

# PARÂMETROS PRODUTIVOS, NUTRIÇÃO EM FÓSFORO E ATIVIDADE FOLIAR DA FOSFATASE ÁCIDA NO CAPIM-BRAQUIÁRIA CULTIVADO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA<sup>1</sup>

CARLA ROSSI<sup>2</sup> e FRANCISCO ANTONIO MONTEIRO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Parte da tese de doutorado apresentada pelo primeiro autor à ESALQ/USP.

<sup>2</sup> Pós-graduanda em Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ/USP, Caixa Postal 09, 13418-900, Piracicaba, SP. Bolsista do CNPq.

<sup>3</sup> Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, ESALQ/USP, Caixa Postal 09, 13418-900, Piracicaba, SP. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq.

**RESUMO:** Foi conduzido um experimento em solução nutritiva, em casa-de-vegetação, com capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf), de janeiro a março de 1998. Foram utilizadas oito doses de fósforo (0,31; 0,93; 1,55; 3,1; 9,3; 15,5; 31,0 e 46,5 mg L<sup>-1</sup>). O delineamento foi o de blocos completos ao acaso, com quatro repetições. As plantas foram colhidas aos 40 dias após o transplante, sendo separadas em parte aérea e raízes. A produção da parte aérea e das raízes e a concentração de fósforo nesses tecidos da planta sofreram variação significativa (P<0,01) com as doses de fósforo e se ajustaram a modelo de segundo grau. As doses de fósforo tiveram efeito significativo no número de perfilhos. A relação entre a produção da parte aérea e as raízes aumentou com as doses de fósforo, variando de 2,6 a 6,5. A concentração de fósforo foi mais baixa nas raízes que na parte aérea. A atividade da fosfatase ácida decresceu com o aumento das doses de fósforo em solução até a dose 31,0 mg L<sup>-1</sup>, variando de 19 a 31  $\mu\text{mol p-NPP h}^{-1} \text{g}^{-1} \text{MF}$ . O nível crítico para atividade da fosfatase ácida foliar foi de cerca de 20  $\mu\text{mol p-NPP h}^{-1} \text{g}^{-1} \text{MF}$  para o capim-braquiária.

**Termos para indexação:** *Brachiaria decumbens*, concentração de fósforo, fosfatase ácida, relação parte aérea/raiz.

## YIELD PARAMETERS, PHOSPHORUS STATUS AND ACID PHOSPHATASE ACTIVITY IN SIGNAL GRASS GROWN IN NUTRIENT SOLUTION

**SUMMARY:** An experiment was carried out in greenhouse conditions, with signal grass (*Brachiaria decumbens* Stapf), from January to March 1998. Eight rates of phosphorus were used (0.31, 0.93, 1.55, 3.1, 9.3, 15.5, 31.0 and 46.5 mg L<sup>-1</sup> of nutrient solution). The experiment was set in complete randomized block design, with four replications. The plants were harvested at 40 days after transplanting, and were separated into shoots and roots. Plant tops and roots yield, and phosphorus concentration in both plant tissues significantly (P<0,01) changed with the phosphorus rates. Shoot to roots ratio increased with the phosphorus rates, changing from 2.6 to 6.5. Roots had lower phosphorus concentrations than shoots. The activity of acid phosphatase decreased with the increase of phosphorus rates up to 31.0 mg L<sup>-1</sup>. The critical level for acid phosphatase activity was about 20  $\mu\text{mol p-NPP h}^{-1} \text{g}^{-1} \text{FW}$  for this grass.

**Index terms:** *Brachiaria decumbens*, phosphorus concentration, acid phosphatase, shoot/root ratio.

## INTRODUÇÃO

Mais de 60% das áreas pastoris no Brasil é constituída por pastagens cultivadas. O gênero *Brachiaria* vem se destacando e ocupando de forma crescente as áreas de pastagens nativas, sendo o capim mais plantado no país e atingindo cerca de 80% das áreas de pastagens cultivadas (SOARES FILHO, 1994).

O fósforo é um dos nutrientes de grande impacto no estabelecimento de plantas forrageiras e também para a nutrição dos animais. Teores baixos de fósforo no solo resultam em apreciável diminuição na produção dos pastos, diminuindo a sua concentração na forragem e trazem graves conseqüências à nutrição mineral das pastagens e dos animais (WERNER e HAAG, 1972).

Em vista da acentuada importância do fósforo nas pastagens, são importantes os estudos que venham a contribuir para melhor conhecimento da relação fósforo-forrageira. Existem várias formas de avaliar o estado nutricional de uma planta e os mais comuns são as diagnoses visual, foliar e, menos comumente usados, os testes bioquímicos.

Em relação à nutrição das plantas com fósforo, o teste bioquímico mais usado consiste na determinação da atividade de fosfatase ácida, que apresenta maior atividade quando há deficiência de fósforo. A maior atividade enzimática é devido ao aumento na síntese de fosfatase sob condições de deficiência de fósforo (BESFORD, 1979); a formação de fosfatase ácida é inibida pelo íon fosfato, por um mecanismo do tipo retroinibição, representando uma forma de regulação destas enzimas (DUFF et al., 1994).

O estudo da fosfatase ácida, embora realizado com outras plantas, é raro em plantas forrageiras. Resultados com a atividade enzimática da fosfatase ácida da folha indicam que esta pode ser utilizada como um parâmetro para avaliar o estado nutricional de gramíneas forrageiras em relação ao fósforo.

Em virtude da importância da espécie *Brachiaria decumbens* na pecuária brasileira e do nutriente fósforo para o bom desenvolvimento das plantas, foram realizados estudos para determinação da produção de matéria seca da forrageira, da concentração de fósforo e da atividade da fosfatase ácida no tecido vegetal.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um experimento em casa-de-vegetação, na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", em Piracicaba, SP, com o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf), no período de janeiro a março de 1998.

Foram utilizadas oito doses de fósforo correspondentes a: 0,31; 0,93; 1,55; 3,1; 9,3; 15,5; 31,0 e 46,5 mg L<sup>-1</sup> de solução nutritiva. O delineamento adotado foi o de blocos completos ao acaso, com quatro repetições.

As sementes foram colocadas para germinar em bandejas de plástico, contendo areia lavada. O transplante das mudas para os vasos com capacidade para 3,5 L, contendo sílica, realizou-se quando as plantas atingiram um tamanho aproximado de 5 cm e apresentavam duas folhas. Empregou-se inicialmente a solução de SARRUGE (1975) com uma concentração de 10% da solução completa e o nível de fósforo foi ajustado para 0,31 mg L<sup>-1</sup> em todas as soluções, durante um período de três dias após o transplantio. Após este período utilizou-se a solução completa, com o ajuste das doses de fósforo (Quadro 1). A renovação da solução nutritiva ocorreu a cada 14 dias, sendo o volume das soluções completado diariamente com água deionizada. Foram realizados desbastes das plantas nos primeiros 10 dias após o transplantio, até serem deixadas cinco plantas por vaso.

Aos 40 dias após o início do uso das soluções nutritivas definitivas no experimento realizou-se a contagem do número de perfilhos por vaso, e em seguida procedeu-se a coleta do experimento. Inicialmente foi cortada uma porção da lâmina foliar (100 mg de fragmentos de 3 mm) de uma das duas primeiras folhas completamente expandidas (denominadas de folhas novas) a partir do ápice da planta, para a determinação da atividade de fosfatase ácida, sendo a parte da planta amostrada escolhida em conformidade com o sugerido por MONTEIRO *et al.* (1995). Utilizou-se a metodologia descrita por McLACHLAN (1982), com modificações sugeridas por SILVA e BASSO (1993).

Para as determinações de produção de matéria seca dividiu-se a planta em parte aérea e raízes. As raízes foram lavadas com jatos de água para retirada da sílica, utilizando-se água de torneira. Todo o material colhido

**Quadro 1. Volumes das soluções estoques empregadas no preparo das soluções nutritivas para as doses de fósforo estudadas.**

Soluções estoque	Volume (mL L <sup>-1</sup> ) de solução estoque por litro							
	0,31	0,93	1,55	3,1	9,3	15,5	31,0	46,5
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 0,1M	0,1	0,3	0,5	1,0	-	-	-	-
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 0,5M	-	-	-	-	0,6	1,0	2,0	3,0
KNO <sub>3</sub> 1M	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,5
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 1M	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
MgSO <sub>4</sub> 1M	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
KCl 1M	0,99	0,97	0,95	0,9	0,7	0,5	-	-
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 1M	-	-	-	-	-	-	-	0,25
Micro (-Fe) <sup>1</sup>	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Fe-EDTA <sup>2</sup>	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

<sup>1</sup> A solução de micronutrientes possuía a seguinte composição (g L<sup>-1</sup>): H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> = 2,86; MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O = 1,81; ZnCl<sub>2</sub> = 0,10; CuCl<sub>2</sub> = 0,04; H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub> = 0,02.

<sup>2</sup> Dissolveram-se 26,1 g de EDTA dissódico em 286 mL de NaOH 1M, misturando-se com 24,0 g de FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, arejando-se por uma noite e completando-se a um litro de água deionizada.

foi posto a secar em estufa com circulação forçada de ar a 65°C, por um período de 72 horas. Após a pesagem do material vegetal secado, as amostras de cada porção da planta foram moídas para a determinação da concentração de fósforo, com emprego da digestão nítrico-perclórica, conforme metodologia descrita por MALAVOLTA *et al.* (1989).

Os resultados foram analisados utilizando-se o procedimento GLM do pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 1988), efetuando-se a análise de variância. Em função do nível de significância no teste F para doses de fósforo estudadas, efetuou-se o estudo das regressões para atividade da fosfatase ácida, produção de matéria seca e concentração de fósforo, bem como teste de comparação de médias (Tukey a 5%) para o número de perfilhos, e estudo de correlações entre a concentração de fósforo, produção de matéria seca e atividade de fosfatase ácida.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Produção de matéria seca

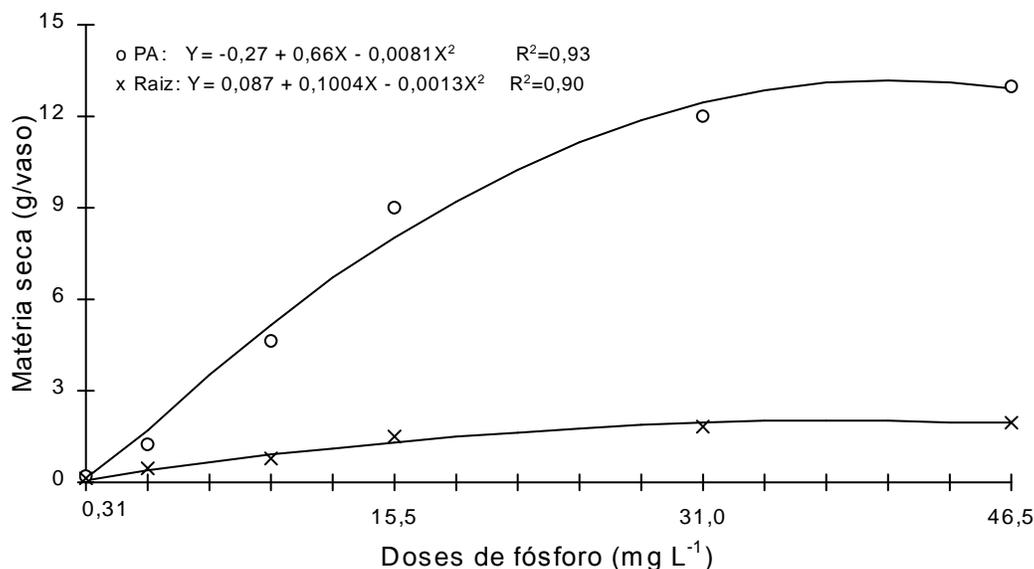
A produção de matéria seca da parte aérea e das raízes do capim-braquiária foi significativamente (P<0,01) influenciada pelas doses de fósforo, e os

valores ajustaram-se a equações do segundo grau (Figura 1). O acréscimo significativo na produção de matéria seca de gramíneas forrageiras ao fósforo é amplamente documentado na literatura (MARTINEZ, 1980; GUSS *et al.*, 1990; SILVA, 1996), e é decorrente da importância desse nutriente em diversos processos metabólicos fisiológicos como produção e transferência de energia (ATP) e fotossíntese.

A partir das equações de segundo grau foram determinados os pontos de máxima produção de matéria seca na parte aérea e nas raízes do capim-braquiária, que ocorreram com dose de fósforo de 40,6 e 38 mg L<sup>-1</sup> na solução, respectivamente.

Verificou-se que os acréscimos de produção na parte aérea foram mais acentuados do que nas raízes, fato também constatado por MARTINEZ (1980) com o capim-braquiária. De acordo com GARDNER *et al* (1985) as plantas retêm maior quantidade de fósforo nas raízes em condições de deficiência, favorecendo mais o crescimento do sistema radicular do que da parte aérea.

A relação parte aérea/raízes aumentou à medida que as doses de fósforo em solução aumentaram, variando de 2,6 a 6,5. Em doses mais baixas que 3,1 mg L<sup>-1</sup> a relação parte aérea/raízes manteve-se abaixo de 3; nas doses 9,3 e 15,5 mg L<sup>-1</sup> a relação manteve-se próxima a



**Figura 1. Produção de matéria seca da parte aérea (PA) e das raízes (Raiz) de capim-braquiária em função das doses de fósforo na solução.**

5,9 e nas doses mais elevadas a relação parte aérea/raízes foi de 6,5.

ANDREW e ROBINS (1971), ao estudarem a resposta de nove espécies de gramíneas forrageiras a doses de fósforo, relataram que as espécies responderam ao fosfato adicionado com aumento na produção. SILVA (1996) e ALMEIDA (1998) relataram que, no primeiro corte, o capim-braquiária respondeu até a dose mais alta do fósforo na solução estudada com aumento na produção de matéria seca. No segundo corte, SILVA (1996) observou que o capim-braquiária mostrou na produção resposta linear às doses de fósforo, evidenciando que a espécie pode responder a doses mais altas de fósforo que a máxima de 31,0 mg L<sup>-1</sup>.

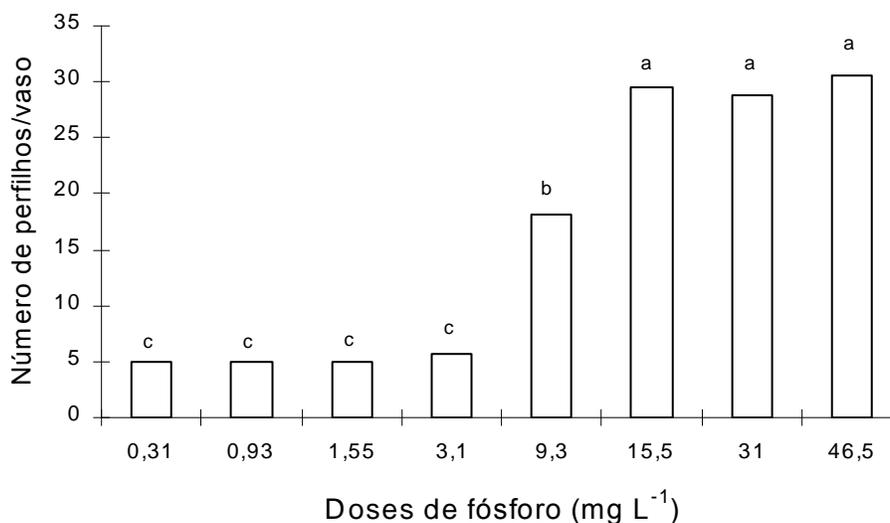
SILVA (1996) e ALMEIDA (1998), estudando a resposta do capim-braquiária a doses de fósforo em solução até 31,0 mg L<sup>-1</sup>, relataram variação quadrática da produção de matéria seca de raízes do capim-braquiária em função das doses de fósforo. MONTEIRO et al. (1995) observaram que, na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, os tratamentos com omissão de nitrogênio e fósforo representaram as maiores limitações ao desenvolvimento das plantas, tanto na produção de matéria seca na parte aérea como naquela das raízes.

De acordo com GISLON (1997) o desenvolvimento radicular, ao lado do perfilhamento e alongação do colmo, estimulados pela nutrição fosfatada fazem com que a planta tenha implantação mais rápida, e torne seu estabelecimento facilitado. Conforme GARDNER *et al.* (1985) plantas bem supridas com fósforo desenvolvem mais raízes que plantas deficientes. Isto provavelmente seja devido a disponibilidade do fósforo influenciar a fotossíntese, que por sua vez resulta em aumento no crescimento radicular.

#### Número de perfilhos

Na análise de variância para o número total de perfilhos por vaso observou-se significância ( $P < 0,01$ ) para doses de fósforo. SILVA (1996) obteve efeito significativo das doses de fósforo no perfilhamento de capim-braquiária, sendo que o aumento das doses de fósforo em solução, de 3,1 para 31 mg L<sup>-1</sup>, estimulou acentuadamente o perfilhamento.

Neste experimento verificou-se que o aumento marcante do perfilhamento ocorreu somente a partir da dose 9,3 mg L<sup>-1</sup>, não havendo diferença entre as doses mais elevadas de fósforo (Figura 2). Ocorreu estreita relação entre o aumento da produção de matéria seca



**Figura 2. Número de perfilhos do capim-braquiária em função das doses de fósforo na solução nutritiva (Valores seguidos pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%).**

(Figura 1) e o aumento do número de perfilhos, que ocorreu de modo mais acentuado da dose 3,1 para 9,3 mg L<sup>-1</sup> (Figura 2).

Não se constatou diferença para o número de perfilhos em dose mais elevada que 15,5 mg L<sup>-1</sup>. Contudo, a produção de matéria seca aumentou até atingir um máximo nas doses correspondentes a 40 mg L<sup>-1</sup>, indicando que apesar do número de perfilhos emitidos permanecer constante, houve um aumento no peso do perfilho individual propiciado pela adubação fosfatada.

Considerando que o perfilho é a unidade vegetativa básica das gramíneas, RODRIGUES e REIS (1994) relataram que a produção de matéria seca dos capins é definida pelo número e peso de perfilhos. Nesse sentido, estimou-se o peso médio dos perfilhos através da relação entre a massa seca da parte aérea e o número total de perfilhos por vaso.

Os resultados mostraram que para doses mais baixas que 0,93 mg L<sup>-1</sup> o peso médio de cada perfilho foi inferior a 0,14 g; para as doses entre 3,1 e 15,5 mg L<sup>-1</sup>, o peso médio de perfilhos esteve entre 0,22 e 0,30 g/perfilho, enquanto que para as doses 31,0 e 46,5 mg L<sup>-1</sup>, o peso de cada perfilho foi praticamente constante em 0,42 g/perfilho. ALMEIDA (1998) relatou que o aumento na dose de fósforo de 3,1 para 15,5 mg L<sup>-1</sup>

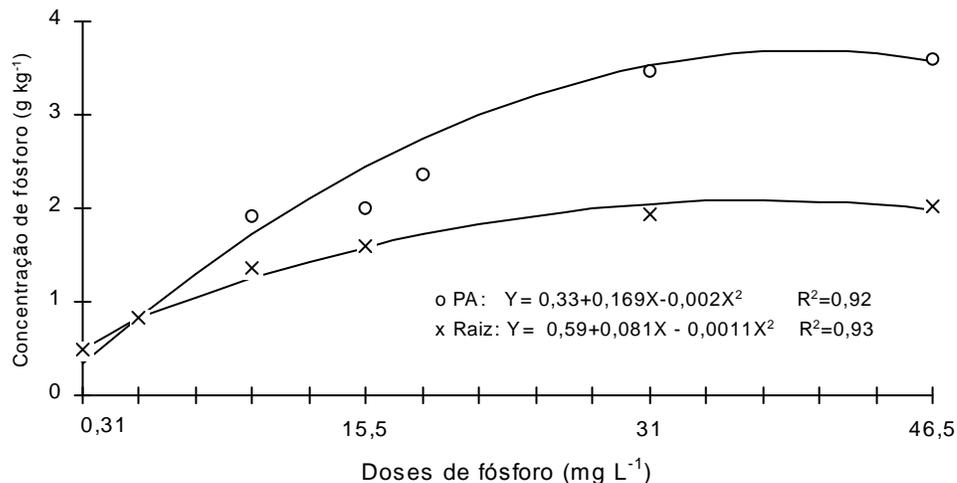
resultou em incremento no peso médio de perfilhos do capim-braquiária.

Conforme WERNER e HAAG (1972), uma das principais conseqüências da deficiência de fósforo em condições de campo, ao limitar o desenvolvimento e perfilhamento das gramíneas é deixar espaços livres no pasto. Isto permite o crescimento de plantas invasoras menos exigentes neste nutriente e conseqüente perda de produção da planta de interesse na pastagem.

### Concentração de fósforo

A análise da variância para a concentração de fósforo na parte aérea e raízes mostrou significância ( $P < 0,01$ ) para o efeito das doses de fósforo

No capim-braquiária a concentração de fósforo pode ser representada por equações de segundo grau tanto para a parte aérea quanto para as raízes (Figura 3). MARTINEZ (1980) e ALMEIDA (1998) relataram que o aumento das doses de fósforo na solução nutritiva proporcionou incremento na concentração de fósforo do capim-braquiária. As mais baixas concentrações desse nutriente ocorreram nas raízes em relação à parte aérea, o que corrobora os resultados de SILVA (1996) e ALMEIDA (1998).



**Figura 3. Concentração de fósforo na parte aérea (PA) e das raízes (raiz) de capim-braquiária em função das doses de fósforo na solução.**

As concentrações de fósforo observadas no presente experimento para o capim-braquiária variaram de  $0,43 \text{ g kg}^{-1}$  na dose  $0,31 \text{ mg L}^{-1}$  até um máximo de  $3,6 \text{ g kg}^{-1}$  na mais alta dose de fósforo. Essas concentrações aproximam-se das observados por MARTINEZ (1980), que determinou valores entre  $0,5$  e  $6,2 \text{ g kg}^{-1}$ , sendo, contudo, superiores aos relatados por SILVA (1996) e ALMEIDA (1998) que mostraram um máximo de  $2,4 \text{ g kg}^{-1}$  na dose  $31,0 \text{ mg L}^{-1}$ .

A concentração de fósforo nas raízes foi mais alta que a concentração na parte aérea nas doses de fósforo na solução mais baixas que  $3,1 \text{ mg L}^{-1}$ , similar ao relatado por ALMEIDA (1998). Também MARTINEZ (1980) ao analisar separadamente folhas e raízes do capim-braquiária relatou uma concentração de fósforo mais elevada em raízes que em folhas, nas doses mais baixas de fósforo na solução, e concentrações mais elevadas em folhas à medida que elevaram-se as doses de fósforo em solução.

À medida que as doses de fósforo na solução foram incrementadas constatou-se um aumento na quantidade acumulada do nutriente, que se ajustou à equação de segundo grau ( $Y = 0,22 + 0,35X - 0,0041X^2$  com  $R^2 = 0,99$ ), com a máxima acumulação com fósforo na solução de  $43 \text{ mg L}^{-1}$ . SILVA (1996) verificou aumento na quantidade acumulada de fósforo nas raízes e na parte

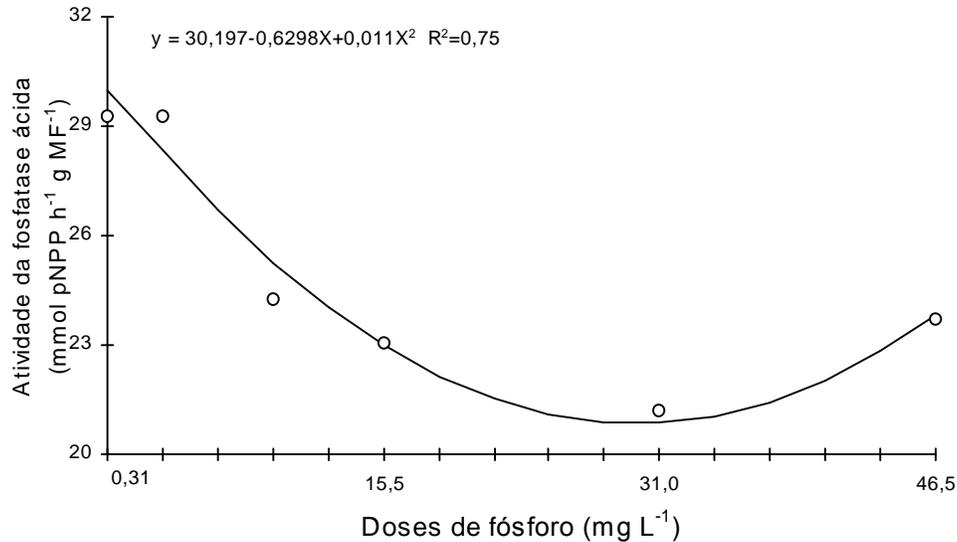
aérea de capim-braquiária, conforme o aumento das doses de fósforo na solução até a dose  $31,0 \text{ mg L}^{-1}$ .

Segundo GUSS *et al.* (1990), o aumento na concentração de fósforo na matéria seca com o aumento na dose de fósforo mostra que espécies do gênero *Brachiaria* possuem capacidade de acumular fósforo no tecido após atingir o crescimento máximo, podendo também se constituir em um mecanismo de defesa da planta, que acumula fósforo inorgânico nos vacúolos celulares como reserva para mobilizá-lo em condições adversas.

#### Atividade da fosfatase ácida foliar

A atividade da fosfatase ácida no capim-braquiária sofreu efeito significativo ( $P < 0,01$ ) das doses de fósforo na solução, e esse efeito pode ser representado por equação de regressão do segundo grau.

De modo geral, a atividade foliar da fosfatase ácida decresceu com o aumento das doses de fósforo até a dose  $31,0 \text{ mg L}^{-1}$  (Figura 4), situando-se entre  $19$  e  $31 \mu\text{mol p-NPP h}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ MF}$ . SILVA (1996), observou reduções significativas na atividade da fosfatase à medida que o teor de fósforo na solução aumentava.



**Figura 4. Atividade de fosfatase ácida do capim-braquiária em função das doses de fósforo na solução.**

FURLANI *et al.* (1984), trabalhando com genótipos de sorgo (*Sorghum vulgare* L.) determinou valores de fosfatase ácida em raízes variáveis entre 15 e 40  $\mu\text{mol p-NPP h}^{-1} \text{g}^{-1} \text{MF}$  e que são muito próximos aos observados neste estudo nas folhas de capim-braquiária. A atividade da enzima foi mais elevada para plantas que mostravam sintomas de deficiência de fósforo mais severos, e mais baixa em genótipos de sorgo mais tolerantes a baixo nível de fósforo em solução.

ELLIOT e LÄUCHLI (1986), trabalhando com milho (*Zea mays* L.), mostraram que o incremento na atividade da fosfatase ácida foliar ocorreu somente em plantas muito deficientes em fósforo, havendo somente um pequeno incremento na atividade em plantas moderadamente deficientes em fósforo, os quais, por sua vez, foram semelhantes aos determinados em plantas suficientes em fósforo. Esses resultados são análogos aos observados no presente experimento, em que se verificou um incremento na atividade da fosfatase em plantas que apresentaram-se deficientes em fósforo (doses inferiores a 3,1  $\text{mg L}^{-1}$ ), não ocorrendo diferenças relevantes entre plantas com moderada deficiência e plantas suficientes em fósforo (entre 9,3 e 46,5  $\text{mg L}^{-1}$ ).

BESFORD (1979), em trabalho clássico com tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), relatou diferenças na atividade da fosfatase conforme o estágio de

desenvolvimento da planta, com todas as folhas apresentando diminuição na atividade da fosfatase ácida com dose de 41  $\text{mg L}^{-1}$  de solução. A redução da dose de fósforo de 41,0 para 4,1  $\text{mg L}^{-1}$  (decréscimo de 10 vezes) resultou em um aumento na atividade da fosfatase ácida. Estes resultados são similares aos observados no presente trabalho, em que a redução das doses de fósforo na solução em 10 vezes (de 31,0 para 3,1  $\text{mg L}^{-1}$ ) foi acompanhada pelo aumento da atividade da fosfatase ácida foliar. Também se verificou que nas doses de fósforo mais baixas que 3,1  $\text{mg L}^{-1}$  a atividade da fosfatase permaneceu constante.

O estudo de correlação entre a produção de matéria seca da parte aérea, a concentração de fósforo na parte aérea, o acúmulo de fósforo na planta e a atividade da fosfatase ácida na folha mostrou que todos os parâmetros avaliados apresentaram correlação significativa e negativa com a atividade da fosfatase ácida (Quadro 2). Isto está de acordo com os resultados de SILVA (1996), que encontrou um coeficiente de correlação de -0,89 entre atividade da fosfatase ácida e a produção de matéria seca da parte aérea e de -0,77 entre a atividade da enzima e a concentração de fósforo no tecido vegetal.

Calculou-se o nível crítico da atividade da fosfatase ácida utilizando-se o conceito estabelecido por ULRICH e HILLS (1973), o qual é representado pela concentração do nutriente que corresponde a 90% da

produção máxima da cultura. Para a atividade da fosfatase ácida foliar, o nível crítico foi determinado pelo valor da atividade da enzima que corresponde a 90% da produção máxima da cultura. A estimativa do nível crítico da atividade da fosfatase ácida nas lâminas de folhas novas de capim-braquiária foi de 20  $\mu\text{mol p-NPP h}^{-1} \text{g}^{-1} \text{MF}$ .

**Quadro 2. Coeficientes de correlação entre a atividade da fosfatase ácida, a produção de matéria seca da parte aérea, a concentração e o acúmulo de fósforo em capim-braquiária.**

Parâmetros avaliados	Fosfatase ácida
Matéria seca da parte aérea	- 0,77**
Concentração de fósforo na parte aérea	- 0,80**
Concentração de fósforo em raízes	- 0,78**
Acúmulo de fósforo	-0,82**

\*\*significativo a 1% pelo teste de Pearson

## CONCLUSÕES

A produção de matéria seca da parte aérea e das raízes do capim-braquiária aumentou com o incremento das doses de fósforo na solução nutritiva.

O aumento do perfilhamento do capim-braquiária ocorreu a partir da dose 9,3  $\text{mg L}^{-1}$ , não havendo diferença entre as doses mais elevadas de fósforo.

Ocorreu um incremento nas concentrações de fósforo na parte aérea e nas raízes com o aumento das doses de fósforo na solução, com os valores situando-se entre 0,43 e 3,6  $\text{g kg}^{-1}$ .

A atividade foliar da fosfatase ácida apresentou valores entre 19 e 31  $\mu\text{mol p-NPP h}^{-1} \text{g}^{-1} \text{MF}$  e teve um decréscimo com o aumento das doses de fósforo até a dose 31,0  $\text{mg L}^{-1}$ .

O nível crítico da atividade da fosfatase ácida foliar foi de 20  $\mu\text{mol p-NPP h}^{-1} \text{g}^{-1} \text{MF}$ .

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J.C.R.. Combinação de doses de fósforo e magnésio na produção e nutrição de duas braquiárias. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1998. 81 f. Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas.
- ANDREW, C.S.; ROBINS, M.F. The effect of phosphorus on the growth, chemical composition, and critical phosphorus percentages of some tropical pastures grasses. *Austr. J Agric. Res.*, Melbourne, v.22, n. 6, p.693-706, 1971.
- BESFORD, R.T. Quantitative aspects of leaf acid phosphatase activity and phosphorus status of tomato plants. *Ann. of Bot.*, London, v.44, p.153-161, 1979.
- DUFF, S.M.G.; SARATH, G.; PLAXTON, W.C. The role of acid phosphatases in plant phosphorus metabolism. *Physiol. Plant.*, Copenhagen, v.90, n.4, p.781-800, 1994.
- ELLIOT, G.C.; LÄUCHLI, A. Evaluation of an acid phosphatase assay for detection of phosphorus deficiency in leaves of maize (*Zea mays* L.). *J of Plant Nutr.*, New York, v.9, n.11, p.1469-1477, 1986.
- FURLANI, A.M.C.; CLARK, R.B.; MARANVILLE, J.W. *et al.* Root phosphatase activity of sorghum genotypes grown with organic and inorganic sources of phosphorus. *J of Plant Nutr.*, New York, v.7, n.11, p.1583-1595, 1984.
- GARDNER, F.P.; PEARCE, R.B.; MITCHELL, R.L. *Physiology of crop plants.* Ames, Iowa: Iowa University press, 1985. 327 p.
- GISLON, I. Nível crítico de fósforo em hemátria (*Hemátria altissima* (Poir.)Stapf & Hubard). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997. 69 f. Dissertação - Mestrado em Ciência Animal e Pastagens.
- GUSS, A.; GOMIDE, J.A.; NOVAIS, R.B. Exigência de fósforo para o estabelecimento de quatro espécies de *Brachiaria* em solos com diferentes características físicas e químicas. *R. Soc. bras. Zoot.*, Viçosa, v.19, n.4, p.278-289, 1990.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípio e aplicações. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201 p.
- MARTINEZ, H.E.P. Níveis críticos de fósforo em *Panicum maximum* (Stapf) Prain, *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickert, *Digitaria decumbens* Stent, *Hyparrhenia rufa* (Ness) Stapf, *Melinis minutiflora* Pal de Beauv, *Panicum maximum* Jacq. e *Penisetum purpureum* Schum. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, 1980. 90 f. Dissertação de Mestrado.
- McLACHLAN, K.D. Leaf acid phosphatase activity and the phosphorus status of field-grown wheat. *Aust.J. Agric. Res.*, Melbourne, v.33, n.3, p.453-464, 1982.
- MONTEIRO, F.A.; MATTOS, W.T.; MARTIM, R.A. Partes das plantas e diagnose nutricional de braquiária decumbens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25., Viçosa, 1995. Resumos expandidos... Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.556-557, 1995.
- RODRIGUES, L.R.A.; REIS, R.A. Bases para o estabelecimento do manejo da capins do gênero *Panicum*. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., Piracicaba, 1994. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1994. p.197-218.
- SARRUGE, J.R. Soluções nutritivas. *Summa Phytopatol.*, Piracicaba, v.1, n.3, p.231-233, 1975.
- SAS INSTITUTE. SAS user's guide: realese. 6.03, Cary, 1988. 1028 p.
- SILVA, J.E. Parâmetros produtivos e atividade de fosfatase ácida em três gramíneas forrageiras cultivadas com níveis de fósforo. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, 1996. 83 f. Dissertação de Mestrado.
- SILVA, F.C.; BASSO, J.C. Avaliação da atividade "in vivo" da fosfatase ácida da folha na diagnose da nutrição fosfórica em cana-de-açúcar. *R. bras. Ci. do Solo*, Campinas, v.17, n. 3, p.371-376, 1993.
- SOARES FILHO, C.V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., Piracicaba, 1994. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 25-48.
- ULRICH, A.O.; HILLS, F.J. Plant analysis as na aid in fertilizing sugar crops: par I. Sugar beets. Principles and practices of plant analysis. In: WALSH, L.M., BEATON, J.D. (ed). *Soil testing and plant analysis*. Madison: Soil Science Society of America, 1973. p.271-288.
- WERNER, J.C.; HAAG, H.P. Estudos sobre a nutrição mineral de alguns capins tropicais. *B.Indúst. anim.*, Nova Odessa, v.29, n.1, p.191-245, 1972.