

Produtividade do milho em função de plantas de cobertura de inverno e doses de nitrogênio aplicadas em cobertura

Diovine Dal Canton^{1*}; Luiz Antônio Zanão Junior¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel, Paraná.

^{1*} diovanedalcanton@hotmail.com

Resumo: Pela importância da adubação nitrogenada e pela sua baixa eficiência, pesquisas visando maximizar a eficiência da utilização do N pelas culturas devem ser desenvolvidas. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar as dosagens de nitrogênio sobre plantas de cobertura de inverno em milho segunda safra. O experimento foi realizado na estação de pesquisa no município de Santa Tereza, PR, com início no mês de janeiro e colheita em julho de 2018. Os tratamentos foram gerados pelo esquema fatorial 2x5, sendo duas plantas de cobertura de inverno (ervilha forrageira IPR 83 e aveia preta IPR Cabocla) e cinco doses de N (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹), aplicadas em cobertura na cultura do milho, com quatro repetições em cada tratamento, totalizando 40 unidades experimentais. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados. Foram avaliados os teores foliares de N, altura das plantas e produtividade do milho. Os dados foram submetidos à análise de variância. O efeito da cobertura de inverno foi comparado pelo teste F a 5 % de significância e o efeito das doses, por análise de regressão. Não se observou interação significativa entre as doses de N e as plantas de cobertura. A aveia preta foi a cultura de inverno que proporcionou a maior produtividade. Em relação às doses de N, observou-se efeito significativo apenas na produtividade e nos teores foliares de nitrogênio, sendo que a dose de 90 kg ha⁻¹ de N proporcionou a produtividade máxima de grãos (8525 kg ha⁻¹).

Palavras-chave: *Zea mays*; fertilidade do solo; nutrição de plantas.

Corn yield as a function of winter cover crops and nitrogen rates applied in cover

Abstract: Due to the importance of nitrogen fertilization and its low efficiency, research aimed at maximizing the efficiency of N utilization by crops should be developed. In this sense, the objective of this work was to evaluate the nitrogen dosages on winter cover crops of the second harvest corn. The experiment was carried out at the research station in the municipality of Santa Tereza, PR, beginning in January and harvesting in July 2018. The treatments were generated by the 2x5 factorial scheme, two winter cover crops (IPR 83 forage pea and black oat IPR Cabocla) and five N doses (0, 30, 60, 90 and 120 kg ha⁻¹) applied in corn cover crop, with four replicates in each treatment, totaling 40 units experiments. The statistical design was a randomized complete block design. Leaf N contents, plant height and corn yield were evaluated. Data were submitted to analysis of variance. The effect of the winter cover was compared by the F test at 5% significance and the effect of the doses, by regression analysis. There was no significant interaction between the N doses and the cover crops. Black oats were the winter crop that provided the highest productivity. In relation to the N rates, a significant effect was observed only on productivity and leaf nitrogen levels, and the 90 kg ha⁻¹ dose of N provided maximum productivity (8525 kg ha⁻¹).

Key words: *Zea mays*; soil fertility; plant nutrition.

Introdução

O milho (*Zea mays*) demanda uma quantidade grande de nitrogênio (N) em seu ciclo de produção. Porém plantas de cobertura podem diminuir significativamente a quantidade desse nutriente. Por isso o estudo avaliação de diferentes plantas de cobertura é muito importância, por se tratar de culturas utilizadas em um período em que não se tem cultivos de culturas mais produtivas e rentáveis ao produtor, podendo apresentar vantagens a longo prazo.

Segundo Ageitec (2007) o milho é a cultura com mais importância nas Américas. O seu principal uso é para alimentação animal, que no Brasil gira em torno de 60 a 80 %. Em função de sua grande qualidade nutritiva, e presença de diversos aminoácidos o milho é utilizado na alimentação humana e animal em grande quantidade (BARROS e CALADO, 2014).

O termo safrinha surgiu nos primeiros anos de cultivo do milho segunda safra no Paraná, na década de 1970, devido à baixíssima produtividade que se obteve na época. Porém com o passar do tempo, foram desenvolvidas técnicas adequadas para realização do plantio do milho na segunda safra, que geralmente é cultivado após a colheita da soja. Cultivares adequadas, definição da época de plantio adequada para cada região e o trabalho dos agricultores, contribuiu grandemente para aumentar a produtividade na safrinha. Atualmente a área de plantio de milho safrinha no Brasil, é superior a plantada no verão (DUARTE, 2015).

Para Coelho (2009), o ponto crucial da cultura do milho, é a época de aplicação de nitrogênio. Segundo ele, é absorvido cerca de 70% da sua demanda após 40 dias da semeadura, que seria a elongação, ou estágio V6, até a emissão do pendão, que é o florescimento masculino. Segundo Basso e Ceretta (2000) por ter alta solubilidade, e pequena energia de adsorção de suas partículas no solo, o nitrato é facilmente lixiviado, o que compromete a absorção do N mineral disponível no solo e a absorção pela planta.

Segundo Menezes *et al.* (2016), produtividade do milho tem grande ligação com o nitrogênio, que tem aumentado significativamente os custos de produção, devido ao seu elevado valor. Plantas de cobertura têm se mostrando uma grande alternativa por apresentar alta capacidade de ciclagem desse nutriente, podendo diminuir significativamente a utilização do mesmo, diminuindo também os custos. O fato delas não apresentarem valor comercial e retorno econômico direto, causa certa resistência por parte dos produtores em sua adoção.

A utilização de plantas de cobertura promove com o passar do tempo, melhoras físicas, químicas e biológicas no solo e proporciona várias interações ecológicas positivas, aumentando assim sua biodiversidade, podendo diminuir a utilização de herbicidas para o controle de plantas daninhas (BONJORNIO *et al.*, 2010).

Uma das plantas de cobertura utilizadas é a aveia preta, pois apresenta vários fatores positivos quando utilizada como planta de cobertura de solo. Diminui riscos de erosão, tem menor incidência de plantas daninhas em culturas posteriormente, além de diminuir riscos de compactação de solo e principalmente aumentar a fertilidade do solo, devido a sua capacidade de ciclagem de nutrientes (FONTANELI *et al.*, 1997).

Outra que pode ser utilizada é a ervilha forrageira por demonstrar bons resultados, pois segundo Tomm *et al.* (2002), apresenta uma boa produção de biomassa e como as demais leguminosas, apresenta uma boa capacidade de ciclagem nutrientes, principalmente N e o disponibiliza às culturas posteriores, reduzindo custos e impactos ambientais.

Assim, o efeito das doses de N pode ser diferente em função da planta de cobertura utilizada. Dessa maneira, o objetivo do presente trabalho é avaliar a produtividade, massa de mil grãos e teor foliar de nitrogênio do milho safrinha em função de doses de N e plantas de cobertura utilizadas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na estação de pesquisa do IAPAR no município de Santa Tereza (PR), com latitude: 25° 03' 08" S e longitude: 53° 37' 59" W. Foi iniciado em janeiro e encerrado em julho de 2018. O tipo de solo deste local é classificado como Latossolo Vermelho distroférico.

Os tratamentos foram gerados pelo esquema fatorial 2x5, sendo duas plantas de cobertura de inverno (ervilha forrageira IPR 83 e aveia preta IPR Cabocla) e cinco doses de N (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha⁻¹), aplicadas em cobertura na cultura do milho, com quatro repetições em cada tratamento, totalizando 40 unidades experimentais. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados (DBC). Os tratamentos avaliados foram descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos avaliados no experimento.

Área com ervilha Forrageira (IPR 83)	Área com aveia preta (IPR Cabocla)
T1- 0 kg ha ⁻¹ de N	T6- 0 kg ha ⁻¹ de N
T2- 30 kg ha ⁻¹ de N	T7- 30 kg ha ⁻¹ de N
T3- 60 kg ha ⁻¹ de N	T8- 60 kg ha ⁻¹ de N
T4- 90 kg ha ⁻¹ de N	T9- 90 kg ha ⁻¹ de N
T5- 120 kg ha ⁻¹ de N	T10- 120 kg ha ⁻¹ de N

A análise química, apresentou as seguintes características: P = 11,7 mg dm⁻³; C = 33,5 g dm⁻³; pH CaCl₂ = 4,8; Ca = 4,9; Mg = 2,1 e K = 0,55 cmol_c dm⁻³ e V = 50 %.

No dia 18 de janeiro de 2018 foi realizada a dessecação de pré-plantio utilizando glifosato 480 g L⁻¹ na dose de 4 L ha⁻¹ e óleo mineral na dose de 0,33 L ha⁻¹.

A semeadura do híbrido 2B810 foi realizada no dia 25 de janeiro 2018, com adubação de base de 320 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 10-15-15, utilizando-se plantadeira Kuhn PDM PG 900 de sete linhas com espaçamento de 45 cm entre elas, e um trator New Holland TL 75E. A emergência total das plantas foi observada no dia 01 de fevereiro de 2018.

Foram necessárias duas aplicações para o controle do percevejo barriga verde (*Dichelops furcatus*). A primeira no dia 01 de fevereiro de 2018 e a segunda no dia 12 de fevereiro de 2018, ambas utilizando lambda-cialotrina 106 g L⁻¹ + tiametoxam 141 g L⁻¹ na dosagem de 0,2 L ha⁻¹.

Também foi realizado o desbaste e alinhamento dos blocos no dia 15 de fevereiro de 2018, sendo padronizada uma quantidade de 3 a 3,5 plantas por metro. Posteriormente no dia 16 de fevereiro de 2018 foi realizado o controle de plantas daninhas utilizando atrazina 500 g L⁻¹ na dose de 5 L ha⁻¹ juntamente com tembotriona 420 g L⁻¹ na dosagem de 0,24 L ha⁻¹ juntamente com 1 L ha⁻¹ de óleo metilado. Na mesma data foi aplicado lufenuron 50 g L⁻¹ para o controle de lagartas do cartucho, na dose de 0,3 L ha⁻¹.

A aplicação do N na forma de ureia (45 % de N) foi realizada em cobertura no dia 20 de fevereiro de 2018 nos respectivos tratamentos. As plantas estavam no estágio fenológico V3 e V4.

O controle de doenças foliares foi realizado em duas aplicações: a primeira no dia 28 de fevereiro de 2018 utilizando-se epoxiconazol 50 g L⁻¹ + piraclostrobina 133 g L⁻¹ (0,75 L ha⁻¹) e óleo mineral (0,5 L ha⁻¹). A segunda ocorreu no dia 13 de março de 2018, na fase de pré-pendoamento, utilizando-se picoxistrobina 80 g L⁻¹ + ciproconazol 200 g L⁻¹ (0,5 L ha⁻¹) e 0,5 L ha⁻¹ de óleo mineral.

Os dados de precipitação pluviométrica durante o período de condução do experimento (semeadura: 25/01/2018 e colheita: 10/07/2018) são apresentados na Figura 1.

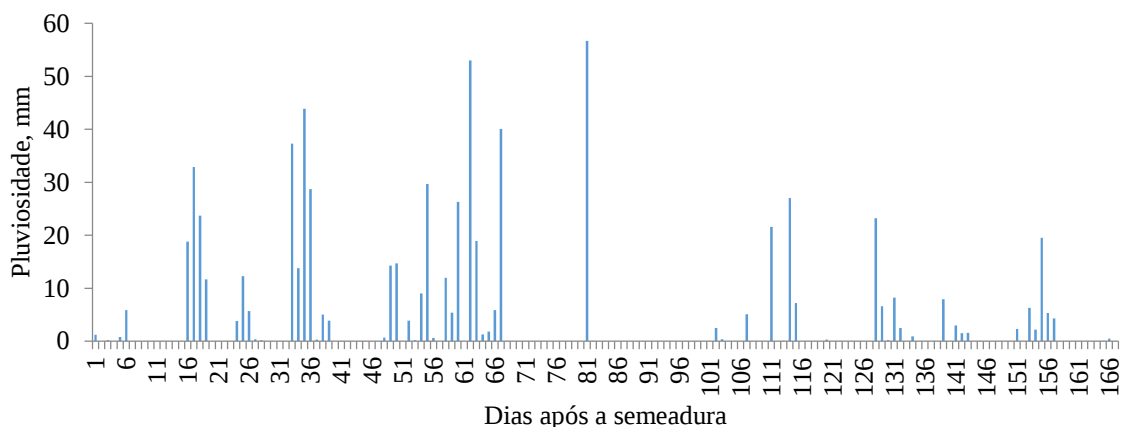


Figura 1 - Precipitação pluviométrica durante o período de condução do experimento, da semeadura 25/01/2018) à colheita (10/07/2018).

Fonte: Estação meteorológica do Instituto Agronômico do Paraná.

Foi avaliado o teor foliar de nitrogênio coletando-se o terço médio de 12 folhas localizadas abaixo e opostas às inflorescências femininas, no florescimento pleno das plantas, em cada parcela. Após a coleta, as folhas foram lavadas com água destilada e acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, para secar, por 72 h. Para determinação do teor foliar de N será utilizado o método semi micro Kjeldahl (CARMO, 2000), com mineralização das amostras com ácido sulfúrico.

Na colheita foi avaliada a produtividade de grãos, determinada na área útil de cada parcela, transformados em kg ha⁻¹, e corrigida para 13 % de umidade.

A altura de plantas também foi uma variável avaliada, no dia da colheita, sendo avaliada do solo até o início da inserção da folha bandeira, medida com régua graduada.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). O efeito da cobertura de inverno foi comparado pelo teste F a 5 % de significância e o efeito das doses, por análise de regressão. O modelo foi escolhido baseado na significância dos coeficientes da equação de regressão ajustada, bem como nos valores do coeficiente de determinação (R²) associado a cada modelo de regressão. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2016).

Resultados e Discussão

Não houve interação significativa entre as culturas de cobertura de inverno e as doses de nitrogênio. Sendo assim, os efeitos das plantas de cobertura e das doses de N foram discutidos isoladamente.

Efeito das plantas de cobertura

Apenas a variável produtividade teve interferência em relação às plantas de cobertura (Tabela 1). Podemos observar que a área que estava implantada a cultura da aveia preta no inverno, teve uma produtividade maior em relação à área ocupada com ervilha forrageira, alcançando 8391 kg ha⁻¹ na área com aveia e 7901 kg ha⁻¹ na área de ervilha forrageira, sendo produções consideráveis para a segunda safra. Pode-se atribuir este fato, a boa supressão em relação a plantas daninhas que a aveia apresenta, e também a ótima capacidade em manter a umidade do solo por mais tempo, visto que houve um período de cerca de 30 dias sem chuvas significativas (Figura 1), justamente no período de enchimento de grãos, o que pode ter contribuído para que o milho cultivado sobre a palhada da cultura de aveia tenha se destacado e alcançado a maior produtividade. Dentre as espécies de cobertura de solo, no inverno, a aveia preta é a mais cultivada no Sul do Brasil. De acordo com Silva *et al.* (2007), um dos motivos é a grande quantidade de matéria seca produzida.

Tabela 2 - Altura de plantas, teores foliares N e produtividade de grãos de milho (2B810) em função da cultura de cobertura do inverno. Santa Tereza do Oeste, 2018.

Cultura de cobertura do solo no inverno	Altura de plantas ----- cm -----	Teor foliar de N ----- g kg ⁻¹ -----	Produtividade ----- kg ha ⁻¹ -----
Ervilha forrageira	251,5 a	38,89 a	7901,11 b
Aveia preta	250,5 a	39,27 a	8391,66 a
CV%	7,9	5,8	8,9

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de F a 5 % de probabilidade.
CV= Coeficiente de variação.

As demais variáveis avaliadas não sofreram interferência significativa das plantas de cobertura, sendo que as plantas atingiram altura média de 251 cm, com teor foliar de N de cerca de 39 g kg⁻¹ (Tabela 2).

Efeito das doses de nitrogênio

A altura de plantas não sofreu interferência em relação às doses de nitrogênio (Figura 2). Esse fato pode ser explicado justamente pela altura de planta estar ligada diretamente à sua característica genética, e a outros fatores, como a qualidade do solo, por se tratar de uma área bem corrigida, sendo feito o manejo correto ano após ano, e também a precipitação (Figura 1), que foi adequada na fase vegetativa das plantas.

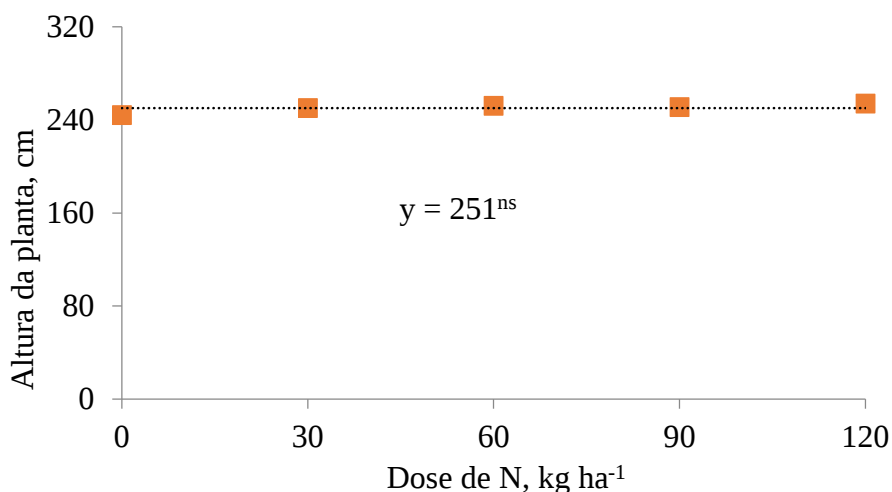


Figura 2 - Altura de plantas do milho (2B810) segunda safra em função de doses de N aplicadas em cobertura. Santa Tereza do Oeste, 2018. ^{ns} = não-significativo a 5 % de probabilidade pelo teste t.

Em relação aos teores foliares de nitrogênio, podemos observar que houve um efeito significativo das doses de N aplicadas em cobertura ocorrendo um aumento gradativo que está ligado diretamente ao fornecimento do nutriente para as plantas (Figura 3). O teor foliar de nitrogênio foi significativamente influenciado ($p < 0,05$) pelas doses de N. Verificou-se variação linear do teor foliar de nitrogênio ($y = 35,78 + 0,0327 \cdot x$; $R^2 = 0,99$), que aumentou de 35,68 g kg⁻¹, na ausência de nitrogênio, para 39,52 g kg⁻¹, com a dose de N de 120 kg ha⁻¹ de N. Gomes *et al.* (2007) também verificaram maior absorção de N pelas plantas de milho com maiores doses de N aplicadas em cobertura, pela capacidade que as plantas de milho possuem em absorver o nitrogênio que lhes é disponibilizado

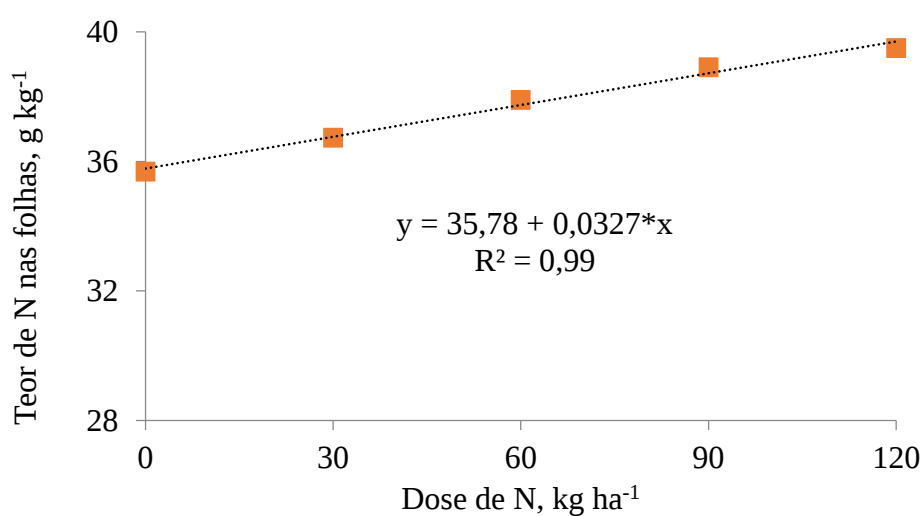


Figura 3 - Teor de nitrogênio em folhas de plantas do milho (2B810) segunda safra em função de doses de N aplicadas em cobertura. Santa Tereza do Oeste, 2018. * = significativo a 5 % de probabilidade pelo teste t.

O teor foliar médio de N observado no experimento (39 g kg^{-1} de N) estão acima da faixa considerada adequada por Boaretto *et al.* (2009), que são de 27 a 35 g kg^{-1} de N. De acordo com Büll (1993), as variações encontradas do teor foliar de nitrogênio no milho podem ser atribuídas às diferenças de material genético, de fertilidade do solo e mudanças nas condições climáticas.

Kaneko *et al.* (2016) verificaram que doses de N aplicadas na cultura do milho elevaram o teor foliar de N nas folhas em relação a ureia convencional, porém os autores relatam que essa condição está atrelada a um ambiente propício para as plantas extraírem altas quantidades de N.

A dose que proporcionou a produtividade máxima de 8525 kg ha^{-1} foi de 90 kg ha^{-1} de N (Figura 4). Essas doses podem variar de acordo com as condições de clima e solo de cada região. Alguns fatores como teor de matéria orgânica, teor argila do solo, condições climáticas, sistema de cultivo, irrigação, e cultura antecessora podem também interferir.

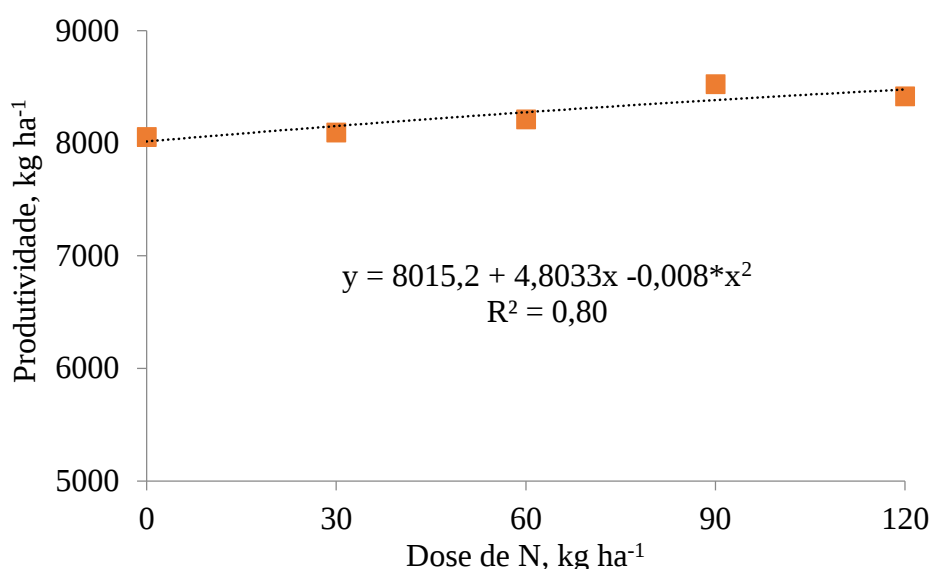


Figura 4 - Produtividade do milho (2B810) segunda safra em função de doses de N aplicadas em cobertura. Santa Tereza do Oeste, 2018. * = significativo a 5 % de probabilidade pelo teste t.

Bastos *et al.* (2008) verificaram que a dose que proporcionou maior produtividade de grãos (5723 kg ha^{-1}) foi de 67 kg ha^{-1} de N aplicada em cobertura, na região de Cerrado. Souza e Soratto (2010), verificaram que a dose de 120 kg ha^{-1} na forma de ureia obteve um aumento de cerca de 22,1 % na produtividade em relação a testemunha, que não houve aplicação de N. Porém quando comparado com a aplicação de 60 kg ha^{-1} de N, a dose de 120 kg ha^{-1} proporcionou aumento de apenas 1,5 %, sendo que o tratamento em que não houve aplicação de N, teve uma produtividade de 3.184 kg ha^{-1} .

Conclusões

Não foi observada nenhuma interação significativa entre cultura de cobertura de inverno e doses de N aplicadas em cobertura para nenhuma variável avaliada.

Em relação às plantas de cobertura, houve diferença significativa, sendo que a aveia preta proporcionou maior produtividade.

Houve efeito significativo das doses de N apenas na produtividade e nos teores foliares de nitrogênio, sendo que a dose de 90 kg ha⁻¹ de N proporcionou a produtividade máxima (8525 kg ha⁻¹).

Referências

- BARROS, J. F.C.; CALADO, José G. - **A Cultura do Milho**. Évora: Universidade de Évora, Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento de Fitotecnia. 2014.
- BASSO, C.J.; CERETTA, C.A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, v. 24, n. 4, p.905-915, 2000.
- BASTOS, E.A.; CARDOSO, M.J.; MELO, F.B; RIBEIRO, V.Q.; JÚNIOR, A.S.A. Doses e formas de parcelamento de nitrogênio para a produção de milho sob plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 2, p. 275-280, 2008.
- BOARETTO, A. E.; RAIL, B. V.; SILVA, F. C.; CHITOLINA, J. C.; TEDESCO, M. J. CARMO, C. A. F. S. **Amostragem, acondicionamento e preparo de amostras de plantas para análise química**. In: Silva F. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica. 2009. p.59-86.
- BONJORNO, I. I.; MARTINS, L. A. O.; LANA, M. A.; BITTENCOURT, H. H.; WILDNER, L. P.; PARIZOTTO, C.; FAYAD, J. A.; COMIN, J. J.; ALTIERI, M. A.; LOVATO, P. E. Efeito de plantas de cobertura de inverno sobre cultivo de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 2, p. 99-108, 2010.
- BÜLL, L. T.; **Nutrição mineral do milho. Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo. p.63-145, 1993.
- CARMO, C. A. F. S.; ARAUJO, W. S.; BERNARDI, A. C. C.; SALDANHA, M. F. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p.41, 2000.
- COELHO, A. M. **Importância da adubação nitrogenada na cultura do milho**. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/64013/1/Importancia-adubacao.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- DUARTE, A. P. Milho safrinha se consagra e caracteriza um sistema peculiar de produção. **Revista Visão agrícola**, n. 13, p. 78-82, 2015.

DUARTE, J.O.; MATTOSO, M.J.; GARCIA, J.C.; **Importância Socioeconômica do milho**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html>. Acesso em: 10 abr. 2018.

FONTANELI, R.S.; DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; SATTler, A.; RODRIGUES, O. **Manejo de aveia preta como cultura de cobertura de solo no sistema plantio direto**. EMBRAPA-CNPT/Projeto METAS, 1997.

GOMES, R.F.; SILVA, A.G.; ASSIS, R.L.; PIRES, F.R. Efeito de doses e da época de aplicação de nitrogênio nos caracteres agrônômicos da cultura do milho sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 5, p. 931-938, 2007.

KANEKO, F. H.; SABUNDJIAN, M. T.; FERREIRA, J. P.; GITTI, D. C.; NASCIMENTO, V.; LEAL, A. J. F.; BUZETTI, S.; REIA, A. R. Synergistic effects of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* and nitrogen sources on double cropped maize production in tropical savanna of Brazil. **Australian Journal of Crop Science**, v.10, n. 7, p.1061-1068, 2016.

MENEZES, C.R.J. **Adubação nitrogenada no milho em sucessão à plantas de cobertura sob sistemas de cultivo do solo**. 2016. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F.; SUHRE, E.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L.; RAMBO, L. **Sistemas de coberturas de solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão**. Ciência Rural, v. 37, n. 4, p. 928-935, 2007.

SOUZA, E. F. C.; SORATTO, R. P. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 3, p. 395-405, 2006.

TOMM, G.O.; GIORDANO, L.B.; SANTOS, H.P.; VOSS, M.; NASCIMENTO, W.M.N; AVARES, M.C. **Ervilha BRS forrageira: uma nova alternativa para cobertura de solo**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo; Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 4 p. Folder. 2002.