

## Acúmulo de nitrogênio no milho em função da adubação de semeadura com ureia revestida com polímeros e enxofre<sup>(1)</sup>.

**Pedro Lopes Garcia<sup>(2)</sup>; Hugo Abelardo González<sup>(3)</sup>; Lucas Peres Miachon<sup>(4)</sup>; Evandro Luiz Schoninger<sup>(5)</sup>; Paulo Cesar Ocheuze Trivelin<sup>(6)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Agrisus e Produquímica.

<sup>(2)</sup> Mestrando do Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas; Departamento de Ciências do Solo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), Piracicaba, SP; garciamp3@gmail.com; <sup>(3)</sup> Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas; Departamento de Ciências do Solo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), Piracicaba, SP; <sup>(4)</sup> Eng. Agrônomo (ESALQ/USP). <sup>(5)</sup> Prof. Substituto da Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT); <sup>(6)</sup> Prof. Associado 3, Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Laboratório de Isótopos Estáveis, USP, Piracicaba, SP.

**RESUMO:** A eficiência de utilização de nitrogênio (N) pelas culturas agrícolas pode ser aumentada com a utilização de ureia de liberação controlada. Para avaliar o acúmulo de N nos estádios fenológicos do milho, V6, V14, R4 e R6, com a utilização de ureia revestida com polímero (URP), e ureia convencional (U), foi realizado um estudo na safra 2012-2013 em Piracicaba, São Paulo. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Foi utilizada a dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicado totalmente na semeadura, sendo os tratamentos: 100% URP; 50% URP + 50% U, e 100% U na base (U). Foi incluído um tratamento com ureia em manejo convencional (UMC), onde 20% da dose de N foi aplicado incorporado ao solo na semeadura e 80% aplicado no estádio V6 em cobertura na superfície do solo e também um tratamento controle sem aplicação de N. O híbrido de milho foi o 30F35 HR. É possível utilizar mistura de URP e U na adubação de semeadura do milho, sem comprometer o acúmulo de N em estádios iniciais e em estádio avançado de desenvolvimento da cultura do milho. A proporção URP:U utilizada na semeadura do milho, pode influenciar no acúmulo de N em estádio fenológico mais avançado.

**Termos de indexação:** ureia revestida com polímeros, ureia, mistura.

### INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo, obtendo na safra 2014/2015 uma produção de 78 milhões de toneladas, ficando atrás da China e dos Estados Unidos que produziram no mesmo período 216 e 361 milhões de toneladas, respectivamente. Além de produtor, o Brasil é o segundo maior exportador mundial de milho com 23,5 milhões de toneladas na safra 2014/2015, estando em primeiro lugar os Estados Unidos com 46 milhões de toneladas (USDA, 2015). A produtividade média brasileira de milho na safra

2014/2015 foi em torno de 4736 kg ha<sup>-1</sup> de acordo com dados da Conab (2015). Para que haja uma melhora na produtividade e conseqüente aumento na rentabilidade dos produtores agrícolas brasileiros, melhorias nos sistemas de produção de milho precisam ser empregadas. Alguns dos fatores que interferem na produtividade de milho são condições climáticas, potencial genético das plantas, manejo de pragas e manejo nutricional (Hoefst, 2003).

Dentre os macronutrientes usados na adubação do milho, o nitrogênio (N) é o mais exigido pela cultura, influenciando na produtividade, além de ser o elemento que mais encarece os custos de produção (Silva et al., 2005; Amado et al., 2002).

A ureia (U), principalmente por possuir baixo preço comparado a outros fertilizantes nitrogenados presentes no mercado, é o adubo mais utilizado na produção de milho no Brasil. Porém, esse fertilizante apresenta baixa porcentagem de recuperação de N pela planta de milho, podendo chegar a 56% mesmo quando aplicado incorporado ao solo (Coelho et al., 1991). Essa baixa eficiência de aproveitamento da ureia pelas plantas é proveniente principalmente pelas várias perdas que essa fonte proporciona, podendo resultar em problemas ambientais.

Na busca de um aumento na produtividade de milho com a melhora na eficiência de utilização dos fertilizantes nitrogenados (EUFN) uma alternativa seria o uso dos denominados fertilizantes de liberação controlada (FLC), por apresentarem vantagens como a liberação de nitrogênio por tempo prolongado, redução de impactos ambientais e também diminuição nos gastos da produção agrícola (Trenkel, 2010; Valderrama et al., 2009).

A redução dos gastos agrícolas com a utilização de FLC, no caso do N, esta associada com a mistura de U com ureia revestida com polímero (URP) usada em diferentes proporções, havendo no mercado proporções variando de 30:70 a 10:90 considerando a proporção U:URP.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de U e URP no acúmulo de N na cultura

do milho, uma vez que existem poucos estudos avaliando FLC nessa cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na safra 2012/2013 no campo experimental da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP), no município de Piracicaba, SP. O solo do campo experimental é um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico de textura média (LVA) (Embrapa, 2007). As características físico-químicas do solo na camada de 0 a 0,2m são: pH em  $\text{CaCl}_2 = 4,8$ ;  $\text{Ca} = 14 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg} = 4 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{K} = 1,2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{P} = 26 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{S} = 11 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Al} = 1 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{H} + \text{Al} = 28 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{MO} = 12 \text{ g dm}^{-3}$ ; Argila =  $150 \text{ g kg}^{-1}$ . A pluviosidade mensal no período do experimento foi medida na estação meteorológica do Departamento de Engenharia de Biosistemas da ESALQ – USP e apresentou os seguintes dados: 28 mm desde a semeadura em dezembro de 2012, e 232,3 mm, 114,30 mm, 141,5 mm, 201,2 mm, 83,6 mm e 60,3 mm nos meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho de 2013, respectivamente. O experimento foi desenvolvido em sistema de plantio convencional.

### Tratamentos e amostragens

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições. As fontes de nitrogênio utilizadas foram URP e U nas seguintes proporções: 100% URP, 50% URP + 50%U, 100% U. A dose total de N utilizada foi a de  $180 \text{ kg ha}^{-1}$  e a aplicação foi feita no momento da semeadura 10 cm de distância da linha de semeadura, a uma profundidade de 5 cm. Foram feitos também, um tratamento controle, sem aplicação de N, e um tratamento com ureia em manejo convencional (UMC), sendo aplicado 20% da dose total de N incorporado ao solo na semeadura e 80% aplicado no estádio V6 em cobertura na superfície do solo. A variável avaliada foi o acúmulo de N nos seguintes estádios fenológicos do milho: V6, V14, R4 e R6.

As parcelas foram compostas de 9 linhas de milho com 10 m de comprimento, com espaçamento entre as linhas de semeadura de 0,5m.

A semeadura foi realizada manualmente, na segunda quinzena do mês de dezembro de 2012, com o híbrido 30F35 HR. As sementes foram semeadas aos pares, distanciadas 33 cm entre si na mesma linha. No estádio V3, de acordo com Ritchie, Hanway & Benson (1993), foi realizado o desbaste das plantas com a finalidade de obter uma

população homogênea de aproximadamente 60.000 plantas  $\text{ha}^{-1}$ .

Com base na análise de solo e na expectativa de produtividade, foram fornecidos na semeadura fósforo (P), potássio (K) e micronutrientes, de acordo com Raij & Cantarella (1997). O K foi fornecido na semeadura e em cobertura no estádio V4, e o P foi aplicado na semeadura.

O acúmulo de N foi obtido a partir da amostragem de quatro plantas por parcela. Foram realizadas amostragens nos estádios V6, V14, R4 e R6, totalizando 4 amostragens. No estádio V14 a parte aérea foi separada em folha e colmo, e nos estádios R4 e R6 foram separados em folha, colmo, sabugo e grãos. O material foi seco em estufa a  $65^\circ$ , foram obtidos os resultados de massa seca das partes das plantas bem como a quantidade de N em  $\text{g kg}^{-1}$ . Com isso, foram obtidos os valores de N nas diferentes partes das plantas nos diferentes estádios fenológicos em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

### Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativos os efeitos dos tratamentos, foi realizada a comparação de médias pelo teste t a 5% de probabilidade de erro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de N observado no estádio de crescimento da cultura do milho V6 foi menor nos tratamentos controle e UMC, enquanto os outros tratamentos foram superiores e não diferiram entre si (Figura 1). Em V6, o baixo acúmulo de N no tratamento UMC mostra que a dose de N que foi usada na semeadura não foi suficiente para garantir bom desenvolvimento da cultura até o momento de aplicação do N em cobertura. Nesse estádio, os tratamentos com URP, tanto na proporções de 100% e 50%, apresentaram um acúmulo de N parecido com o tratamento com 100% de U, o que mostra que a liberação de N da URP pode estar atendendo as exigências nutricionais nos estádios iniciais de crescimento do milho.

No estádio de crescimento do milho V14 foi observado um maior acúmulo de N nos tratamentos, 100% URP, 100% U, e 50% URP + 50% U, sendo o controle o que apresentou menor acúmulo de N (Figura 1). Já o tratamento UMC apresentou um acúmulo intermediário de N comparado com os demais tratamentos nesse estádio, e pode ser observado em V14 aumento do acúmulo de N no tratamento UMC comparado com o mesmo tratamento no estádio V6, que pode ser explicado pela adubação em cobertura que ocorreu em V6.

No estágio R4 de crescimento da cultura do milho, na figura 1, foi observado um acúmulo de N semelhante nos tratamentos 100% URP, 50% URP e 50% U, 100% U, e UMC. Já o controle apresentou o menor acúmulo de N nesse estágio. Nesse caso, o milho pode ter absorvido o N da ureia, que foi aplicado na cobertura, junto com as chuvas que ocorreram após essa aplicação.

De acordo com a figura 1, no estágio fenológico R6 da cultura do milho, pode ser observado um acúmulo de N semelhante para o tratamento com 50% de URP e 50% de U, e o tratamento com 100% de U. Os demais tratamentos apresentaram valores inferiores, sendo que o controle foi o que apresentou menor acúmulo de N e a UMC apresentou resultado superior ao tratamento com 100%URP.

O tratamento UMC não forneceu N em quantidade adequada às plantas nos estádios iniciais é possível que isso possa afetar a produtividade de grãos da cultura, umas vez que importantes eventos ocorrem na fisiologia da planta nos estádios iniciais de crescimento da cultura do milho (González et al., 2013).

A aplicação de 100% de U incorporada ao solo, a uma distância prudente da linha de semeadura da cultura do milho, pode ser uma boa alternativa para melhorar o manejo de N nessa cultura, sem deixar de utilizar a ureia como fonte de N. Porém, para incorporação da U, é necessário o uso de tecnologias, encarecendo os custos com aplicação.

O uso da URP nos diferentes tratamentos apresentou eficiência nos estádios iniciais da cultura, sendo superior no tratamento com 50% de URP e 50%U em estágio mais avançado de desenvolvimento da cultura. Nos estádios iniciais a URP se mostrou tão eficiente quanto o tratamento com 100%U e nos estádios finais o tratamento com 50% U e 50% URP apresentou eficiência similar ao tratamento com 100%U.

## CONCLUSÕES

A utilização de mistura de URP e U é possível na adubação de semeadura do milho, sem comprometer o acúmulo de N em estádios iniciais e em estágio mais avançado de desenvolvimento da cultura do milho.

A proporção URP:U aplicada na semeadura do milho pode influenciar no acúmulo de N em estágio fenológico mais avançado.

## AGRADECIMENTOS

O trabalho foi financiado pela Fundação AGRISUS, (Projeto Agrisus 1065/12), a Produquímica Indústria e Comércio S.A., e o CNPq.

## REFERÊNCIAS

Amado, T. J. C.; Mielniczuk, J.; Aita, C. **Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.26, n.1, p.241-248, 2002.

Coelho, A. M.; França, G. E.; Bahia Filho, A. F. C.; Guedes, G. A. A. **Balanco de nitrogênio 15N em um Latossolo Vermelho-escuro, sob vegetação de cerrado, cultivado com milho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 15, p. 187-193, 1991.

CONAB, **Acompanhamento da Safra Brasileira – Grãos.** Acomp. safra bras. grãos, v.2, Brasília, p.1-100, 2015.

González, H.A.; Miachon, L. P.; Schoninger, E.L.; Amaral, D.; Trivelin, P. C. O.. **Ureia revestida com polímeros na cultura do milho: acúmulo de massa seca nos estádios V6, V14 e R4.** XXXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2013, Florianópolis, v.4, 2013.

Hoelt, R. G. **Desafios para obtenção de altas produtividades de milho e soja nos EUA.** Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 104, p. 1-4, 2003.

Raj, B. van.; Cantarella, H. Cereais: Milho para grão e silagem In: Raj, B. van.; Cantarella, H.; Quaggio, J.A.; Furlani, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo.** 2 ed. Campinas: Instituto Agrônomo (Boletim técnico, 100), 1997. p. 233-239.

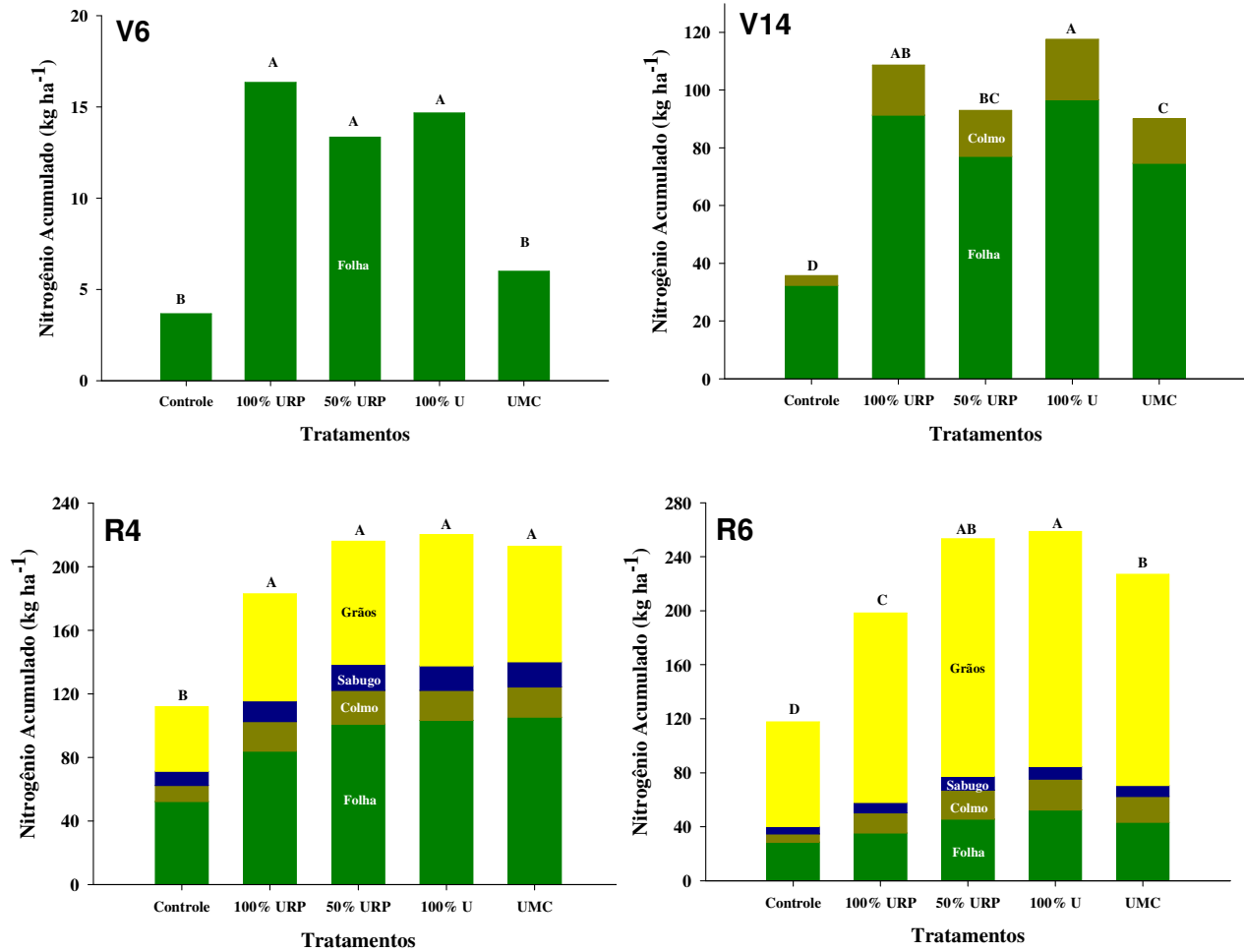
Ritchie, S.W.; Hanway, J.J.; Benson, G.O. **How a corn plant develops.** Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 21p. (Cooperative Extension Service. Special Report, 48).

Silva, E. C. da; Ferreira, S. M.; Silva, G. P.; Assis, R. L. de; Guimarães, G. L. **Épocas e formas de aplicação de nitrogênio no milho sob plantio direto em solo de cerrado.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.29, n.5, p.725-733, 2005.

Trenkel, M. E. **Slow- and controlled-release and stabilized fertilizers: An option for enhancing nutrient use efficiency in agriculture.** International Fertilizer Industry Association. Paris. 160p. 2010.

USDA. **World Agricultural Supply and Demand Estimates.** United States Department of Agriculture World Agricultural, Washington, D.C., USA, p.1-40, 2015.

Valderrama, M.; Buzetti, S.; Benett, C. G. S.; Andreotti, M.; ARF, O.; SÁ, M. E. **Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijoeiro no sistema plantio direto.** Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 39, n. 3, p. 191-196, 2009.



**Figura 1** – Acúmulo de nitrogênio em milho nos estádios (V6), (V14), (R4) e (R6). Controle indica ausência de fertilização nitrogenada. Colunas com letras distintas diferem entre si pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ).