

ADUBAÇÃO FOLIAR E VIABILIDADE ECONÔMICA DE POTÁSSIO NA CULTURA DO TRIGO (*Triticum aestivum* L.)

Donizete Aparecido da Silva Alves¹
 Caio Cesar Welz¹
 Rayane Monique Sete da Cruz²
 Karym Mayara de Oliveira²
 Lucimar Pereira Bonett³

ALVES, D. A. da S.; WELZ, C. C.; CRUZ, R. M. S. da; OLIVEIRA, K. M. de; BONETT, L. P. Adubação foliar e viabilidade econômica de potássio na cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.). *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*, Umuarama, v. 22, n. 2, p. 53-58, abr./jun. 2019.

RESUMO: A disponibilidade do nitrogênio (N) e do potássio (K) e a adequada proporção entre os dois são de grande importância para a realização de processos como crescimento e desenvolvimento das plantas. Este trabalho objetivou avaliar o efeito de fontes e doses de K em associação ao N em cobertura via foliar sobre as características produtivas do trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivado em sistema de semeadura direta, em sucessão à cultura da soja. O experimento foi desenvolvido no ano de 2018 no município de Juranda, região centro oeste do Paraná. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 5 x 1, com seis repetições, totalizando 30 parcelas experimentais, K e KN em combinação, em fase fenológicas diferentes, fase V5 (emborrachamento) e fase R7 (enchimento de grãos). Foram avaliados, tamanho de espiga, quantidade de grão por espiga, e peso de grão, para avaliar os reais benefícios da aplicação da adubação potássica via foliar. Para o número de espigas somente o tratamento com K em enchimento não diferiu do controle. No parâmetro número de grãos obteve-se os melhores resultados em K no emborrachamento e K e N no enchimento, entretanto, na massa de mil grãos o K no enchimento obteve a melhor média (40,75 g planta⁻¹) em relação controle. Conclui-se que, a utilização do K via foliar aumenta o comprimento das espigas, número de grãos e massa de mil grãos e a aplicação do produto comercial K-40 no estágio de R7 aumenta em cerca de 30% a produtividade quando comparado ao controle.

PALAVRAS-CHAVE: Associação entre nutrientes. Nutrição foliar. Produtividade de gramíneas.

FOLIAR FERTILIZATION AND ECONOMIC FEASIBILITY OF POTASSIUM IN WHEAT (*Triticum aestivum* L.) CROPS

ABSTRACT: The availability of nitrogen (N) and potassium (K) and the adequate ratio between the two are of great importance for processes such as growth and development of plants. The purpose of this paper was to evaluate the effect of sources and doses of K in association with N in foliar cover on wheat (*Triticum aestivum* L.) production grown under no-tillage system after soybean crop. The experiment was carried out in 2018 in the municipality of Juranda, central-western region of Paraná. The study used an experimental design in randomized blocks in a 5 x 1 factorial scheme, with 6 replicates, totaling 30 experimental plots, K and KN in combination, different phenological phases, V5 (rubberizing) and R7 (grain filling) phases. Ear size, grain per ear, and grain weight were assessed to evaluate the real benefits of foliar application of potassium fertilization. For the number of ears, treatment only with K during filling did not differ from the control; for number of grains per ear, the best results were obtained in K in the rubberizing, and K and N in the filling stages. However, for the weight of thousand grains, K in the filling stage presented the best mean (40.75 g plant⁻¹) in the control ratio. It can be concluded that the use of K via foliar application increases the length of the ear, number of grains and weight per thousand grains. Application of the commercial product K-40 at the R7 stage increases yield by about 30%.

KEYWORDS: Association between nutrients. Leaf nutrition. Grass productivity.

ABONO FOLIAR Y VIABILIDAD ECONÓMICA DE POTASIO EN LA CULTURA DEL TRIGO (*Triticum aestivum* L.).

RESUMEN: La disponibilidad del nitrógeno (N) y del potasio (K) y la adecuada proporción entre los dos son de gran importancia para la realización de procesos como crecimiento y desarrollo de las plantas. Este trabajo objetivó evaluar el efecto de fuentes y dosis de K en asociación al N en cobertura foliar sobre las características productivas del trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivado en sistema de siembra directa, en sucesión al cultivo de la soja. El experimento se desarrolló en el año 2018 en el municipio de Juranda, región centro oeste de Paraná. El planteamiento experimental adoptado fue de bloques casualizados en esquema factorial 5 x 1, con seis repeticiones, totalizando 30 parcelas experimentales, K y KN en combinación, en fase fenológicas diferentes, fase V5 (encauchadas) y fase R7 (relleno de granos). Se evaluaron, tamaño de espiga, cantidad de grano por espiga, y peso de grano, para evaluar los reales beneficios de la aplicación de la fertilización potásica vía foliar.

DOI: 10.25110/arqvet.v22i2.2019.7550

¹Engenheiro Agrônomo, graduado pela Universidade Paranaense – UNIPAR

²Discente do Programa de Pós-graduação em Agronomia da UEM- Maringá. Autor para correspondência: rayanesete@hotmail.com

³Engenheira Agrônoma, docente da graduação em Agronomia na Universidade Paranaense – UNIPAR

Para el número de espigas solamente el tratamiento con K en relleno no difirió del control. En el parámetro número de granos se obtuvo los mejores resultados en K en el encauche y K y N en el relleno, sin embargo, en la masa de mil granos el K en el relleno obtuvo la mejor media (40,75 g planta⁻¹) en relación control. Se concluye que, la utilización del K vía foliar aumenta la longitud de las espigas, número de granos y masa de mil granos y la aplicación del producto comercial K-40 en la fase de R7 aumenta en un 30% la productividad mientras comparado al control.

PALABRAS CLAVE: Asociación entre nutrientes. Nutrición foliar. Productividad de gramíneas.

Introdução

A cultura do trigo pertencente à família Poaceae, a espécie cultivada *Triticum aestivum* L., é uma espécie autógama, com flores perfeitas que, em condições normais de cultivo, apresenta baixa frequência de polinização cruzada (MENEGUSSI *et al.*, 2010).

Essa espécie é um dos cereais de maior importância e mais cultivado no mundo, representando índices aproximados de 30% da produção do mundo de grãos (OHLSON *et al.*, 2010). No Brasil há uma demanda crescente por seus derivados, onde no ano de 2011 chegou aos 10,4 milhões de toneladas (CONAB, 2011). Ainda segundo a Companhia Nacional de Abastecimento - Conab (2018) que realizou uma revisão acerca dos números relativos à safra 2018/19, verificou-se um aumento da estimativa de área plantada, produtividade e produção nacional. Segundo a mesma Companhia, a safra brasileira deverá atingir um total de 5.239 mil toneladas na safra 2018/19, volume 22,9% superior ao registrado na temporada 2017/18. Para fazer frente ao consumo nacional, que deverá manter-se estável durante o período, espera-se que o Brasil importe um volume na ordem de 6,3 milhões de toneladas, mantendo um estoque final de pouco mais de 2,2 milhões de toneladas do grão (CONAB, 2018).

No ano 2017/2018 a estimativa era de dois milhões de hectares plantados, o que representa um aumento de 6,4% na área semeada em relação à safra anterior, resultando numa estimativa de produção em 5,2 milhões de toneladas, sendo o estado do Paraná responsável por aproximadamente 3.079,4 mil toneladas (CONAB, 2018).

Segundo Wendt *et al.* (2006) atualmente, cultivam-se trigos de inverno e de primavera, sendo que, os trigos de inverno, em seu estágio inicial de desenvolvimento, necessitam passar por um período de vernalização, a temperaturas próximas a zero grau centígrados, para completar o ciclo reprodutivo, o trigo cultivado no Brasil é de hábito primaveril e a maioria das cultivares é insensível ao fotoperíodo.

Na cultura do trigo a produtividade e a qualidade dos grãos podem ser influenciadas por vários fatores, os quais têm se sobressaído por meio da qualidade de novos materiais com grande potencial genético (TRINDADE *et al.*, 2006), e também por meio da quantidade de nutrientes acumulados pela planta, oriundos em grande parte pela adubação, ao qual se destaca o manejo com adubação nitrogenada (GARRIDO-LESTACHE *et al.*, 2004; TAKAYAMA *et al.*, 2006).

O nitrogênio (N) mesmo sendo o macro nutriente mais consumido na agricultura é o mais escasso sendo também o mais difícil de ser manejado nos solos principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, em virtude das várias reações a que se está sujeita e das altas instabilidades no solo (ERNANI, 2003).

De acordo com Ladha *et al.* (2005), Foulkers (2009) e Barraclough *et al.* (2010), ao fazer altas taxas de adubação nitrogenada pode acarretar a elevação dos custos de produ-

ção tornando assim economicamente inviável a implantação da cultura podendo ocasionar também sérios danos ambientais, provocados pela lixiviação de nitrato e volatilização de amônia (RILEY *et al.*, 2001; MA *et al.*, 2010).

Outro nutriente de grande absorção e importância para as plantas é o potássio (K) (MARSCHNER, 1995), pois está envolvido nos processos de perfilhamento, crescimento vegetativo e aumento do teor de carboidratos, óleos, lipídios e proteínas e tem grande função de auxílio na fixação do N, promovendo o armazenamento de açúcar e amido, podendo influenciar à resistências à seca e geadas, pois regula a utilização de água, sendo de grande importância na fase de maturação e frutificação das plantas (AQUINO *et al.*, 1993).

Conforme Malavolta (2006), a pouca disponibilidade ou completa falta de potássio em cereais, as plantas podem apresentar problemas de frutificação com a presença de grão chocha devido à senescência precoce.

A disponibilidade de N e K e a adequada proporção entre os dois são de grande importância para a realização de processos como crescimento e desenvolvimento das plantas, já que o metabolismo do nitrogênio nas plantas requer quantidades adequadas de potássio no citoplasma, sendo importante na produção de aminoácidos e produtividade (XU *et al.*, 2002). A cultura do trigo necessita de uma quantidade elevada de macronutrientes, principalmente nitrogênio e potássio (PAULLETTI, 1998; FOLONI *et al.*, 2009).

Recentemente uma prática de manejo na adubação vem sendo adotada e consiste na aplicação de nutrientes via foliar. Esta prática tem sido indicada como forma de facilitar a aplicação pelo produtor, garantir um melhor aproveitamento dos nutrientes, reduzir custos de produção e fornecer novas fontes de nutrientes, no entanto, essa prática é de complemento a adubação feita no solo no que se diz respeito ao fornecimento de N, fósforo (P) e K para as culturas Mocellin (2004).

Segundo Rosolem (2002), a utilização da fertilização foliar é uma prática que difere em opiniões, pois mesmo tendo alguns estudos que comprovem a eficiência da prática ainda encontra-se de forma limitada por existirem poucas pesquisas e muitas delas ainda são de empresas detentoras dos fertilizantes.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o tamanho de espiga, número de grãos por espiga e massa de mil grãos por meio da aplicação de adubação foliar em cobertura de K associado ao N em dois estádios fenológicos.

Materiais e métodos

Dois experimentos foram conduzidos na Universidade Paranaense - UNIPAR, campus III, unidade de Umuarama/PR, no período de maio a julho 2018.

O experimento foi desenvolvido no ano de 2018 no município de Juranda, região centro oeste do Paraná, locali-

zado a 24° 25' 0" S e 52° 50' 54" O, com 507 metros de altitude. O local é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa com um relevo pouco ondulado, ao qual vem sendo manejado pelo sistema de cultivo direto por vários anos, anteriormente cultivado com soja, como cultura de verão.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, em fatorial 5 x 1, com seis repetições, totalizando 30 parcelas experimentais. As parcelas experimentais foram desenvolvidas em um perímetro de 840 m² formato de seguiam o formato do sistema de plantio convencional com 80 plantas por metro linear em um espaçamento de 0,20 metros entre linhas.

A cultivar utilizada foi a Biotrigo Toruk^{®4}, cultivar com ciclo médio (levando de 60 a 70 dias a data de emergência até o espigamento) e que possui estatura baixa, perfilhamento e espigamentos uniformes com boa resistência à acamamento, grande tolerância a Brusone e germinação na espiga, com características de trigo Pão/Melhorador, atendendo demanda por qualidade industrial, sendo indicada para solos de fertilidade média e alta (BIOTRIGO, 2014).

As sementes receberam antes do plantio o tratamento com fungicida tiofanato-metilico⁵ e o inseticida imidacloprido⁶, sendo a semeadura foi realizada no dia 18/04/2018, ocorrendo a emergência seis dias após a semeadura. Para controle de plantas invasoras foi feita aplicação do herbicida metsulfurom- metílico⁷ e inseticida triflumurom³. Para controle de doenças fúngicas utilizou-se epoxiconazol + piraclostrobina⁸ em primeira aplicação e tebuconazol + trifloxistrobina³ na segunda aplicação.

Realizou-se adubação foliar em duas fases de desenvolvimento, V5 (emborrachamento) e R7 (enchimento de grãos), utilizando K ou K e N em combinação.

O experimento foi montado em parcelas, divididas em seis blocos com cinco repetições, sendo:

T1 - testemunha;

T2 - 6,8 mg de potássio dissolvido em 600mL de água por parcela na fase V5 (emborrachamento);

T3 - 6,8 mg de potássio mais 11,8mL de nitrogênio diluído em 600 mL de água por parcela na fase V5 (emborrachamento);

T4 - 6,8 mg de potássio dissolvido em 600mL de água por parcela na fase R7 (enchimento de grão),

T5 - 6,8 mg de potássio mais 11,8 mL de nitrogênio diluído em 600 mL de água por parcela na fase R7 (enchimento de grão).

As aplicações foram feitas por meio de equipamento manual costal, as dosagens (2 Kg ha⁻¹) foram respectivamente calculadas para tamanho das parcelas.

As aplicações foram feitas nas respectivas datas: no dia 18/06/2018 foi feita a primeira aplicação onde as plantas se encontravam no estágio fenológico de desenvolvimento V5 (emborrachamento); a segunda aplicação ocorreu no dia 07/07/2018 no estágio fenológico de V7 (enchimento de grão). Ambas as aplicações foram feitas em condições climáticas ideais, sem a presença de ventos fortes e altas tempera-

turas possibilitando uma aplicação uniforme.

A colheita foi realizada no dia 16/08/2018, quando a cultura já se encontrava no estágio 11,4 ou seja, ponto de maturação e colheita (LARGE, 1954). 117 dias após o plantio, as espigas foram colhidas na parte central das parcelas respectivamente numa metragem de 2 m² da área útil de cada parcela sendo o restante descartado.

Após a realização da colheita avaliou-se primeiramente o comprimento das espigas colhidas, fazendo a medição de todas as espigas e posteriormente tirando a média final para fator tamanho de espiga. Para a realização da medição utilizou-se de um paquímetro, em seguida foram avaliadas as quantidades de grãos por espigas onde foi feita a debulha manual de cada espiga e contagem dos respectivos grãos. Ao final tirou-se a média a partir da divisão do número de grãos pela quantidade de espigas. Por final avaliou-se o peso de massa 1000 grãos, mediante a pesagem de 100 grãos de trigo com 10 repetições para cada tratamento. A pesagem foi feita em uma balança analítica devidamente calibrada no laboratório da universidade Paranaense – Unipar.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de médias *Tukey* ($p \leq 0,05$), realizados com auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

Referente ao parâmetro tamanho de espigas não apresentou diferença estatística entre os tratamentos K enchimento (7,40 cm espiga⁻¹), K+N emborrachamento (7,39 cm espiga⁻¹) e enchimento (7,28 cm espiga⁻¹), porém, ambos diferiram estatisticamente do controle (6,18 cm espiga⁻¹) (Figura 1).

De acordo com Stromberger et al. (1994), incrementos na fertilização potássica promoveram maior concentração deste nutriente na massa seca de folhas, colmos e nas espigas do milho quando associados com nitrogênio na dose 168 kg ha⁻¹, porém, as respostas de produtividade devido ao suprimento destes macronutrientes diferiram entre os quatro híbridos em estudo.

Ferragine (1998) observou que no primeiro corte do capim a dose 558,55 mg L⁻¹ de nitrogênio combinada com a dose 108,10 mg L⁻¹ de potássio resultou na maior produção de massa seca da parte aérea para o capim-braquiária submetido a combinações de doses de nitrogênio e de potássio e Lavres Junior e Monteiro (2003) observaram que no capim-mombaça o perfilhamento máximo foi alcançado com a associação de nitrogênio e de potássio nas doses 342 e 396 mg L⁻¹, respectivamente.

⁴Biotrigo Genética, Passo Fundo - RS

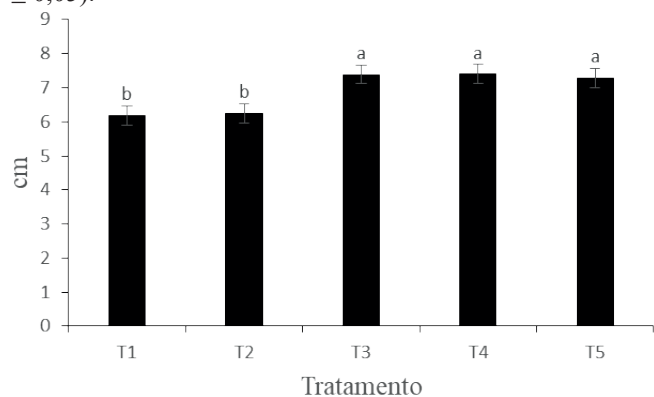
⁵Helm do Brasil, São Paulo - SP

⁶Bayer, São Paulo - SP

⁷Rotam, Campinas - SP

⁸Basf, Guarainguetá - SP

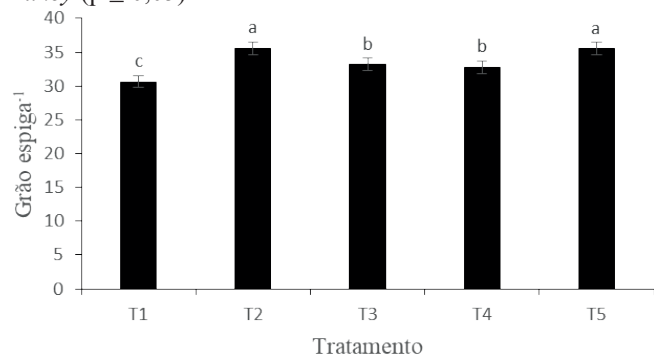
Figura 1: Tamanho da espiga (cm planta^{-1}) do trigo. T₁: Controle; T₂: K emborrachamento; T₃: K e N emborrachamento; T₄: K enchimento e T₅: K e N enchimento. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).



O número de grãos por espigas obteve os melhores resultados no tratamento onde o K foi aplicado na fase de emborrachamento (35,60 grão espiga⁻¹) e na fase de enchimento com a aplicação de K+N (35,51 grão espiga⁻¹), com um aumento de aproximadamente 16% para ambos os tratamentos em relação ao controle (Figura 2).

Valderrama *et al.* (2011) estudando a cultura do milho, verificaram aumento linear do número de grãos por espiga com o incremento das doses de potássio até a dose de 120 kg ha⁻¹ de K₂O. Isto pode ser devido à maior quantidade de nutrientes disponíveis para a planta e/ou de acordo com Sangoi *et al.* (2007), um maior número de grãos por espiga é uma característica genética.

Figura 2: Grãos por espiga (unidade planta⁻¹) do trigo. T₁: Controle; T₂: K emborrachamento; T₃: K e N emborrachamento; T₄: K enchimento e T₅: K e N enchimento. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

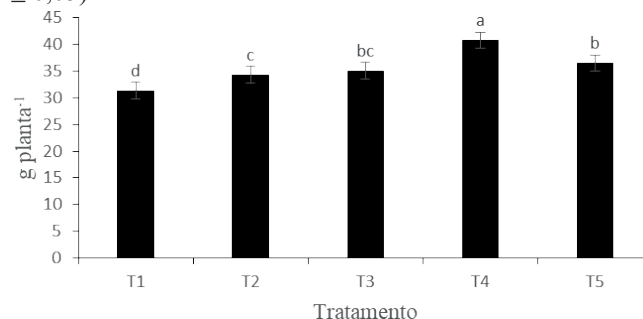


O nitrogênio influencia o rendimento de grãos, que é determinado principalmente pelo número de espigas por unidade de área, número de grãos por espigas e massa de grãos (MARCHETTI *et al.*, 2001). A resposta de uma cultura ao potássio depende, em grande parte, do nível em que se encontra a nutrição nitrogenada. Assim, quanto maior o suprimento de nitrogênio, maior o aumento de produtividade devido ao potássio (MURPHY, 1980).

Na produtividade de 1000 grãos o melhor resultado foi no K em enchimento (T₄) (40,75 g planta⁻¹), um acréscimo de massa de 30% em relação ao controle (T₁) (Figura 3). Büll

(1993) constatou que o potássio tem impacto na qualidade da cultura e influência positiva sobre a massa individual de grãos e o número de grãos por espiga no cultivo de milho.

Figura 3: Massa de mil grãos (g planta⁻¹) do trigo. T₁: Controle; T₂: K emborrachamento; T₃: K e N emborrachamento; T₄: K enchimento e T₅: K e N enchimento. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).



Segundo Malavolta (1977), para que o trigo atinja produtividade de 2.000 kg ha⁻¹ são necessários 76 kg ha⁻¹ de K₂O, dos quais 10 kg ha⁻¹ são exportados pelos grãos e 42 kg ha⁻¹ são reciclados pela palha e raízes. Rosolem *et al.* (1993), estudando a dinâmica do potássio durante o desenvolvimento da cultura da soja, verificaram que o maior acúmulo do potássio foi nos grãos, mostrando a exportação do potássio para os grãos acima dos níveis normais, a qual pode ocasionar o esgotamento mais rápido das reservas do solo ou do fertilizante aplicado.

Altas doses de potássio em conjunto com altas doses de nitrogênio estimularam a produção de massa seca, aumentando a produtividade em campos de milho (EBELHAR *et al.*, 1987; MACKENZI *et al.*, 1988).

Diante da escassez de estudos correlacionando a aplicação de K e N na cultura do trigo, e dos resultados significativos apresentados, mostra-se necessário estudos mais aprofundados para identificar os reais efeitos da aplicação de K principalmente em conjunto com N.

A área total cultivada com trigo no presente estudo foi de 200 ha⁻¹, não recebendo nenhum tipo de adubação de cobertura, apenas adubação de base com a formulação em NPK de 12-18-12, obtendo uma produtividade média total de 41,36 sc ha⁻¹.

Aplicação do produto comercial K-40 na dosagem de 2 Kg ha⁻¹ no estádio R7, obteve um acréscimo de 30% na produtividade em relação ao controle (T₁), alcançando um aumento de 12,39 sc ha⁻¹ em sua produtividade, chegando ao 53,75 sc ha⁻¹ de media final, sendo assim, o lucro líquido total foi de R\$ 94.770,00 em relação à área de estudo, já abstraindo o custo operacional de aplicação fornecido pela empresa Fatura Insumos Agrícolas Ltda. situada em Juranda no estado do Paraná.

Conclusões

Conclui-se que, a utilização do K via foliar aumenta o comprimento das espigas, número de grãos e massa de mil grãos. Aplicação do produto comercial K-40 no estádio de R7 aumenta em cerca de 30% a produtividade.

Referências

- AQUINO, B. F. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará. UFC, Fortaleza. 248 p. Castro Neto, P. (1982) – **Notas de aula prática do curso de agrometeorologia**. Lavras, ESAL, 1993. 45 p.
- BARRACLOUGH, P. B. *et al.* Nitrogen efficiency of wheat: Genotypic and environmental variation and prospects for improvement. **European Journal of Agronomy**, v.33, p.1-11, 2010.
- BIOTRIGO. Tbio toruk. 2014. Available in: http://biotrigo.com.br/cultivares/portfolio/tbio_toruk/32. Acesso em: 29 out. 2019.
- BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H.; (Ed.). **Cultura do milho**: Fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 63-145.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de cana**. Terceiro levantamento, Brasília, v. 2, n. 3, p. 1-65, 2016.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: Grãos, safra 2017/ 2018, Décimo Segundo Levantamento**, Setembro 2018. Brasília: CONAB, 2018. v. 5, n. 12. 155p.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2010/2011 - Quinto levantamento**, 2011. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_02_09_17_04_07_boletim_fevereiro-11..pdf. Acesso em: 30 maio 2018.
- EBELHAR, S. A. *et al.* Effects of nitrogen and potassium on growth and cation composition of corn genotypes differing in average ear number. **Agronomy Journal**, Madison, v. 79, p. 875-881, 1987.
- FERRAGINE, M. D. C. **Combinações de doses de nitrogênio e potássio na nutrição mineral de capim-Braquiária**. 1998. 84 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FOLONI, J. S. S. *et al.* Ureia e nitrato de amônio via pulverização foliar no trigo. **Cultura Agrônômica**, v.18, p.83-94, 2009.
- FOULKES, M. J. *et al.* Identifying traits to improve the nitrogen economy of wheat: Recent advances and future prospects. **Field Crops Research**, v.114, p.329-342, 2009.
- GARRIDO-LESTACHE, E. *et al.* Effect of N rate, timing and splitting and N type on bread-making quality in hard red spring wheat under rainfed Mediterranean conditions. **Field Crops Research**, v.85, p.213-236, 2004.
- LAVRES JUNIOR, J. *et al.* Perfilhamento, área foliar e sistema radicular do capim-Mombaça submetido a combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1068-1075, 2003.
- LIMA, M. da G. de S. *et al.* Avaliação bioquímica de plantas de milho pulverizadas com uréia isolada e em associação com aminoácidos. **Revista Ceres**, v.56, p.358- 363, 2009.
- LADHA, J. K. *et al.* Efficiency of Fertilizer Nitrogen in Cereal Production: Retrospects and Prospects. **Advances in Agronomy**, v.87, p.85-156, 2005.
- LARGE, E. C. Growth stages in cereals illustration of the Feeks scales. **Plant Pathology**, Oxford, v. 4, n. 1, p. 22-24, 1954.
- MACKENZIE, A. F. *et al.* Effects of added urea and potassium chloride on yields of corn over four years and on soil potassium. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, p. 773-777, 1988.
- MARCHETTI, M. E. *et al.* Resposta de duas espécies de trigo ao nitrogênio e ao fósforo em solução nutritiva. **Ciências Agrotécnicas**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 925-933, 2001.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. New York: Academic Press, 1995. 874p.
- MARSHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.
- MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**, São Paulo: Editora Agrônômica Ceres, 2006. 638p.
- MENEUSSI, B. **Ocorrência de regiões repetitivas de transcritos de trigo**. 2010. II Amostra Científica. Disponível em: http://www2.ufpel.edu.br/cic/2010/cd/pdf/CA/CA_01067.pdf. Acesso em: 28 maio 2018.
- MOCELLIN, R. S. P. **Princípios da adubação foliar, coletânea de dados e revisão bibliográfica**. Canoas: Ômega fertilizantes, 2004. 9, 10p.
- MA, B. L. *et al.* On-farm assessment of the amount and timing of nitrogen fertilizer on ammonia volatilization. **Agronomy Journal**, v. 102, p. 134-144, 2010.
- MURPHY, L. S. Potassium interactions with other elements. In: POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE. **Potassium for agriculture: a situation analysis**. Atlanta, 1980. p. 183-

209.

OHLSON, O. *et al.* Teste de envelhecimento acelerado em sementes de trigo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 4, p. 118-124, 2010.

PAULETTI, V.; SEGANFREDO, R. **Plantio direto: atualização tecnológica**. Fundação Cargill/Fundação ABC, 1998.

ROSOLEM, C. A. Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar. Lavras, **UFLA/FAEPE**, 2002.

ROSOLEM, C. A. *et al.* Dinâmica do potássio no solo e nutrição potássica da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 9, p. 1045-1054, 1993.

RILEY, W. J. *et al.* Nitrogen leaching and soil nitrate, nitrite, and ammonium levels under irrigated wheat in Northern Mexico. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 61, p. 223-236, 2001.

STROMBERGER, J. A. Interactions of potassium with nitrogen and their influence on growth and yield potential in maize. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 17, n. 1, p. 19-37, 1994.

SANGOI, Luis. *et al.* Desenvolvimento e exigências climáticas da planta de milho para altos rendimentos. **Lages: Graphel**, v. 1, p. 95, 2007.

TRINDADE, M. da G. *et al.* Nitrogênio e água como fatores de produtividade do trigo no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 24-29, 2006.

TAKAYAMA, T. *et al.* Efeito na concentração de proteínas e na qualidade da farinha da adubação nitrogenada aos 10 dias após o início do trigo. **Trimestral de Pesquisa Agrícola do Japão: JARQ**, v. 40, n. 4, p. 291-297, 2006.

VALDERRAMA, M. *et al.* Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.

WENDT, W. *et al.* Avaliação de cultivares de trigo de duplo propósito, recomendados para cultivo no estado do Rio Grande do Sul. **Embrapa Trigo-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2006.

XU, G. *et al.* Ammonium on potassium interaction in sweet pepper. **Journal of Plant Nutrition**, v. 25, p. 719-734, 2002.

Recebido em: 06.06.2019

Aceito em: 20.12.2019