NUTRIÇÃO MINERAL DE CULTIVARES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EM SOLOS DE VÁRZEA INUNDADOS[1]

Ana Rosa Ribeiro BASTOS[2]
Janice Guedes de CARVALHO[3]
Tatiana Grossi Chquiloff VIEIRA[4]
Júlio César BERTONI[5]

RESUMO: Avaliou-se a nutrição mineral de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) em solos de várzea inundados, localizados na Fazenda Experimental da EPAMIG, em Lambari (MG), e no Campo Experimental de Cambuquira (MG), safras 94/95 e 95/96. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso em cinco solos: Gleissolo melânico (GM) e Gleissolo háplico (GX) em Lambari e, em Cambuquira, os solos Organossolo fólico (OO), Gleissolo melânico (GM) e Gleissolo háplico (GX); cinco cultivares de arroz: Capivari, Sapucaí, Urucuia, Inca e MG1 e quatro repetições. De maneira geral, foram observados teores de nutrientes abaixo dos adequados na parte aérea, aos 30 dias após o transplantio, de N, P, K, Ca e Mg.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Arroz, Cultivar, Solo de Várzea Inundado, Macronutrientes, Teor Foliar.

MINERAL NUTRITION OF RICE (*Oryza sativa* L.) CULTIVARS IN FLOODED SOILS

ABSTRACT: The mineral nutrition of rice cultivars (*Oryza sativa* L.) in different flooded soils was determined in the Experimental Farm of EPAMIG, in Lambari (MG), and in an experimental area of Cambuquira (MG) through the 94/95 and 95/96 growing seasons. A randomized block experimental design with five soils (Melanic Gleysol (GM) and Haplic Gleysol (GX) in Lambari; Organosol (OO), Melanic Gleysol (GM) and Haplic Gleysol (GX) in Cambuquira), five rice cultivars (Capivari, Sapucaí, Urucuia, Inca and MG1) with 4 replicates. Levels of nutrients, especially of N, P, K, Ca and Mg, in the shoots 30 days after transplanting were shown to be lower than the critical levels.

INDEX TERMS: Rice, Cultivars, Flooded Lowland Soils, Macronutrients, Foliar Content.

---

[1] Aprovado para publicação em 01.06.2005.

[2] Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Agronomia da Universidade Federal de Lavras – UFLA, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas. CP 37, CEP 37200-000, Lavras (MG). E-mail: arosa@ufla.br

[3] Engenharia Agrônoma, Professora Titular do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, CP 37, CEP 37200-000, Lavras (MG). E-mail: janicegc@ufla.br

[4] Engenharia Agrônoma, Pesquisadora/EPAMIG, CP 37, CEP 37200-000, Lavras (MG). E-mail: tatiana@epamig.ufla.br

[5] Engenharia Agrônoma, Doutorando em Agronomia da UFLA, área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas, CP 37, CEP 37200-000, Lavras (MG). E-mail: bertoni@ufla.com

1 INTRODUÇÃO

A exploração de novas áreas tem se mostrado cada dia mais limitante, uma vez que tais áreas encontram-se em fronteiras agrícolas distantes dos grandes centros consumidores, e, geralmente, revelam baixo potencial de produção, fatores que acarretam uma significativa elevação nos custos do produto final. Neste contexto, a exploração das várzeas apresenta-se como uma alternativa para a expansão das fronteiras agrícolas, por meio da utilização de áreas inseridas em regiões agrícolas, porém ainda pouco exploradas. O Brasil possui cerca de 30 milhões de hectares de várzeas passíveis de serem incorporadas ao processo produtivo, dos quais 1,5 milhão no estado de Minas Gerais (PROGRAMA..., 1980).

Os solos de várzea, por possuírem origem diversa, são muito heterogêneos, resultando em comportamento diferente dos demais solos quando submetidos ao processo produtivo. Nos solos inundados são geradas uma série de mudanças nas suas propriedades, que interferem em quase todas a reações do solo, afetando profundamente a disponibilidade de nutrientes e, conseqüentemente, o crescimento da cultura do arroz (HOLANDA, 1992).

As respostas à aplicação de nutrientes podem variar, também, em função da cultivar utilizada, portanto, tornam-se necessários estudos que caracterizem melhor as respostas à aplicação de nutrientes em solos de várzea. Algumas cultivares de arroz podem extrair os elementos essenciais mais eficientementes do que outras, mesmo em solos deficientes. As diferenças encontradas entre as cultivares na resposta a nutrientes podem ser explicadas por mecanismos fisiológicos, como diferentes taxas de absorção e translocação e diferenças morfológicas no sistema radicular (MALAVOLTA; FORNASIERI FILHO, 1983). A quantidade de nutrientes removidos do solo pelas plantas de arroz é muito variável e depende da quantidade de matéria seca produzida e seu teor nas plantas que, por sua vez, varia segundo a disponibilidade de nutrientes no solo. Perdomo et al. (1985) citam trabalhos em que a cultivar CICA 8, em solo com alto teor de matéria orgânica, utiliza os macronutrientes na seguinte seqüência N>K>P. Porém, esta cultivar, em solos de média fertilidade, se comporta de forma similar às outras cultivares na seqüência K>N>P.

Segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), a amostragem para diagnose foliar para a cultura do arroz está situada na época do meio do perfilhamento. Em geral, as folhas mais novas, que tenham completado seu desenvolvimento normal, mas que ainda não entraram em senescência, situadas pouco abaixo do ponto terminal de crescimento, refletem com maior precisão o estado nutricional da planta (BARBOSA FILHO; FAGERIA, 1980).

O presente estudo teve por objetivo verificar a nutrição mineral de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) em solos de várzea inundados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais – EPAMIG, localizada em Lambari, uma vez que esta é a principal base física da empresa utilizada no desenvolvimento de pesquisas com a cultura do arroz irrigado no estado de Minas Gerais, e no Campo Experimental de Cambuquira, por ser local dos solos mais propícios (característicos) para a implantação do experimento nas safras de 1994/1995 e 1995/1996.

Os solos foram previamente classificados segundo metodologia preconizada pelo Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (EMBRAPA, 1979). Em Lambari foram selecionados os solos Gleissolo melânico (GM), anteriormente chamado de Glei húmico e Gleissolo háplico (GX), anteriormente chamado de Glei pouco húmico, e em Cambuquira, os solos Organossolo fólico (OO), anteriormente chamado de Orgânico, Gleissolo melânico (GM) e Gleissolo háplico (GX), EMBRAPA. CNPS (1999). Os resultados das análises realizadas são mostrados na Tabela 1, seguindo metodologia proposta por Vettori (1969) e modificada pela Embrapa (1979) e Camargo et al. (1986). A calagem e a adubação foram feitas com base nos resultados das análises de solo (Tabela 1) nas safras 1994/1995 e 1995/1996, respectivamente, e conforme a recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1989).

As cultivares utilizadas foram Urucuia, Capivari, Sapucaí, Inca e MG1, as quais são recomendadas para Minas Gerais. As sementes destinadas ao plantio foram previamente analisadas através dos testes físicos e fisiológicos. Para superar a dormência (característica apresentada pelas cultivares irrigadas após a colheita), as sementes foram submetidas ao tratamento em estufa de circulação forçada de ar a 40 °C por 7 dias, e em seguida avaliadas através do teste padrão de germinação. Esses testes foram feitos seguindo prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

Implantou-se o experimento no campo adotando-se o delineamento experimental de blocos casualisados, totalizando 5 ensaios. Na Fazenda Experimental de Lambari (FELB) foram utilizados dois solos, Gleissolo melânico e Gleissolo háplico, e cinco cultivares (Sapucaí, Capivari, Urucuia, Inca e MG1), com quatro repetições. No campo experimental de Cambuquira (CECB) foi instalado de forma semelhante, utilizando-se três solos: Organossolo fólico, Gleissolo melânico e Gleissolo háplico. As parcelas constituíram-se de 6 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas 0,3 m entre si, sendo a área útil constituída pelas quatro fileiras internas. As sementes de arroz foram

semeadas em canteiros feitos com os solos correspondentes ao experimento. Em seguida, foi feito o transplantio, colocando-se quatro mudas por cova, espaçadas de 0,20 m na linha. Os locais Lambari e Cambuquira são cidades próximas, em que as variações de temperatura são poucas. Vale ressaltar que esses locais apresentavam solos da mesma classe, mas que mostraram algumas diferenças em suas características físicas e químicas (Tabela 1).

Para o controle preventivo de pragas, trataram-se as sementes com Furadan 350 na dose de 1,5 L 100 kg^{-1} de sementes. As plantas daninhas foram controladas por capinas manuais e pela lâmina d'água, mantendo-se os ensaios livres de invasoras. A irrigação dos tabuleiros iniciou-se em torno de 10 dias após o transplantio das mudas, a água somente foi retirada próximo à maturação dos grãos. A colheita foi processada quando os grãos atingiram a umidade de 20 a 22%.

A análise foliar foi feita, aproximadamente, 30 dias após o transplantio (d.a.t.) das mudas de arroz, quando então foi cortada a parte aérea rente ao solo. A parte aérea das plantas de arroz foi lavada em água destilada e levada a secar em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, em sacos de papel, até peso constante, para subseqüente moagem da parte aérea e determinação dos teores de macronutrientes.

Os teores de nutrientes foram determinados segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). As amostras de material seco (folha+colmo) foram submetidas à digestão nitroperclórica para determinação dos teores de macronutrientes. As concentrações de cálcio e magnésio foram determinadas por espectrofotometria de absorção atômica; o potássio por fotometria de chama, fósforo por colorimetria, enxofre por turbidimetria e o nitrogênio pelo método de Kjeldahl.

As análises estatísticas foram realizadas usando o programa estatístico SAEG. Os efeitos dos solos e das cultivares foram avaliados pelo teste de F a 1 e 5% de probabilidade, e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Duncan. O estudo da interação entre solos e cultivares foi, também, efetuado mediante a significância do teste F, desdobrando-se as cultivares dentro de cada solo, sendo as médias comparadas pelo teste de Duncan.

Tabela 1 – Resultados das análises de fertilidade, matéria orgânica e textura dos solos.

Característica	Cambuquira			Lambari		Cambuquira			Lambari	
	Safra 1994/1995					Safra 1995/1996				
	OO	GM	GX	GM	GX	OO	GM	GX	GM	GX
pH em água (1:2,5)	5,0	4,5	4,7	5,2	5,2	5,1	5,0	4,9	5,2	5,4
P (mg/dm^3)	23	18	9	23	48	15	13	7	15	72
K (mg/dm^3)	34	45	45	81	28	36	36	33	58	50
Ca (mmol$_c$/dm^3)	15	22	14	24	18	17	22	19	27	31
Mg (mmol$_c$/dm^3)	11	8	2	6	4	7	6	2	6	3
Al (mmol$_c$/dm^3)	12	8	4	5	6	12	4	2	3	7
H+Al (mmol$_c$/dm^3)	110	88	45	56	79	137	88	50	70	98
SB (mmol$_c$/dm^3)	27	31	17	32	23	25	29	22	34	35
t (mmol$_c$/dm^3)	39	39	21	36	29	37	33	24	37	42
T (mmol$_c$/dm^3)	137	119	62	88	102	162	117	72	104	133
m (%)	31	20	19	11	21	33	12	8	8	17
V (%)	20	26	28	36	22	15	25	30	33	26
Carbono (g/kg)	84	39	17	21	32	65	35	16	21	27
Mat. Org. (g/kg)	146	67	30	37	56	112	59	27	35	46
Areia (g/kg)	260	100	320	220	450	320	80	350	240	420
Silte (g/kg)	460	540	550	560	430	350	370	240	410	370
Argila (g/kg)	280	360	130	220	120	330	550	410	350	210

OO= Organossolo fólico; GM= Gleissolo melânico; GX= Gleissolo háplico
extratores: Ca, Mg e Al = KCl 1N; P = Resina; K = Mehlich 1; (H+Al) = Acetato de cálcio 1N a p

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância dos teores de macronutrientes aos 30 dias após o transplantio (d.a.t.) das plantas de arroz cultivadas em diferentes solos de várzea, em Cambuquira e Lambari, pode ser observado na Tabela 2. Observa-se que, com exceção dos teores de nitrogênio e cálcio, safra 94/95, não foi verificada interação significativa entre os fatores em estudo (solo e cultivares). Entretanto, os fatores isoladamente influenciaram significativamente nos teores da maioria dos macronutrientes na parte aérea das plantas de arroz.

Tabela 2 – Resumo da análise conjunta de variância dos teores de macronutrientes aos 30 dias após o transplantio (30 d.a.t.) das plantas de arroz cultivadas em solos de várzea inundados em Lambari e Cambuquira (safras 1994/1995 e 1995/1996).

Safra 1994/1995							
Causa de variação	G.L.	Quadrado médio					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Solo	4	5,58369**	0,01958**	1,16158**	0,13980**	0,02371**	0,08155**
Repet. (solo)	15	0,088745	0,00045	0,05292	0,00136	0,00304	0,01325
Cultivar	4	0,39013**	0,00109*	0,06619*	0,00329*	0,00047**	0,00656ns
Solo x Cultivar	16	0,09370**	0,00007ns	0,01486ns	0,00329**	0,00020ns	0,00612ns
Resíduo	60	0,03169	0,00027	0,02325	0,00117	0,00012	0,00722
C.V. (%)		7,20	7,70	7,63	9,17	6,76	35,18
Causa de variação	G.L.	Safra 1995/1996					
			N	P	K	Ca	Mg S
Solo	4	0,25650**	0,05564**	1,07150**	0,00286ns	0,01871**	0,04212**
Repet. (solo)		0,08172	0,00114	0,08805	0,00917	0,00056	0,00925
Cultivar	4	0,07745*	0,00373**	0,25228**	0,00374ns	0,00287**	0,00311ns
Solo x Cultivar	16	0,02031ns	0,00039ns	0,03569ns	0,001372ns	0,00031ns	0,00337ns
Resíduo	72	0,02935	0,00051	0,04815	0,00145	0,00046	0,00228
C.V. (%)		5,80	10,99	9,56	11,14	14,51	14,33

** - significativo a 1%; * - significativo a 5%; ns - não significativo

Com relação ao N, pode-se observar, safra 94/95, que os teores desse nutriente aos 30 d.a.t. mostraram interação significativa entre solos e cultivares (Figura 1). Analisando-se as cultivares dentro de cada solo, pode-se observar que, em Cambuquira, no solo OO, as cultivares Capivari e Inca apresentaram os maiores teores de nitrogênio e a cultivar MG1 foi a que apresentou os menores. No solo GM, houve comportamento semelhante, ou seja, a cultivar Capivari apresentou os maiores teores desse nutriente e a MG1 os menores, e no GX as cultivares Capivari, Sapucaí e Inca apresentaram os maiores teores de nitrogênio nesse estádio e MG1 e Urucuia os menores, os quais não diferiram entre si. Em Lambari, nos solo GX e GM as cultivares não apresentaram diferença significativa quanto aos teores de nitrogênio na parte aérea.

Na safra 95/96, as plantas cultivadas no solo GX de Cambuquira apresentaram maiores teores de nitrogênio na parte aérea, aos 30 d.a.t., que aquelas cultivadas nos demais solos, à exceção do solo OO, as quais não diferiram entre si (Figura 2). Com relação às cultivares, aos 30 d.a.t. a cultivar Inca apresentou menores teores desse nutriente que a cultivar Urucuia, sendo que as outras cultivares apresentaram teores intermediários, não diferindo das anteriores e entre si (Figura 3). Observou-se, de maneira geral, que houve variação nos teores de nitrogênio na parte aérea das cinco cultivares de arroz nos cinco solos em estudo (Figuras 2 e 3), mostrando que apesar do solo OO apresentar os maiores teores de matéria orgânica no solo, esta nem sempre está associada à maior disponibilidade de nitrogênio para o arroz irrigado, não podendo, portanto, ser utilizada como estimativa do teor de nitrogênio (FORNASIERI FILHO; FORNASIERI, 1993). Segundo esses autores, resultados de experimentos de campo demostram haver baixa relação entre o teor de matéria orgânica do solo e a resposta da cultura à aplicação de fertilizantes nitrogenados. Resultados semelhantes foram observados por Paula et al. (1991) e, segundo Ponnamperuma (1972), isso ocorre devido à decomposição da matéria orgânica ser resultante da interação de múltiplos fatores.

Ao se compararem os teores de nitrogênio, safra 94/95, aos 30 d.a.t., com os teores considerados adequados para a cultura do arroz no estádio do meio do perfilhamento, conforme Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), que seriam em torno de 40-48 g kg^{-1}, verifica-se que os teores se encontraram abaixo dos adequados (Figura 1).

Deve-se considerar, entretanto, que esses valores são indicações muito gerais; condições de solo, clima e cultivares poderão influenciar os mesmos, aumentando-os ou diminuindo-os (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). A concentração de nitrogênio na planta, segundo Ishizuka (1971), é mais alta para o primeiro estádio de crescimento, decrescendo ligeiramente com o tempo após a translocação, voltando a crescer até a diferenciação do primórdio floral, e novamente decresce até o estádio de enchimento de grãos, quando a concentração permanece quase constante até a completa maturação do grão.

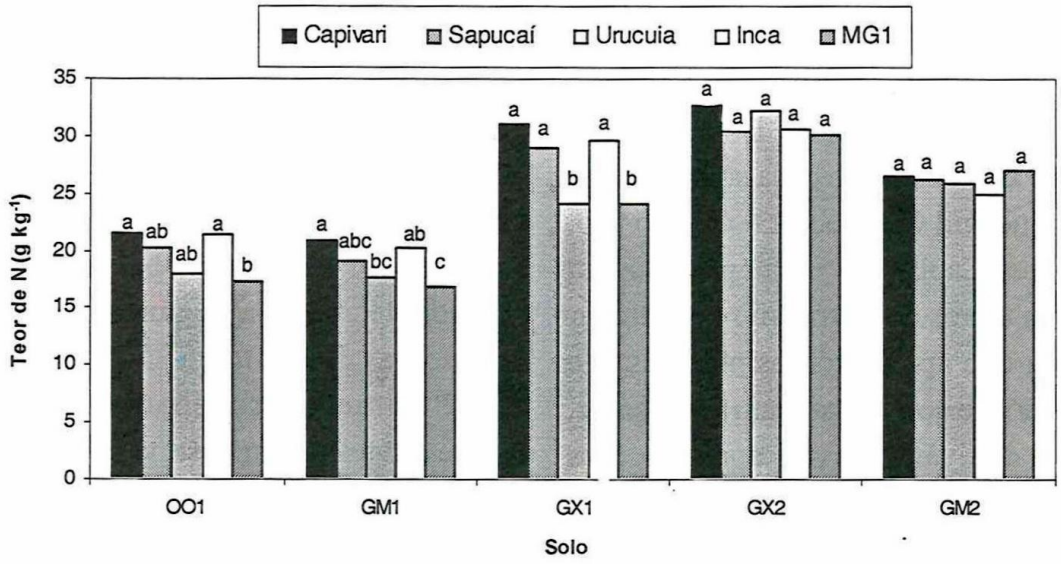


Figura 1 – Teores de nitrogênio na parte aérea de cinco cultivares de arroz em solos de várzea em Cambuquira (1) e Lambari (2), safra 94/95, aos 30 dias após transplantio. OO- Organossolo fólico, GM- Gleissolo melânico, GX- Gleissolo háplico.

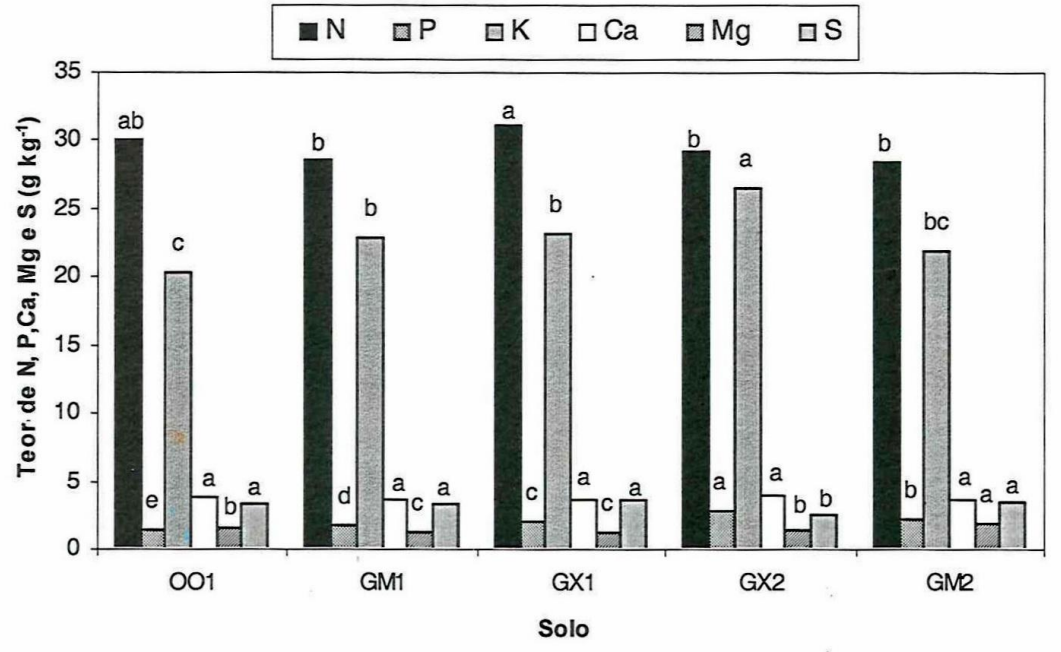


Figura 2 – Teores de macronutrientes na parte aérea de cinco cultivares de arroz em função dos solos de várzea utilizados em Cambuquira (1) e Lambari (2), safra 95/96, aos 30 dias após transplantio. OO- Organossolo fólico, GM- Gleissolo melânico, GX- Gleissolo háplico.

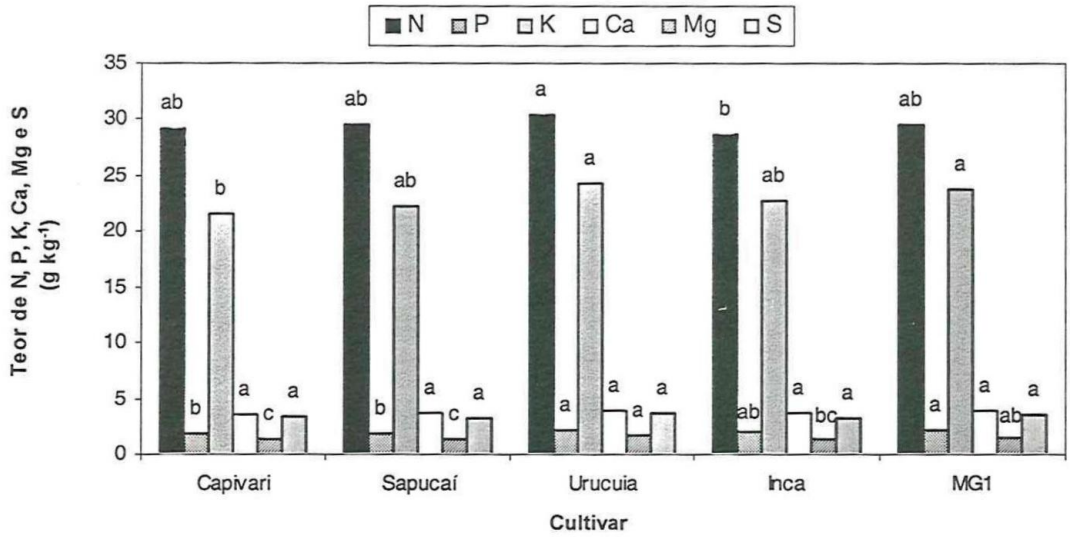


Figura 3 – Teores de macronutrientes na parte aérea de cinco cultivares de arroz em solos de várzea em Cambuquira e Lambari, safra 95/96, aos 30 dias após transplantio.

Com relação aos teores de fósforo na parte aérea das cultivares aos 30 d.a.t., nas duas safras em estudo, os maiores teores desse nutriente foram observados nas plantas cultivadas no solo GX de Lambari (Figuras 2 e 4). Observa-se, também, que as plantas cultivadas nos solos de Lambari (GX e GM) sempre apresentaram teores de P na parte aérea superiores àquelas de Cambuquira, com exceção na safra 94/95, para o solo GM de Cambuquira, que nessa safra apresentou teores na parte aérea similares aos das plantas cultivadas no solo GX de Lambari. Os altos teores de fósforo nesses solos podem ter sido os fatores que mais contribuíram para a presença desses maiores teores de fósforo na parte aérea das plantas de arroz para os solos de GX e GM de Lambari (BORA; GOSWAMI, 1983; MOTTA, 1988; HOLANDA, 1992).

A cultivar Urucuia apresentou os maiores teores de fósforo na parte aérea, safra 94/95 (Figura 5), e, na safra 95/96, as cultivares Urucuia e MG1 se mostraram superiores, não diferindo entre si estatisticamente (Figura 3).

Somente as plantas de arroz cultivadas no GX de Lambari, nas duas safras, mostraram-se com teores de fósforo próximos aos adequados de 2,5-4,0 g kg^{-1} segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), Figuras 2 e 4. Como os teores de fósforo nos solos encontravam-se em níveis médios a altos e a aplicação desse nutriente foi baseada nesses resultados, os baixos níveis observados na parte aérea das plantas podem ter sido devido à deficiência de magnésio exibida nas plantas em estudo. Segundo Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), o magnésio é considerado "carregador de fósforo", sendo que esse papel é explicado possivelmente pela participação do magnésio na ativação de ATPases da membrana implicadas na absorção iônica.

Os maiores teores de potássio na parte aérea, aos 30 d.a.t., foram

observados nas plantas cultivadas no solo GX de Cambuquira, safra 94/95 (Figura 4), e de Lambari, safra 95/96 (Figura 2) seguindo, em geral, a mesma tendência dos teores iniciais do solo. Na safra 94/95, a cultivar Capivari apresentou os maiores teores de potássio na parte aérea e a cultivar Sapucaí os menores, sendo que as outras cultivares apresentaram teores intermediários, não diferindo estatisticamente entre si (Figura 5). Já na safra 95/96, a cultivar Capivari apresentou os menores teores de potássio na matéria seca de parte aérea das plantas de arroz e as cultivares Urucuia e MG1 os maiores, sendo que as demais cultivares apresentaram teores intermediários, não diferindo entre si e nem das anteriores (Figura 3).

Somente as plantas cultivadas no solo GX de Lambari, aos 30 d.a.t., safra 95/96, encontraram-se dentro da faixa adequada para os teores de potássio, 25-35 g kg^{-1}, baseando-se em Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), Figura 2. Maiores teores de K eram esperados pelo fato do K ficar mais na parte vegetativa (MALAVOLTA, 1980). Conforme Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), a absorção máxima de K atinge seu máximo na presença de Ca^{+2} no meio, embora o excesso do último tenha efeito inibidor. Observam-se, nas duas safras em questão, teores de Ca abaixo da faixa proposta como adequada para esse nutriente.

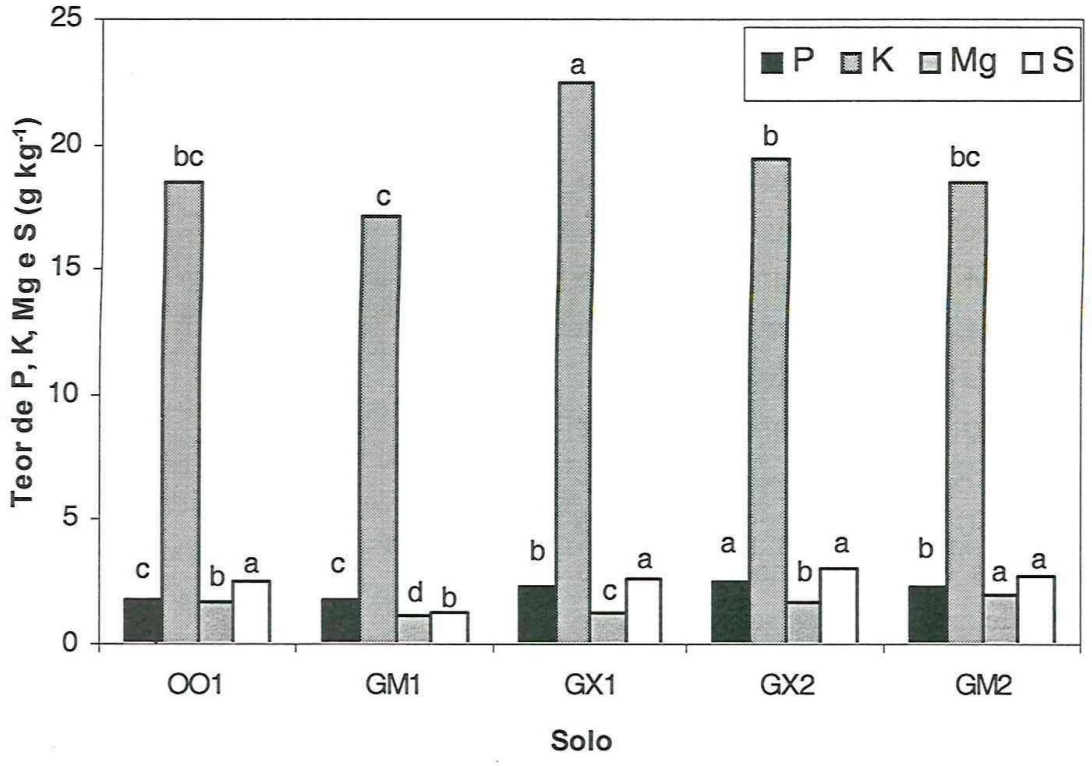


Figura 4 – Teores de macronutrientes na parte aérea de cinco cultivares de arroz em função dos solos de várzea utilizados em Cambuquira (1) e Lambari (2), safra 94/95, aos 30 dias após transplantio. OO- Organossolo fólico, GM- Gleissolo melânico, GX- Gleissolo háplico.

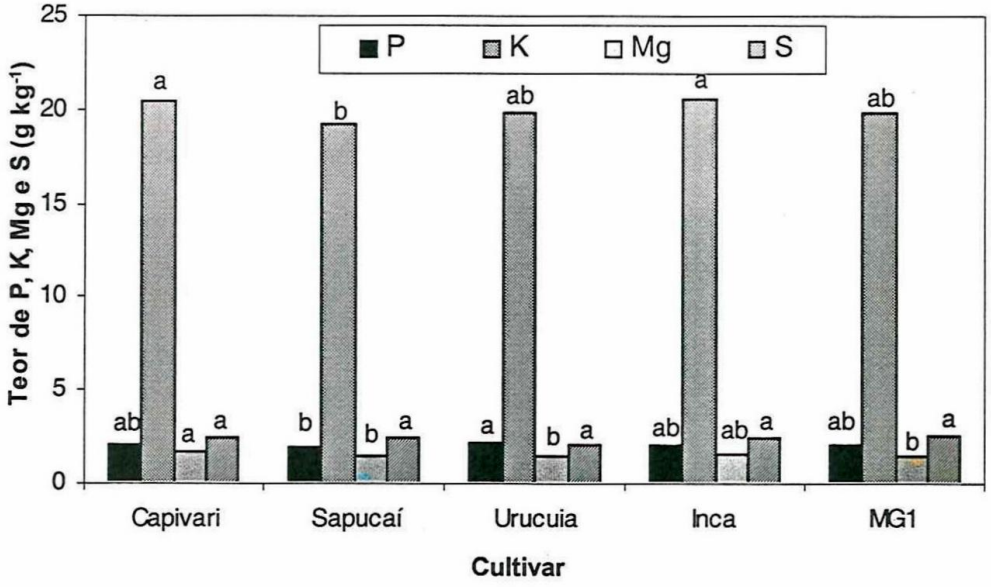


Figura 5 – Teores de macronutrientes na parte aérea de cinco cultivares de arroz em solos de várzea em Cambuquira e Lambari, safra 94/95, aos 30 dias após transplantio.

Houve interação significativa entre solo e cultivares para os teores de cálcio na parte aérea das plantas de arroz, safra 94/95, (Tabela 2). Os menores teores de cálcio na parte aérea das cultivares Capivari, Sapucaí e Inca foram observados no solo GX de Lambari (Figura 6). No solo OO e GX de Cambuquira e GX de Lambari, não houve diferença estatística significativa entre as cultivares quanto ao teor de cálcio na parte aérea das plantas aos 30 d.a.t., safra 94/95. No solo GM de Cambuquira, a cultivar Inca apresentou os maiores teores de cálcio na parte aérea das plantas de arroz, e no GM de Lambari as cultivares Inca e Capivari apresentaram os maiores teores, não diferindo entre si estatisticamente (Figura 6). Na safra 95/96 não foi observada diferença significativa para os teores de cálcio na matéria seca de parte aérea aos 30 d.a.t., tanto para solos quanto para cultivares (Figuras 2 e 3). Aos 30 d.a.t., os teores de cálcio estão abaixo dos teores adequados propostos por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), 7,5-10 g kg^{-1}, em ambas safras.

Os maiores teores de magnésio na parte aérea das cultivares nas duas safras, aos 30 d.a.t., foram observados no solo GM de Lambari (Figuras 2 e 4). Nessa ocasião, com relação às cultivares, houve grande variação nos teores desse nutriente nas duas safras, sendo que a cultivar Capivari apresentou os maiores teores na safra 94/95 (Figura 5), e a Urucuia na safra 95/96 (Figura 3). Comparando-se os teores de magnésio, safra 94/95 e 95/96, com os teores considerados adequados para a cultura do arroz no estádio do meio do perfilhamento propostos por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), 5-7 g kg^{-1}, verifica-se que os teores encontraram-se bem abaixo dos considerados adequados por esses autores, apesar de ter sido feita a aplicação de calcário dolomítico.

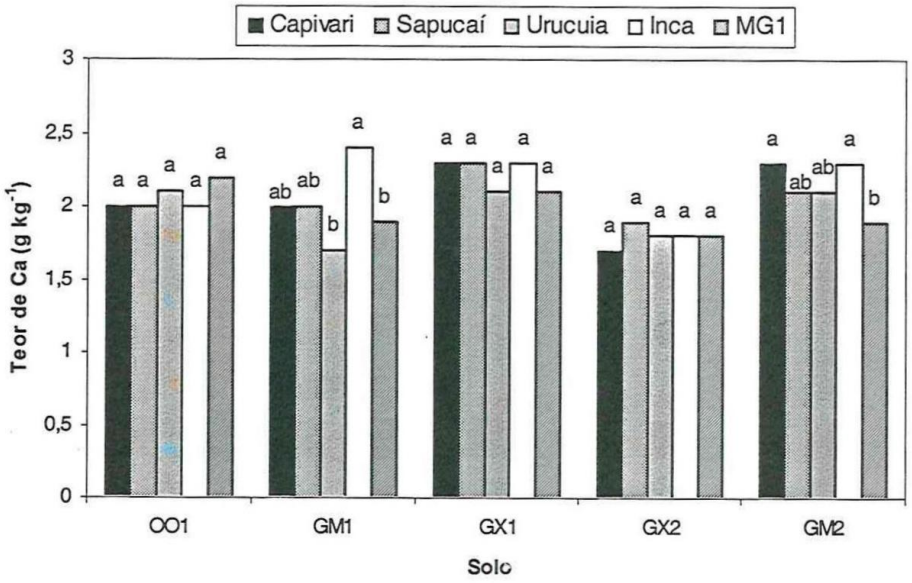


Figura 6 – Teores de cálcio na parte aérea de cinco cultivares de arroz em solos de várzea em Cambuquira (1) e Lambari (2), safra 94/95, aos 30 dias após transplantio. OO- Organossolo fólico, GM- Gleissolo melânico, GX- Gleissolo háplico.

Os menores teores de enxofre aos 30 d.a.t. foram observados nas plantas cultivadas nos solos GM de Cambuquira, safra 94/95 (Figura 4), e GX de Lambari, safra 95/96 (Figura 2); nos outros solos esses teores foram maiores e estatisticamente iguais.

Os teores de enxofre estavam ligeiramente acima do intervalo considerado adequado por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), 1,5-2 g kg^{-1}, na época do perfilhamento em ambas safras, exceto para as plantas cultivadas nos solos GM de Cambuquira, safra 94/95 (Figura 4).

A diferença entre as faixas adequadas para os macronutrientes encontradas na literatura e as observadas no trabalho é devida, possivelmente, a diversos fatores, tais como época de cultivo, idade da planta ou do órgão amostrado, devendo-se ressaltar, ainda, que esses teores não dependem apenas do elemento em si, mas da sua interação com outros nutrientes, do manejo, da tolerância de cada cultivar, da diversidade dos atributos químicos, físicos e mineralógicos de cada solo, das condições climáticas de cultivo, entre outros, que, como já foi dito, poderão influenciar os teores foliares de nutrientes, aumentando-os ou diminuindo-os.

4 CONCLUSÃO

Tanto os solos quanto às cultivares influenciaram de maneira distinta os teores de macronutrientes na parte aérea das plantas.

De forma geral, os elementos nitrogênio e fósforo (exceto em GX de Lambari), potássio (exceto em GX de Lambari, safra 95/96), cálcio e magnésio encontravam-se em níveis limitantes para o crescimento das cultivares de arroz testadas.

Apesar dos teores estarem abaixo dos adequados, as cultivares Urucuia e MG1 foram, de modo geral, as que absorveram maiores teores de macronutrientes.

REFERÊNCIAS

BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N.K. *Ocorrência, diagnose e correção da deficiência de zinco na cultura de arroz de sequeiro*. Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 1980. 18p. (EMBRAPA-CNPAF. Circular Técnica, 4)

BORA, P.K.; GOSWAMI, N.N. Effect of phosphorus fertilization and soil moisture regimes on phosphorus content of rice crop. *International Rice Research Newsletter*, Manila, v.8, n. 1, p. 19-20, 1983.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF, 1992. 365 p.

CAMARGO, O. A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. *Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas*. Campinas: IAC, 1986. 94p.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*; 4ª. aproximação. Lavras, 1989. 176p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Súmula*. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Série Miscelânea, 1).

———. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília, DF: Embrapa. Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FORNASIERI FILHO, D.; FORNASIERI, J.L. *Manual da cultura do arroz*. Jaboticabal: FUNEP, 1993. 221p.

HOLANDA, F.S.R. *Efeito do fósforo na cultura do arroz (Oryza sativa L.) sob diferentes níveis de água em solos de várzea de Minas Gerais*. 1992. 116p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – ESAL, Lavras, 1992

ISHIZUKA, Y. Physiology of the rice plant. *Advance in Agronomy,* New York, v. 23, p.241-315, 1971.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.

———; FORNASIERI FILHO, D. Nutrição mineral da cultura do arroz. In: FERREIRA, M.E.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. *Cultura do arroz de sequeiro* – fatores afetando a produtividade. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, 1983. p.95-140.

———; VITTI, C.G.; OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas*: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MOTTA, A.C.V. *Avaliação da disponibilidade de fósforo em solos de várzea do estado de Minas Gerais*. 1988. 95p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – ESAL, Lavras, 1988.

PAULA, M. B. de; CARVALHO, J.G. de; NOGUEIRA, F.D.; MESQUITA, H.A. Curva de resposta e avaliação de extratores para zinco disponível em solos hidromórficos e aluviais sob arroz inundado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.15, n.1, p.49-55, 1991.

PERDOMO, M.A.; GONZALES, J.; GALVIS, Y.C.; GARCIA, E.; ARREGOCÉS, O. Os macronutrientes en la nutricion de la planta de arroz. In: CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. *Arroz:* investigacion y producion. Cali, 1985. p.103-132.

PONNAMPERUMA, F. N. The chemistry of submerged soils. *Advances in Agronomy*, New York, v.24, p. 29-98, 1972.

PROGRAMA Nacional de Aproveitamento Racional de Várzeas – PROVÁRZEAS nacional. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.6, n.65, p.8-13, 1980.

VETTORI, L. *Métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7)