

Resposta do milho à adubação nitrogenada em cobertura, cultivado em sucessão a coberturas de solo no outono-inverno, em área de arroz irrigado.

Bruno Picetti Chiesa⁽¹⁾; Paulo Regis Ferreira da Silva⁽²⁾; Rodrigo Schoenfeld⁽³⁾ José Antonio Celestino Alves⁽⁴⁾; Andrei Jose Marafon⁽⁴⁾; Mateus Guilherme Goldemeier⁽⁵⁾.

⁽¹⁾Aluno de graduação da Faculdade de Agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, bolsista de Iniciação Científica CNPq, FA/UFRGS, Porto Alegre, RS, bruno.picetti@hotmail.com; ⁽²⁾Docente Colaborador FA/UFRGS, Pesquisador do CNPq; Consultor Técnico do IRGA; ⁽³⁾Pesquisador do Instituto Rio Grandense do Arroz; ⁽⁴⁾Alunos de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, da FA/UFRGS; ⁽⁵⁾Aluno de graduação da Faculdade de Agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, bolsista de Iniciação Científica CNPq, FA/UFRGS, Porto Alegre, RS.

RESUMO: O cultivo de milho em área de arroz irrigado apresenta potencialidades e desafios a serem superados. Esses solos geralmente possuem baixo teor de matéria orgânica, por isso se espera uma alta resposta à adubação nitrogenada em cobertura. Por outro lado, diferentes espécies de cobertura de solo no outono-inverno podem determinar respostas distintas à adubação no milho em sucessão. O objetivo desse trabalho foi determinar os efeitos de coberturas de solo no outono-inverno sobre a resposta do milho cultivado em sucessão à adubação nitrogenada em cobertura, em Gleissolo. Um experimento foi conduzido em Cachoeirinha-RS, região arroyeira da Depressão Central do RS, no ano agrícola 2015/16. Os tratamentos consistiram de três sistemas de cobertura do solo no outono-inverno (cornichão, azevém, pousio) e da aplicação de cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 200, 300 kg ha⁻¹) em cobertura no milho em sucessão. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, dispostos em parcelas divididas, com quatro repetições. O híbrido utilizado foi o DKB 240 PRO RR. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F para a interação ($p \leq 0,20$) e para os efeitos principais ($p \leq 0,05$).

Para nenhuma das características avaliadas houve interação de coberturas de solo no outono-inverno e doses de N aplicadas no milho em sucessão. Para rendimento de grãos de milho foram significativos os efeitos principais de coberturas de solo no outono-inverno e doses de N aplicado em cobertura. O milho em sucessão ao azevém produziu 7.7 e 11.0 % menos em relação, respectivamente, ao em sucessão ao cornichão e ao pousio. Esse menor rendimento deveu-se ao menor número de grãos por espiga. Na média de

coberturas de solo no outono-inverno, o rendimento de grãos aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de N aplicada em cobertura no milho. A dose de máxima eficiência técnica foi de 330 kg ha⁻¹ de N. A eficiência agrônômica de uso do N (EAN) diminuiu linearmente com o incremento da dose de N aplicada em cobertura. A EAN diminuiu de 42,4 kg kg⁻¹, com a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N, para 20,8 kg kg⁻¹, com a aplicação da maior dose de N (300 kg ha⁻¹).

Termos de indexação: *Zea mays*; sucessão de culturas; rendimento de grãos; eficiência agrônômica de uso do nitrogênio.

INTRODUÇÃO

O cultivo do milho em áreas de arroz irrigado é uma importante alternativa de produção, por proporcionar ao produtor uma fonte extra de renda, além de propiciar a diversificação de culturas e de contribuir para implantação do sistema plantio direto. Alguns problemas são vistos em áreas de arroz irrigado em decorrência da utilização de monocultura e dos mesmos princípios ativos dos herbicidas, comprometendo o rendimento e diminuindo a rentabilidade do produtor.

Dentre as espécies de cobertura de solo, o azevém (*Lolium multiflorum*) e o cornichão (*Lotus corniculatos*) apresentam alto potencial de utilização em áreas de cultivo de arroz irrigado durante o outono-inverno, devido à capacidade de adaptação a condições de solos mal drenados.

Em cultivos de terras altas, alguns trabalhos foram realizados para desenvolver estratégias de manejo de espécies de coberturas de solo no

outono-inverno para cultivo de milho em sucessão (Silva et al., 2006; Silva et al., 2008). Antecedendo a cultura de arroz irrigado, também já se dispõe de informações sobre o cultivo de espécies de cobertura de solo (Correia, 2012; Correia et al., 2013). No entanto, para cultivo de milho em áreas de arroz irrigado há uma lacuna de conhecimento sobre os efeitos de coberturas de solo.

Em terras altas, os benefícios dos sistemas de produção com manejo conservacionista do solo já estão consolidados e conhecidos da comunidade científica e dos agricultores. Porém, em áreas de arroz irrigado ainda são poucos os estudos de sistemas de produção de milho em sucessão a espécies de cobertura de solo outono-inverno, o que limita a sua ampla adoção.

Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar os efeitos de coberturas de solo de outono-inverno sobre a resposta do milho cultivado em sucessão à adubação nitrogenada em cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo durante o ano agrícola 2015/16, na Estação Experimental do Arroz, pertencente ao Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), em Cachoeirinha, região arroseira da Depressão Central, do estado do Rio Grande do Sul. De acordo com a análise, o solo da área experimental é classificado como Gleissolo Háplico Distrófico típico (Streck et al., 2008). O laudo, realizado em março de 2015, indicou que o solo possui as seguintes características físicas e químicas: argila 24 g kg⁻¹ (m/v); pH água: 5,6; Índice SMP: 6,8; P: 24 mg dm⁻³; K: 25 mg dm⁻³ e MO: 23 g kg⁻¹.

A semeadura das culturas de cobertura (cornichão e azevém) foi realizada em 25 de maio e 10 de julho de 2015, respectivamente, utilizando-se 5 e 40 kg ha⁻¹ de sementes, respectivamente de cornichão e azevém. As dessecações do azevém e do cornichão foram realizadas, respectivamente, aos 40 dias e 01 dia antes da semeadura do milho. Os rendimentos de massa seca obtidos foram 2,26 e 1,27 Mg ha⁻¹, respectivamente de azevém e cornichão. A semeadura do milho foi realizada no dia 09 de novembro de 2015, com o auxílio de saraquá. A semeadura foi feita em microcamalhões, com duas linhas de plantas em cada um, com densidade de 9,0 plantas por m². Os microcamalhões foram construídos em março de 2015, com 1,0 m de largura e 8,0 m de comprimento. Cada subparcela era composta de quatro microcamalhões. O híbrido utilizado foi o DKB 240 PRO RR, híbrido simples e ciclo precoce, da empresa Dekalb Sementes. Como adubação de

base foi aplicado 30 kg ha⁻¹ de N, 225 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 90 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação nitrogenada e potássica em cobertura foi dividida em quatro aplicações, de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta, sendo elas: V₄ (50 kg ha⁻¹ de N e 100 kg ha⁻¹ de K₂O); V₈ (50 kg ha⁻¹ de N); V₁₂ (100 kg ha⁻¹ de N) e V₁₆ (100 kg ha⁻¹ de N), segundo a escala de Ritchie et al. (1993). Foi utilizada a ureia com inibidor da urease como fonte de N, para diminuir as perdas por volatilização de amônia. A colheita do milho foi realizada em 07 de março de 2016.

Foi realizada irrigação sempre que necessária, pela instalação de oito sondas para determinar a umidade volumétrica do solo, com auxílio do equipamento Hidrofarm da Falker. Com base nas leituras desse aparelho, as irrigações foram realizadas quando a umidade volumétrica do solo atingisse 0,18 m³ m⁻³. Esse é o valor próximo à umidade correspondente ao limite hídrico inferior da cultura do milho, obtido a partir da curva de retenção de água no solo da área experimental. Foi utilizado o sistema de irrigação por sulco, aplicando-se a lâmina de 30 mm de água por rega. Foram aplicadas sete irrigações de 30 mm cada durante o ciclo da cultura, nos estádios V₁₂, V₁₅, R₁, R₂, R₃, R₄ e R₅.

Os controles de plantas daninhas e pragas foram realizados uniformemente para todos os tratamentos, de acordo com as recomendações técnicas da cultura do milho (INDICAÇÕES, 2013), de modo a não interferirem no rendimento de grãos e nas demais características agrônômicas avaliadas.

As determinações realizadas no milho foram as seguintes: rendimento de massa seca e quantidade de N acumulada na parte aérea por hectare no espigamento, diâmetro de colmo, estatura de planta, teor relativo de clorofila nas folhas nos estádios V₇ e V₁₀, número de folhas senescidas nos estádios R₁, R₂ e R₃, componentes do rendimento (número de espigas por metro quadrado, número de grãos por espiga e peso do grão), rendimento de grãos, com correção de umidade para 130 g kg⁻¹ e eficiência agrônômica de uso de N (EAN). Utilizou-se a área útil de 13,0 m² para avaliação do rendimento.

Tratamentos e amostragens

Os tratamentos consistiram de três sistemas de cobertura de solo no outono-inverno (cornichão, azevém e pousio) e da aplicação de cinco doses de nitrogênio (0, 50, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹) em cobertura no milho em sucessão.

Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de

blocos ao acaso, dispostos em parcelas divididas, com quatro repetições. Nas parcelas principais foram locados os sistemas de cobertura de solo e nas subparcelas as doses de nitrogênio aplicadas no milho.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F aos níveis de significância de $p < 0,05$ para os efeitos principais e de $p < 0,20$ para a interação. Quando significativo, o ajuste das curvas de resposta a N foi feito pela análise de regressão polinomial. A comparação dos efeitos principais de cobertura de solo no outono-inverno foi realizada pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para nenhuma das características avaliadas houve interação de coberturas de solo no outono-inverno e doses de N aplicadas em cobertura no milho em sucessão.

O teor relativo de clorofila na folha avaliado nos estádios V₇ e V₁₀, aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de N aplicada (**Figura 1**). De maneira inversa, a porcentagem de senescência foliar, avaliada nos estádios R₁, R₂ e R₃, diminuiu de forma quadrática à medida que aumentou a dose de N aplicada (**Figura 2**).

Para rendimento de grãos de milho foram significativos os efeitos principais de coberturas de solo no outono-inverno e doses de N aplicado em cobertura. O milho em sucessão ao azevém produziu 7,7 e 11,0 % menos em relação, respectivamente, ao em sucessão ao cornichão e ao pousio (**Tabela 1**). Esse menor rendimento do milho em sucessão ao azevém esteve associado ao menor número de grãos por espiga, já que o peso do grão foi muito pouco afetado e o número de espigas por metro quadrado não variou em função da cobertura de solo (**Tabela 1**). Isso se deve, provavelmente, à imobilização do N para decomposição de sua palha.

O rendimento de grãos aumentou de forma quadrática com o incremento da dose de N aplicada em cobertura no milho, na média de coberturas de solo no outono-inverno (**Figura 3**). A dose de máxima eficiência técnica foi de 330 kg ha⁻¹ de N. Esse aumento do rendimento deveu-se ao aumento de dois componentes do rendimento, o número de grãos por espiga e o peso do grão, já que o número de espigas por metro quadrado não variou em função da dose de N (**Tabela 1**). Esse aumento nesses dois componentes deveu-se à melhoria da nutrição nitrogenada da planta, expressa em termos de teor relativo de clorofila na folha, com o incremento da dose de N aplicado em cobertura (**Figura 1**). Em função disso, observou-se menor

senescência foliar, avaliada em três estádios de desenvolvimento, à medida que se incrementou a dose de N aplicada (**Figura 2**).

A eficiência agrônômica de uso do N (EAN) diminuiu linearmente à medida que aumentou a dose de N aplicada em cobertura (**Figura 4**). A EAN diminuiu de 42,4 kg kg⁻¹, com a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N, para 20,8 kg kg⁻¹, com a aplicação da maior dose de N (300 kg ha⁻¹). Isso ocorre devido ao fato de que, com menores doses de N aplicado, há maior absorção desse nutriente pela planta, diminuindo, assim, as perdas para o ambiente.

CONCLUSÃO

O cultivo de azevém no outono-inverno reduz o rendimento de grãos de milho em sucessão, em relação ao pousio e ao cornichão.

Em gleissolo, com baixo teor de matéria orgânica, o milho responde até a aplicação de 330 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

A eficiência agrônômica de uso do nitrogênio, ou seja, a quantidade de quilogramas de grãos de milho produzido por quilograma de N aplicado, reduz-se à medida que aumenta a dose de N aplicada em cobertura.

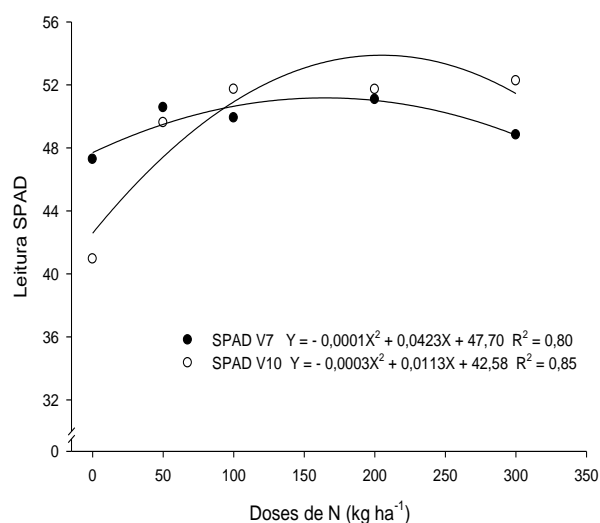


Figura 1. Teor relativo de clorofila na folha em função de dose de nitrogênio aplicado em cobertura no milho, na média de três coberturas de solo, em um Gleissolo. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

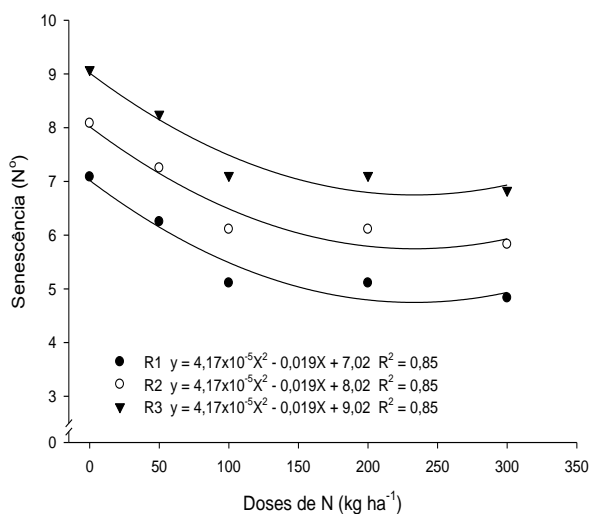


Figura 2. Número de folhas senescidas na cultura do milho nos estádios R1, R2 e R3, conforme escala de Ritchie et al. (1993), em função de doses de nitrogênio (N) aplicado em cobertura, na média de três coberturas de solo, em um Gleissolo. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

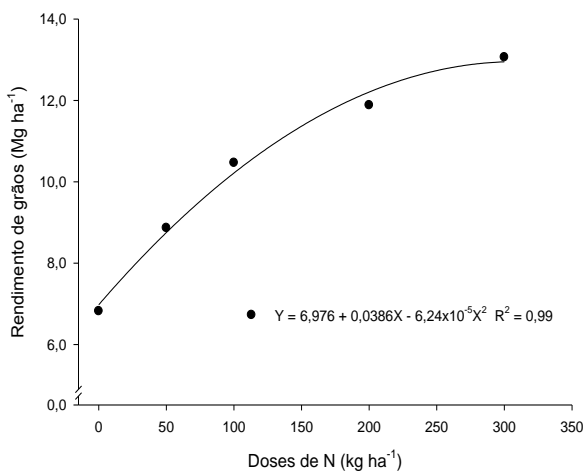


Figura 3. Rendimento de grãos de milho em função de doses de nitrogênio aplicado em cobertura, na média de três coberturas de solo, em um Gleissolo. Cachoeirinha-RS. 2015/16.

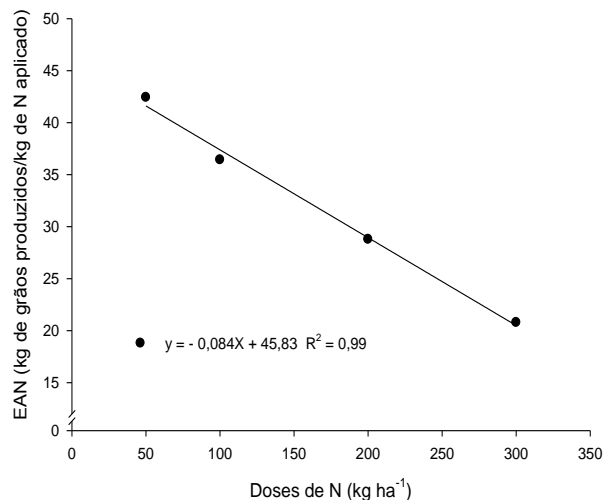


Figura 4. Eficiência agrônômica de uso do N (EAN) em função de doses de aplicação de N em cobertura em milho, na média de três coberturas de solo, em um Gleissolo. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

REFERÊNCIAS:

EMYGDIO, B.M.; SCHNEID, A.P.; ROSA, A.; CELARO, M.C.(Ed.). **Indicações técnicas para o cultivo do milho e do sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/2014 e 2014/2015**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 124 p.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames: State University of Science and Technology, 1993. 21p. (Special Report, 48).

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed.rev.ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

“Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar”

Tabela 1 - Rendimento de grãos, componentes do rendimento e outras características agronômicas do milho cultivado em área de arroz irrigado em sucessão a três coberturas de solo no outono-inverno, na média de doses de N aplicado em cobertura. Cachoeirinha-RS, 2015/16.

| Determinações | Cobertura de solo | | | CV ¹ (%) |
|--|-------------------|-----------|---------|---------------------|
| | Azevém | Cornichão | Pousio | |
| Massa seca no espigamento (Mg ha ⁻¹) | 20,3 ns | 21,8 | 20,5 | 34,15 |
| Rendimento de grãos (Mg ha ⁻¹) | 9,61 b* | 10,35 ab | 10,69 a | 10,75 |
| Espigas m ² (No.) | 7,6 ns | 7,8 | 8,1 | 14,29 |
| Grãos espiga ⁻¹ (No.) | 488 b* | 508 ab | 519 a | 6,49 |
| Peso do grão (mg) | 247 ab* | 251 a | 246 b | 1,92 |

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). ¹Coefficiente de variação.