

EFEITO DE DOSES DE CLORETO DE POTÁSSIO SOBRE A GERMINAÇÃO E O CRESCIMENTO INICIAL DO MILHO, EM SOLOS COM TEXTURAS CONTRASTANTES

LUIS SANGOI¹, PAULO ROBERTO ERNANI¹, PAULA BIANCHET², VITOR PAULO VARGAS² e GILMAR JOSÉ PICOLI²

¹Professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UDESC, Av. Luiz de Camões, 2090, 88.520-000, Lages, SC. a2ls@cav.udesc.br; a2pre@cav.udesc.br

²Alunos do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UDESC. paula_bianchet@yahoo.com; vitorpvargas@hotmail.com; gilmarpicoli@yahoo.com

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.8 n2, p. 187-197, 2009

RESUMO – A aplicação de altas doses de fertilizantes potássicos na semeadura pode aumentar a concentração eletrolítica da solução do solo, dificultando o desenvolvimento das raízes. Este trabalho foi conduzido objetivando avaliar o efeito de doses crescentes de KCl na semeadura sobre a germinação e o crescimento inicial do milho. O experimento foi conduzido no laboratório da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, localizado na cidade de Lages, SC. Os tratamentos consistiram de seis doses de KCl, equivalentes a 0, 20, 40, 80, 120 e 160 kg.ha⁻¹ de K₂O, aplicadas a cinco solos com teores contrastantes de argila. Avaliaram-se a percentagem de germinação, a matéria seca da parte aérea (MSPA), da raiz (MSR) e a condutividade elétrica do solo. Houve redução na percentagem de germinação na maior dose de KCl em três dos cinco solos estudados, sendo o efeito negativo mais intenso no solo com menor teor de argila. A MSPA e a MSR reduziram-se com a aplicação da dose máxima de KCl, para todos os solos. A condutividade elétrica aumentou com o acréscimo na dose de KCl, independentemente da textura do solo. A aplicação de altas doses de KCl na semeadura reduz a germinação e o crescimento inicial do milho, principalmente em solos arenosos, com baixo poder tampão.

Palavras-chave: *Zea mays*, fertilizantes potássicos, salinidade, emergência.

EFFECT OF POTASSIUM CHLORIDE DOSES ON MAIZE GERMINATION AND SEEDLING GROWTH IN SOILS WITH CONTRASTING TEXTURES

ABSTRACT - The use of high potassium fertilizer rates at sowing increases the soil electrolytic concentration, harming root development. This work was carried out aiming to evaluate the effects of increasing doses of KCl applied at the sowing row on maize germination and initial growth. A lab experiment was set in the city of Lages, SC. Six doses of KCl, equivalent to 0, 20, 40, 80, 120 and 160 Kg ha⁻¹ of K₂O, were applied to soils with contrasting clay contents. Germination percentage, shoot and root dry mass and soil electrical conductivity were evaluated. Seed germination was reduced at the highest KCl dose in three of the five tested soils, being more pronounced in the soil presenting the lowest clay content. Shoot and root dry mass decreased when the highest KCl dose was used, in all soils. Electrical conductivity increased proportionally to the enhancement in KCl rate, regardless of soil texture. The use of high KCl rates at the sowing reduces maize germination and seedling growth, mainly in sandy soils with low buffer capacity.

Key words: *Zea mays*, potassium fertilizer, salinity, emergence.

O potássio é um elemento exigido em grande quantidade pela cultura do milho. Ao contrário de outros elementos, ele não forma compostos orgânicos nas plantas, permanecendo livre para regular processos vitais, tais como a fotossíntese, a síntese de proteínas e o balanço iônico (Taiz & Ziegler, 2002). Plantas deficientes em potássio apresentam menor síntese protéica, acúmulo de compostos nitrogenados solúveis, tais como aminas e nitratos, maior susceptibilidade a doenças, menor número, peso e qualidade de grãos (Marschner, 1997).

A fertilização do solo é uma prática cultural que deve ser executada eficientemente, para maximizar o retorno financeiro sobre o investimento. Embora a deficiência natural de potássio nos solos brasileiros não seja tão acentuada quanto a de fósforo, a utilização de fertilizantes potássicos tem aumentado na

cultura do milho, especialmente em áreas com a utilização de alta tecnologia, nas quais se objetiva alcançar elevados rendimentos de grãos, e quando a cultura é utilizada para silagem de planta inteira, o que diminui a reciclagem desse nutriente (Fancelli, 2002).

Diversos programas de adubação utilizam altas doses de potássio aplicadas no sulco de semeadura. Dentre os adubos potássicos, o cloreto de potássio (KCl) é o mais utilizado, principalmente porque é a fonte de menor preço (Raij, 1991). A aplicação de todo o fertilizante potássico na forma de KCl durante a semeadura do milho reduz o número de operações agrícolas, diminuindo o custo de produção. Por outro lado, essa estratégia de adubação pode aumentar a concentração eletrolítica da solução do solo.

O aumento da concentração eletrolítica da solução do solo nas regiões fertilizadas e nas

suas adjacências pode ocasionar problemas na germinação e no desenvolvimento inicial das raízes, com reflexos negativos na população e no desenvolvimento das plantas. 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, 1997). Assim, além dos prejuízos na germinação, o excesso de sais pode prejudicar o desenvolvimento radicular e o vegetativo (Silva et al., 2001; Souza et al., 2007). A redução de estande e a limitação ao desenvolvimento inicial das plântulas advindas do elevado índice salino do KCl são prejudiciais ao milho, em função de sua baixa capacidade de compensação de espaços e da alta dependência da cultura em população de plantas, para a obtenção de rendimentos de grãos elevados (Silva et al., 2006; Sangoi et al., 2007).

Os efeitos negativos da adição de KCl sobre as plantas dependem da quantidade de fertilizante aplicada e das características físico-químicas do solo. No tocante ao efeito de dose, Borkert et al. (1997), Kluthcoushi (1999) e Silva et al. (2001) encontraram prejuízos na germinação das culturas pela adição de grandes quantidades de KCl. Já Vilela & Bull (1999), testando doses de 35 e 130 mg dm⁻³ de KCl, em três condições de estresse hídrico com plantas de milho, obtiveram maiores quantidades de matéria seca com a maior dose de KCl, independentemente da condição de estresse hídrico.

No tocante ao tipo de solo, a magnitude das alterações químicas nas regiões próximas aos grânulos de fertilizantes é influenciada pelo teor de água, pelo poder tampão e pela textura do solo. O teor de argila afeta também a disponibilidade e a mobilidade do potássio no solo, pois interfere no número de cargas elétricas negativas, no teor de água no solo, no fator tortuosidade e no poder tampão de potássio (PTK), que interferem diretamente na difusão de K em direção às raízes (Gianello & Mielniczuk, 1981). Quanto maior for o PTK e mais distante a colocação do adubo relativamente às sementes, menor é o risco de prejuízos na germinação e no desenvolvimento inicial das plântulas.

Em várias regiões do Brasil, recomenda-se limitar a dose de KCl a ser aplicada na semeadura do milho, não devendo ultrapassar 60 a 80 kg ha⁻¹ de K₂O. No entanto, não há critérios definidos para o estabelecimento das doses máximas, nem para a relação delas com o tipo de solo ou com a espécie vegetal.

Este trabalho foi conduzido objetivando avaliar o efeito de doses crescentes de KCl, aplicadas na linha de semeadura, sobre a germinação e o crescimento inicial de plântulas de milho, em solos com diferentes teores de argila.

O experimento foi conduzido no laboratório de Fertilidade do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina, em Lages, SC. Os tratamentos consistiram de seis doses de cloreto de potássio (KCl), equivalentes a 0, 20, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de K₂O. Os

tratamentos foram arrançados no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Utilizaram-se cinco solos, que, de acordo com a Santos (2006), classificam-se como: Latossolo Vermelho distrófico (LVd), Nitossolo Vermelho distrófico (NVd), Cambissolo Húmico álico (CHa), Cambissolo Húmico alumínico (CHal) e Neossolo Quartzarênico Órtico (RQo). Todos os solos usados no trabalho foram coletados na profundidade de 0-20 cm, em áreas cultivadas do Estado de Santa Catarina. Posteriormente à coleta, os solos foram passados em peneira com abertura de malha de 0,4 cm. Suas características texturais e locais de coleta podem ser visualizadas na Tabela 1.

Após serem peneirados, os solos foram acondicionados em caixas de plástico com dimensões de 50 cm de comprimento, 22 cm de largura e 13 cm de altura, procedendo-se à adição do KCl e à sementeira do milho. Cada caixa foi dividida em quatro partes, no sentido do maior comprimento, e cada parte constituiu uma repetição. O fertilizante foi aplicado na

linha de sementeira, a 5 cm de profundidade, e as sementes foram semeadas 2,5 cm acima delas. Assim, cada repetição constou de uma linha com dez plantas, espaçadas 2,5 cm.

Os grânulos de KCl tinham diâmetro inferior a 2,0 mm. Utilizou-se a cultivar de milho P32R21, da Pioneer, como planta-teste. Desde a sementeira até o início da germinação, a umidade do solo foi mantida em aproximadamente 80% do teor de água retido na capacidade de campo, por meio da cobertura das caixas com plástico transparente. A partir da germinação, água destilada foi adicionada sobre a superfície do solo, a cada dois dias, para repor as perdas por evapotranspiração.

Antes da colheita das plantas, foram avaliados o percentual de germinação, a altura, o número de folhas expandidas e a área foliar. A germinação foi avaliada aos sete dias após a sementeira. Nesse momento, também foi determinada a altura das plantas, medindo-se a distância desde a superfície do solo até a extremidade da folha mais expandida da planta.

TABELA 1. Classificação, procedência e granulometria de cinco solos catarinenses.

Solo	Procedência	Argila			Areia
		(g kg ⁻¹)			
Latossolo (LVd)	Lages	720	250	30	
Nitossolo (NVd)	Lages	650	300	50	
Cambissolo (CHa)	Pessegueiro	300	300	400	
Cambissolo Al (CHal)	Pedras Brancas	200	150	650	
Neossolo (RQo)	Araranguá	30	40	930	

As folhas foram consideradas expandidas quando apresentavam a região do colar, que separa a bainha da lígula, visível, de acordo com critério proposto por Ritchie et al. (1993). A área foliar (AF) foi estimada utilizando-se a expressão $AF = C \times L \times 0,75$, em que C e L correspondem ao comprimento e à largura de cada folha expandida. A seguir, a parte aérea das plantas foi cortada rente ao solo, transferida e mantida em estufa com circulação forçada de ar, ajustada a 60 °C, até a obtenção de matéria constante. Posteriormente, o material foi pesado, para determinação da matéria seca de parte aérea. O sistema radicular foi lavado em peneira com malha de 0,053 mm e secado em estufa, para determinação da matéria seca das raízes.

Após a retirada das plantas, foi coletada uma amostra de solo em cada repetição, para a determinação do pH em água e da condutividade elétrica (CE) do extrato de saturação. As amostras foram coletadas com anéis volumétricos com 5 cm de diâmetro e 5 cm de profundidade, cujo centro, tanto vertical quanto lateral, foi posicionado na linha de colocação do adubo. O pH em água foi determinado por potenciometria, numa relação solo: água destilada de 1:1. A CE foi determinada por condutivimetria, na proporção 1:5.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o teste F. A análise de variância foi realizada individualmente para cada solo. Quando foi atingida a significância estatística ($P < 0,05$), as médias foram comparadas

pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

O aumento na quantidade de KCl aplicado na semeadura afetou a germinação das sementes de milho, em alguns solos testados. O efeito sobre o número de plântulas emergidas variou com a dose de fertilizante e com o tipo de solo (Tabela 2). Houve prejuízo na germinação na dose mais alta, em três dos cinco solos estudados, sendo o efeito negativo mais intenso no RQo, no qual apenas 25% das plantas germinaram na dose de 160 kg ha⁻¹.

O efeito negativo da adição de KCl na germinação depende do incremento provocado pelo fertilizante na concentração eletrolítica da solução do solo nas regiões próximas das sementes. Esse incremento depende da dose do fertilizante aplicado, do teor de matéria orgânica (MO), da capacidade de troca de cátions (CTC) e do poder tampão de potássio do solo, que varia conforme sua composição mineralógica. Possivelmente, a maior restrição à germinação imposta por altas doses de KCL no RQo se deva ao menor PTK, menor CTC e menor teor de MO desse solo, decorrente do seu alto teor de areia e baixo teor de argila, o que diminui a adsorção eletrostática de K, devido ao menor número de cargas negativas (Tabela 1).

Os resultados deste trabalho confirmaram os obtidos por Bevilaqua et al. (1996) e Ouyang et al. (1998), que encontraram efeitos negativos da adição de quantidades médias e altas de fertilizantes potássicos na germinação de sementes de milho. Por outro lado, eles

TABELA 2. Porcentagem de germinação, matéria seca da parte aérea e matéria seca de raiz, em função da aplicação de doses crescentes de KCl, em cinco solos catarinenses com teores contrastantes de argila.

KCl (kg K ₂ O ha ⁻¹)	Solos				
	LVd	NVd	CHal	CHa	RQo
Germinação aos 7 dias (%)					
0	92,5 a ¹	93,0 a	98,0 a	100,0 a	95,0 a
20	80,0 a	80,0 a	90,0 a	100,0 a	100,0 a
40	80,0 a	80,0 a	88,0 a	100,0 a	90,0 a
80	82,5 a	83,0 a	90,0 a	100,0 a	70,0 ab
120	75,0 ab	75,0 ab	98,0 a	100,0 a	45,0 bc
160	50,0 b	50,0 b	93,0 a	98,0 a	25,0 bc
Matéria seca de parte aérea (mg pl ⁻¹)					
0	109,3 ab	109,3 ab	116,5 a	192,8 ab	87,3 a
20	128,3 a	128,3 a	109,8 a	199,8 ab	92,1 a
40	91,3 b	91,3 b	122,3 a	206,8 a	81,1 a
80	107,3 ab	107,3 ab	119,8 a	195,3 ab	73,7 a
120	104,5 ab	194,5 ab	124,5 a	193,3 ab	27,0 b
160	53,0 c	53,0 c	78,5 b	177,8 b	27,2 b
Matéria seca de raiz (mg pl ⁻¹)					
0	101,7 bc	90,6 a	112,0 a	127,8 ab	134,0 a
20	167,3 a	91,8 a	94,7 ab	146,3 a	89,5 b
40	103,0 bc	75,3 ab	99,0 a	140,5 a	85,5 b
80	112,0 b	76,3 ab	94,3 ab	136,3 ab	45,0 bc
120	103,3 bc	62,7 b	90,3 ab	134,7 ab	29,5 c
160	61,7 c	75,3 ab	76,5 b	119,3 b	8,8 c

¹letras minúsculas na coluna comparam doses do fertilizante e mesmo solo. Letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

diferiram dos resultados obtidos por Neves (2007), que, testando doses equivalentes a uma variação de 0 a 200 kg ha⁻¹ de KCl, não observou prejuízos à germinação do milho, que foi sempre superior a 90%, mesmo num

Cambissolo Húmico alumínico típico, com 810 g kg⁻¹ de areia e 95 g kg⁻¹ de argila. Além da textura e do poder tampão do solo, o prejuízo à germinação depende da distância em que o fertilizante é colocado em relação às sementes.

No experimento conduzido por Neves (2007), o KCl foi aplicado 2,5 ou 5 cm lateralmente à linha de semeadura e 5 cm abaixo da mesma. No presente estudo, o fertilizante potássico foi aplicado na linha de semeadura, a 5 cm de profundidade, e as sementes foram semeadas 2,5 cm acima dele. Assim, a menor distância entre os locais de deposição da semente e do fertilizante provavelmente acentuou os prejuízos à germinação no LVd, NVd e, principalmente, no RQo.

A matéria seca de parte aérea (MSPA) reduziu-se com a aplicação da dose máxima de cloreto de potássio, para todos os solos (Tabela 2). Esse decréscimo foi mais acentuado no RQo, onde o valor registrado com a aplicação de 160 kg ha⁻¹ do fertilizante equivaleu a 31% do observado quando não se aplicou KCl no sulco de semeadura. Isso provavelmente ocorreu devido à maior redução na percentagem de plantas germinadas causada pela utilização da dose mais alta de KCl no RQo.

A utilização de doses superiores a 20 kg ha⁻¹ do fertilizante potássico reduziu a matéria seca de raízes (MSR), no LVd e no RQo (Tabela 2). Nos cambissolos esse efeito somente foi observado na maior dose. Os decréscimos observados na MSPA e na MSR com a utilização de altas doses de KCl possivelmente se devem ao efeito salino do fertilizante. Marschner (1997) mostrou que altas concentrações de sais no solo aumentam a pressão osmótica do meio, prejudicando o desenvolvimento das raízes, que ficam mais finas e subdivididas. Isto diminui a

absorção de água e nutrientes e compromete o desenvolvimento da plântula. Beviláqua et al. (1996), estudando o efeito do posicionamento de adubos potássicos, para a cultura do milho, concluíram que a posição do fertilizante que proporcionou a maior matéria seca de plântula foi entre 4,5 e 6,0 cm ao lado e abaixo da semente. Isso ajuda a explicar os prejuízos observados no acúmulo de matéria seca da raiz e parte aérea com o uso de altas doses de KCl, pois, no presente trabalho, o fertilizante foi aplicado 2,5 cm abaixo das sementes.

Houve redução na altura das plantas com a utilização de doses iguais ou superiores a 80 kg ha⁻¹, no LVd, NVd e RQo (Tabela 3). A área foliar foi menor na dose mais alta de KCl do que quando não se aplicou o fertilizante potássico em todos os cinco solos utilizados no trabalho. A inibição do crescimento das plantas induzida pela salinidade, quando se aplicaram doses superiores a 120 Kg ha⁻¹, provavelmente decorre de efeitos osmóticos, que podem provocar deficiência hídrica nas células, ou de efeitos específicos de íons, que podem acarretar toxicidade ou desordens nutricionais (Taiz & Zeiger, 2002). Segundo Vilela & Bull (1999), a redução do crescimento de plantas de milho em condições de estresse salino está associada ao decréscimo do potencial osmótico, decorrente do acúmulo de solutos no citoplasma.

A condutividade elétrica aumentou com o aumento na dose de KCl aplicada em todos os solos (Tabela 4), em função de que o aumento na concentração eletrolítica da solução do solo

TABELA 3. Altura de planta, área foliar e número de folhas expandidas, em função da aplicação de doses crescentes de KCl, em cinco solos catarinenses com teores contrastantes de argila.

KCl	Solos				
	LVd	NVd	CHal	CHa	RQo
Altura (mm)					
0	179,3 ab ¹	179,3 ab	197,3 a	259,3 a	182,0 a
20	190,5 a	189,8 a	205,3 a	272,5 a	174,3 ab
40	172,3 ab	171,3 ab	208,7 a	276,5 a	154,5 ab
80	161,3 b	160,7 b	211,3 a	269,7 a	124,7 b
120	155,0 b	154,0 b	190,3 a	254,5 a	71,3 c
160	102,5 c	101,5 c	151,0 b	231,3 b	56,5 c
Area Foliar (cm ²)					
0	11,7 a	11,8 a	13,0 a	14,8 a	9,8 a
20	10,3 a	10,3 a	8,7 d	14,0 ab	9,2 a
40	9,3 a	9,3 a	11,5 b	14,0 ab	8,6 ab
80	10,5 a	10,5 a	10,0 bcd	12,7 b	8,9 ab
120	10,3 a	10,3 a	9,5 cd	13,3 b	7,4 b
160	6,5 b	6,5 b	10,5 bc	12,7 b	7,2 b
Folha Expandida (n°)					
0	1,75 a	1,75 a	1,75 a	2,00 a	1,00 a
20	1,75 a	1,75 a	1,50 a	2,00 a	0,75 a
40	1,00 b	1,00 b	1,75 a	0,50 b	0,50 ab
80	1,25 ab	1,25 ab	1,75 a	0,20 b	0,50 ab
120	1,25 ab	1,25 ab	1,50 a	0,20 b	0,20 b
160	0,25 c	0,25 c	1,25 a	0,20 b	0,20 b

¹ Letras minúsculas na coluna comparam doses do fertilizante e mesmo solo. Letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

é proporcional ao incremento na concentração de íons dessa solução. Resultados similares foram obtidos por Neves (2007) e Oyang *et al.* (1998). Na dose máxima de KCl, os valores da condutividade elétrica foram aproximadamente dez vezes maiores do que os registrados quando

não se aplicou o fertilizante, para a maioria dos solos. Essa diferença está relacionada ao alto índice salino do cloreto de potássio. O índice salino estima a tendência de o fertilizante aumentar a pressão osmótica da solução do solo. Ele é medido pela condutividade elétrica, que

umenta com a concentração de sais na solução do solo.

Segundo Marschner (1997), a alta salinidade de alguns fertilizantes, como o KCl, pode comprometer o crescimento e a distribuição de raízes, porque diminui o potencial osmótico próximo à rizosfera, dificultando o deslocamento de íons até as raízes. Em condições salinas, a planta exigirá mais energia para absorver água, energia esta que será desviada dos processos metabólicos essenciais. Isso provavelmente ocorreu no presente trabalho, em que altas doses de

KCl comprometeram a germinação e o desenvolvimento inicial de plântulas de milho, principalmente nos solos com menor teor de argila.

O pH do solo somente foi afetado pelas doses de KCl no CHa1, no qual houve decréscimo no pH com o aumento da dose de fertilizante (Tabela 4). Esses resultados diferiram dos registrados no trabalho conduzido por Neves (2007), onde os valores de pH de quatro solos com texturas contrastantes diminuíram quadraticamente com o aumento da dose de KCl.

TABELA 4. pH em água e condutividade elétrica, em função da aplicação de doses crescentes de cloreto de potássio, em cinco solos catarinenses com teores variáveis de argila.

KCl	Solos				
	LVd	NVd	CHa1	CHa	RQo
pH H ₂ O (1:1)					
0	5,2 a ¹	5,2 a	5,3 a	6,0 a	4,6 a
20	5,0 a	5,0 a	5,0 b	6,0 a	4,5 a
40	5,0 a	5,0 a	5,0 b	6,0 a	4,4 b
80	5,0 a	5,0 a	5,0 b	6,0 a	4,4 b
120	5,0 a	5,0 a	4,5 c	6,0 a	4,5 a
160	5,0 a	5,0 a	4,2 c	5,5 b	4,5 a
Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)					
0	0,10 d	0,10 d	0,06 e	0,18 c	0,05 d
20	0,18 cd	0,18 cd	0,12 e	0,23 c	0,08d
40	0,37 bcd	0,37 cd	0,20 d	0,28 c	0,19 c
80	0,40 bc	0,40 bc	0,29 c	0,44 b	0,26 c
120	0,61 b	0,61 b	0,39 b	0,49 b	0,42 b
160	1,04 a	1,04 a	0,82 a	0,69 a	0,56 a

¹Letras minúsculas na coluna comparam doses do fertilizante e mesmo solo. Letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Conclusões

A aplicação de doses de KCl superiores a 80 kg ha⁻¹ de K₂O, no sulco de semeadura, feita nas profundidades de 5 cm (fertilizante) e 2,5 cm (semente) em relação ao nível do solo, pode reduzir a germinação e o crescimento inicial de plântulas de milho. O efeito do fertilizante sobre o estabelecimento da cultura depende das características granulométricas do solo. Deve-se ter maior cuidado com o uso de altas doses de K₂O, especialmente em solos arenosos, com menor efeito tamponante, nos quais o aumento da condutividade elétrica exerce maior efeito negativo sobre as sementes e plântulas de milho.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) a concessão da bolsa de produtividade em pesquisa ao primeiro e segundo autores. À CAPES a concessão da bolsa de mestrado ao terceiro e quarto autor.

Literatura Citada

BEVILAQUA, G. A. P.; BROCH, D. L.; POSSENTI, J. C; VILELA, F. A. Posição do fósforo e potássio na adubação da semente e no crescimento de plântulas de milho. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 2, p. 87-92, 1996.

BORKERT, C. M.; SFREDO, G. J.; FARIAS, J. R. B.; TUTIDA, F.; SPOLADORI, C. L. Resposta da soja à adubação e disponibilidade de potássio em LVdFssolo Roxo eutrófico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, p. 1009-1022, 1997.

FANCELLI, A. L. **Tecnologia de produção de milho**: adubação. São Paulo: Aldeia Norte, 2002. 42 p. (Curso de Atualização a Distancia, modulo, 3).

GIANELLO, C. ; MIELNICZUK, J. Características químicas e físicas do solo que afetam a absorção de potássio por plantas de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 5, p.109-114, 1981.

KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, I. P.; AIDAR, H.; COBUCCI, T.; SILVA, J. G. Efeito salino, causado por fertilizantes, no sistema de plantio direto sobre as culturas do feijão, milho, soja e arroz. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador. **Resumos Expandidos...** Goiânia: Embrapa, 1999. p.797-800. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 99).

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1997. 889 p.

NEVES, L. S. **Influência de doses e da localização do cloreto de potássio na germinação de milho e na difusão do K em solos**. 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.

OUYANG, D.; MACKENZIE, A. F.; FAN, M. Phytotoxicity of banded urea amended with triple superphosphate and potassium chloride.

Agronomy Journal, Madison, v. 90, p. 734-739, 1998.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres; Piracicaba: Potafos, 1991. 343 p.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University Press, 1993. 26 p. (Special Report, 48).

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L. **Desenvolvimento e exigências climáticas da planta de milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 2007a. 95 p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SILVA, M. A. G.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; FERNANDES, H. G.;

GRANJA, F. A.; SCIVITTARO, W. B. Efeito do nitrogênio e potássio na nutrição do pimentão cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, p. 913-922, 2001.

SILVA, P. R. F.; SANGOI, L.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L. **Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho**. Porto Alegre: Evangraph, 2006. 64 p.

SOUZA, F. S.; FARINELLI, R.; ROSOLEM, C. A. Desenvolvimento radicular do algodoeiro em resposta à localização do fertilizante. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 31, p. 387-392, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 3. ed. Sunderland: Sinauer, 2002. 690 p.

VILELA, E. F.; BÜLL, L. T. Avaliação do crescimento de plantas de milho em função de doses de potássio e estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, p. 281-289, 1999.

