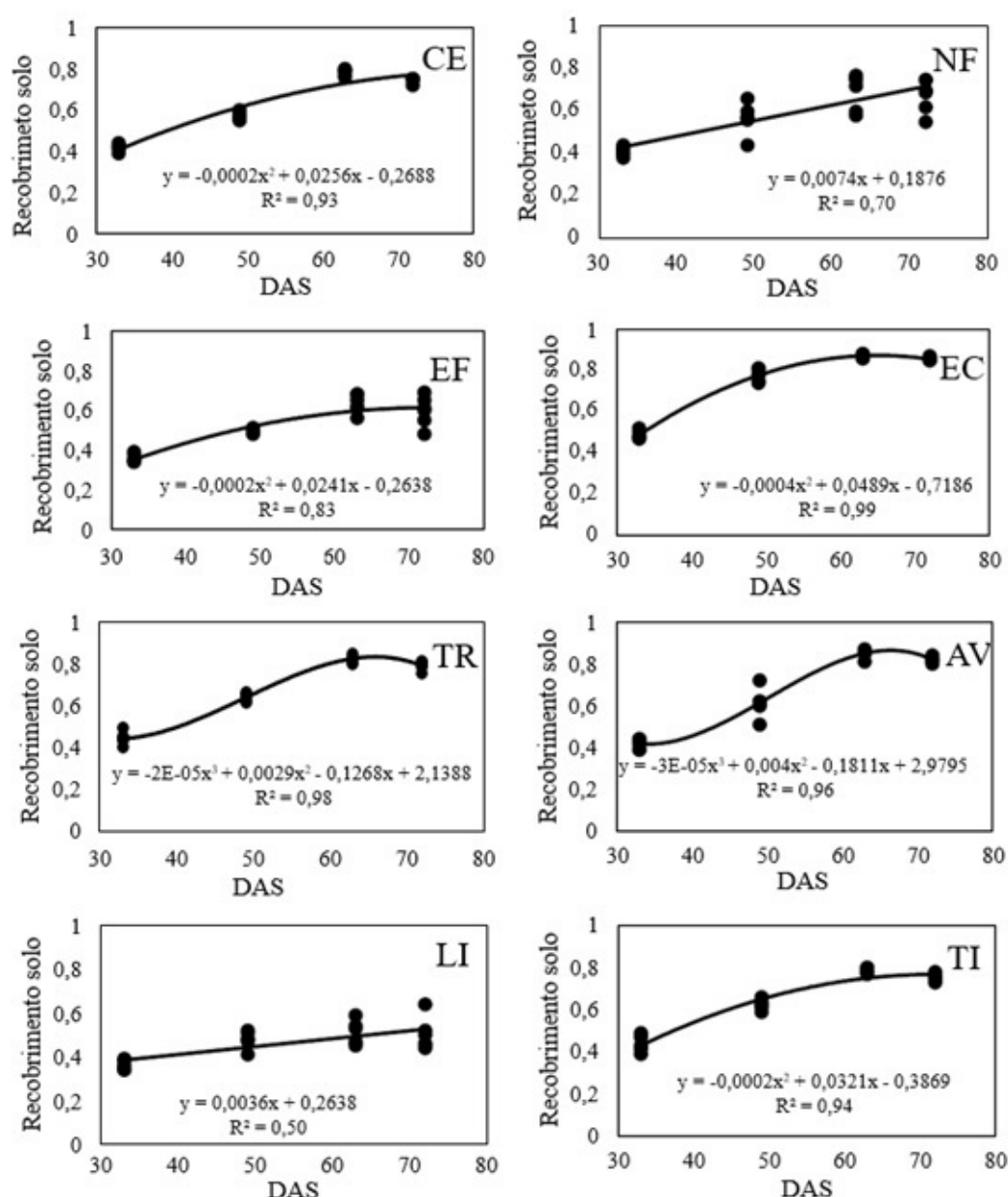
FIGURA 2. Curva de crescimento das plantas de cobertura de solo, durante o desenvolvimento vegetativo dos 23 aos 79 dias após a semeadura (DAS), do centeio (CE), nabo forrageiro (NF), ervilha forrageira (EF), Ervilhaca comum (EC), trigo tipo silagem (TR), aveia (AV), linho (LI) e triticale (TI), Santa Maria, RS, 2023.



Fonte: Autores (2023).

A cultura do NF, se destacou com resposta semelhante do LI aos 23 DAS, como aos 37 DAS a EC, TR e NF mostram estatura semelhante ao LI. Na avaliação aos 51 DAS as menores altura de plantas foram observadas para o LI, NF, EC e EF (Figura 3).

FIGURA 3. Curva de recobrimento do solo, durante o desenvolvimento vegetativo dos 33 a 79 dias após a semeadura (DAS), do centeio (CE), nabo forrageiro (NF), ervilha forrageira (EF), Ervilhaca comum (EC), trigo tipo silagem (TR), aveia preta (AV), linho (LI) e triticale TI, Santa Maria, RS, 2023.



Fonte: Autores (2023).

O NF apresentou desenvolvimento inicial inferior às espécies poaceae nos primeiros dias de desenvolvimento, mas devido seu hábito de crescimento ereto, com intensa ramificação superando as demais espécies a partir dos 65 DAS, sendo

que o crescimento é rápido com alta produção de FMS e cobertura de solo, sendo uma alternativa de rotação de cultura entre as espécies poaceae e leguminosas (WOLSCHICK *et al.*, 2016), além de se adaptar bem ao tipo de solo da região do experimento.

Em estudo realizado por Wolschick *et al.* (2016), o NF apresentou estatura final de 92 cm aos 90 dias após emergência (DAE). Para AV e EC constatou estatura de 118 e 63 cm aos 105 DAE, valor semelhante ao encontrado para NF e estatura superior para as AV e EC quando comparado ao estudo.

A altura de planta e a porcentagem de cobertura do solo pelo dossel das plantas varia em função das espécies utilizadas. O LI apresentou a menor altura de planta entre todos os tratamentos até os 65 DAS, superando a EC aos 79 DAS, com estatura de 48,4 cm, conforme Velho *et al.* (2021), o LI apresentava alta variabilidade fenotípica com relação à altura de plantas em genótipos para produção de semente, as alturas variaram entre 24 a 90 cm, e genótipos para produção de fibra a altura variando de 42 a 106 cm. A EC apresentou a menor estatura devido seu crescimento prostrado e suscetibilidade ao acamamento.

A avaliação do crescimento vegetativo pelo cálculo em tempo real do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI), indicaram que há uma estreita relação entre a taxa de acúmulo de biomassa vegetativa e o nível nutricional da planta, calculados a partir dos valores da refletância de ondas de diferentes longitudes, sendo particularmente sensível à cobertura vegetal.

A altura de planta juntamente com a fitomassa das plantas de cobertura é responsável em proporcionar um ótimo recobrimento do solo (WOLSCHICK *et al.*, 2016). Observando-se por meio de análise estatística que o tratamento CE, EF, EC e TI se ajustaram ao modelo de regressão quadrático, o TR e a AV ao modelo de regressão cúbica. O NF e o LI se ajustaram ao modelo linear, apresentando os menores coeficientes de determinação (R^2) de 0,70 e 0,50, seguido da EF com (R^2) de 0,83, os demais tratamentos apresentaram coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,93 (Figura 3).

Em estudo realizado por Fav ersani *et al.* (2014), a EF apresenta baixo índice de cobertura de solo, cobrindo menos de 20% do solo aos 15 DAE, valor semelhante encontrado no presente estudo a EF e LI, representa 36% de recobrimento do solo aos 33 DAS, com 48% para LI e 49% para EF aos 49 DAS.

Ziech *et al.* (2015), destacam que aos 49 DAS, a AV, o CE e o NF apresentam cobertura do solo superior a 80%, e diferem significativamente das leguminosas, com cobertura inferior a 50%. Resultado não observado no presente estudo, a cultura da EC apresenta valor de 86% de recobrimento do solo aos 72 DAS, superando as gramíneas e crucífera, indicando a cultura como uma boa planta de cobertura do solo.

O LI apresenta o menor índice de recobrimento de solo, entre todos os tratamentos devido ao seu crescimento inicial lento, baixa capacidade inicial em competir com plantas daninhas e à pequena área foliar, o que não permite o rápido recobrimento do solo (SANTOS; REIS, 2001). As diferenças observadas nos menores valores de altura de planta, FMS e índice de cobertura de solo podem estar relacionadas com o encerramento das coletas de dados antes do florescimento pleno da cultura.

Na avaliação aos 72 DAS, percebe-se que houve decréscimo no recobrimento do solo provocado pela senescência das folhas baixas e início do período do florescimento, destacando que a cultura da EC e a AV apresentaram as melhores coberturas, não diferindo significativamente entre si, possuindo um

valor de recobrimento de solo de 86% e 82%, respectivamente. A EC, a AV e o TR aos 63 DAS, apresentam taxa de cobertura de solo de 87%, 85% e 83%, proporcionam a melhor cobertura de solo no período de avaliação (Figura 3).

Todas as espécies poaceae apresentaram índice de recobrimento de solo superior aos 78% aos 63 DAS, sendo apontada como excelente opção de planta de cobertura de solo, devido a sua elevada capacidade de afillamento, ótimo índice de recobrimento de solo com período prolongado de persistência dos seus resíduos culturais (FAVERSANI *et al.*, 2014), em comparação as leguminosas por apresentarem baixa relação C/N (<25), apresentam uma rápida decomposição dos resíduos, proporcionando baixo índice de recobrimento logo após o manejo das plantas de cobertura (SILVA *et al.*, 2021).

CONCLUSÕES

A produção de fitomassa de matéria seca foi superior na cultura do centeio, nabo forrageiro, aveia preta, tritcale e o trigo tipo silagem, superando a produção de 4.400 kg ha⁻¹.

As plantas de cobertura do solo possuem crescimento inicial semelhante, mas próximo do período de florescimento pode-se destacar a estatura de planta do nabo forrageiro e do centeio.

A ervilhaca foi a espécie que apresentou o melhor recobrimento do solo deste o início do crescimento, seguido de aveia-preta e do trigo tipo silagem, os quais apresentam proteção mais prolongado ao solo devido maior permanência dos resíduos na superfície do solo durante o período de avaliação de crescimento.

Em ambiente subtropical de baixa altitude, em uma avaliação múltipla se destacaram a cultura do nabo forrageiro, centeio, aveia-preta, trigo tipo silagem e ervilhaca comum, sendo indicadas como boas opções de uso como plantas de cobertura nesse ambiente de cultivo.

REFERÊNCIAS

ADETUNJI, A. T.; NCUBE, B.; MULIDZI, R.; LEWU, F. B. Management impact and benefit of cover crops on soil quality: A review. **Soil and Tillage Research**, v. 204, p.104717, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167198720304992>>. Doi: 10.1016/j.still.2020.104717.

AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; DA ROS, C. O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 25, p. 157-165, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140291>>. Doi: 10.1590/0103-8478cr20140291.

ALVARES, C. A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M de.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <http://143.107.18.37/material/mftandra2/ACA0225/Alvares_etal_Koppen_climate_classesBrazil_MeteoZei_2014.pdf>.

ALVARENGA, R. C., CABEZAS, W. A. L., CRUZ, J. C., & SANTANA, D. P. **Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, jan./fev. 2001. Disponível em:

<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/485005>>.

BUENO, J. B.; RODRIGUES, G. A. Palha sobre o solo no crescimento da cultura do nabo forrageiro em área degradada. Taquaritinga: **Revista Interface Tecnológica**, v.16, n.1, p.370-377, 2019. Disponível em: <<https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/548>>.

MICHELON, C. J.; JUNGES, E.; CASALI, C. A.; PELLEGRINI, J. B. R.; RODRIGUES NETO, L., et al. Atributos do solo e produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.18, n.2, p. 230-239, 2019. Disponível em: <<https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/9872>>. Doi: 10.5965/223811711812019230.

CHERUBIN, M. R.; FABRIS, C.; WEIRICH, S.W; ROCHA, E. M. T da.; BASSO, C.J.; SANTI, A.L. *et al.* Desempenho agrônômico do milho em sucessão a espécies de cobertura do solo sob sistema plantio direto no sul do Brasil. **Global Science and technology**, v. 7, n. 1, 2014. Disponível em: < <https://doi.org/10.14688/1984-3801/gst.v7n1p76-85>> . Doi: 10.14688/1984-3801/gst.v7n1p76-85.

CRESPO, C., WYNGAARD, N., ROZAS, H. S., BARBAGELATA, P., BARRACO, M. *et al.* Improving soil organic nitrogen and sulfur pools by cover cropping and crop fertilization in soybean-based cropping systems. **Soil and Tillage Research**, v. 213, p. 105138, 2021. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167198721002117>>. Doi: 10.1016/j.still.2021.105138.

DONEDA, A.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; MIOLA, E. C. C.; GIACOMINI, D. A. *et al.* Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1714-1723, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000600005>>. Doi: 10.1590/S0100-06832012000600005.

FAVERSANI, J. C.; CASSOL, L. C.; PIVA, J. T.; MINATO, E. A.; ROCHA, K. F. Taxa de cobertura do solo com plantas submetidas a diferentes sistemas de preparo. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 9, n. 1, 2014. Disponível em: < <http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/1655/1215>>.

KUMAR, U., CHENG, M., ISLAM, M. J., MANIRUZZAMAN, M., NASREEN. *et al.* Long-term Conservation Agriculture increases sulfur pools in soils together with increased soil organic carbon compared to conventional practices. **Soil and Tillage Research**, v. 223, p.105474, 2022. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016719872200160X>>. Doi: 10.1016/j.still.2022.105474.

LANGELIER, M.; CHANTIGNY, M. H.; PAGEAU, D.; VANASSE, A. Nitrogen-15 labelling and tracing techniques reveal cover crops transfer more fertilizer N to the soil reserve than to the subsequent crop. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 313, n. 1, p. 107359, 2021. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167880921000633>>. Doi:

10.1016/j.agee.2021.107359.

LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. (ed.). **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática**. 2 ed. rev. e atual. Brasília, DF: EMBRAPA, 2023. v. 1, cap. 10, p. 407-434. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1153715/1/Adubacao-verde-na-recuperacao-de-solos-degradados-2023.pdf>>.

MARASCA, I.; DE JESUS, E. D. S.; PAIVA FILHO, de S. V.; TAVARES, R.L.M. Eficiência das plantas de cobertura na densidade de plantas daninhas e como descompactadoras de solo. **Agrarian**, v. 14, n. 53, p. 295-303, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.30612/agrarian.v14i53.15143>>. Doi: 10.30612/agrarian.v14i53.15143.

MARCUZZO, L. L.; SANTOS, L. Sobrevivência de *Pseudomonas marginalis* pv. *marginalis* do alho em plantas-daninhas. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 5, p. 1-5, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.29372/rab202116>>. Doi: 10.29372/rab202116.

MOTTIN, M. C., SEIDEL, E. P., RIBEIRO, L. L. O., PAN, R., FEY, E. *et al.* Efeito do cultivo de milho consorciado com plantas de cobertura na produção de massa seca e nas propriedades físicas do solo. **Conjecturas**, v. 22, n. 9, p. 70-91, 2022. Disponível em: <<http://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/1422>>. Doi: 10.53660/CONJ-1422-AG13.

ORTIZ, S.; MARTIN, T.N.; BRUM, M. Da.; NUNES, N.V.; STECCA, J.D.L. *et al.* Densidade de semeadura de duas espécies de ervilhaca sobre caracteres agrônômicos e composição bromatológica. Santa Maria: **Ciência Rural**, v.45, n.2, p.245-251, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140291>>. Doi: 10.1590/0103-8478cr20140291.

OLDFIELD, E.E.; BRADFORD, M.A.; WOOD, S.A. Global meta-analysis of the relationship between soil organic matter and crop yields, **Soil**, v.5, p. 15–32. 2019. Disponível em: <<https://soil.copernicus.org/articles/5/15/2019/>>. Doi: 10.5194/soil-5-15-2019.

SANTOS, H. G. dos.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos.; OLIVEIRA, V. A. de.; LUMBRERAS, J. F. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª ed. revisada e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, p. 356, 2018. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1094003>>.

SANTOS, H. P. dos.; REIS, E.M. Rotação de culturas em plantio direto. **Embrapa Trigo**. Passo Fundo, 2001. 212 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/820422/rotacao-de-culturas-em-plantio-direto>>.

SILVA, M. A., NASCENTE, A. S., DE MELLO FRASCA, L. L., REZENDE, C. C., FERREIRA, E. A. S. *et al.* Plantas de cobertura isoladas e em mix para a melhoria da qualidade do solo e das culturas comerciais no Cerrado. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e11101220008-e11101220008, 2021.

Disponível em; < <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20008>>. Doi: 10.33448/rsd-v10i12.20008.

VELHO, J. P.; LÚCIO, A. D. Linhaça: Perspectiva de produção e usos na alimentação humana e animal. Ponta Grossa: **Atena Editora**, 2021, 156 p. Disponível em: < <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/600338>>.

WOLSCHICK, N. H.; BARBOSA, F. T.; BERTOL, I.; DOS SANTOS, K. F.; SOUZA WERNER, R. *et al.* Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 15, n.2, p. 134-143, 2016. Disponível em: < <https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/223811711522016134>>. Doi: 10.5965/223811711522016134.