

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E AMBIENTAIS
CURSO DE AGRONOMIA

Henrique Luiz Santi Schmatz

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA EM
ALGUNS COMPONENTES E NA PRODUTIVIDADE FINAL DE
GRÃOS DE MILHO (*Zea Mays*)**

Frederico Westphalen, RS

2022

Henrique Luiz Santi Schmatz

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA EM ALGUNS COMPONENTES E NA PRODUTIVIDADE FINAL DE GRÃOS DE MILHO (*Zea Mays*)

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Luis Santi

Frederico Westphalen, RS

2022

Henrique Luiz Santi Schmatz

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA EM ALGUNS COMPONENTES E NA PRODUTIVIDADE FINAL DE GRÃOS DE MILHO (*Zea Mays*)

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Agrônomo**.

Aprovado em 24 de fevereiro de 2022:

Antônio Luis Santi, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Dr. Claudir José Basso (UFSM)

Eng. Agr. Caroline Montanari Giraldi (UFSM)

Frederico Westphalen, RS

2022

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 OBJETIVO GERAL.....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 MILHO.....	13
3.2 SISTEMA PLANTIO DIRETO.....	13
3.3 PRINCIPAIS ESPÉCIES UTILIZADAS PARA COBERTURA DE SOLO.....	16
3.3.1 Aveia branca.....	16
3.3.2 Aveia preta.....	16
3.3.3 Centeio.....	16
3.3.4 Ervilha forrageira.....	17
3.3.5 Ervilhaca.....	17
3.3.6 Nabo forrageiro.....	17
3.3.7 Cultivo consorciado de plantas de cobertura.....	18
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
6 CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

Dedico esta conquista primeiramente a minha família, em especial a minha mãe Raquel Albuquerque Santi e meu padrasto Eraldo Ilfonso Bender (*in memoriam*), aos meus irmãos Guilherme e Maria Clara, minha namorada Bruna, e aos demais familiares e amigos que de uma forma ou outra contribuíram para que essa caminhada fosse possível e esse sonho se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus pelo dom da vida e por ter me permitido a graça da realização deste trabalho. Agradeço em especial a minha mãe Raquel e meu padrasto Eraldo (*in memoriam*), meus maiores incentivadores desde a decisão de ingressar no curso de Agronomia. Desta forma, estendo meu agradecimento a meu irmão, Guilherme, minha irmã, Maria Clara, minha namorada, Bruna e aos demais familiares e amigos que de uma forma ou outra possibilitaram essa conquista.

Agradeço aos meus inseparáveis amigos Alexandre Wahlbrinck Volz, Eduardo Somavilla Manfio e Gabriel Alencar Pasinato, os quais desde o primeiro semestre formaram um laço de amizade que perdurou durante os cinco anos de graduação e que perdurará por toda a vida. Agradecer pelas incontáveis noites de estudo, por todas as risadas e por estarem presentes nos diversos momentos durante este período. Com uma amizade sincera tudo se torna mais fácil.

Gostaria de agradecer do fundo do coração ao senhor Nilton Piovesan, bem como sua esposa, Célia Piovesan, proprietários da Pensão do Tito, local onde residi durante o período de graduação e onde fui acolhido como um filho por ambos, sempre me amparando, me ajudando e amenizando a saudade de casa.

Agradecer a Universidade Federal de Santa Maria – *campus* Frederico Westphalen e seu corpo docente por todo o aprendizado, conversas, trocas de experiências que puderam moldar-me de uma maneira melhor, tanto como pessoa quanto como profissional. Agradeço pelo ensino gratuito e de qualidade que proporciona e que faz a diferença em milhares de estudantes e possibilita que os mesmos busquem o sonho da graduação, caso como o meu. Agradecer aos funcionários da UFSM-FW e ao Instituto Federal Farroupilha- *campus* Frederico Westphalen por serem sempre assíduos e prestativos, em especial a equipe de tratoristas que sempre foram parceiros, desempenhando um excelente trabalho nas instalações dos experimentos com a semeadora, aplicações de produtos fitossanitários, bem como na hora da colheita dos resultados.

Agradecer ao Professor Volmir Sergio Marchioro e ao pessoal do Laboratório de Melhoramento Genético e Propagação de Plantas pelo empréstimo da sala bem como do contador de grãos automático utilizado para as avaliações dos dados coletados, o que tornou o trabalho menos árduo.

Agradecer ao Professor Antônio Luis Santi por toda a orientação, suporte e amizade construída nesse período e a toda a equipe do Laboratório de Agricultura de Precisão do Sul (LAPSul), os quais tiveram significativa participação em minha formação acadêmica. Agradeço por todo o aprendizado e amizade, dentro de inúmeras pesquisas, avaliações, coletas de solo e massa verde, demarcações experimentais e viagens Rio Grande a fora. Agradecer aos colegas de faculdade, laboratório e de agora em diante de profissão, Ezequiel Zibetti Fornari e Luis Felipe Rosseto Gerlach pelo auxílio na elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso, desde a condução do experimento a campo, passando pelas análises dos dados e elaboração da escrita, sem dúvida foram fundamentais.

Agradeço a Raix Sementes, empresa que disponibilizou o material necessário para a condução da área experimental utilizada para o desenvolvimento do trabalho de pesquisa, em especial a coordenadora do setor de Pesquisa e Desenvolvimento, Ana Maccari, por toda a parceria e suporte, fornecendo informações valiosas e que foram de suma importância no decorrer do trabalho.

Deixo a todos o meu mais sincero agradecimento, esta conquista é de vocês!

RESUMO

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES PLANTAS DE COBERTURA EM ALGUNS COMPONENTES E NA PRODUTIVIDADE FINAL DE GRÃOS DE MILHO (*Zea Mays*)

AUTOR: Henrique Luiz Santi Schmatz

ORIENTADOR: Antônio Luis Santi

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o uso de diferentes plantas de cobertura no inverno, cultivadas de forma solteiras ou consorciadas, e a sua relação com os componentes de produtividade da cultura do milho. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria – *campus* Frederico Westphalen. A cultura do milho foi implantada em sucessão sobre a palhada já manejada e dessecada das culturas de cobertura. O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, composto por sete tratamentos: T1 - aveia preta; T2 - centeio, aveia preta, nabo forrageiro e aveia branca; T3 - ervilha forrageira, centeio, aveia branca, nabo forrageiro; T4 - aveia branca, aveia preta, ervilhaca e centeio; T5 - aveia branca, centeio, ervilhaca e nabo forrageiro; T6 - nabo forrageiro; T7 - ervilhaca. As variáveis avaliadas foram a produtividade, peso de espiga, número de fileiras por espiga, número de grãos por espiga, peso de grãos por espiga e o peso de mil grãos da cultura posterior (milho). Para a produtividade o T7, composto de ervilhaca solteira, apresentou o melhor desempenho com 6.486 kg ha⁻¹. Para o peso de espiga, T7, T5 e T6 mostraram-se superiores aos demais tratamentos com resultados de 0,150 kg, 0,140 kg e 0,137 kg, respectivamente. Para a variável número de fileiras por espiga, os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, apresentando resultados próximos a 16 fileiras/espiga. Em relação ao número de grãos por espiga, T7 obteve o maior resultado (493 grãos/espiga), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Na variável peso de grãos por espiga, o T7, T5 e T6 obtiveram um resultado maior em relação aos demais (0,128 kg, 0,121 kg, 0,117 kg, respectivamente), e para a variável peso de mil grãos, os tratamentos T5, T1, T7 e T6 se sobressaíram (0,243 kg, 0,233 kg, 0,231 kg e 0,231 kg, respectivamente). Sendo assim, pode-se destacar que a utilização, principalmente de ervilhaca antecedendo o milho, além do uso de cobertura de plantas que não sejam gramíneas, demonstrou um maior ganho de produtividade e de demais componentes de rendimento.

Palavras-chave: *Zea mays*. manejo do solo. cultivos de inverno.

ABSTRACT

INFLUENCE OF DIFFERENT COVER CROPS ON SOME COMPONENTS AND ON THE FINAL GRAIN YIELD OF CORN (*ZEA MAYS*)

AUTHOR: Henrique Luiz Santi Schmatz

ADVISOR: Antônio Luis Santi

The present work aims to evaluate the use of different cover crops in winter, grown singly or in intercropping, and their relationship with the components of corn productivity. The experiment was conducted in the experimental area of the Federal University of Santa Maria - Frederico Westphalen campus. The corn crop was implanted in succession on the already managed and desiccated straw of cover crops. The experiment was carried out in a completely randomized design, consisting of seven treatments: T1 - black oat; T2 - rye, black oats, radish and white oats; T3 - fodder pea, rye, white oat, fodder turnip; T4 - white oats, black oats, vetch and rye; T5 - white oats, rye, vetch and forage radish; T6 - fodder turnip; T7 - vetch. The variables evaluated were yield, ear weight, number of rows per ear, number of grains per ear, grain weight per ear and the weight of one thousand grains of the subsequent crop (corn). For productivity, T7, composed of single vetch, presented the best performance with 6,486 kg ha⁻¹. For ear weight, T7, T5 and T6 were superior to the other treatments with results of 0.150 kg, 0.140 kg and 0.137 kg, respectively. For the variable number of rows per ear, the treatments did not differ statistically from each other, showing results close to 16 rows/ear. Regarding the number of grains per ear, T7 obtained the highest result (493 grains/ear), statistically differing from the other treatments. In the variable weight of grains per ear, T7, T5 and T6 obtained a higher result in relation to the others (0.128 kg, 0.121 kg, 0.117 kg, respectively), and for the variable weight of a thousand grains, treatments T5, T1, T7 and T6 stood out (0.243 kg, 0.233 kg, 0.231 kg and 0.231 kg, respectively). Therefore, it can be highlighted that the use, mainly of vetch preceding corn, in addition to the use of cover crops that are not grasses, showed a greater gain in productivity and other yield components.

Keywords: *Zea mays*. soil management. winter crops.

1 INtrodução

O manejo conservacionista do solo é um conjunto de práticas agrícolas que permitiram a produção de vegetais em todo o mundo, com menores impactos do homem no ambiente agrícola. Dentre os modelos conservacionistas, destaca-se no Brasil o Sistema Plantio Direto (SPD) (DAMIAN, 2015).

O SPD baseia-se em três premissas básicas para o manejo do solo sendo elas: o mínimo revolvimento do solo, restrito somente ao sulco de semeadura, rotação de culturas e cobertura permanente do solo (DENARDIN et al., 2011), práticas que visam minimizar os efeitos de cultivo frequente, bem como reduzir os processos erosivos e de lixiviação além de contribuir para o sequestro de carbono atmosférico (SILVA et al., 2009).

A rotação de culturas e o uso de plantas de cobertura auxiliam na ciclagem de nutrientes no solo, movimentando-os das camadas mais profundas para as camadas superficiais, através da ação das raízes (FIORIN, 2007), além de influenciar a formação de agregados estáveis, melhorando a estrutura do solo (SCORIZA et al., 2016). A utilização de plantas de cobertura é uma prática que visa proporcionar aportes no teor de matéria orgânica do solo, possibilitando melhorias nas condições edáficas, resultando no melhor desenvolvimento da cultura de interesse econômico (LIMA FILHO et al., 2014).

De acordo com Alcântara et al. (2000) maiores taxas de macronutrientes primários, especialmente Nitrogênio, Potássio, Cálcio e Magnésio, são acumuladas nas camadas mais superficiais do solo com o uso de leguminosas como plantas de cobertura do que em sistemas que empregam gramíneas para a mesma finalidade. Todavia, a consorciação entre gramíneas, leguminosas e brássicas além de proporcionar excelente cobertura do solo, disponibiliza quantidades consideráveis de Nitrogênio e Potássio para as culturas subsequentes (SILVA et al., 2007).

Tratando-se da parte biológica do solo, a utilização de misturas de diferentes espécies de plantas de cobertura, denominadas de consórcios, em especial gramíneas, brássicas e leguminosas, proporcionam diversos benefícios a fauna do solo, devido ao fato de que as diferentes plantas são capazes de fornecer exsudatos radiculares que servem de alimento para os mais diversos tipos de organismos ali presentes (DUARTE et al., 2014).

Dessa maneira, com o aumento da demanda mundial de alimentos, resta a agricultura se moldar para que consiga suprir tal demanda, tornando-se uma atividade cada vez mais eficiente e sustentável, sendo assim, inúmeras pesquisas estão sendo realizadas com plantas de cobertura, utilizadas isoladas e em consórcios para melhorar as condições químicas, físicas e biológicas dos solos agrícolas, reduzir a utilização de defensivos e adubos químicos, bem como baratear os custos de produção e assim aumentar a produtividade dos cultivos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes plantas de cobertura isoladas e em consórcio, cultivadas no período outono-inverno sobre os componentes de produtividade e o rendimento de grãos para a cultura do milho.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar a influência das plantas de cobertura sob componentes de rendimento do milho;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 MILHO

O milho (*Zea mays*) é uma das culturas de maior expressão mundial, tendo sua produção distribuída em quase todos os continentes, devido a fácil adaptação a diferentes ambientes e sistemas de produção (PAES, 2006). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2021), o cereal é uma das culturas de maior importância no cenário agrícola brasileiro, onde a área de cultivo é de cerca de 18.463,5 milhões de hectares, incluindo milho 1ª e 2ª safra, com produção de 93.384 milhões de toneladas, valor esse que apresentou redução de cerca de 9% em comparação à safra anterior. Tal redução remete-se às adversidades climáticas enfrentadas durante o ciclo da cultura, em especial o déficit hídrico, problema presente nas regiões produtoras.

Um dos principais desafios da agricultura moderna é a produção em grande escala de forma sustentável (PLAZA-BONILLA et al., 2016). Portanto, inúmeras práticas conservacionistas do solo estão sendo adotadas, com a finalidade de minimizar os impactos da ação humana nas áreas agrícolas. Como apontam Duarte et al. (2014), as práticas inadequadas de manejo do solo, como o revolvimento da camada arável, a ausência da rotação de culturas e os plantios fora do nível, ao longo do tempo, podem ocasionar erosões do solo, perda de camadas superficiais de solo, assoreamento dos rios, lixiviação de nutrientes essenciais aos cultivos, desagregação do solo e assim tornar solos produtivos em áreas degradadas.

3.2 SISTEMA PLANTIO DIRETO

Dentre as práticas usadas para o correto manejo do solo destaca-se o SPD. Este sistema trata-se de um manejo conservacionista do solo, que tem como premissas básicas a rotação de culturas com a utilização de plantas de cobertura, o mínimo revolvimento do solo, bem como sua cobertura permanente com palha (DENARDIN et al., 2011). A adoção do SPD por parte dos produtores agrega muitos benefícios ao sistema produtivo. Segundo Calegari (2010), é essencial para a melhoria dos ambientes de produção termos presença de palha

morta durante todo o ano, bem como a presença de plantas crescendo, com diferentes sistemas radiculares.

Para a correta cobertura da superfície do solo, recomenda-se a utilização de plantas com capacidade de formar grandes quantidades de matéria seca (CALVO et al., 2010). A palhada atua como uma camada protetora do solo, protegendo-o dos efeitos da erosão hídrica, proporcionando a manutenção da umidade do solo por reduzir a evaporação (PARIZ et al., 2011).

De acordo com Tiecher et al. (2017), os tecidos vegetais em decomposição têm papel fundamental na dinâmica dos nutrientes do solo, realizando a ciclagem e fixação dos mesmos, os quais posteriormente serão disponibilizados para as culturas sucessoras por meio da mineralização da matéria orgânica.

O cultivo de plantas de cobertura que produzem alta quantidade de palha, apresentam muitos benefícios as propriedades físicas do solo, onde as plantas de cobertura utilizadas no SPD possuem os mais diversos sistemas radiculares, criando bioporos de diferentes espessuras e profundidades no perfil do solo, aumentando assim a taxa de infiltração de água e reduzindo a compactação (CALONEGO et al., 2017).

De acordo com Peche Filho (2018), a cobertura com densa camada de palha na superfície do solo, auxilia na inibição do fluxo de emergência das plantas invasoras, como a buva (*Conyza spp*), que possui sementes que necessitam da presença de luz para iniciarem o processo germinativo, reduzindo assim o uso de herbicidas no sistema de produção.

Como relatam em seu estudo, Bernardes et al. (2010), a rotação de culturas e o uso de plantas de cobertura, possibilitam ao produtor maior estabilidade produtiva, promovida principalmente pela quebra no ciclo de pragas e doenças de solo e pelos grandes aportes de palha no sistema, que após sua degradação pela ação da microbiota do solo, disponibiliza nutrientes e promove o aumento da matéria orgânica do solo (MOS) (GIONGO et al., 2011). Por sua vez, Venske Filho et al. (2008) afirmam que a rotação de culturas é uma oportunidade de incorporar carbono atmosférico no solo. As gramíneas, por possuírem sistema radicular fasciculado, melhoram a estrutura do solo, aumentando a estabilidade dos agregados e aumentam a infiltração de água, enquanto o uso de leguminosas promovem o aporte de nitrogênio no sistema através da fixação biológica, produzindo uma palhada com baixa

relação Carbono/Nitrogênio, que apresenta rápida decomposição e liberação desse nutriente as culturas.

Um ponto de atenção deve ser tomado, referente ao cultivo de gramíneas isoladas para cobertura de solo antes da implantação de outra gramínea para finalidade agrícola, que é a imobilização de nitrogênio do solo. A imobilização do nitrogênio (N) é definida como a transformação do N inorgânico (NH_3 , NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^-) em N orgânico (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Desta forma, devemos realizar um ajuste de dose da adubação nitrogenada em culturas que sucedem gramíneas no sistema produtivo agrícola.

Como reforça Vieira (2017), a predominância do processo de imobilização sobre o processo de mineralização de N no solo, depende da relação C/N dos constituintes orgânicos da palha. Resíduos com relações C/N maiores que 30 promovem a imobilização líquida do N, uma vez que os requerimentos desse nutriente pelos microrganismos tornam-se maiores que o fornecido pelos processos de decomposição da matéria orgânica. Enquanto relações C/N abaixo de 20, frequentemente, levam a um aumento nos níveis de N mineral no solo. Porém, quando usadas plantas leguminosas isoladas, por apresentarem rápida decomposição devido a sua baixa relação C/N, em pouco tempo deixam o solo exposto a ação das intempéries.

Doneda et al. (2012), apontam a consorciação entre espécies como estratégia para a obtenção de uma relação C/N intermediária, que concilia a proteção do solo pela cobertura com palha, preconizada no SPD e uma maior disponibilidade de nutrientes para a cultura do milho.

3.3 PRINCIPAIS ESPÉCIES UTILIZADAS PARA COBERTURA DE SOLO

3.3.1 Aveia branca

A aveia branca (*Avena sativa*) é uma cultura muito utilizada na produção de forragem, feno e silagem, frequentemente presente nas dietas dos rebanhos bovinos. Além disso pode agregar renda na propriedade através da venda de grãos. A aveia tem ganhado destaque no cenário agrícola, sendo considerada uma alternativa para a rotação de culturas para o trigo e cobertura de solo solteira ou consorciada. Em comparação com a aveia preta, a aveia branca, apresenta uma relação colmo/folha maior, porém é mais exigente em relação a fertilidade do solo de cultivo (MACHADO et al., 2000).

3.3.2 Aveia preta

A aveia preta (*Avena strigosa*) é a planta de cobertura de maior representatividade no cenário agrícola do estado, devido a sua facilidade de adaptação, rusticidade e facilidade na multiplicação de sementes. Apresenta uma elevada produção de matéria seca podendo superar 5 toneladas por hectare (REDIN et al., 2016), além de apresentar um sistema radicular fasciculado e bastante denso, auxiliando na descompactação superficial do solo (Ritter et al., 2018).

3.3.3 Centeio

O centeio (*Secale cereale*) apresenta-se como uma alternativa frente as demais gramíneas utilizadas como planta de cobertura. Apresenta relação C/N mais elevada que as demais, além de suportar bem os períodos de adversidade, produzindo considerável quantidade de palhada. É uma planta de elevada rusticidade e que se comporta bem em solos ácidos, apresentando um sistema radicular mais abundante em comparação ao trigo, além de apresentar tolerância ao alumínio do solo (TIECHER, 2016).

3.3.4 Ervilha forrageira

A ervilha forrageira (*Pisum sativum*) é uma planta leguminosa que possui capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico por meio de bactérias diazotróficas. Apresenta boa rusticidade e rápido crescimento inicial. É uma cultura de cobertura ainda pouco difundida,

mas que apresenta um excelente potencial de cobertura do solo, com produção de MS ($>5.000 \text{ kg ha}^{-1}$) e fixação de 200 kg ha^{-1} de Nitrogênio (REDIN et al.,2016).

A ervilha tem ganhado importância no cenário de grãos de inverno, pois é cultivada no período outono inverno e, por pertencer a família das Fabáceas, permite que herbicidas inibidores da ACCase possam ser aplicados em pós emergência, realizando o controle de azevém em áreas de produção de trigo.

3.3.5 Ervilhaca

A ervilhaca (*Vicia sativa*) é uma planta anual, leguminosa, cultivada no período de inverno e é uma excelente fixadora de N atmosférico (FONTANELE et al.,2010). Apresenta um sistema radicular volumoso e uma excepcional cobertura de solo, o que faz da ervilhaca uma das espécies de maior destaque quando o assunto é manejo conservacionista do solo.

A Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) proporcionada pela leguminosa é de cerca de 150 kg ha^{-1} de N (REDIN et al.,2016). Por se tratar de uma planta que apresenta palhada com baixa relação C/N sua degradação é relativamente rápida, e os cultivos instalados com a cultura solteira são pouco recomendados, sendo assim sua utilização em consórcios é bastante difundida (GIACOMINI et al., 2013).

3.3.6 Nabo forrageiro

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) é uma das culturas mais utilizadas como planta de cobertura na região Sul do Brasil. Apresenta um sistema radicular pivotante e extremamente agressivo, atingindo profundidades de 2 metros no perfil do solo, auxiliando na descompactação e infiltração de água. Possui uma característica importante que é a reciclagem de potássio e enxofre de camadas mais profundas. Apresenta capacidade de produzir até 8.000 kg ha^{-1} de MS de parte aérea, além de acumular mais de 100 kg ha^{-1} de N, com rápida liberação a cultura seguinte (REDIN et al., 2016).

3.3.7 Cultivo consorciado de plantas de cobertura

É de amplo conhecimento os benefícios trazidos pela utilização de plantas de cobertura no período outono-inverno. A cobertura do solo proporcionada pela densa camada de palha das poáceas auxiliando na redução na emergência de plantas invasoras (KRUIDHOF et al, 2009), redução da lixiviação de nutrientes e erosão dos solos (WEBER et al, 2009), a descompactação em profundidade realizada pelas raízes (NICOLOSO et al, 2008), o aporte e ciclagem de nutrientes, em especial o nitrogênio (KRAMBERGER et al, 2009). Cada cultura contribuindo com seus benefícios e suas particularidades.

Dessa forma, a consorciação entre espécies de cobertura surge como forma de aliar os benefícios de mais de uma cultura de cobertura (CALEGARI, 2001). A utilização de espécies consorciadas que proporcionem bom acúmulo de matéria favorece o aumento do teor de carbono orgânico no solo, aumento na CTC e além disso, bom aporte de nitrogênio no sistema de cultivo, nutriente esse bastante exigido quando se almejam elevados patamares produtivos, (FIORIN, 2007).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – *campus* Frederico Westphalen, RS. A localização geográfica da área em questão se dá a uma latitude 27°23' 54" a 27° 23' 53" Sul e longitude de 53°25' 38" a 53°25' 36" Oeste, a 484 metros do nível do mar.

O relevo da área é caracterizado por uma topografia suavemente ondulada, sendo o solo classificado como Latossolo vermelho distrófico típico (SANTOS et al., 2013). As médias de temperatura e precipitação anuais da região estão entre 19,2°C e 1880 mm, e o clima é classificado como Cfa ou subtropical úmido com verão quente (ALVARES et al., 2013).

A área experimental possuía uma dimensão de 49 x 49 metros, com uma área total de 2401 m². A área foi dividida em 7 faixas retangulares com 49 x 7 metros, cada faixa recebeu um sistema de manejo outono/inverno com diferentes plantas de cobertura, solteira ou consorciadas durante três anos consecutivos (Figura 1), sendo essas: *Avena strigosa* (AP), *Avena sativa* (AB), *Raphanus sativus* (NF), *Secale cereale* (CE), *Vicia sativa* (EC), *Pisum sativum* (EV).

Figura 1 – Área experimental e pontos amostrais. Frederico Westphalen – RS



Fonte: Autor.

Após colheita da soja referente a safra agrícola anterior, foram instaladas no período de outono/inverno, anterior ao cultivo do milho, as culturas utilizadas como plantas de cobertura, as quais foram distribuídas da seguinte maneira: T1: Aveia preta solteira; T2: Consórcio entre aveia preta, aveia branca, centeio e nabo forrageiro; T3: Consórcio entre ervilha forrageira, aveia branca, centeio e nabo forrageiro; T4: Consórcio entre aveia branca, aveia preta, centeio e ervilhaca; T5: Consórcio entre aveia preta, centeio, nabo forrageiro e ervilhaca; T6: Nabo forrageiro solteiro; T7: ervilhaca solteira.

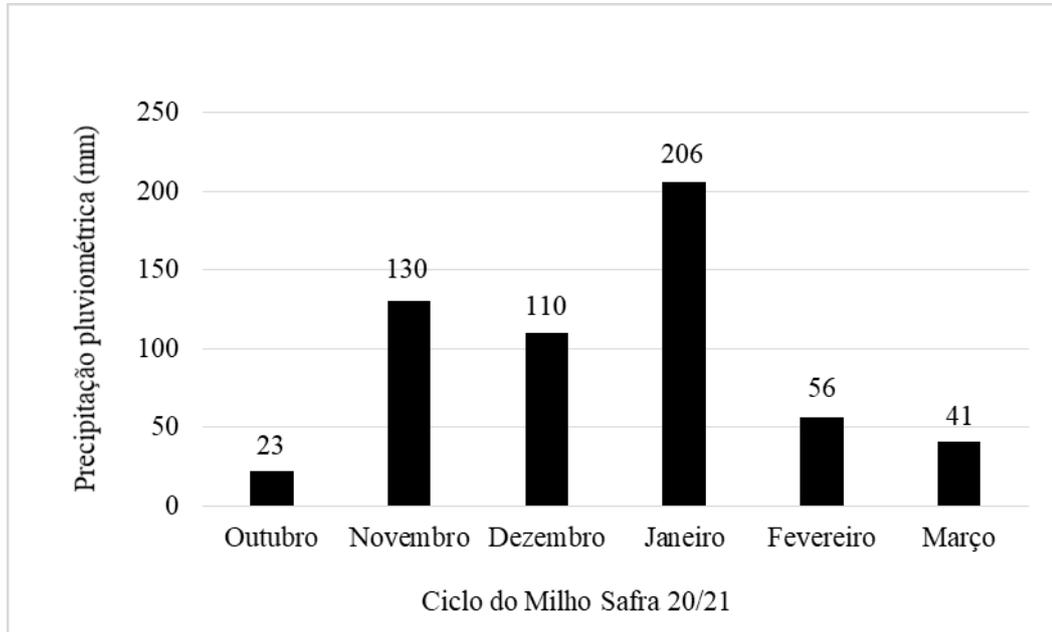
As faixas com os diferentes tratamentos foram subdivididas em 14 pontos amostrais, com dimensões de 3,5 metros de comprimento x 7 metros de largura, totalizando 24,5 m² por ponto amostral (Figura 1). Sendo assim, dentro dos 7 tratamentos foram realizadas 14 repetições, totalizando 98 unidades experimentais (UE). A semeadura das plantas de cobertura do terceiro ano do estudo foi realizada no dia 13 de abril de 2020, com o auxílio de uma semeadora de inverno, com espaçamento entre linhas de 0,17 metros. As plantas de cobertura foram dessecadas no dia 10 de setembro de 2020, quando se encontravam no estágio vegetativo R1 (pleno florescimento), com uma aplicação de glifosato, com dosagem de 1920 g e.a. ha⁻¹, entorno de 30 dias antes da semeadura.

A semeadura do milho foi realizada no dia 15 de outubro de 2020, utilizando-se o híbrido DKB 255 VT PRO3, caracterizado como superprecoce. O espaçamento utilizado foi de 0,45 metros, com densidade de semeadura de 3,2 sementes/metro linear e população final aproximada de 71 mil plantas ha⁻¹. Além disso, no momento da semeadura foi realizada uma adubação de base com o fertilizante formulado NPK 10-20-20 na quantidade de 300 kg ha⁻¹.

Quando a cultura se encontrava entre os estádios V2-V3, foi realizada a aplicação de Atrazina na dose de 2.000 g/L de i.a ha⁻¹ para evitar a matocompetição de plantas daninhas com o milho. Com a cultura entre os estádios V4-V5, foi realizada a adubação nitrogenada, usando como fonte de N a ureia (NPK 45-00-00), na dose aproximada de 200 kg ha⁻¹. A segunda aplicação de adubação nitrogenada foi realizada com a cultura em estágio V7-V8, utilizando a mesma fonte de nitrogênio e mesma quantidade.

A precipitação pluviométrica (Figura 2) durante o ciclo da cultura foi considerada baixa em relação às safras anteriores, como representado na Figura 2.

Figura 2 – Média pluviométrica durante o ciclo da cultura do milho. Frederico Westphalen – RS



Fonte: Autor.

A colheita do milho foi realizada no dia 18 de março de 2021, quando o milho se encontrava no estágio fenológico R6, após a sua maturidade fisiológica. Para determinação do peso de mil grãos (PMG) e produtividade da cultura (PROD), foram coletadas as espigas das duas linhas centrais de semeadura com três metros de comprimento, totalizando uma área de 2,7 m². As espigas foram debulhadas de forma manual, passaram por determinação de umidade, utilizando-se o aparelho MOTOMCO®, pesagem e posterior correção a 13% de umidade.

Para os componentes de rendimento foram coletadas 10 espigas de forma aleatória dentro da UEs. Os componentes de rendimento avaliados foram o peso de espiga (PE) e peso de grãos por espiga (PGE) ambos mensurados através de balança de precisão, além do número de fileiras por espiga (NFE) e número de grãos por espiga (NGE). Os dados coletados nas avaliações foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguido pelo teste Scott-Knott (SCOTT; KNOTT, 1974) de comparação de médias, com 95% de confiabilidade, sendo avaliados com o auxílio do software Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade do milho (Tabela 1) apresentou diferença estatística de acordo com o uso de diferentes plantas de cobertura, obtendo valores entre 4269 kg ha⁻¹ em um dos piores tratamentos, a valores de 6486 kg ha⁻¹ no tratamento de maior produtividade. Conforme se observa na Tabela 1, a maior produtividade foi obtida no T7, composto de ervilhaca solteira, onde a produtividade de grãos de milho alcançou 6486 kg ha⁻¹, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Tal fato pode ser explicado devido à maior e mais rápida liberação de N pela palhada da ervilhaca (COOMBS et al., 2017).

Os incrementos na produtividade na cultura do milho cultivado após a ervilhaca, podem ser explicados pelo fato de a ervilhaca apresentar uma baixa relação C/N, como (ACOSTA et al., 2011). De acordo com Aita e Giacomini (2003), a velocidade de decomposição, bem como o acúmulo de nutrientes na biomassa e sua liberação, variam entre as gramíneas e leguminosas, onde as leguminosas, por apresentarem uma estreita relação C:N e um maior conteúdo de N e C-solúveis em água, fornecem rapidamente estes nutrientes ao solo e as próximas culturas, como é o caso da ervilhaca.

Tabela 1 – Análise de dados de produtividade (PROD), peso de grãos por espiga (PGE) e peso de mil grãos (PMG)

Tratamentos	PROD (kg ha ⁻¹)	PGE (kg)	PMG (kg)
T7	6.486 A	0,128 A	0,243 A
T5	5.627 B	0,121 A	0,233 A
T6	5.543 B	0,117 A	0,231 A
T1	5.081 C	0,104 B	0,231 A
T4	5.015 C	0,100 B	0,222 B
T3	4.742 C	0,092 B	0,212 B
T2	4.269 C	0,079 C	0,207 B

T1= Aveia preta; T2= Aveia preta + Aveia branca + Centeio + Nabo forrageiro; T3 = Ervilha forrageira + Aveia branca + Centeio + Nabo forrageiro; T4= Aveia branca + Aveia preta + Centeio + Ervilhaca; T5= Aveia preta +

Centeio + Nabo forrageiro + Ervilhaca; T6= Nabo forrageiro; T7= Ervilhaca. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

Os dados encontrados neste estudo são semelhantes aos obtidos por Igue et al. (1984), em trabalho realizado com o uso da ervilhaca solteira como cultura antecessora do milho, onde obtiveram incremento na faixa de 7% na produtividade do milho, quando comparado à aveia preta. Miguez e Bollero (2005), encontraram incrementos superiores a 20% na produtividade do milho quando cultivado em sucessão à ervilhaca, em comparação a aveia preta cultivada de forma solteira.

O T5 obteve produtividade numérica maior em comparação ao T6, produzindo 84 kg ha⁻¹ a mais, porém sem diferença estatística. Tal afirmação pode ser explicada pela presença de ervilhaca no T5, em consórcio com espécies de gramíneas e brássicas. Os resultados assemelham-se aos dados encontrados por Michelin et al. (2019), onde os tratamentos que apresentam espécies da família Fabaceae, isolados ou consorciados, apresentaram maiores rendimentos de grãos de milho quando comparados a cultivos de espécies das famílias Poaceae e Brassicaceae, também conduzidos de forma isolada ou consorciada.

As menores produtividades de 5.081 kg ha⁻¹; 5.015 kg ha⁻¹; 4.742 kg ha⁻¹ e 4.269 kg ha⁻¹, encontradas nos tratamentos T1; T4; T3 e T2, respectivamente, podem ser explicadas pela grande produção de massa seca das plantas de cobertura, em especial de gramíneas, as quais estavam presentes nos tratamentos. Segundo Perin et al., (2004), os resíduos de gramíneas, em virtude de sua baixa taxa de decomposição, proporcionam melhor cobertura do solo, maior retenção de água e diminuição de plantas invasoras, porém favorecem uma maior imobilização do N, podendo reduzir a disponibilidade deste nutriente para a cultura seguinte e, por consequência, limitar sua produtividade.

No estudo realizado por Silva et al. (2006), os autores concluíram que em cultivos de milho sem o uso de adubos nitrogenados, as maiores produtividades foram obtidas nos sistemas de cultivo onde a cultura antecessora é a ervilhaca ou o nabo forrageiro, bem como as menores produtividades quando a cultura antecessora é a aveia-preta, dados semelhantes aos observados neste trabalho. Estes resultados também foram encontrados por Bortolini et al. (2002), que ao testarem doses de adubação nitrogenada em milho, obtiveram menores

produtividades de grãos nos tratamentos que apresentavam apenas gramíneas como plantas de cobertura.

Para a variável peso de grãos na espiga (PGE), os tratamentos T7, T5 e T6 apresentaram resultados superiores aos demais tratamentos. Os resultados são semelhantes aos encontrados na variável PROD, o que se justifica pela baixa relação C/N da palhada dos T7 e T5 (ervilhaca) e do T6 (nabo forrageiro). Silva et al. (2006) encontraram resultados similares em estudo, onde a cultura do milho respondeu positivamente ao acréscimo de peso de grãos na espiga, quando cultivada após uma cobertura de leguminosas e/ou de fabáceas, em comparação com o uso de gramíneas no período outono/inverno.

Para os tratamentos T1, T4, e T3, foram encontradas diferenças estatísticas nos resultados em relação aos demais tratamentos, porém não diferiram estatisticamente entre si, o que pode ser explicado pela grande quantidade de palha produzida por culturas gramíneas, ter possibilitado a imobilização de parte do N que deveria ter sido disponibilizado para a cultura. Enquanto que no PGE, o T2 obteve o menor desempenho dentre os tratamentos, devido à grande quantidade de palhada na superfície do solo, o que pode ter ocasionado uma indisponibilidade do N para o milho por intermédio da imobilização do nutriente, ocasionando suprimento insuficiente à cultura de interesse.

Para a variável PMG, observa-se que os tratamentos T5, T1, T7 e T6 diferiram estatisticamente dos demais, porém não apresentaram diferença significativa entre si. Os demais tratamentos representados por T4, T2 e T3 apresentaram-se inferiores estatisticamente dos demais, porém sem diferirem entre si. Os valores encontrados para o PMG, são inferiores ao peso característico do híbrido em questão, tal fator se deve pela forte influência dos fatores climáticos, em decorrência de baixas e irregulares precipitações pluviométricas no período em que a cultura estava nos estádios reprodutivos, durante enchimento de grãos, ocasionando reduções no peso dos grãos pela deficiência hídrica enfrentada.

Alves et al. (2013), aponta que períodos de estresse hídrico quando o milho se encontra no estágio de enchimento de grãos podem ocasionar grandes perdas produtivas na cultura. De acordo com Bergamaschi et al. (2006), o déficit hídrico promove a redução do número de grãos por espiga, ocasionando a redução gradual do rendimento final de grãos. A deficiência hídrica antecedendo a polinização, pode resultar em redução de até 50% no

rendimento de grãos e em pleno florescimento, e as perdas variam entre 20% e 50% em períodos de 2 a 8 dias, respectivamente (PEGORARE et al., 2009).

De acordo com Borém et al. (2017) a cultura do milho apresenta a formação de suas estruturas reprodutivas muito antes de realmente iniciar os estádios reprodutivos, ou seja, a espiga que é a parte reprodutiva feminina da planta que se desenvolve a partir do estágio fenológico V3-V4, onde são definidos os números de fileiras de grãos, influenciado diretamente pela disponibilidade de nitrogênio para a cultura nesta fase. Desta maneira, em relação a variável número de fileiras na espiga (NFE) podemos observar na Tabela 2 que os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si, corroborando com os dados encontrados por Matoso et al. (2015), que em seu trabalho conduzido de forma semelhante, utilizando diferentes plantas de cobertura antecedendo a cultura do milho, também não obtiveram diferença entre os tratamentos para este componente de rendimento. Esta característica é muito dependente da genética do híbrido, estando relacionada diretamente com a interação genótipo X ambiente, sendo pouco afetada pelos manejos culturais (GOES et al., 2012).

Tabela 2 – Análise dos componentes de número de fileiras por espiga (NFE), número de grãos por espiga (NGE) e peso de espiga (PE)

Tratamentos	NFE	NGE	PE (kg)
T7	16 A	493 A	0,150 A
T5	16 A	451 B	0,140 A
T6	16 A	447 B	0,137 A
T1	16 A	410 C	0,117 B
T4	16 A	444 B	0,114 B
T3	16 A	403 C	0,105 B
T2	16 A	376 D	0,090 C

T1= Aveia preta; T2= Aveia preta + Aveia branca + Centeio + Nabo forrageiro; T3 = Ervilha forrageira + Aveia branca + Centeio + Nabo forrageiro; T4= Aveia branca + Aveia preta + Centeio + Ervilhaca; T5= Aveia preta + Centeio + Nabo forrageiro + Ervilhaca; T6= Nabo forrageiro; T7= Ervilhaca. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação ao NGE, o T7 apresentou-se superior, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, o que é explicado por Borém et al. (2017), que demonstra que culturas de cobertura que fornecem maior quantidade de nitrogênio, como é o caso da ervilhaca, favorecem uma melhor formação da espiga, mesmo em anos com déficit hídrico. Em seguida, os tratamentos T4, T5 e T6 demonstraram-se superiores aos tratamentos T1 e T3, porém sem diferirem estatisticamente entre si. Este resultado segue na mesma lógica já citada neste trabalho, onde plantas de cobertura da família das Fabáceas como a ervilhaca e das Brássicas como o caso do nabo forrageiro, sozinhas e/ou em consórcios, fornecem maior quantidade de nitrogênio para a cultura do milho, permitindo assim, uma melhor formação das espigas. Os tratamentos T3 e T1 não diferiram estatisticamente entre si e foram superiores ao tratamento T2, composto por três espécies diferentes de gramíneas e por esse motivo, pode ter imobilizado o nitrogênio nas fases iniciais de desenvolvimento do milho, onde justamente esse elemento é demandado em maiores quantidades.

Na tabela 2 podemos observar que para a variável PE, os melhores tratamentos foram T7, T5 e T6 os quais não obtiveram diferença significativa entre si, mas diferiram estatisticamente dos demais. Por sua vez, os tratamentos T1, T4 e T3 foram iguais estatisticamente, superando o T2, que apresentou o menor resultado para esta variável. O peso de grãos na espiga, reflete-se diretamente na produtividade, pois a cultura do milho é responsiva a população e tamanho de espiga por planta, sendo este um dos componentes de rendimento mais importantes para a cultura.

Segundo Malavolta (2006) a deficiência de nitrogênio frequentemente é fator limitante da produtividade do milho, principalmente em anos mais secos, como o ano da realização deste estudo. De acordo com Taiz et al. (2017) o nitrogênio é um dos elementos minerais mais demandados pelas plantas e é responsável por formar proteínas e código genético, além de aminoácidos presentes em todos os tecidos vegetais. Desta forma, a limitação deste nutriente impacta diretamente no desenvolvimento das estruturas reprodutivas do milho, reduzindo consequentemente o tamanho da espiga.

6 CONCLUSÃO

Nas condições do experimento, o uso de plantas de cobertura pré semeadura de milho impactou diretamente na produtividade e nos parâmetros reprodutivos da cultura, sendo a ervilhaca a cobertura de solo que mais incrementou a produtividade de grão de milho e no número de grãos por espiga. As gramíneas no geral reduziram a produtividade do milho.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, J. A. A. *et al.* Effect of ¹⁵N-labeled hairy vetch and nitrogen fertilization on maize nutrition and yield under no-tillage. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1337-1345, 2011.
- AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.27, p.601-612, 2003.
- ALVES, A. S. *et al.* Necessidades hídricas da cultura do milho sob irrigação suplementar nas condições edafoclimáticas da chapada do Apodi. *In: II INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING*. 2013, Fortaleza, **Anais [...]**. Fortaleza: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2013.
- ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALCÂNTARA FA *et al.* Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.277-288, 2000.
- BERNARDES, T. G. *et al.* Decomposição da biomassa e liberação de nutrientes dos capins Braquiária e Mombaça, em condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 3, p. 370-377, 2010.
- BERGAMASCHI, H. *et al.* Déficit Hídrico e Produtividade na Cultura do Milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 2, p. 243-249, 2006.
- BORÉM, A.; GALVÃO J. C. C.; PIMENTEL, M.A. **Milho: do Plantio à Colheita**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017. v. 1. 382 p.
- BORTOLINI, C. G. *et al.* Sistemas de aplicação de nitrogênio e seus efeitos sobre o acúmulo de N na planta de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 361-366, 2002.
- CALEGARI, A. **Rotação de culturas em sistema de plantio direto**. Palestra realizada no I Encontro Regional de Sistemas Produtivos. Sorriso: CAT Sorriso. 2010.
- CALONEGO, J. C. *et al.* Soil compaction management and soybean yields with cover crops under no-till and occasional chiseling. **European Journal of Agronomy**, v.85, p.31-37, April-2017.

- CALVO, C. L.; FOLONI, J. S. S.; BRANCALIÃO, S. R. Produtividade de fitomassa e relação C/N de monocultivos e consórcios de guandu-anão, milheto e sorgo em três épocas de corte. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 77-86, 2010.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Safra 2020/2021**. v.8, n.8, p.55-76, 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acesso em: 7 junho de 2021.
- COOMBS C. *et al.* Legume cover crop management on nitrogen dynamics and yield in grain corn systems. **Field Crops Research**, v. 201, p. 75-85, 2017.
- DENARDIN, J. E. *et al.* Sistema plantio direto: evolução e implementação. *In*: PIRES, J.L.M. *et al.* **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. cap.7, p. 185-215.
- DONEDA 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.
- DUARTE, I. B. *et al.* Plantas de cobertura e seus efeitos na biomassa microbiana do solo. **Revista Acta Iguazu**, Cascavel, v.3, n.2, p. 150-165, 2014.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FIORIN, J. E. **Manejo e fertilidade do solo no sistema plantio direto**. Passo Fundo, 2007. 184 p.
- GIACOMINI, S. J. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 325-334, 2003.
- GIONGO, V. *et al.* Decomposição e liberação de nutrientes de coquetéis vegetais para utilização no semiárido brasileiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 611- 618, 2011.
- GOES, R. J. *et al.* Nitrogênio em cobertura para o milho (*zea mays* l.) em sistema plantio direto na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 2, p. 169-177, 2012.
- IGUE, K. *et al.* **Adubação orgânica**. Londrina: IAPAR (Informe da Pesquisa Agropecuária), 1984. 33 p.
- KRAMBERGER, B. *et al.* **Effects of cover crops on soil mineral nitrogen and on the yeald and nitrogen contente of maize**. European Journal og Agronomy, Bologna, v. 31, p. 103-109, 2009.

KRUIDHOF, H. M. ; BASTIAANS, L. KROPFF, M. J. **Cover crop residue management for optimizing weed control.** Plant and soil, The Hague, v. 318, p. 169-184, 2009.

LIMA FILHO, O. F. *et al.* **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática.** Brasília: EMBRAPA, 2014. 507 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** Piracicaba: Ceres, 2006. 631 p.

MICHELON C. J. *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.

MIGUEZ F. E.; BOLLERO G. A. Review of corn yield response under winter cover cropping systems using meta- analytic methods. **Crop Science**, n. 45, p. 2318-2329.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo.** 2. ed. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006. 729 p.

NICOLOSO, R. S. *et al.* **Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento de rendimento de soja.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 32, p. 1723-1734, 2008.

PAES, M. C. D. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho.** Sete Lagos: EMBRAPA, 2006.

PARIZ, C. M. *et al.* Straw decomposition of nitrogen-fertilized grasses intercropped with irrigated maize in an integrated crop livestock system. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 2029-2037, 2011.

PECHE FILHO, A. **Qualidade da cobertura do solo no Sistema plantio Direto,** 2018. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=27683&secao=Agrotemas>. Acesso em: 27 de janeiro de 2022.

PEGORARE, A. B. *et al.* Irrigação Suplementar no ciclo de milho “safrinha” sob plantio direto. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 13, n. 3, 2009.

PLAZA-BONILLA D. *et al.* Grain legume – based rotations managed under conventional tillage need cover crops to mitigate soil organic matter losses. **Soil and Tillage Research**, v. 156, p. 33 – 43, 2016.

SANTOS. H. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3.ed. Brasília: EMBRAPA Solos, 2013.

SCORIZA, R. N. *et al.* Efeito do cultivo de plantas de cobertura sobre a fauna edáfica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 11, n. 4, 2016.

SCOTT A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

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

SILVA, A. A. *et al.* Soil covering systems in the winter and its effects on maize grain yield grown in succession. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 928-935, 2007.

SILVA, A. A. *et al.* Sistema de plantio direto na palhada e seu impacto na agricultura brasileira. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, p. 496-506, 2009.

TAIZ, L; ZIEGER, E; MOLLER, I. M; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TIECHER, T. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil**: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. 1. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2016. 186 p.

TIECHER, T. *et al.* Soil fertility and nutrient budget after 23-years of different soil tillage systems and winter cover crops in a subtropical Oxisol. **Geoderma**, v. 308, p. 78-85, 2017.

VENSKE FILHO, S. P. *et al.* Biomassa microbiana do solo em sistema de plantio direto na região de Campos Gerais - Tibagi, PR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 2, p. 599-610, 2008.

VIEIRA, R. F. **Ciclo do nitrogênio em sistemas agrícolas**. Brasília: EMBRAPA, 2017. 163 p.

WEBER, M. A. ; J. MIELNICZUK. **Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 33. p. 429-437, 2009.