

EFEITO RESIDUAL DA APLICAÇÃO DE CALCÁRIO SOBRE A PRODUÇÃO DO ARROZ IRRIGADO EM SOLOS DE VÁRZEA DO RIO PARÁ¹

José Nilton da SILVA²
Antonio Rodrigues FERNANDES³
Edilson Carvalho BRASIL⁴
Norberto Cornejo NORONHA³

RESUMO: Os solos de várzea do estado do Pará apresentam, geralmente, boa capacidade produtiva. Contudo, não se conhece o efeito da aplicação de calcário sobre o arroz irrigado, em cultivo rotacionado. Nesse sentido, realizou-se um experimento com o objetivo de avaliar o efeito residual da aplicação de calcário sobre a produção do arroz irrigado após o cultivo do caupi. O trabalho foi conduzido em casa-de-vegetação no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), em Belém, PA. Foram usadas amostras de Gleissolos coletadas em três várzeas do rio Pará, na camada de 0 a 20 cm de profundidade. Os locais de coleta foram: várzea da UFRA, Belém; várzea próxima à Alça Viária/Moju e várzea do município de Vigia. O delineamento experimental usado foi o inteiramente casualizado, com três amostras de solo e cinco doses de calcário, em um esquema fatorial 3x5, com quatro repetições. As amostras de solos foram submetidas a doses de calcário, em quantidades equivalentes a 0; 0,4; 0,8; 1,2 e 1,6 vezes a necessidade de calagem (NC) dos solos, determinada com base na acidez potencial a pH 7,0 (H+Al), sendo $NC (t ha^{-1}) = H+Al (cmol_c dm^{-3})$. Foram usadas sementes de arroz da cultivar BRS Jaburu. Nas menores doses o efeito residual da calagem promoveu aumento de massa da matéria seca da parte aérea das plantas cultivadas nos solos da UFRA e da Alça Viária. O perfilhamento máximo foi estimado com as doses de 0,83 e 0,85 vezes a necessidade de calagem, no solo da UFRA e da Alça Viária, respectivamente. O efeito residual da calagem provocou redução da produção de grãos de arroz cultivados nos solos de várzeas. O solo da Alça Viária apresentou o maior potencial para a produção do arroz, independente da calagem.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: *Oryza sativa*, Crescimento, Calagem, Gleissolos.

1 Aprovado para publicação em 20/10/08

Parte da dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) pelo primeiro autor, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, área de concentração em Solos e Nutrição Mineral de Plantas.

2 Engenheiro Agrônomo, M. Sc., Técnico do BASA. E-mail: agrojns@yahoo.com.br

3 Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da UFRA, Caixa Postal: 66077-530, Belém(PA).E-mail: arfernan@ufra.edu.br;_norberto.noronha@ufra.edu.br

4 Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém(PA). E-mail: brasil@cpatu.embrapa.br

RESIDUAL EFFECT OF THE LIME ADDITION ON THE FLOODED RICE PRODUCTION OF FLOODPLAIN SOILS FROM PARÁ RIVER.

ABSTRACT: The floodplain soils from Pará State often present good productive capacity, mainly for rice crop. However, the effect of lime addition on this soils is not well known, especially for flooded rice in crop rotation system with other crops. An experiment was conducted in order to evaluate the effect of residual lime addition on rice flooded production after cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) cropping. The study was carried out in a greenhouse at the Agrarian Science Institute (ICA) of the Federal Rural University of the Amazon (UFRA) in Belém/PA. Gleysol samples were collected from the layer 0-20 cm deep, in three floodplains from Pará River and used in this experiment. Collection sites were: floodplain from UFRA/Belém; floodplain located next to the Moju/Pará road; floodplain from Vigia city/Pará. A completely randomized experimental design was used with three soil samples and five lime rates, in a 3 x 5 factorial design with four repetitions. Soil samples were submitted to increasing lime rates, in quantities equivalent to 0; 0,4; 0,8; 1,2 and 1,6 times the soils liming requirement (SLR), based on the potential acidity at pH7 (H+Al), where $SLR (t\ ha) = H=Al (cmol_c\ dm^{-3})$. Jaburu cultivar rice seeds (CAN 7830) were used. It was verified that the liming residual effect at lower rates promoted the increase of dry aboveground biomass of the plants grown in UFRA and Moju Gleysol samples. The maximum tillering was estimated with doses of 0.83 and 0.85 times the liming necessity, in UFRA and Moju soils, respectively. The liming residual effect generally provoked the reduction of rice grains production in these floodplain soils. Moju Gleysols presented greater potential for rice production, independently of liming.

INDEX TERMS: *Oryza sativa*, Growth, Liming, Gleysols.

1 INTRODUÇÃO

As várzeas do estado do Pará, geralmente, apresentam boa capacidade produtiva, principalmente para a cultura do arroz. No Pará existem aproximadamente 85.000 km² de solos de várzea (eutróficos e distróficos), sob diferentes usos agrícolas ou ocupados por matas ou capoeiras. Grande parte desses

solos apresenta condições favoráveis para o estabelecimento de uma rizicultura intensiva, bem como para culturas de sequeiro como milho, feijão e hortaliças a serem cultivados no período de menor precipitação pluvial (LIMA; TOURINHO; COSTA, 2000). No entanto, os solos de várzea podem apresentar acentuada acidez quando drenados, o que pode limitar o desenvolvimento de culturas em sucessão.

Como forma de minimizar o efeito da toxidez causada pelo ferro, alumínio e manganês, em solos de várzea, o uso da calagem tem proporcionado efeitos positivos em uma gama de solos (MELLO; FONTES; ALVAREZ, 1992; DYNIA; BARBOSA FILHO, 1993; BORGES JÚNIOR et al., 1998; FAQUIN et al., 1998). Assis et al. (2000) constataram que a ausência da calagem reduziu a produção de matéria seca do arroz inundado em um solo de várzea de Minas Gerais. Por outro lado, a calagem parcial ou total recomendada pelas análises do solo não afetou a absorção de nutrientes nem a produção de massa seca na parte aérea do arroz irrigado do Rio Grande do Sul (WIELEWICKI; MARCHEZAN; STORCK, 1998).

Alguns trabalhos têm mostrado efeitos benéficos da calagem no controle da disponibilidade de micronutrientes em solos de várzea, evitando problemas de toxidez para as culturas (DYNIA; BARBOSA FILHO, 1993) e aumentando a produção (MELLO; FONTES; ALVAREZ, 1992; FAQUIN et al., 1998; MARIANO et al., 2002). Entretanto, o manejo adequado das várzeas depende da realização de pesquisas que possam assegurar o cultivo dessas áreas de forma sustentável.

Existe dificuldade de recomendação de calagem para solos de várzea, assim como são poucas e controversas as pesquisas sobre a resposta do arroz à aplicação de calcário, no Brasil. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito residual da calagem sobre a produção da matéria seca e de

grãos e número de perfilhos do arroz irrigado, cultivado em três tipos de solos de várzea do rio Pará.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa-de-vegetação do Instituto de Ciência Agrárias (ICA), da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), em Belém/PA. Foram usadas amostras de três Gleissolos de várzea do rio Pará, coletadas de 0 a 0,20 m de profundidade. Os locais de coleta foram: várzea da UFRA, Belém; várzea próxima à Alça Viária/ Moju e várzea do município de Vigia. As análises químicas e granulométricas das amostras de solos (Tabela 1) foram realizadas conforme metodologia da Embrapa. Snlcs (1999). As amostras de solo foram secas, passadas em peneira de 4 mm de malha e incubadas em vasos com capacidade para 5 kg com calcário dolomítico, onde foram realizados os cultivos.

O delineamento experimental usado foi o inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 3x5, sendo três solos e cinco doses de calcário, com quatro repetições. As amostras de solos foram submetidas a doses crescentes de calcário, em quantidades equivalentes a 0; 0,4; 0,8; 1,2 e 1,6 vezes a necessidade de calagem (NC) dos solos, que foi determinada com base na acidez potencial a pH 7,0 (H+Al), sendo $NC (\text{t ha}^{-1}) = H+Al (\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3})$. A correção do solo foi realizada antes do cultivo do caupi (*Vigna unguiculata*, Walp), durante o período

de março a junho de 2003, que antecedeu o arroz.

Para analisar o efeito residual do calcário, efetuou-se o cultivo com arroz, sendo que as sementes, cultivar BRS Jaburu, foram colocadas para germinar em bandejas com vermiculita e, 17 dias após a emergência, três plantas foram transplantadas nos vasos.

Durante o cultivo do arroz realizou-se uma adubação com 150 mg de N, 150 mg

de P e 150 mg de K por vaso, sendo que as aplicações de nitrogênio e potássio foram parceladas em duas vezes, sendo a primeira no transplântio, com 50 mg de N e 100 mg de K₂O e o restante 30 dias depois. O fósforo foi aplicado de uma única vez, por ocasião do transplântio. As fontes de nutrientes usadas foram: uréia, fosfato de amônio dibásico e cloreto de potássio. Todos os nutrientes foram fornecidos em solução adicionada aos solos.

Tabela 1- Características químicas e granulométricas das amostras de três solos de várzea do rio Pará, antes do cultivo do caupi (A) e após o cultivo do arroz inundado (P), no tratamento sem calagem. UFRA, Belém, 2005.

Características	UFRA/Belém		Alça Viária/Moju		Vigia	
	A	P	A	P	A	P
pH (H ₂ O)	4,6	4,9	5,0	5,3	5,6	5,6
C orgânico (g kg ⁻¹)	20	12,9	21	15,3	21,7	11,1
P (mg dm ⁻³)	4,0	24	6,1	32,9	30,6	33,1
K (mg dm ⁻³)	0,08	0,08	0,2	0,04	2,9	0,4
Na (mmol _c dm ⁻³)	2,5	1,9	1,6	1,4	71	16
Ca (mmol _c dm ⁻³)	12	24	17	38	21	32
Mg (mmol _c dm ⁻³)	39	41	25	32	69	97
Al (mmol _c dm ⁻³)	28	26	18	9	1,4	0,5
H+Al (mmol _c dm ⁻³)	62	67	51	55	24	34
Areia Grossa (g kg ⁻¹)	18		31		29	
Areia Fina (g kg ⁻¹)	33		20		53	
Silte (g kg ⁻¹)	682		703		584	
Argila (g kg ⁻¹)	267		246		334	

A umidade do solo foi mantida próxima de 70% do volume total de poros (VTP), durante uma semana depois do transplântio. Após esse período, o solo foi inundado com água destilada, mantendo-se a lâmina de água próxima de dois centímetros.

Em cada vaso, uma planta foi coletada na floração e outras duas no final do ciclo para

avaliar a produção da matéria seca, número de perfilhos e massa dos grãos.

O material coletado foi lavado em água corrente e destilada, e depois de seco em estufa, com circulação forçada de ar a 65°C, durante 72 horas, determinou-se a massa da matéria seca da parte aérea das plantas e dos grãos.

Os dados obtidos foram submetidos

à análise de variância (teste F) e aqueles significativos à análise de regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA

O efeito residual da calagem influenciou a produção de matéria seca das plantas de arroz cultivadas nos solos de várzeas (Figura 1). Houve resposta quadrática da produção de matéria seca das plantas ao efeito residual da calagem. Na floração, as plantas de arroz, cultivadas nos solos da UFRA e da Alça Viária, apresentaram respostas positivas às doses crescentes de calcário, até a dose de 0,8 vezes a necessidade de calagem. Nesta época as plantas cultivadas no solo da Vigia apresentaram maior produção da matéria seca, quando comparada àquelas cultivadas nos demais solos sem o uso da calagem (Figura 1A). Fageria et al. (1984) também constataram o aumento da produção de matéria seca da parte aérea de plantas de arroz cultivadas em solos inundados, nas fases de floração e de colheita com o uso da calagem, enquanto que Assis et al. (2000) observaram diminuição da matéria seca com a ausência da calagem.

O aumento da produção de matéria seca, observado nas plantas cultivadas nos

solos da UFRA e da Alça Viária, se deve, provavelmente, ao aumento da concentração de cálcio nos solos, à elevação do pH e à diminuição da concentração de Al, uma vez que esses solos apresentavam valores baixos de cálcio, acidez elevada e alta concentração de alumínio em condições naturais. De modo contrário, as plantas cultivadas no solo de Vigia apresentaram resposta quadrática negativa às doses de calcário na floração. Acredita-se que o baixo teor de Al trocável e o pH satisfatório tenham contribuído para esse resultado, assim como a quantidade de cálcio existente nesse solo ser bem maior que nos outros solos (Tabela 1). Segundo Barbosa Filho (1987), o arroz irrigado pode apresentar resposta à calagem, principalmente se os solos forem ácidos e com baixos teores de Ca e Mg.

Na época da colheita dos grãos, constatou-se resposta quadrática da produção de matéria seca da parte aérea do arroz irrigado cultivado nos solos de Vigia e da Alça viária e linear no solo da UFRA, em relação às doses crescentes de calcário (Figura 1B).

A dose equivalente a 0,4 vezes à necessidade de calagem para os solos da Vigia e da Alça Viária, no final do ciclo da cultura, foi a que proporcionou maior produção de matéria seca.

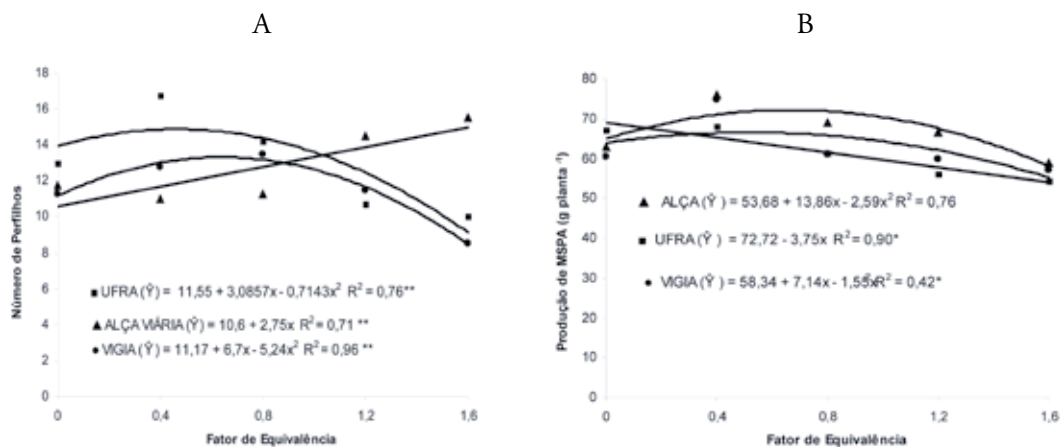


Figura 1 – Produção de matéria seca da parte aérea de uma planta de arroz, na floração (A), e de duas no final do ciclo (B), em função das doses de calcário, cultivadas em Gleissolos de várzeas. Doses de calcário equivalentes a 0; 0,4; 0,8; 1,2 e 1,6 vezes a acidez potencial (H + Al) de cada solo. * e ** significativos a 5 e 1% de probabilidade respectivamente.

3.2 NÚMERO DE PERFILHOS

Na época de floração, o efeito residual da calagem favoreceu o aumento do número de perfilhos das plantas de arroz cultivadas no solo da Alça Viária, ajustando-se a uma função linear (Figura 2A). Nos solos da UFRA e de Vigia, os aumentos foram quadráticos, com as doses crescentes de calcário aplicadas ao solo. O número máximo de perfilho foi estimado com 0,63 vezes a necessidade de calagem, para o solo de Vigia. O comportamento diferenciado das plantas cultivadas no solo de

Vigia pode estar relacionado com a presença maior de bases e de fósforo encontrados neste solo (Tabela 1).

Na colheita, as plantas cultivadas no solo de Vigia apresentaram redução de forma linear do número de perfilhos, com as doses crescentes de calcário (Figura 2B). Entretanto, nas plantas cultivadas no solo da UFRA e da Alça Viária, os números máximos de perfilhos foram estimados com as doses de 0,83 e 0,85 vezes a necessidade de calagem, respectivamente.

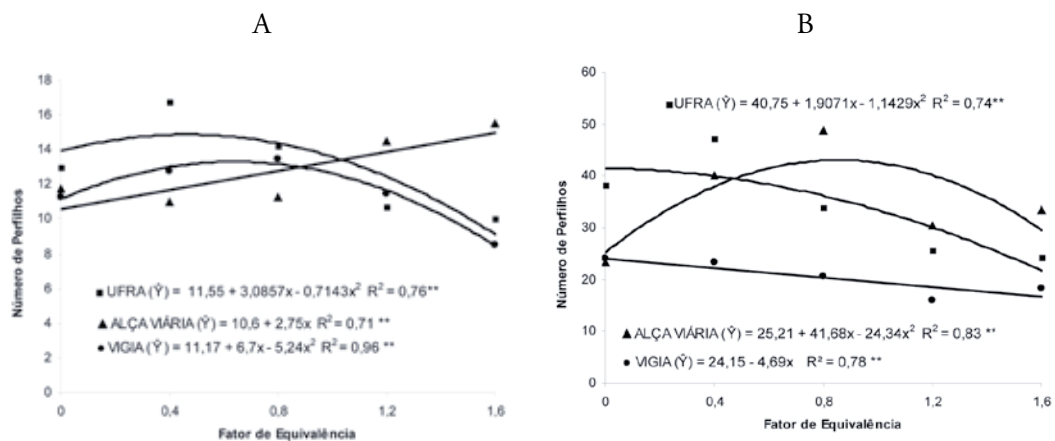


Figura 2 – Número de perfilhos de uma planta de arroz, fase de floração (A) e na fase de colheita de duas plantas (B), em função das doses de calcário aplicadas. Doses de calcário equivalentes a 0; 0,4; 0,8; 1,2 e 1,6 vezes a acidez potencial (H + Al) de cada solo. * e ** significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

De modo geral, na ausência de calagem as plantas cultivadas no solo da UFRA apresentaram maior número de perfilhos que as demais plantas cultivadas nos outros solos.

Por outro lado, as plantas cultivadas no solo da Alça Viária foram as mais favorecidas pelo efeito residual da calagem. Todavia, esse maior número de perfilhos não proporcionou maior produção de matéria seca, o que não está de acordo com Fageria (1982), ao afirmar que o aumento da matéria seca está relacionado, principalmente, com o aumento de perfilhos e o índice de área foliar. É possível que o balanço nutricional das plantas tenha contribuído para esse resultado.

3.3 PRODUÇÃO DE GRÃOS

O efeito residual das doses crescentes de calcário provocou uma redução da produção de grãos, exceto no solo de Vigia, cuja produção apresentou resposta quadrática (Figura 3). O solo da Alça Viária foi o que apresentou maior potencial de produção de grãos, enquanto que o solo de Vigia foi o de menor potencial, o que pode ser justificado pela elevada concentração de sódio no solo (Tabela 1). O aumento da produção de grãos com a menor dose de calcário no solo de Vigia pode estar relacionado a um melhor equilíbrio nutricional

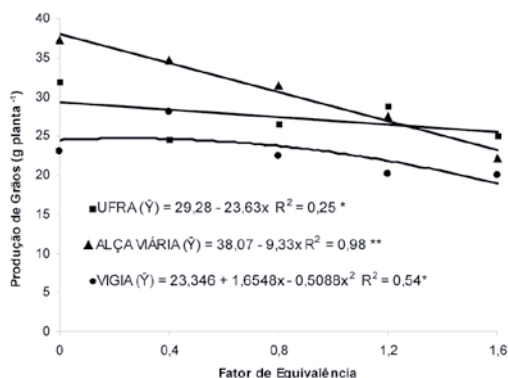


Figura 3 – Produção de grãos de duas plantas de arroz, em função das doses de calcário, cultivadas em Gleissolos de várzeas do rio Pará.

Doses de calcário equivalentes a 0; 0,4; 0,8; 1,2 e 1,6 vezes a acidez potencial (H + Al) de cada solo. * e ** significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

A influência negativa da calagem sobre a produção de grãos de arroz pode ser justificada pelo aumento da concentração de cálcio e de magnésio no solo, proporcionado pela adição do calcário e pela inundação do solo, que elevou o pH, que, por sua vez, provoca uma maior disponibilidade de nutrientes, entre eles o cálcio (Tabela 1). Os aumentos das concentrações de cálcio e de magnésio no solo, sem o correspondente aumento da concentração de potássio, podem ter reduzido a absorção do potássio por um efeito competitivo entre os íons cálcio e/ou magnésio com o potássio (MARSCHNER, 1995).

Embora o arroz seja considerado como uma espécie adaptada às condições de acidez do solo, a resposta à calagem tem variado

em função das cultivares e das características do solo, seja em cultivo de sequeiro, seja de várzea. Dynia e Moraes (1998) não observaram influência da calagem sobre a produção de grãos do arroz irrigado cultivado no solo Gley Pouco Húmico. Por outro lado, Faquin et al. (1998) e Mariano et al. (2002), em estudos realizados em solos de várzeas de Minas Gerais, constataram aumentos na produção de arroz cultivado em sucessão ao feijão, pelo efeito da calagem.

Na Tabela 2, são apresentados os valores das doses para a produção máxima de matéria seca da parte aérea e para 90% dessa produção, considerada como a dose de maior eficiência econômica na floração.

Tabela 2 – Produção estimada de matéria seca na floração de uma planta de arroz, correspondente a 90 e 100% da produção máxima, e as doses de calcário estimadas para prover essas produções em três solos de várzea. UFRA, Belém, 2005.

Solo	Produção de MSPA (g planta ⁻¹)		Dose de CaCO ₃	
	90%	Máxima	90%	Máxima
UFRA	15,7	17,4	-	0,54
ALÇA VIÁRIA	19,3	21,5	0,25	0,71
VIGIA	-	21,6	-	0

As plantas cultivadas no solo da Alça Viária apresentaram máxima produção de matéria seca, com uma dose de 0,71 vezes a necessidade de calagem do solo, valor que corresponde a 3,62 t ha⁻¹; para as plantas cultivadas no solo da UFRA, a produção máxima foi determinada com uma dose de 0,54 da necessidade de calagem do solo, valor que corresponde a 3,34 t ha⁻¹; enquanto que para o solo da Vigia a produção máxima foi atingida sem calagem. Apenas para as plantas cultivadas no solo da Alça Viária foi possível calcular a dose economicamente viável (90% da produção máxima). Essa dose corresponde à aplicação de 1,28 t ha⁻¹, equivalente a 65% da dose de CaCO₃, com uma redução de apenas 9,97% da produção de matéria seca.

Na fase de colheita, os valores das doses para a produção máxima de matéria seca e para 90% dessa produção não foram obtidos devido às equações não possibilitarem tal determinação e para produção de grãos as equações foram decrescentes.

4 CONCLUSÃO

- O solo da Alça Viária apresentou o maior potencial para a produção do arroz, independente da calagem.
- O efeito residual da calagem, nas menores doses utilizadas, promoveu o aumento da produção de matéria seca da parte aérea das plantas cultivadas nos solos da Alça Viária e da UFRA, provocando redução da produção de grãos de arroz nos três solos de várzeas.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, M.P.; CARVALHO, J.G.; CURI, N.; BERTONI, J.C.; ANDRADE, W.E.B. Limitações nutricionais para a cultura do arroz em solos orgânicos sob inundação. I. Crescimento. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 24, p.87-95, 2000.
- BARBOSA FILHO, M. P. *Nutrição e adubação do arroz*: (sequeiro e irrigado). Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1987. 129p. (Boletim Técnico, n. 9).

BORGES JÚNIOR, M.; MELLO, J.W.V.; RIBEIRO, A.C.; SOARES, P.C. Avaliação de critérios para calagem de arroz inundado em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa (MG), v.22, n.2, p.651-660, 1998.

DYNIA, J.F.; BARBOSA FILHO, M.P. Alterações de pH, Eh e micronutrientes para arroz irrigado em um solo de várzea tratado com calcário e palha de arroz em casa de vegetação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.17, n.1, p.67-74, 1993.

_____ ; MORAES, J.F.V. Calagem, adubação com micronutrientes e produção de arroz irrigado e feijoeiro em solo de várzea. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, n.6, 1998.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Manual de métodos e análise de solo*. 2.ed. Rio de Janeiro, 1999. 212p.

FAGERIA, N.K. Tolerância diferencial de cultivares de arroz a alumínio em solução nutritiva. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v.17, n.1, p.1-9, 1982.

_____ ; BARBOSA FILHO, M.P.; CARVALHO, J.R.P.; RANGEL, P.H.N.; CUTRIM, V.A.. Avaliação preliminar de cultivares de arroz para a tolerância à toxidez de ferro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.19, p.1271-1278, 1984.

FAQUIN, V.; ANDRADE, C.A.B.; FURTINI NETO, A.E.; ANDRADE, A.T.; CURTI, N. Resposta do feijoeiro à aplicação de calcário em solos de várzea do sul de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa (MG), v.22, n.4, p.651-660, 1998.

LIMA, R. R.; TOURINHO, M. M.; COSTA, J. P. C. da. *Várzeas flúvio-marinhas da amazônia brasileira: características e possibilidades agropecuárias*. Belém: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 2000. 342p.

MARIANO, I.O. dos S.; FAQUIN, V.; FERNANDES, L.A.; OLIVEIRA JÚNIOR, A.C. Efeito residual da adubação fosfatada e da calagem e níveis críticos de fósforo em plantas de arroz cultivadas em solos inundados. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.26, n.4, p.731-740, jul./ago. 2002.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plant*. 2nd ed. New York: Academy Press, 1995. 889p.

MELLO, J.W.V. de; FONTES, M.P.F.; ALVAREZ, V.V.H. Inundação e calagem em solos de várzea: I. Alterações em pH, Eh e teores de Fe e Mn em solução. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.16, p.309-317, 1992.

PAULETTO, E.A.; SOUZA, R.O.; GOMES, A.S. Caracterização e manejo de solos de várzea cultivado com arroz irrigado. In: PESKE, S.T.; NEDEL, J. L. ; BARROS, A. C. C. A. (E.d.). *Produção de arroz*. Pelotas: UFPel, 1996. p.67-98.

WIELEWICKI, A.P.; MARCHEZAN, E.; STORCK, L. Absorção de nutrientes pelo arroz em resposta à calagem e à época de início de irrigação. *Ciência Rural*, v.28, n.1, p.17-21, jan./mar.1998.