

Influência da adubação borácica e potássica no desempenho do girassol

Hernandes de Oliveira Feitosa*, Gabriel Castro Farias, Ricardo José Costa Silva Junior, Francisco Jardelson Ferreira, Francisco Luciano Andrade Filho, Claudivan Feitosa Lacerda

Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

*Autor correspondente, e-mail: hernandes.oliveira@gmail.com

Resumo

O girassol apresenta-se como uma cultura promissora para produção de biodiesel, além, de propiciar melhoria na fertilidade do solo por apresentar uma elevada capacidade de ciclagem de nutrientes absorvidos em profundidade e uma reduzida taxa de exportação de nutrientes, porém é bastante exigente em nutrientes como boro e potássio. Diante disso, avaliou-se o efeito da adubação borácica e potássica no girassol cultivar Catissol. O delineamento empregado foi o de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, 5 x 4 com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos da combinação de cinco doses de boro (0, 2, 4, 6 e 8 kg ha⁻¹), com quatro níveis de potássio (0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹). As plantas foram coletadas aos 72 dias após a semeadura e foram avaliadas quanto à altura, área foliar, fitomassa seca e produtividade. As doses de 6 e 90 kg ha⁻¹ de boro e potássio respectivamente, proporcionaram melhores respostas em altura (190 cm), área foliar (4374 cm²), fitomassa seca da parte aérea (175 g) e produtividade de 4170 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: *Helianthus annus* L., Nutrição, Produção

Influence of potassium fertilization and borácica performance Sunflower

Abstract

The sunflower is presented as a promising crop for biodiesel production, in addition, to provide improved soil fertility by having a high capacity for nutrient cycling absorbed in depth and a reduced rate of nutrient export, but it is very demanding on nutrients as boron and potassium. Therefore, we evaluated the effect of fertilization borácica and potassium in sunflower farming Catissol. The experimental design was a randomized complete block in a split-plot, 5 x 4 with five repetitions. The treatments consisted of a combination of five doses of boron (0, 2, 4, 6 and 8 kg ha⁻¹), with four levels of potassium (0, 30, 60 and 90 kg ha⁻¹). Plants were harvested at 72 days after sowing and were evaluated for height, leaf area, dry biomass and productivity. Doses of 6 and 90 kg ha⁻¹ of boron and potassium, respectively, provided better responses in height (190 cm), leaf area (4374 cm²), shoot dry biomass (175 g) and productivity of 4170 kg ha⁻¹.

Keywords: *Helianthus annus* L., Nutrition, Production

Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma oleaginosa que apresenta características agronômicas importantes, tais como: maior resistência à seca, ao frio e a pragas do que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil. Apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, altitude e pelo fotoperíodo.

A grande importância da cultura do girassol no mundo deve-se à excelente qualidade do óleo comestível que se extrai de sua semente e recentemente sendo utilizado para a produção de biocombustível (PINA FILHO, 2012). Também se apresenta uma cultura que melhora as condições de fertilidade do solo, mas, é bastante exigente em nutrientes como boro (B) e potássio (K). Apesar da ampla adaptação às condições climáticas, ela se desenvolve mais adequadamente em solo fértil e é uma cultura sensível à deficiência de boro, sendo umas das plantas utilizadas como indicadora de deficiência deste nutriente no solo (UNGARO, 1990). Portanto, a maioria dos solos da região Nordeste apresentam baixa fertilidade do solo devido as condições climáticas na qual contribui para que muitas culturas limite sua produtividade em função da baixa disponibilidade de nutrientes como potássio e boro.

O incremento na produtividade agrícola, decorrente da adição dos fertilizantes potássicos ao solo, varia principalmente com a quantidade de K disponível e com o nível geral da fertilidade do solo. De acordo com Sfredo et al. (1984), o girassol extrai 40% mais K do que as culturas da soja e do milho.

O teor de potássio disponível no solo para atender o requerimento da planta deve ser superior a 0,25 cmolc dm⁻³ (Blamey et al., 1987). Boukert et al. (1997) relatam que menos de 0,12 cmolc dm⁻³ de K disponível mantém baixa a sua absorção, assim como o seu teor na folha, limitando o rendimento produtivo. Quanto ao nível crítico de potássio no solo, Villalba (2008) cultivando girassol em dois solos com 60% e 20% de argila, obteve valores de 0,41 e 0,23 cmolc dm⁻³, respectivamente, demonstrando a variação do nível crítico de K em função do teor

de argila do solo.

Essa cultura responde muito bem à aplicação de B (Shorrocks, 1997) e, em solos com baixos teores desse nutriente, frequentemente, produz menos que 800 kg ha⁻¹ de sementes, podendo atingir de 2000 a 3000 kg ha⁻¹ de sementes com a adição desse nutriente (Birch et al., 1981). Outros autores citam que esta espécie é bastante exigente nesse elemento, cujos níveis e quantidades ótimas são relativamente mais altas do que para outras espécies (Gupta, 1993; Marscher, 1995).

Assim, o trabalho objetivou avaliar o desenvolvimento vegetativo e a produtivo do girassol sob diferentes doses de boro e potássio.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na área experimental do Laboratório de Hidráulica e Irrigação da UFC, numa área de 1000 metros quadrado, em Fortaleza/CE (3° 45' S; 38° 33' W e altitude de 19 m). O solo do local é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006), com textura média (Tabela 1). Segundo a classificação de Köppen (ano), a área do experimento está localizada em região de clima Aw'. O girassol cultivar Catissol foi cultivado no período de novembro a janeiro de 2010.

Tabela 1. Característica química do solo da área experimental.

Elemento	Camada 0 – 0,30
Fósforo (Assimilável)	1,8 (mg kg ⁻¹)
Potássio	0,09 (cmol _c kg ⁻¹)
Cálcio + Magnésio	2,9 (cmol _c kg ⁻¹)
Cálcio	1,9 (cmol _c kg ⁻¹)
Magnésio	1,0 (cmol _c kg ⁻¹)
Alumínio	0,75 cmol _c kg ⁻¹)
Sódio	0,32 (cmol _c kg ⁻¹)
pH (H ₂ O 1:2,5)	6,2
Matéria orgânica	0,07 (g kg ⁻¹)
CE _{1:1}	20,8 (mmol _c L ⁻¹)
Zn	48 (mg kg ⁻¹)
B	20 (mg kg ⁻¹)

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, em que, nas parcelas foram dispostas as doses de boro (0, 2, 4, 6 e 8 kg ha⁻¹) e nas subparcelas as doses de potássio (0, 30, 60, 90 kg ha⁻¹) com cinco repetições, totalizando 100 unidades experimentais. Cada

subparcela teve o comprimento de 2,5 x 4,0 m, com espaçamento utilizado de 0,8 m x 0,3 m, correspondendo a densidade de 41666 plantas por hectare.

A semeadura foi realizada em novembro, foram utilizadas quatro sementes por cova, e aos dez dias após a semeadura realizou-se o desbaste, deixando-se somente uma planta por cova. A adubação seguiu a recomendação da EMBRAPA (2005), utilizando-se por 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 70 kg ha⁻¹ de fósforo, 60 kg ha⁻¹ de potássio e 50 kg ha⁻¹ de FTE-BR12, tendo como fonte dos nutrientes uréia, superfosfato simples, cloreto de potássio e micronutrientes. O superfosfato simples e o FTE-BR12 foram aplicados na cova em uma única vez, e, a uréia e o cloreto de potássio foram fracionados em duas vezes, em duas aplicações, uma no plantio e a outra na cobertura, aos 30 dias após o plantio (DAP). O ácido bórico como fonte de boro foi aplicado em uma única vez no plantio.

Aos 72 DAP grupos de cinco plantas dentro da área útil de cada subparcela foram coletadas para a realização da medição de altura com trena metálica, os quais foram coletados posteriormente, separando-se de início os limbos foliares para determinação da área foliar total (LI-3000, Li-Cor, Lincoln, USA), logo após, o material foi colocado em estufa de circulação de ar forçado por 72 h á 65° para análise da produção de fitomassa seca. Os aquênios coletados também levados para a estufa de secagem e, após manterem peso constante, foram pesados para determinar a produtividade.

Os estudos da análise de variância, análise de regressão e teste de médias foram realizados com o auxílio de planilhas eletrônicas do Excel e utilizando o software "ASSISTAT 7.5 BETA" (Silva & Azevedo, 2009). Uma vez havendo interação entre os fatores estudados fez-se a confecção dos gráficos e determinação das equações de superfícies de resposta utilizado o software "TableCurve3D v.4.0.

Resultados e discussão

A interação entre doses de boro e potássio para a altura do girassol foi significativa, ajustando-se a um modelo polinomial de

regressão. Por meio do estudo de superfície de resposta, constatou-se a altura máxima do girassol nas respectivas doses de B e K de 6 kg ha⁻¹ e 90 kg ha⁻¹ (Figura 1). Assim, a maior altura ocorreu quando a relação B:K na adubação foi de 0,067:1, confirmando a importância do suprimento desses nutrientes para a cultura do girassol. Na ausência desses nutrientes, o girassol atingiu altura de 66,3 cm, representando 33% da altura máxima obtida.

$$Z = 132,20 + 9,95 * 10^{-300}/x + (-2,053*y) + (-5,112*10^{-599} * x^2) + 0,625 * y^2 + 5,614*y/x$$

$$R^2=0,97^{**}$$

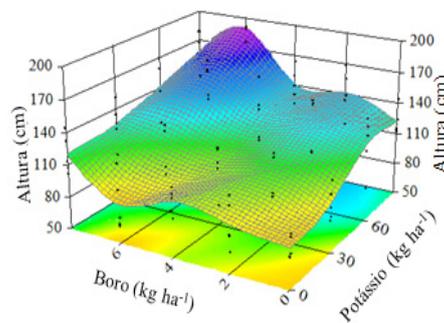


Figura 1. Altura das plantas de girassol, em função da adubação borácica e potássica.

Em contrapartida Silva (2005), avaliando o efeito das doses de B na cultura do girassol, com doses variando de 1 a 3 kg ha⁻¹ e sob irrigação diária, observou a não significância das doses na altura da planta, porém, a dose de 3 kg ha⁻¹ apresentou maior altura. Do mesmo modo, Bonacin (2002), avaliando aplicação de doses crescentes de (0 a 4,0 kg ha⁻¹ de B) no girassol cultivado em vasos, em latossolo vermelho, observou que não houve diferença significativa das doses do elemento na altura das plantas e área foliar.

Um dos motivos para que nas menores doses aplicadas tenham ocorrido menores valores de altura de planta, neste estudo, é devido ao fato de que a deficiência de B diminui indiretamente a fotossíntese e a transpiração através da diminuição da área foliar e pela alteração dos compostos presentes na folha, além da quantidade existente no solo.

Por outro lado, a deficiência de potássio ocasiona o funcionamento irregular dos estômatos, podendo diminuir a assimilação

de CO₂, e a taxa fotossintética (Cecílio & Grangeiro, 2004), afetando negativamente a produção, como é observado no tratamento sem aplicação da dose de K em cobertura. A resposta quadrática das variáveis estudadas sinaliza para um desbalanço catiônico a favor do K no complexo sortivo.

Estudos constatados por Bonacin et al. (2009) e Lima et al. (2010), embora tenham observado diferença significativa entre doses de 1 a 5 kg ha⁻¹, a máxima altura de planta observada na dose de 3 kg ha⁻¹ foi de 1,18 m, bem inferior as médias encontradas neste experimento. Isso devido a quantidade de B e Potássio existente nos solo.

Júnior et al. (2008), avaliando em casa de vegetação a cultura do girassol cultivado em vasos, submetendo-as a interação de doses de B (0; 0,5 e 1,0 mg kg⁻¹) e zinco (0; 2; 4 e 8 mg kg⁻¹), encontraram significância apenas para as doses de B para altura, número de folhas, diâmetro caulinar. Os maiores valores foram obtidos na dose de 0,5 mg kg⁻¹.

No estudo de superfície de resposta para área foliar do girassol (Figura 2), observou-se que a dose de 6 kg ha⁻¹ de B e 90 kg ha⁻¹ de K, interagiram significativamente para o máximo valor da variável estudada, obtendo um comportamento polinomial. Essas doses proporcionaram maiores valores de área foliar (4374 cm²), representando um percentual de 327% superior as plantas em condições de baixa disponibilidade desses nutrientes (sem adubação de B e de K).

$$Z = 785,1053 + 49,11x + (-1,0169x^2) + 0,0007x^3 + 694,81y + (-333,81y^2) + 76,74y^3 + (-5,4235y^4)$$

R²=0,96**

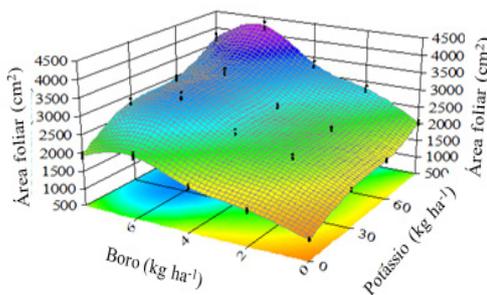


Figura 2. Área foliar das plantas de girassol, em função da adubação borácica e potássica.

Resultado por Bonacin (2002), avaliando a aplicação de doses crescentes de boro (0 e 4,0 kg ha⁻¹), em girassol cultivado em vasos, com Latossolo Vermelho, observou que não houve diferença significativa das doses do elemento na área foliar, além da produção de matéria seca do caule. Porém, a presença do elemento, mesmo na dose mais baixa, foi importante para o desenvolvimento das plantas. Provavelmente a quantidade de B no solo proporcionou maior desempenho para as plantas, fazendo com que as doses não tivessem influência na altura das plantas.

Observa-se, na Figura 3, um comportamento polinomial da MSPA das plantas do girassol para maiores valores na junção das doses de 6 e 90 kg ha⁻¹ de B e K, respectivamente, proporcionando uma MSPA de 175 g planta⁻¹ sendo superior as plantas sem adubação (Testemunha) em 326%.

$$Z = 31,40 + 1,9646x + (-0,0406x^2) + 0,00029x^3 + 27,79y + (-13,35y^2) + 3,0699y^3 + (-0,2169y^4)$$

R²=0,98**

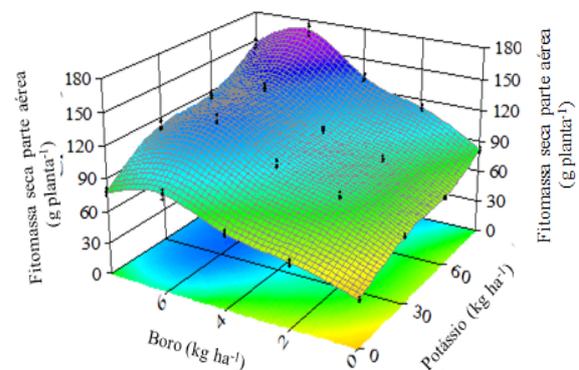


Figura 3. Massa seca da parte aérea das plantas de girassol, em função da adubação borácica e potássica.

Estudo realizado por Queiroga (2011), utilizando doses de 0 a 100 kg ha⁻¹ de K e de 0 a 3,0 kg ha⁻¹ de boro, na cultura do girassol, não foi verificada influência significativa em altura, área foliar, MSPA e produção. Marchetti et al., (2001) observou que o maior rendimento de massa seca do girassol em ambiente protegido foi alcançado com a adição de 1,0 mg.dm⁻³ de B, utilizando como fonte o bórax.

Oyinlola (2007), trabalhando no Norte da Nigéria, com três cultivares de girassol, sob diferentes doses de B (0; 4; 8 e 12 kg ha⁻¹) observou

que o girassol respondeu a doses ótimas de B, mas na alta dose (12 kg ha⁻¹ de B) houve uma queda acentuada nos parâmetros de altura, área foliar e MSPA, pois a dose ideal de B para o girassol nas três cultivares estava entre 5,6 – 8,4 kg ha⁻¹ de B.

Castro et al. (2006), avaliando quatro doses de B (0; 0,25; 0,5 e 2,0 mg kg⁻¹) aplicado na forma de ácido bórico a partir do florescimento e estresse hídrico a partir do enchimento de aquênios, verificou que independentemente da fase de aplicação ou estresse hídrico, a dose de 0,5 mg dm⁻³ de B acarretou na maior produção de matéria seca total, produção de aquênios e rendimento de óleo por capítulo.

A superfície de resposta obtida na Figura 4 prediz que a produtividade do girassol foi influenciada pela interação entre as doses de boro e de adubação potássica, apresentado um comportamento polinomial. Observa-se que na dose de boro (6 kg ha⁻¹) e maior dose de potássio (90 kg ha⁻¹), obteve-se maior produtividade com 4170 kg ha⁻¹ representando um percentual de 318% superior ao tratamento onde não recebeu adubação borácica e potássica. Verifica-se ainda que quando as plantas foram adubadas com dose equivalente a 8 kg ha⁻¹ e com 90 kg de K seu rendimento produtivo decresceu comparado ao tratamento com 6 kg ha⁻¹ de B e 90 kg ha⁻¹ de K.

$$Z = 748,46 + 46,82x + (-0,9692x^2) + 0,0069x^3 + 662,38y + (-318,24y^2) + 73,1676y^3 + (-5,1704y^4)$$

$$R^2 = 0,95^{**}$$

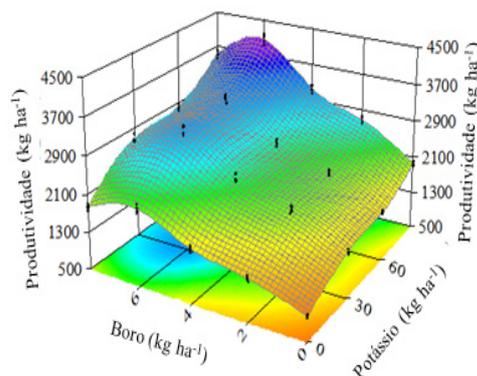


Figura 4. Produtividade das plantas de girassol, em função da adubação borácica e potássica.

Caletti e Vázquez-Amábile (2002) trabalhando com três híbridos de girassol em

solos da Argentina, sob dose de boro entre 0 a 7 kg ha⁻¹ e teor inicial de B no solo de 0,8 a 1 mg dm⁻³ obtiveram produtividades entre 2.003 e 2.539 kg ha⁻¹.

Doses acima daquelas responsáveis pelas máximas produtividades pode indicar que o excesso desse nutriente foi prejudicial ao desenvolvimento do girassol, possivelmente em consequência direta do seu efeito antagônico. Aplicações excessivas do adubo podem inibir a absorção de Ca²⁺ e Mg²⁺, bem como a diminuição na assimilação do fósforo, chegando, muitas vezes, a causar a deficiência desses nutrientes, implicando, desse modo, em efeitos depressivos sobre a produção das plantas (FORTALEZA et al., 2005).

O fato do modelo de melhor ajuste, para a maioria das variáveis, ter sido o polinomial quadrático pode ser explicado devido à absorção insuficiente de um elemento que pode ocorrer tanto por sua ausência no meio quanto pela sua indisponibilidade (VIANA et al., 2008).

Conclusão

As variáveis altura, área foliar, fitomassa seca da parte aérea foram influenciadas pelas dosagens de B e K, convergindo para a máxima produtividade do girassol de 4170 kg ha⁻¹ quando interagiu 6 kg ha⁻¹ e 90 kg ha⁻¹ de B e K respectivamente.

Referências

Birch, E.B., Blamey, F.P.C., Chapman, J. 1981. Boron nutrition of sunflower. Borax Holdings, London, England. 4 p.

Bonacin, A.G. 2002. Crescimento de plantas, produção e característica das sementes de girassol em função de doses de boro. 98f. (Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-Unesp. Jaboticabal, Brasil.

Bonacin, G.A., Rodrigues, T.J.D., Cruz, M.C.P., BANZATTO, D.A. 2009 Características morfofisiológicas de sementes e produção de girassol em função de boro no solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 13:111–116.

Blamey, F.P.C., Edwards, D.G., Asher, C.J. 1987. Nutritional disorders of sunflower. University of Queensland, Brisbane, Australian. 72 p.

Borkert, C.M. 1997. Efeito residual da adubação potássica sobre girassol e milho em três diferentes

- Latossolos Roxos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 32: 1227- 1234.
- Castro, C. 2006. Boro e estresse hídrico na produção do girassol. *Ciências Agrotécnicas* 30:214-220.
- Caletti, M.J., Vázquez-Amábile, G. 2002. Evaluación del efecto de la fertilización con boro para híbridos de girasol en suelos Haplustoles Énticos de Gral. Pico, Departamento de Maracó, Prov. de La Pampa. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 22: p.45-49.
- Cecílio filho, A.B., Grangeiro, L.C.2004. Produtividade da cultura da melancia em função de fontes e doses de potássio. *Ciência e Agrotecnologia* 28:561- 569.
- Fortaleza, J.M., Peixoto, J.R., Junqueira, N.T.V., Oliveira, A.T., Rangel, L.E.P.. 2005. Características físicas e químicas em nove genótipos de maracujá-azedo cultivado sob três níveis de adubação potássica. *Revista Brasileira de Fruticultura* 27: 124-127.
- Gupta, U.C.1993. *Boron and its role in crop production*. Flórida: CRC Press.
- Júnior, M.A.D., Fraga, A.C., Neto, P.C. 2008. Parâmetros de crescimento do Girassol submetido a diferentes doses de boro e zinco em casa de vegetação. Anais...5º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel.
- Queiroga, F.M. 2011. Resposta da cultura do girassol a doses de potássio, magnésio, boro, zinco, cobre e a fontes de nitrogênio. 69f. (Dissertação mestrado) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, Brasil.
- Lima, A.D., Marinho, A.B., Camboim Neto, L.D. 2010. Efeito da adubação borácica na cultura do girassol. In: IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas. Anais... João Pessoa, Brasil. CD-Rom.
- Marchetti, M.E. Motomya, W.R., Fabrício, A.C., Novelino, J.O. 2001. Resposta do girassol, *Helianthus annuus*, a fontes e níveis de boro. *Acta Scientiarum* 23: 1107-1110.
- Marschner, H. 1995. mineral nutrition of higher plants. 2 ed. London: Academic Press Inc. 889 p.
- Oyinlola, E.Y. 2007. Effect of boron fertilizer on yield on oil content of three Sunflower cultivars in the Nigerian savanna. *Journal of Agronomy* 6: 421 – 426.
- Pina Filho, 2008. <http://www.ceapar.com.br/histgira.html#top>.
- Silva, M.L.O. 2005. Aplicações de lâminas de água e doses de boro na cultura do girassol. (Tese Doutorado).Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 115 p.
- Silva, F.A.S, Azevedo, C.A.V. 2009. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: world congress on computers in agriculture, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Sfredo, G.J., Campo, R.J., Sarruge, J.R. 1984. Girassol: nutrição mineral e adubação. (Circular técnica, 8) Embrapa-CNPSo, Londrina, Brasil. 36p.
- Shorrocks, V.M. 1997. The occurrence and correction of boron deficiency. *Plant and Soil* 193: 121- 148.
- Ungaro, M.R. G.1990. Girassol (*Helianthus annuus* L.). *Boletim Informativo do Instituto Agrônomo* 200:112-113.
- Viana, T.V.A. 2008. Diferentes doses de potássio, na forma de nitrato de potássio, aplicadas via fertirrigação no mamão formosa. *Revista Ciência Agrônoma* 39: 34-38.
- Villalba, E.O. 2008. Recomendação de nitrogênio, fósforo e potássio para girassol sob sistema de plantio direto no Paraguai, 82f. (Dissertação de Mestrado) Mestrado em Ciências do Solo - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil.