

Influência de doses e de duas fontes de potássio no sistema radicular do milho e na condutividade elétrica no solo

Influence of doses and of two sources of potassium in the maize root system and in the electrical conductivity in the soil

Cesar Kent Hoshiba Kawavata^{1*}, Diego Augusto Fatecha Fois¹, Jessica Caroline Coppo¹ y Alfredo Alves Neto¹

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Centro de Ciências Agrárias (CCA). Rua Pernambuco 1777, Caixa Postal 91, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Brasil.

* Autor para correspondência (fatechadiego@hotmail.com)

Recibido: 04/07/2016; Aceptado: 07/09/2016.

10.18004/investig.agrar.2017.junio.28-34

RESUMO

Atualmente vários programas de fertilização recomendam aplicação de altas doses de potássio, com cloreto de potássio (KCl) como principal fonte, apresentando alto poder salino, existindo alternativas de adubação potássica que podem apresentar menor efeito no solo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de KCl e K-UP[®] no sistema radicular do milho e na condutividade elétrica no solo. O experimento foi conduzido em ambiente protegido no município de Minga Guazú, Departamento de Alto Paraná, Paraguai, no período de janeiro de 2016. Foi utilizado o delineamento fatorial inteiramente casualizado, envolvendo duas fontes de K, quatro doses, uma localização do fertilizante em relação às sementes e quatro repetições. As doses consistiram em equivalentes a 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de K₂O, posicionadas lateralmente a 0,03 m da linha de semeadura. O solo foi acondicionado em caixas plásticas com 0,40 m de comprimento x 0,20 m de largura x 0,13 m de altura, e procedeu-se a semeadura do milho e adição do KCl e K-UP[®]. A umidade do solo mantida em 80% do teor de água na capacidade de campo desde a semeadura até germinação. Em cada tratamento foi avaliado a massa seca de raízes e condutividade elétrica do solo. Os resultados mostram que indiferente das fontes de K utilizada estas causam aumento na condutividade elétrica do solo. O K-UP[®] obteve os menores valores de condutividade elétrica e com o aumento da dose não ocorreu maior decréscimo na massa seca da raiz diferente do observado em relação ao KCl.

Palavras chave: *Zea mays* L., cloreto de potássio, K-UP[®], salinidade do solo.

ABSTRACT

Currently various fertilization programs recommends the application of high doses of potassium, with potassium chloride (KCl) as the main source, presenting a high salt power, existing potassium fertilization alternatives that may have less effect on the soil. This study aimed to evaluate the effect of different doses of KCl and K-UP[®] in the maize root system and in the electrical conductivity in the soil. The experiment was conducted in a protected environment in Minga Guazú, Department of Alto Paraná, Paraguay, in January, 2016. The experimental design was completely randomized factorial, involving two sources of K, four doses, one fertilizer location regarding seeds, and four replications. The doses consisted of equivalent of 0, 50, 100 and 150 kg ha⁻¹ K₂O, laterally positioned at 0,03 m from the planting line. The soil was packed in plastic boxes with dimensions of 40 cm length x 20 cm width x 13 cm of height, and then the sowing of maize and the addition of KCl and K-UP[®] was made. Soil moisture was maintained in 80% of the water content at field capacity from seeding to germination. In each treatment dry mass of roots and soil electrical conductivity was evaluated. The results show that regardless of the sources of K used, these cause an increase in the electrical conductivity of the soil. The K-UP[®] obtained the lowest values of electrical conductivity and with the increase of the dose did not occurred a greater decrease in the dry mass of the root different from that observed in relation to KCl.

Key words: *Zea mays* L., potassium chloride, K-UP[®], soil salinity.

INTRODUÇÃO

Atualmente vários programas de fertilização recomendam a aplicação de altas doses de potássio em forma de K_2O . No momento de definir a dose de K_2O a ser administrada na semeadura da cultura, é importante considerar alguns cuidados, pois pode afetar significativamente a germinação das sementes e, em alguns, casos até o crescimento das raízes. Nas regiões com escassas precipitações ou que apresentam déficit hídrico, esse efeito é mais ocorrente, pois há maior concentração de sais na solução do solo que prejudicam as sementes e raízes (Tórres et al. 2004).

Na agricultura atual o cloreto de potássio (KCl) é o fertilizante potássico mais utilizado, porém, com alto poder salino (Raij 1991). O índice salino representa a capacidade do adubo de aumentar a pressão osmótica da solução do solo, podendo ser determinado por meio da condutividade elétrica. O potencial de salinização de um adubo depende da solubilidade e de sua natureza química. O KCl, por exemplo, por cada unidade de K temos um índice salino de 1,93, enquanto que o índice do superfosfato triplo [$Ca(H_2PO_4)_2$] é de 0,21 por unidade de P (Osaki 1991).

Portanto, pode-se destacar que a dose de K, ou seu posicionamento com relação às sementes, pode ocasionar aumento da concentração eletrolítica da solução do solo nas regiões fertilizadas e nas suas adjacências, isto pode prejudicar o processo de germinação e o desenvolvimento inicial das raízes com reflexos negativos na população e no desenvolvimento das plantas, e conseqüentemente na produtividade (Souza et al. 2007). A alta concentração de sais dificulta a absorção de água pelas sementes e pelas radículas devido ao aumento da pressão osmótica externa às células (Marschner 1995).

Na agricultura atual, busca-se cada vez mais a utilização de equipamentos que permitam obter dados mais precisos e com maior eficiência para correlacioná-los a outras propriedades de difícil obtenção, visando à redução de gastos, tempo e aumento de produtividade. Nesse contexto, o interesse por métodos que permitam determinar a variabilidade espacial de atributos do solo de maneira rápida e barata, de forma a proporcionar a obtenção de um grande número de medidas por unidade de área, como a condutividade elétrica do solo (CE) tem registrado aumento considerável (Machado et al. 2006). A CE é medida pela indução eletromagnética dos solos, podendo ser realizada com contato ou sem contato com o mesmo (Molin et al. 2005).

Existem poucos trabalhos que avaliaram o efeito negativo da adição de KCl sobre as plantas, relacionados à quantidade e localização do fertilizante em relação a sementes, porém vários autores encontraram prejuízos na germinação e no desenvolvimento das culturas pela adição de grandes quantidades de KCl. Neste contexto, Bevilaqua et al. (1996a), avaliaram a germinação da soja e constataram decréscimo, porém somente a partir da adição de 400 kg ha^{-1} de K_2O , em solo com 240 g kg^{-1} de argila. Com o objetivo de evitar redução na população final de plantas devido ao efeito salino Kluthcouski (1999) enfatiza que doses maiores do que 30 a 40 kg ha^{-1} de K_2O devem ser aplicadas somente a longo prazo após a emergência das plântulas, para as culturas de feijão, soja e arroz.

Com relação à distância verifica-se que quanto mais distante o adubo é colocado da semente, menor é o dano às mesmas e ao desenvolvimento das plântulas. Bevilaqua et al. (1996b) aplicaram 75 kg ha^{-1} de K_2O na forma de KCl distante das sementes, lateralmente e verticalmente, de 0 a $7,5 \text{ cm}$, e encontraram menor absorção de K por plântulas de milho quando o fertilizante foi colocado até $1,5 \text{ cm}$, em solo com 240 g kg^{-1} de argila. Quando o fertilizante foi posicionado a $7,5 \text{ cm}$, verificou-se acentuada redução na absorção de K devido a menor mobilidade deste nutriente no solo. A maior absorção de K ocorreu quando o KCl foi posicionado a $4,4 \text{ cm}$ das sementes.

Além disso, observaram-se decréscimos na velocidade de emergência da soja quando foram aplicadas junto, e a 2 cm ao lado e abaixo das sementes, doses de 50 a 100 kg ha^{-1} de P_2O_5 e K_2O utilizando como fonte a formulação 00-25-25 (Bevilaqua et al. 1996b). No entanto, Bevilaqua et al. (1997) encontraram redução do peso da massa seca de trigo com a aplicação do fertilizante 05-25-25, na dose equivalente a 300 kg ha^{-1} do mesmo, em distâncias maiores que $1,25 \text{ cm}$ ao lado e abaixo da semente, e na umidade do solo de 20% .

Existem alternativas para diminuir o efeito salino pela ação dos fertilizantes no solo, como a utilização de adubos de tecnologia inédita como o K-UP®, com base em potássio, baseado na complexação de duas moléculas (ACP complex e AZAL5) que permitem reduzir o processo de salinização, promovendo mais raízes e maior segurança para a lavoura, diminuindo a lixiviação do K, e que seja realmente aproveitado pela planta (TIMAC AGRO 2016).

As recomendações de adubação de K no momento da semeadura é variável, dependendo da região do Brasil, de acordo com a textura, a composição mineralógica, CTC,

pH e conteúdo de água no solo, e com a espécie vegetal. Na região do Cerrado é recomendado que doses superiores a 60 kg ha⁻¹ de K₂O devam ser aplicadas preferencialmente a lanço, pois estes solos apresentam baixa capacidade de retenção de potássio (Bernardi et al. 2003).

A possibilidade de aplicar todo o fertilizante potássico na semeadura do milho permite redução dos custos das operações agrícolas. Sendo assim, é importante realizar trabalhos para avaliar os efeitos oriundos da utilização de todo adubo potássico na linha de semeadura. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses crescentes de duas fontes de potássio aplicadas a uma distância a partir da linha de semeadura, na germinação e no estabelecimento inicial de plântulas de milho, assim como na condutividade elétrica do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em ambiente protegido no Centro R&D Sudamérica da empresa Timac Agro Paraguai, situado no município de Minga Guazú do Departamento de Alto Paraná, no período de janeiro e fevereiro de 2016. O clima, classificado segundo Koeppen, é do tipo Cfa, subtropical, com média anual de precipitação de 1.700 mm, mantendo-se a média anual de temperatura entre 22°C e 23°C (Huespe et al. 1995).

Foi coletado solo de textura argilosa e nível de fertilidade média a profundidade de 0-20 cm de uma área de lavoura, com predominância de solo classificado como Rhodic Kandiodox (López et al. 1995). Posterior à coleta, os solos foram secados ao ar e passados em peneira com abertura de malha de 0,4 cm.

As principais características químicas do solo, segundo a metodologia de Lana et al. (2010) após correção da acidez, apresentaram os seguintes resultados: Ca⁺² 0,53 cmol_c dm⁻³; Mg⁺² 0,15 cmol_c dm⁻³; K⁺ 0,05 cmol_c dm⁻³; Al⁺³ 0,22 cmol_c dm⁻³; MO 1,30 g kg⁻¹; P 2,12 mg dm⁻³; pH H₂O 6,25; pH CaCl₂ 5,46.

Foi utilizado o delineamento fatorial inteiramente casualizado, envolvendo duas fontes de K, quatro doses, uma localização do fertilizante em relação às sementes e quatro repetições. As doses consistiram em equivalentes a 0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de K₂O, posicionadas lateralmente a 0,03 m da linha de semeadura. As fontes de K foram aplicadas na forma de KCl com 60% de K₂O e K-UP[®] com 40% de K₂O, cujos grânulos possuíam diâmetro inferior a 2,0 mm e o híbrido DKB 357 de milho (*Zea mays*) foi

utilizada como planta teste. A densidade foi de 1,2 g dm⁻³ de solo.

O solo apresentou pH H₂O inferior a 5,5, aplicou-se calcário dolomítico, com o objetivo de elevar o pH para valores entre 5,5 e 6,0, e a seguir permaneceram em incubação durante 45 dias com aproximadamente 80% do teor de água mantido na capacidade de campo.

Após esse período, eles foram acondicionados em caixas plásticas sem furo na base, com dimensões de 0,40 m de comprimento x 0,20 m de largura x 0,13 m de altura, e procedeu-se à adição do KCl e K-UP[®] e à semeadura do milho. Cada caixa foi dividida em duas partes no sentido do maior comprimento e cada parte constituiu uma unidade experimental. Em cada unidade foram colocadas oito sementes numa única linha, na profundidade de 2 cm, após a aplicação do KCl e K-UP[®] que também foram posicionados em linha, porém, a 5 cm de profundidade, 3 cm abaixo das sementes.

Desde a semeadura até o início da germinação, a umidade do solo foi mantida em aproximadamente 80% do teor de água retido na capacidade de campo, sendo irrigadas diariamente de acordo com a sua capacidade de máxima absorção de água. A partir da germinação, a água destilada foi adicionada a cada dois dias, para repor as perdas por evapotranspiração.

Na planta, foi avaliada a massa seca das raízes após 10 dias da germinação. Sendo o sistema radicular lavado em peneira com malha de 0,053 mm e seco em estufa. No solo foi determinado o valor de condutividade elétrica do extrato em saturação, com um condutímetro portátil Hanna HI 8733, após da retirada das plantas cujo centro tanto vertical como horizontal foi posicionado entre a linha de colocação do adubo e da semente.

Os resultados foram submetidos a análise de variância e aplicado o teste de Tukey ao 5% de probabilidade de erro quando significativo. O programa utilizado foi o software livre Genes- Genética Quantitativa e Estatística Experimental-VS 2009.7.0 (Cruz 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condutividade elétrica não diferiu estatisticamente entre as duas fontes de potássio utilizado (Figura 1), porém, a testemunha diferiu das demais, o que demonstra o efeito salino do potássio no solo indiferente das fontes utilizadas,

mais sem alcançar um nível de salinidade prejudicial no solo ($>2,0 \text{ dS m}^{-1}$).

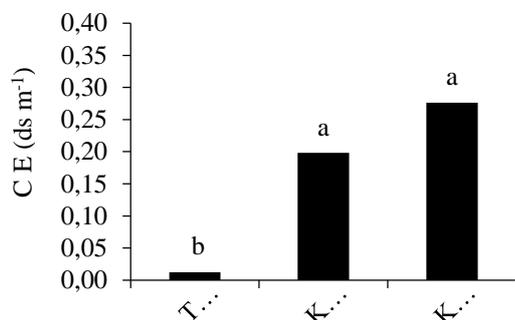


Figura 1. Condutividade elétrica no solo das diferentes fontes utilizadas, testemunha (sem K₂O), K-UP® (40% de K₂O), KCl (60% de K₂O). Minga Guazú, Paraguai, 2016.

Em relação às doses, a condutividade elétrica aumentou linearmente com o aumento da dose de KCl aplicada, nas duas fontes utilizadas em função de que o aumento da concentração eletrolítica da solução do solo é proporcional ao incremento na concentração de íons na solução.

O maior valor de condutividade elétrica encontrado no solo foi de $0,37 \text{ dS m}^{-1}$ com a fonte KCl na dose de 150 kg ha^{-1} (Figura 2). Para o K-UP® a maior condutividade elétrica encontrada foi de $0,24 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 2). A explicação para esse resultado está na tecnologia encontrada no K-UP®, o fato dele ter o complexo de duas moléculas o ACP complex com a função de promover baixa salinidade e baixa

lixiviação e maior residual no solo e o AZAL5 que promove a proteção da radícula e mais absorção.

Em trabalhos onde a adubação ultrapassa essa dose e a quantidade de dias analisado, é maior como em Brady (1997) e Maas (1985) os resultados corroboram com o presente trabalho demonstrando que o milho é uma cultura moderadamente sensível à salinidade, atingindo máximo potencial produtivo próximo de $1,7 \text{ dS m}^{-1}$, porém essa cultura cessa o crescimento vegetativo com $10,0 \text{ dS m}^{-1}$, por tanto, comparando com o experimento ambos fertilizantes não atingiram níveis críticos de CE com as doses de K₂O aplicadas.

Raij e Cantarella (1996) para solos de São Paulo sugerem que a dose máxima de KCl a ser aplicada na semeadura do milho não deve ultrapassar 60 kg ha^{-1} de K₂O. Borkert et al. (1997) observaram efeito salino do KCl em um Latossolo (EMBRAPA 2003), quando aplicado em doses superiores a 80 kg ha^{-1} de K₂O no sulco de semeadura.

Fancelli (2002) também recomenda um máximo de 50 kg ha^{-1} K₂O na semeadura do milho e sugere que o fertilizante deva ser posicionado preferencialmente a distâncias superiores a 8 cm das sementes. A Comissão de Fertilidade de Solo de Goiás (1988) recomenda a aplicação de 40 kg ha^{-1} de K₂O na cultura do milho.

A adição de $16,6 \text{ g KCl m}^{-2}$ reduziu a produção de raízes e a absorção de P por plantas de pimentão cultivadas num Latossolo com $24,0 \text{ g dm}^{-3}$ de MO (Silva et al. 2001)

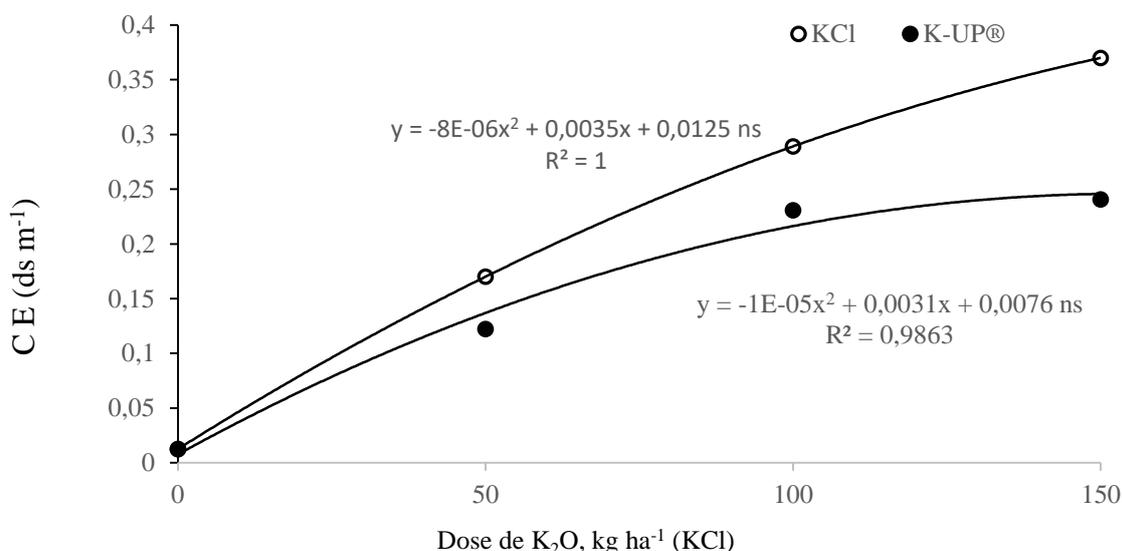


Figura 2. Efeito das diferentes doses de K₂O kg há⁻¹ em KCl e K-UP® na condutividade elétrica do solo. Minga Guazú, Paraguai, 2016.

Para a massa seca das raízes (MSRA) os valores encontrados na avaliação mostram que com o aumento da dose de K_2O nas duas fontes utilizadas ocorreu diminuição no teor de MSRA (Figura 3). A redução observada pode ser explicada pelo fato da alta concentração de sais, pode ser um fator de estresse para as plantas, pois reduz o potencial osmótico do solo, dificulta a absorção de água pelas raízes e aumenta a concentração de íons no protoplasma, sendo fator limitante para o crescimento e a produção das culturas, induzindo modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas superiores (Amorim et al. 2002).

Nas raízes há redução do crescimento imediatamente após a indução do estresse por consequência exclusivamente de alterações nas relações hídricas da célula e também ocorre queda na velocidade de alongação foliar resultante de uma redução no número de células em processo de alongação, na taxa de alongação dessas células (Willadino e Camara 2010).

Para corroborar com o presente trabalho Neves (2007) em influência de doses e da localização de cloreto de potássio na germinação de milho e na difusão de K em solos observou que com o aumento da dose de fertilizante o rendimento de MSRA diminui, foi encontrado o máximo rendimento de MSRA de 0,80 g com a dose de 115 kg ha^{-1} de K_2O com o fertilizante distante 2,5 cm da semente.

Em vários trabalhos sobre o efeito da condutividade elétrica em diferentes culturas, Gondim et al. (2010) estudou a condutividade elétrica na produção e nutrição de alface em sistema de cultivo hidropônico e observou que a massa seca de raízes foi significativamente afetada pela CE da solução nutritiva com efeito quadrático, ocorrendo decréscimos relativos com o aumento da condutividade de 0,5 $mS\ cm^{-1}$.

Utilizando a fonte K-UP® não houve diferença significativa na MSRA para as diferentes doses o que não ocorreu para a fonte KCl. Quando se utilizou 50 $Kg\ ha^{-1}$ de K_2O com KCl encontrou-se 0,072 g de MSRA e com a dose de 100 e 150 $Kg\ ha^{-1}$ de K_2O houve decréscimo de 0,029 g e 0,038 g de MSRA.

A máxima MSRA encontrada com a utilização do K-UP® foi menor do que a máxima MSRA observada com o KCl, porém, com o aumento das doses, a diminuição no desenvolvimento das raízes foi maior para a fonte KCl, o que demonstra que ao utilizar essa fonte como adubação para a cultura tem que ser criterioso para a recomendação e levar em consideração diversos fatores como teor de K no solo e pH, tendo em vista que doses excessivas diminuí consideravelmente a MSRA, o que afeta o desenvolvimento da planta.

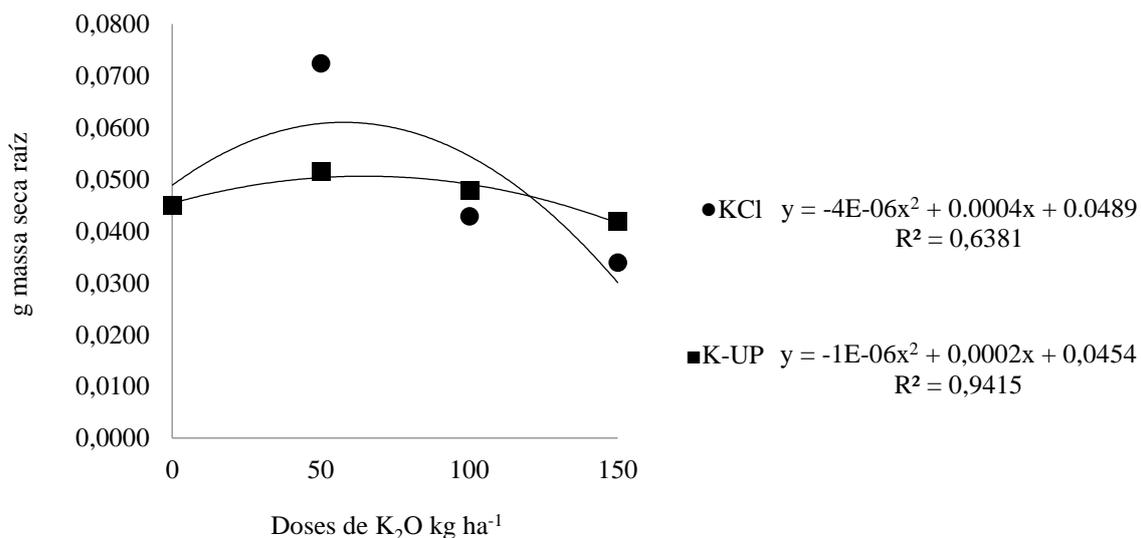


Figura 3. Valores de massa seca de raiz por diferentes doses de $K_2O\ kg\ ha^{-1}$. Minga Guazú, Paraguai, 2016.

CONCLUSÃO

Tanto o KCl e o K-UP[®] causam aumento na condutividade elétrica do solo. A utilização do K-UP[®] se mostrou mais eficiente em relação a condutividade elétrica do solo e a

MSRA apresentando uma menor CE, o que demonstra que essa fonte pode ser utilizada como uma alternativa para diminuir os danos causados pelo KCl ao sistema radicular do milho.

O aumento na dose de K₂O pela fonte K-UP[®] é menos prejudicial às plantas do que o aumento desta com KCl. Há necessidade de mais estudos sobre condutividade elétrica e o efeito da salinização com as diversas fontes de K₂O existentes no mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorim, JR; Fernandes, PD; Gheyi, HR; Azevedo, NC. 2002. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 37(2):167-176.
- Bernardi, AC; Machado, PL; Freitas, PL; Coelho, MR; Leandro, WM; Oliveira Junior, JP; Oliveira Pereira de, R; Dos Santos G, H; Madari, BE; Santana C, MC; 2003. Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nos Cerrados. *Embrapa Solos*, Rio de Janeiro. 22 p. Documentos n 46.
- Bevilaqua, GA; Broch, DL; Possenti, JC; Vilela, FA. 1996a. Posição do fósforo e potássio na adubação da semente e no crescimento de plântulas de milho. *Revista Brasileira de Agrociência* 2:87-92.
- Bevilaqua, GA; Broch, DL; Possenti, JC. 1996b. Efeito da dose e da posição do fertilizante na absorção de nutrientes e no estabelecimento de plântulas de soja. *Revista Brasileira de Sementes* 18:45-49.
- Bevilaqua, GA; Broch, DL; Possenti, JC; Vilela, FA. 1997. Efeito do fertilizante e da umidade do solo na absorção de nutrientes e estabelecimento do trigo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 32:249-255.
- Borkert, CM; Sfredo, GJ; Farias, JR; Tutida, F; Spoladori, CL. 1997. Resposta da soja à adubação e disponibilidade de potássio em Latossolo Roxo eutrófico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 32:1009-1022.
- Brady, NC. 1997. *The nature and properties of soils*. New York, MP Company. 755 p.
- Comissão de Fertilidade de Solo de Goiás. 1988. *Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás: 5ª aproximação*. Goiânia, UFG/EMGOPA. 101 p.
- Cruz, CD. 2006. *Programa genes: Biometria*. Viçosa, Barail, UFV. 382 p.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). 2003. *Centro Nacional de Pesquisa de Solos: sistema brasileiro de classificação de solos*. 3ra ed. Brasília, Brasil. 353 p.
- Fancelli, AL. 2002. *Tecnologia de produção de milho: módulo 3: Adubação de Milho*. Brasil, Aldeia Norte. 42 p.
- Gondim, AR; Flores, ME; Martinez, HE; Fontes, PC; Pereira, PR. 2010. Condutividade elétrica na produção e nutrição de alface em sistema de cultivo hidropônico nft. *Biociência* 26(6):894-904.
- Kluthcouski, J. 1999. Efeito salino, causado por fertilizantes, no sistema de plantio direto sobre as culturas do feijão, soja e arroz. *In Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão*. Salvador. Resumos. Embrapa Arroz e Feijão. 797-800 p.
- Huespe, H; Spinzi, L; Curiel, MV; Burgos, S; Rodas, O. 1995. *Atlas ambiental de la Región Oriental del Paraguay*. San Lorenzo, PY, CIF, FCA, UNA/GTZ. 2 v.
- Lana, MC; Fey R; Fradoloso, JF; Richart, A; Fontaniva, S. 2010. *Análise química de solo e tecido vegetal: práticas de laboratório*. UNIOESTE, Marechal Cândido Rondon. 129 p.
- López, G; González, E; De Llamas, G; Molinas, M; Franco, S; Gracia, S; Ríos, A; República del Paraguay: *Mapa de reconocimiento de suelos de la Región Oriental*. Asunción, William & Heintz Map Corporation. Escala 1.500.000. Color.
- Maas, EV. 1985. *Kling water*. *Plant and Soil* 89:372-284.
- Machado, PL; Campos, AC de; Ortiz, LI; Molin, JP; Gimenez, LM; Silva, CA; Andrade, AG de; Madari, BE; Meirelles, MS. 2006. *Mapeamento da*

- condutividade elétrica do solo e relação com os teores de argila de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41(6):1023-1031.
- Molin, JP; Gimenez, LM; Pauletti, V; Schimidhalter, U; Hammer, J. 2005. Mensuração da condutividade elétrica do solo por indução e sua correlação com fatores de produção. *Engenharia Agrícola* 25(2):420-426.
- Marschner, H. 1995. *Mineral nutrition of higher plants*. 2 ed. London, Academic Press. 889 p.
- Neves, LS. 2007. Influência de doses e da localização de cloreto de potássio na germinação de milho e na difusão de K em solos. Dissertação de mestrado. Santa Catarina, Brasil, Universidade do Estado de Santa Catarina (Lages). 69 p.
- Osaki, F. 1991. Calagem e adubação. São Paulo, Agronômica Ceres. 343 p.
- Raij, BV. 1991. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, Agronômica Ceres/Potafos. 343 p.
- Raij, BV; Cantarella, H. 1996. Milho para grãos e silagem. *In* Raij, BV; Cantarella, H; Quaggio, JA; Furlani, AM. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas, Instituto Agronômico e Fundação IAC. 56-59 p. (Boletim Técnico, 100).
- Silva, MA; Boaretto, AE; Muraoka, T; Fernandes, HG; Granja, FA; Scivittaro, WB. 2001. Efeito do nitrogênio e potássio na nutrição do pimentão cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 25:913-922.
- Souza, FS.; Farinelli, R.; Rosolem, CA. 2007. Desenvolvimento radicular do algodoeiro em resposta à localização do fertilizante. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 31:387-392.
- TIMAC AGRO. 2016. Tecnologias fertilizantes sólidos (web page). Porto Alegre, Brasil. Consultado 12 fev 2016. Disponível em www.timacagro.com.br.
- Tôrres, AN; Pereira, PR; Tôrres, JT; Gallotti, GJ; Pilati, JÁ; Rebelo, JA; Henkels, H. 2004. A salinidade e suas implicações no cultivo de plantas. Florianópolis, Epagri. 54 p. (Epagri. Documentos, 215).
- Willadino, L; Camara, TR. 2010. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. *Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer* 6 (11):20.