

Produtividade de silagem e grãos de milho em sucessão a plantas de cobertura de inverno

Silage and corn grain productivity in succession to winter cover crops

Vinicius Leonardo Braun¹, Divanilde Guerra^{1*}, Marciel Redin¹, Danni Maisa da Silva¹, Eduardo Lorenzi de Souza¹, Robson Evaldo Gehlen Bohrer¹, Mastrangelo Enivar Lanza Nova¹

¹Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, Brazil.

*Autor para correspondência:

divanilde-guerra@uergs.edu.br

Conflitos de Interesse:

Os autores declaram não ter conflito de interesse.

Contribuição do autor:

Todos os autores fizeram contribuições substanciais para a concepção e desenho deste estudo, para a análise e interpretação dos dados, revisão do manuscrito e aprovação da versão final. Todos os autores assumem responsabilidade pelo conteúdo do manuscrito.

Financiamento:

Nenhum

Período de publicação:

Janeiro-Junho de 2024

Histórico:

Recebido: 02/02/2024;

Aceito: 22/05/2024

Editor responsável:

Arnaldo Esquivel Fariña 
Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Paraguay.

Licença:

Artigo publicado em acesso aberto sob uma licença Creative Commons CC-BY 4.0

RESUMO

O milho é uma cultura de grande importância e com demanda crescente, mas que precisa de grande quantidade de insumos. Por isso, plantas de cobertura antecedendo a cultura estão sendo avaliadas a fim de reduzir a necessidade de uso de adubos químicos. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes combinações e proporções de sementes de plantas de cobertura na produtividade de silagem e grãos de milho. Os tratamentos implantados foram: T1- pousio; T2- Aveia preta-100%; T3- Ervilhaca-100%; T4- 90% ervilhaca + 10% Aveia preta; T5- 75% Ervilhaca + 25% Aveia preta e T6- 50% Ervilhaca + 50% Aveia preta, em delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições. Em todos os tratamentos foram avaliadas a massa verde e seca das plantas de cobertura, além da produtividade de silagem e grãos do milho cultivado na sequência. Como resultados, observou-se que o T2 (100% aveia) apresentou a maior quantidade de massa verde e seca com valores de 31.366 kg ha⁻¹ e 5.420 kg ha⁻¹, respectivamente. Com relação a produtividade de milho silagem, os tratamentos antecessores com ervilhaca (T3-100%) e a combinação de 90% ervilhaca + 10% aveia preta (T4) e de 75% ervilhaca + 25% aveia preta (T5), apresentaram os melhores resultados, com produtividade de 62.775 kg ha⁻¹; 62.451 kg ha⁻¹; e 61.751 kg ha⁻¹, respectivamente. Esses tratamentos também resultaram em maior produtividade de grãos de milho, com valores de 13.860 kg ha⁻¹; 13.720 kg ha⁻¹; e 13.650 kg ha⁻¹, respectivamente. Portanto, a aveia solteira como planta de cobertura apresentou a melhor produção de massa verde e seca, porém não incrementou na produtividade de silagem e de grãos de milho. No entanto, o cultivo da ervilhaca solteira (100%) ou em consórcio (90% e 75%) com aveia preta resultou em maior produtividade de silagem e grãos de milho.

Palavras-chave: Aveia preta, ervilhaca, cultivo solteiro, consórcio.

ABSTRACT

Corn is a crop of great importance and with a growing demand, but it requires a large amount of inputs. Therefore, cover crops preceding the corn crop are being evaluated in order to reduce the need for the use of chemical fertilizers. The objective of the present study was to evaluate the effect of different combinations and proportions of cover crop seeds on the productivity of silage and corn grains. The treatments implemented were: T1 - fallow; T2- Black oats-100%; T3- Vetch-100%; T4- 90% vetch + 10% black oats; T5- 75% Vetch + 25% Black oats and T6- 50% Vetch + 50% Black oats, in a randomized block experimental design with three replications. In all treatments, the green and dry mass of the cover crops were evaluated, in addition to the silage and grain productivity of the corn cultivated in the sequence. As a result, it was observed that T2 (100% oat) presented the highest amount of green and dry mass with values of 31,366 kg ha⁻¹ and 5,420 kg ha⁻¹, respectively. Regarding corn silage productivity, the predecessor treatments with vetch (T3 - 100%) and the combination of 90% vetch + 10% black oat (T4) and 75% vetch + 25% black oat (T5), presented the best results, with productivity of 62,775 kg ha⁻¹; 62,451 kg ha⁻¹; and 61,751 kg ha⁻¹, respectively. These treatments also resulted in higher corn grain productivity, with values of 13,860 kg ha⁻¹; 13,720 kg ha⁻¹; and 13,650 kg ha⁻¹, respectively. Therefore, single oats as a cover crop showed the best production of green and dry mass, but did not increase the productivity of silage and corn grains. However, the cultivation of single vetch (100%) or in intercropping (90% and 75%) with black oats resulted in greater productivity of silage and corn grains.

Keywords: Black oat, vetch, single crop, intercropping.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de grande relevância socioeconômica, pois é importante para todas as classes da agricultura, do maior ao menor produtor (Lima, 2018). A sua grande adaptabilidade, representada por variados genótipos, permite o seu cultivo em amplas altitudes, longitudes e diversos climas, tendo como finalidade a alimentação humana, animal, produção de biodiesel, entre outras (Lopes, Dantas y Ferreira, 2019; Junior. Alves, Bellettini y Bellettini, 2020). Estados Unidos, China e Brasil são os maiores produtores mundiais deste grão, enquanto Estados Unidos, Brasil e Argentina, são os maiores exportadores mundiais (USDA, 2020). No país, a produção brasileira de grãos de milho em 2022 foi de 109 milhões de toneladas, com produtividade média de 5.201 Kg ha⁻¹, sendo os estados do Mato Grosso, Paraná e Goiás os maiores produtores de milho grão e silagem (Companhia Nacional de Abastecimento, 2021; Pereira et al., 2017).

Com a demanda crescente do milho, áreas agrícolas são intensamente exploradas a fim de ampliar a produção e produtividade da cultura. Porém, os métodos de utilização das áreas podem resultar em danos severos ao solo, como o aumento da erosão e por consequência perdas das propriedades físicas, químicas e biológicas, levando a redução da fertilidade (Freitas, 2020). Deste modo, medidas que possibilitem a alta produtividade, aliada a sustentabilidade do solo em áreas agricultáveis, através do aumento de resíduos culturais são estudadas (Pittelkow et al., 2015). Dentre essas medidas, merece destaque a rotação de culturas para adição e diversificação de palhadas (Abdollahi, Hansen, Rickson y Munkholm, 2015; Pittelkow et al., 2015), bem como o uso de sistemas de manejo conservacionistas, como o sistema de plantio direto (Kahlon, Lal e Ann-Varughese, 2013).

O sistema de plantio direto conta com a rotação de culturas, em que as plantas devem ser bem selecionadas, especialmente as com o objetivo de adubação verde. Segundo Freitas (2020), as plantas de cobertura devem apresentar melhores características de produção de resíduos e, de preferência, que disponibilizem Nitrogênio (N) através da fixação biológica as culturas sucessoras, diminuindo assim a dependência do uso de fertilizantes nitrogenados. Segundo Rosa, Nóbrega, Mauli, Lima y Pacheco (2017), as plantas de cobertura proporcionam mais Carbono na fração de ácidos fúlvicos o que contribui com aspectos relacionados à fertilidade do solo.

Forte et al. (2018) verificaram que, por três safras consecutivas, o rendimento de grãos de milho foi maior quando se utilizou coberturas de inverno. O uso de ervilhaca (*Vicia craca*) sozinha e consorciada com aveia (*Avena strigosa*) apresentou resultados superiores quando comparado ao pousio e/ou aveia solteira. Este resultado pode estar associado a hipótese formulada por Coombs, Lauzon, Deen y Eerd (2017), de que os cultivos com espécies da família Fabaceae, em geral, proporcionam maiores rendimentos de milho devido à maior disponibilidade de nitrogênio. Além disso, a implantação de coberturas com aveia preta tem se tornando cada vez mais frequente devido à fácil aquisição de sementes, rusticidade da

planta, rapidez na formação de biomassa, ciclo adequado e, principalmente, pela grande quantidade de matéria seca que a planta proporciona (Ziech et al., 2015). Neste cenário, as plantas de cobertura sobre sistema plantio direto estimulam a atividade microbológica do solo (Mbutia et al., 2015), contribuem para a ciclagem de nutrientes e o aumento do conteúdo de matéria orgânica. Além disso, melhoram a obtenção ou absorção de nutrientes e atuam nos atributos físicos do solo, diminuindo a compactação (Calonego, Raphael, Rigon, Oliveira Neto y Rosolem, 2017). Os restos culturais destas plantas são de extrema importância, atuando na implementação do carbono orgânico no solo, e proporcionando acúmulo de nitrogênio através da fixação biológica por espécies da família Fabaceae (Conceição, Dieckow e Bayer, 2013).

Diante desse contexto observa-se que as plantas de cobertura apresentam várias vantagens, como proteção das propriedades do solo, além de proporcionar incrementos a produção nas culturas subsequentes. Contudo os estudos desenvolvidos até o momento avaliaram o efeito em sistemas individuais ou consorciados na mesma proporção de sementes. Sendo assim, o objetivo do presente estudo é avaliar o efeito de diferentes consórcios e proporções de sementes de plantas de cobertura na produtividade de silagem e grãos de milho na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e desenho experimental

O presente trabalho foi conduzido no município de Tiradentes do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil, na latitude 27° 23' 52" e longitude 54° 05' 02" A classe de solo da área é caracterizada como Latossolo Vermelho (Santos et al., 2018).

Primeiramente, uma amostra de solo foi coletada a fim de determinar as condições iniciais de fertilidade (Tabela 1).

As parcelas experimentais com as plantas de cobertura foram constituídas em área de 6 m² (2 m x 3 m) em um delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições, sendo a cultura antecessora à cultura do milho safrinha. Em março os canteiros foram demarcados e sobre estes implantados os seguintes tratamentos: T1 – pousio; T2 – Aveia preta-100%; T3 – Ervilhaca-100%; T4 – 90% ervilhaca + 10% Aveia preta; T5 – 75% Ervilhaca + 25% Aveia preta; T6- 50% Ervilhaca + 50% Aveia preta.

A aveia preta e a ervilhaca foram semeadas a lanço, em densidades de 70 Kg ha⁻¹ e 40 Kg ha⁻¹, respectivamente. Nestes, o controle das plantas daninhas ocorreu pelo método de controle mecânico.

No estágio final de floração das plantas de cobertura, parte do material vegetal foi cortado com uma foice (em área pré-determinada de 0,5 m²), sendo avaliada a massa verde (MV) e posterior massa seca (MS), quando o material vegetal atingiu peso constante, utilizando-se para tanto uma balança. Já o material remanescente das parcelas foi dessecado quimicamente com glifosato para a implantação do cultivo de milho.

Tabela 1. Propriedades químicas e físicas do solo da área antes da implantação do experimento no Município de Tiradentes do Sul - RS.

pH*	V	MOS	Argila	Ca	Mg	Al	H + Al	P	K
-- H ₂ O --		----- % -----		----- mmol _c dm ⁻³ -----				--- mg kg ⁻¹ ---	
5,9	68,3	2,3	34	7,4	2,9	0,0	4,9	3,0	84,0

*pH: Potencial de hidrogênio; V: Saturação por bases; MOS: Matéria orgânica do solo; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Al: alumínio; H+Al: Acidez potencial; P: Fósforo; K: Potássio.

O híbrido de milho utilizado no experimento foi o Biomatrix BM 815, o qual é recomendado para a região, sendo o mesmo implantado sob o sistema de plantio direto (SPD), com espaçamento de 45 cm entre linhas e com densidade de 70.000 plantas por hectare, com semeadura realizada no mês de agosto. A limpeza das parcelas foi feita por dessecação química (glifosato) e capina manual, bem como, o controle preventivo de pragas e doenças ocorreu via utilização de produtos químicos recomendados para a cultura.

As doses de adubação foram calculadas com base nos resultados obtidos na análise de solo (Tabela 1), sendo adicionados 350 kg ha⁻¹ de adubo mineral NPK (12-30-20), com posterior aplicação de ureia na dose de 175 Kg ha⁻¹ nos estádios vegetativos V2 e V6, seguindo as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC (2016).

Avaliação da produtividade de silagem e grãos de milho

Em estágio reprodutivo (R5), aos 104 dias após a semeadura, quando o milho se encontrava na fase ideal para a ensilagem (grão farináceo, em grau de maturação "meia linha de leite") (Cristo et al., 2021), foi realizada uma amostragem ao acaso de seis plantas na área útil central de cada parcela. As plantas foram cortadas a uma altura de 10 cm acima da superfície do solo, e posteriormente trituradas de forma mecânica em triturador, o qual resultou em partículas de 3 a 5 cm. Logo após, o material vegetal triturado teve sua massa determinada com auxílio de uma balança a fim de determinar a produção de silagem.

Para a avaliação da produtividade, em estágio R6 e quando os grãos atingiram 13% de umidade, seis plantas por parcela, selecionadas ao acaso, foram colhidas e tiveram seus grãos debulhados manualmente, sendo posteriormente determinada a produtividade dos grãos com auxílio de uma balança de precisão.

Os resultados obtidos nesse estudo foram submetidos a análise de variância e, quando significativo seguido do teste de Tukey, ao nível de significância de 5% utilizando-se o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A produção de massa verde das culturas de cobertura de inverno variou de 5.840 a 31.366 kg ha⁻¹, no T1 (pousio) e T2 (100% aveia), respectivamente. Já para a massa seca os valores variaram de 940 a 5.420 kg ha⁻¹, T1 (pousio) e T2 (100% aveia), respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Produção de massa verde (MV) e massa seca (MS) de culturas de cobertura de inverno no experimento conduzido no Município de Tiradentes do Sul - RS.

TRATAMENTO*	MV (Kg ha ⁻¹)**	MS (Kg ha ⁻¹)**
T 1 - POUSIO	5.840 f	940 f
T 2 - 100% A	31.366 a	5.420 a
T 3 - 100% E	19.766 e	4.540 e
T 4 - 90% E + 10% A	24.720 d	2,620 d
T 5 - 75% E + 25% A	26.740 c	4,800 c
T 6 - 50% E + 50% A	29.187 b	5.140 b
CV %	1,43	2,35

* Tratamentos: T1 - pousio; T2 - Aveia preta - 100%; T3 - Ervilhaca - 100%; T4 - 90% ervilhaca + 10 Aveia preta; T5 - 75% Ervilhaca + 25% Aveia preta; T6- 50% Ervilhaca + 50% Aveia preta.

** Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os maiores resultados de massa verde e seca obtidos com o tratamento T2 (100% aveia) acompanham os dados obtidos por Valicheski, Grossklaus, Stürmer, Tramontin y Baade (2012) e Doneda et al. (2012), visto que esses autores também observaram que a aveia preta resulta em maior quantidade de MV e MS quando comparada a espécies de outras famílias botânicas, e para os autores, estes resultados estão associados a características intrínsecas das espécies. Ainda, conforme Gonçalves e Ferreira (2009), as gramíneas produzem mais biomassa que as leguminosas, porém não possuem capacidade de fixação biológica de nitrogênio, necessitando que este nutriente seja fornecido pelo solo ou por aplicação de adubos químicos a fim de garantir a produtividade das culturas.

De acordo com Nunes et al. (2006), a quantidade mínima ideal de palhada seca para a cobertura do solo no sistema plantio direto é de cerca de 6.000 kg ha⁻¹. Portanto, o tratamento T2 (100% aveia) foi o que mais se aproximou desse número; já o pousio foi o que mais se distanciou, produzindo apenas 940 kg ha⁻¹, podendo-se inferir que o pousio pode inviabilizar o SPD pela baixa disponibilidade de palhada ao solo. Para Michelon et al. (2019) o pousio também foi o que apresentou a menor quantidade de biomassa, tanto verde quanto seca, em um experimento que avaliou plantas de coberturas de inverno: ervilhaca, aveia preta, tremço azul, nabo forrageiro, azevém e ervilha forrageira cultivadas isoladamente, e em consórcios de aveia preta com ervilhaca, aveia preta com nabo forrageiro e ervilhaca, aveia preta com nabo forrageiro e uma parcela controle, sem uso de plantas de cobertura (Pousio).

Em termos de produção de MV e MS, o tratamento que se aproximou estatisticamente do tratamento T2 (100 % aveia) foi o tratamento T6 (50% Ervilhaca + 50% aveia), com valores de 29.187 kg ha⁻¹ de massa verde e 5.140 kg ha⁻¹ de massa seca. Resultado que confirma o que foi exposto por Giacomini et al. (2003), que afirmam que o uso de aveia preta consorciada com ervilhaca resulta em excelente produção de massa seca, devido a morfologia das culturas, em que a ervilhaca apresenta um excelente benefício que é a capacidade de realizar fixação biológica de Nitrogênio com posterior disponibilidade do nutriente ao solo para as culturas sucessoras.

Segundo Doneda et al. (2012), a produção de matéria seca é superior em sistemas de consórcio. Contudo essa afirmação não está de acordo com os resultados obtidos nesse estudo, visto que o consórcio não superou a aveia preta em cultivo solteiro (Tabela 2). Embora o consórcio não tenha apresentado os maiores resultados em termos de produção de massa seca, o uso intenso de aveia e ervilhaca em sistemas de produção agrícola, está associado a características destas espécies, as quais apresentam elevada relação Carbono/Nitrogênio (C/N), afetando a decomposição e liberação dos nutrientes (Calegari et al., 1993). Plantas pertencentes a família Poaceae, como a aveia, tendem a liberar os nutrientes de forma mais lenta, mas com o benefício de manter o solo protegido dos efeitos da erosão por mais tempo; já as da família Fabaceae decompõem e liberam rapidamente os nutrientes, porém conferem baixa proteção ao solo contra a erosão (Da Ros y Aita, 1996).

Com relação a produtividade de milho silagem, os tratamentos com cobertura de inverno com ervilhaca T3, T4 e T5, apresentaram valores significativamente mais altos, obtendo produtividades de 62.775 kg ha⁻¹; 62.451 kg ha⁻¹; e 61.751 kg ha⁻¹ de massa verde, respectivamente (Tabela 3).

Os tratamentos T1 (pousio) e T2 (100% de aveia) apresentaram resultados significativamente diferentes, apresentando menores produtividades, reduzindo em

até 5.000 kg ha⁻¹, quando comparado com o tratamento mais produtivo. Resultados que estão de acordo com os de Oliveira, Roters e Prazeres (2017), que avaliaram nabo e aveia preta como plantas de cobertura com cultivo posterior de milho para silagem e, relatam que a cobertura com aveia apresenta menor liberação de Nitrogênio em sua palhada, além de não ter capacidade de realizar a fixação biológica desse elemento, porém apresenta maior capacidade de armazenar carbono.

Com relação a produtividade de grãos de milho, os valores variaram de 12.600 a 13.860 kg ha⁻¹, no T1 (pousio) e T3 (100% ervilhaca), respectivamente, com diferenças significativas que representaram redução de até 1.200 kg ha⁻¹ entre a maior e menor produtividade de grãos obtidos (Tabela 4).

Os resultados obtidos neste estudo concordam com os dados obtidos por Santos, Silva, Carvalho y Caione (2010) que ao avaliar a adubação verde e diferentes doses de adubação nitrogenada no milho, observaram que o pousio apresentou os menores valores de produtividade no experimento. Brito, Tsujigushi, Da Rocha y Silva (2017) também encontrou resultados semelhantes para o pousio, sendo que seu estudo se baseava em reciclagem de nutrientes de adubos verdes e produtividade de milho cultivado em sucessão em agroecossistema de transição ecológica.

Neste estudo testou-se diferentes percentagens de ervilhaca para a cobertura do solo e observou-se que o T3 (100% ervilhaca) apresentou valores numéricos mais altos de produtividade de milho silagem e milho grão, embora sem diferir significativamente dos tratamentos T4 (90% E + 10% A) e T5 (75% E + 25% A). Desta forma pode-se inferir que o produtor pode utilizar o cultivo solteiro da ervilhaca ou consórcio nas proporções 90% ou 75% de ervilhaca para aumentar a fixação de Nitrogênio na cultura do milho, pois esta espécie quando utilizada como cobertura possibilita adição de Nitrogênio ao solo via simbiose com bactérias diazotróficas, visto que cada tonelada de matéria seca de ervilhaca comum pode contribuir com 47 kg de

Tabela 3. Produtividade de silagem de milho, em grau de maturação "meia linha de leite" no experimento conduzido no Município de Tiradentes do Sul - RS.

TRATAMENTOS*	Produtividade (kg ha ⁻¹)**
T 1 - POUSIO	56.124 c
T 2 - 100% A	57.038 c
T 3 - 100% E	62.775 a
T 4 - 90% E + 10 % A	62.451 a
T 5 - 75% E + 25 % A	61.751 a
T 6 - 50% E + 50 % A	58.348 b
CV %	7,74

* Tratamentos: T1 - pousio; T2 - Aveia preta - 100%; T3 - Ervilhaca - 100%; T4 - 90% ervilhaca + 10 Aveia preta; T5 - 75% Ervilhaca + 25% Aveia preta, T6- 50% Ervilhaca + 50% Aveia preta.

** Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Produtividade de grãos (PG) de milho no experimento conduzido no Município de Tiradentes do Sul - RS.

TRATAMENTOS*	PG (kg ha ⁻¹)**
T 1 - POUSIO	12.600 c
T 2 - 100% A	12.810 bc
T 3 - 100% E	13.860 a
T 4 - 90% E + 10% A	13.720 a
T 5 - 75% E + 25% A	13.650 a
T 6 - 50% E + 50% A	13.160 b
CV %	1.11

* Tratamentos: T1 - pousio; T2 - Aveia preta - 100%; T3 - Ervilhaca - 100%; T4 - 90% ervilhaca + 10 Aveia preta; T5 - 75% Ervilhaca + 25% Aveia preta, T6- 50% Ervilhaca + 50% Aveia preta.

** Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nitrogênio para o sistema solo-planta, tornando a ervilhaca uma boa opção como antecessora para o cultivo do milho (Silva, Silva, Argenta, Strieder y Forsthofer, 2007). Ainda, a depender das condições de fertilidade e em situações de palhada reduzida no solo, o produtor pode optar, com base nos resultados obtidos nesse estudo (Tabela 2), pelo tratamento T2 - 100% com aveia preta, com produção de 5.420 kg ha⁻¹ de massa seca.

Neste contexto, a escolha pelo uso solteiro ou consórcio de gramíneas com leguminosas deve levar em conta as condições do solo, como fertilidade e cobertura morta, bem como a produtividade esperada nos cultivos futuros. Para tanto, a relação C/N é um dos principais fatores que envolvem a qualidade dos restos vegetais que são qualificados para fins de ciclagem de nutrientes em três tipos: 1) os de alta qualidade, que apresentam baixa relação C/N, baixos teores de lignina e promovem baixa proteção do solo; 2) os de qualidade intermediária, que promovem uma proteção do solo por um período mais longo, e não tem efeitos claros no desempenho da cultura sucessora; 3) e os de baixa qualidade, que apresentam alta relação C/N e altos teores de lignina, como as gramíneas, que permanecem por longo período de tempo na superfície do solo, atuando na proteção do mesmo por mais tempo (Alvarenga, Cabezas, Cruz y Santana, 2001; Tian, Kang y Brussaard et al., 1993; Vieira, 2017).

Portanto, a escolha do sistema de plantas de cobertura a ser utilizado depende da quantidade de palhada e fertilidade do solo, bem como da produtividade pretendida com a cultura subsequente na área. Dessa forma em condições de palhada reduzida pode-se implementar o sistema de cultivo único de aveia ou em condições de menor fertilidade a implantação de ervilhaca solteira ou nas proporções de 90% de ervilhaca e 10% de Aveia preta ou 75% de Ervilhaca e 25% de Aveia preta.

CONCLUSÕES

A aveia solteira apresenta melhor produção de massa verde e seca, porém não resulta em maior produtividade de silagem e grãos.

A ervilhaca solteira (100%) e em consórcio nas proporções 90% e 75% como cultura de cobertura de inverno resulta numa maior produtividade de silagem e grãos de milho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdollahi, L., Hansen, E. M., Rickson, R. J. y Munkholm, L. J. (2015). Overall assessment of soil quality on humid sandy loams: Effects of location, rotation and tillage. *Soil and Tillage Research*, 145(4), 29-36.

Alvarenga, R. C., Cabezas, W. A. L., Cruz, J. C. y Santana, D. P. (2001) Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. *Informe Agropecuário*, 22, 25-36.

Brito, F., Tsujigushi, B. P., Da Rocha, D. P.M. y Silva, R. F. (2017). Reciclagem de nutrientes de adubos verdes e produtividade de milho cultivado em sucessão em agroecossistema de transição agroecológica. *Acta Iguazu*, 6(3), 11-21.

Calegari, A., Mondardo, A., Bulisani, E. A., Wildner, L. do P., Costa, M. B. B. da; Alcântara, P.B., Miyasaka, S. y Amado, J. T. (1993). *Aspectos gerais da adubação verde*. In: Costa, M. B. B. da. (Coord.). *Adubação verde no sul do Brasil*. 2.ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 346p.

Calonego, J. C., Raphael, J. P. A., Rigon, J. P. G., Oliveira Neto, L. y Rosolem, C. A. (2017). Soil compaction management and soybean yields with cover crops under no-till and occasional chiseling. *European Journal of Agronomy*, 85(2), 31-37.

Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC. (2016). *Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina*. Porto Alegre: SBCS-NRS, 101 p.

Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). [Boletim de grãos - Outubro de 2021](#). Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento, 45p.

Conceição, P. C., Dieckow, J. y Bayer, C. (2023). Combined role of no-tillage and cropping systems in soil carbon stocks and stabilization. *Soil and Tillage Research*, 129(2), 40-47.

Coombs, C., Lauzon, J. D., Deen, B. y Eerd, L. L. V. (2017). Legume cover crop management on nitrogen dynamics and yield in graincorn systems. *Field Crops Research*, 201, 75-85.

Cristo, F. B., Neumann, M., Sidor, F. S., Seller, M. E. C., Plodoviski, D. C., Carneiro, E. L., Pinheiro Cesar, P. V., Savoldi, L. S. y Costa, L. (2021). Effect of different double-sided plastic films on chemical and fermentation characteristics of corn silage. *Ciência Animal Brasileira*, 22(2), 1-21.

Da Ros, C. O. y Aita, C. (1996). Efeito de espécies de inverno na cobertura do solo e fornecimento de nitrogênio ao milho em plantio direto. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 20, 135-140.

Doneda, A., Aita, C., Giacomini, S. J., Miola, E. C. C. Giacomini, D. A., Schirmann, J. y Gonzatto, R. (2012). Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura e consorciadas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36(6), 1714-1723.

Ferreira, D. F. (2019). Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, 37(4), 529-535.

Forte, T. S., Galon, L., Beutler, A. N., Perin, G. F., Pauletti, E. S. S., Basso, F. J. M., Holz, C. M. y Santin, C. O. (2018). Coberturas vegetais do solo e manejo de cultivo e suas contribuições para as culturas agrícolas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 13(2), 1-10.

Freitas, L. A. (2020). *Plantas de cobertura como provedora de nitrogênio e adubação nitrogenada na cultura do milho*. 68 f. (Tese Doutorado) - Curso de Agronomia. **Área de Concentração:** Produção Vegetal. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, Pr.

Giacomini, S. J., Aita, C., Vendruscolo, E. R. O., Cubilla, M., Nicoloso, R. S. y Fries, M. R. (2003). 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*, 27(2), 325-334.

Gonçalves, L. C. B. I. y Ferreira, P. D S. (2009). *Alimentação de gado de leite / Belo Horizonte: FEPMVZ*, 412 p.: il.

Junior, N. B., Alves, G. H. T., Bellettini, S. y Bellettini, N. M. T. (2020). Parcelamento de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. *Brazilian Journal of Development*, 6(11), 89544-89663.

Kahlon, M. S., Lal, R. y Ann-Varughese, M. (2013). Twenty two years of tillage and mulching impacts on soil physical characteristics and carbon sequestration in Central Ohio. *Soil and Tillage Research*, 126, 151-158.

Lima, Y. M. O. (2018). *Atividade de inseticidas em tratamento de sementes sobre o manejo da cigarrinha*

- Dalbulus maidis* (DeLong e Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) e do pulgão *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) em milho. 29 f. (Trabalho de Conclusão de Curso). Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 29 f. <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/22192>
- Lopes, J. R. F., Dantas, M. P. y Ferreira, F. E. P. (2019). Identificação da influência da pluviometria no rendimento do milho no semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 13(3), 3610-3618.
- Mbuthia, L. W., Acosta-Martínez, M., DeBruyn, J., Schaeffer, S., Tyler, D., Odoi, E., Mpheshea, M., Walker, F. y Eash, N. (2015). Long term tillage, cover crop, and fertilization effects on microbial community structure, activity: Implications for soil quality. *Soil Biology and Biochemistry*, 89, 24-34.
- Michelon, C. J. Junges, E., Casali, C. A., Pellegrini, J. B. R., Rosa Neto, L., Oliveira, Z. B. y Oliveira, M. B. (2019). Atributos do solo e produtividade do milho cultivado em sucessão a plantas de cobertura de inverno. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 18(2), 230-239.
- Nunes, U. R., Andrade Júnior, V. C., Silva, E. B., Santos, N. F., Costa, H. A. O. y Ferreira, C. A. (2006). Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(6), 943-948.
- Oliveira, G. F., Roters, D. F. y Prazeres, M. S. (2017). Aplicação de diferentes formas de fertilizante orgânico no solo para o rendimento da cultura do Zea mays. *Revista Agroecossistemas*, 9(1), 11-20.
- Pereira, L. B., Machado, D. S., Alves Filho, D. C., Brondani, I. L., Silva, V. S., Argenta, M. S., Moura, A. F. y Borchate, D. (2017). Características agrônômicas da planta e produtividade da silagem e grãos de milho submetido a diferentes arranjos populacionais. *Magistra*, 29(1), 18-27.
- Pittelkow, C. M., Liang, X., Linnquist, B. A., Groenigen, K. J. V., Lee, J., Lundy, M. E., Gestel, N., Six, J., Venterea, R. T. y Kessel, C. (2015). Productivity limits and potentials of the principles of conservation; agriculture. *Nature*, 517(7534), 365-368.
- Rosa, D. M., Nóbrega, L. H. P., Mauli, M. M., Lima, G. P. y Pacheco, F. P. (2017). Humic substances in soil cultivated with cover crops rotated with maize and soybean. *Revista Ciência Agronômica*, 48(2), 1-10.
- Santos, P. A., Silva, A. F., Carvalho, M. A. C. y Caione, C. (2010). Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 2(9), 1-12.
- Santos, H. G. dos, Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C. dos, Oliveira, V. A. de, Lumbregas, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A. de, Araujo Filho, J. C. de, Oliveira, J. B. De y Cunha, T. J. F. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. (2018). 5ª. ed. Brasília, DF: Embrapa, 356 p.
- Silva, P. R. F. da., Silva, A. A., Argenta, G., Strieder, M. L. y Forsthofer, E. L. (2007). Manejo da ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) para cultivo do milho em sucessão, sob adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 6(1), 50-59.
- Tian, G., Kang, B. T. y Brussaard, L. (1993). Mulching effect of plant residues with chemically contrasting compositions on maize growth and nutrient accumulation. *Plant and Soil, Netherlands*, 153(2), 179-187.
- USDA- Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. *12º levantamento USDA da safra 2019/20 - abril/20*. Informativo abril de 2020. FIESP, 2020.
- Valichski, R. R., Grossklaus, F., Stürmer, S. L. K., Tramontin, A. L. y Baade, E. S. A. S. (2012). Desenvolvimento de plantas de cobertura e produtividade da soja conforme atributos físicos em solo compactado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 16(9), 969-977.
- Vieira, R. F. (2017). *Ciclo do Nitrogênio em Sistemas Agrícolas*. Brasília: Embrapa, 2017, 165 p.
- Ziech, A. R. D., Conceição, P. C., Luchese, A. V., Balin, N. M., Candioto, G. y Garmus, T. G. (2015). Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernar na região Sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50(5), 374-382.