

## CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Euterpe edulis* Martius EM RESPOSTA A DIFERENTES DOSES DE FÓSFORO

### GROWTH SEELING OF *Euterpe edulis* MARTIUS IN RESPONSE TO DIFFERENT DOSES OF MATCH

Letícia Schlichting Hostin Lima<sup>1</sup> Elci Terezinha Henz Franco<sup>2</sup> Mauro Valdir Schumacher<sup>3</sup>

#### RESUMO

Este trabalho teve por objetivos avaliar o efeito de dosagens de fósforo no crescimento de mudas de palmito, bem como determinar o teor de macro e micronutrientes do sistema radicial e aéreo dessa planta. O ensaio foi conduzido em casa de vegetação. Os tratamentos foram quantitativos e equidistantes, constituídos por: T1-testemunha solo sem adição de fósforo (P); T2-90 mg.kg<sup>-1</sup>; T3-180 mg; T4-270 mg.dm<sup>-3</sup>; T5-360mg dm<sup>-3</sup>; T6-450 mg.dm<sup>-3</sup>; T7-540 mg.dm<sup>-3</sup>; T8-630 mg.dm<sup>-3</sup>; de P respectivamente. Decorridos 12 meses da sementeira, foram avaliadas variáveis: altura e biomassa aérea, radicial e total, pela análise nutricional dos tecidos. Os resultados indicam que houve crescimento de plantas jovens de palmito para todos os parâmetros avaliados. O crescimento em altura e o aumento da biomassa aérea das plantas jovens de palmito foram até a dosagem de 540 mg.dm<sup>-3</sup> de fósforo. A resposta foi positiva para o desenvolvimento da biomassa radical até a dosagem de 450 mg.dm<sup>-3</sup>, sendo que o desenvolvimento de biomassa total foi alcançado com a dosagem de 540 mg.dm<sup>-3</sup> de fósforo. Para os teores de macro na biomassa aérea obteve-se a seguinte seqüência, respectivamente: N > Ca > K > Mg > P>S; e micronutrientes Fe > Mn > Zn > B > Cu; e para radical: N > Ca > Mg > S > K > P; Fe > Mn > Zn > B > Cu, sendo que os teores de P não alteraram os teores de nutrientes na planta.

**Palavras-chave:** palmito; nutrição mineral; macronutrientes; biomassa.

#### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of phosphorus doses in the growth of seedling of palm as well as to determine the content of macro and micronutrients from the below and above ground biomass through a tissue analysis. The assay was conducted in a greenhouse. The treatments were quantitative and equidistant, constituted by: T1- control (soil without P); T2-90 mg.dm<sup>-3</sup>; T3-180 mg.dm<sup>-3</sup>; T4-270 mg.dm<sup>-3</sup>; T5-360 mg.dm<sup>-3</sup>; T6-450 mg.dm<sup>-3</sup>; T7-540 mg.dm<sup>-3</sup>; T8-630 mg.dm<sup>-3</sup>; of P, respectively. 12 months after sowing, the following variables were evaluated: above ground height and biomass, below ground biomass and total. The nutritional analysis from below and above ground biomass was done to obtain the amount of macro and micronutrients. Results show that the growth of young palm plants was achieved to the analyzed parameters. Growth was obtained for height and it increased the aerial biomass of the plants to the doses of 540 mg.dm<sup>-3</sup> of P, the answer was positive for the development of the below ground biomass to the doses of 450 mg dm<sup>-3</sup>, and the development of total biomass was reached with the doses of 540 mg.dm<sup>-3</sup>. For the macro tenors and micronutrients in the above ground biomass, the following sequence has been obtained, respectively: N> Ca> K> Mg> P>S; Fe> Mn> Zn> B> Cu, and for below ground: N> Ca> Mg> S> K> P; Fe> Mn> Zn> B> Cu, and the tenors of P didn't alter the tenors of nutrients in the plant.

**Keywords:** palm tree; mineral nutrition; macronutrient; biomass.

#### INTRODUÇÃO

*Euterpe edulis* Martius, também conhecida como palmito branco, palmito verde, palmito doce e juçara, apresenta larga distribuição pelo País, do sul da Bahia, até o norte do Rio Grande do Sul (MACEDO *et al.*, 1978), de ocorrência natural na Floresta Tropical Atlântica do Brasil. Por apresentar um estipe muito

1. Engenheira Florestal, Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Cidade Universitária "Prof. Mariano da Rocha Filho", Av. Roraima, 1000, Bairro Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, (RS) leticiahostin@terra.com.br
2. Bióloga, Dr.<sup>a</sup>, Professora Adjunta do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Cidade Universitária "Prof. Mariano da Rocha Filho", Av. Roraima, 1000, Bairro Camobi, CEP: 97110-900, Santa Maria (RS). elcifrango@smail.ufsm.br
3. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Cidade Universitária "Prof. Mariano da Rocha Filho", Av. Roraima, 1000, Bairro Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). schumacher@pq.cnpq.br

Recebido para publicação em 18/10/2005 e aceito em 7/10/2008.

reto, leve, duro e resistente, mas de baixa qualidade, pode ser empregada em construções rurais, como ripas, caibros, escoras de andaimes e calhas para condução de água (LORENZI, 1992). Comberg e Bovi (1992) preconizam a utilização da espécie na recuperação de áreas degradadas pela mineração, justificando-se por sua grande rusticidade, valor econômico, capacidade de adaptação, densidade de cobertura que propicia efeito estético, paisagístico e ainda alimento para a fauna.

No entanto, a exploração indiscriminada dos palmiteiros em matas nativas, para o consumo dessa iguaria (palmito, porção comestível) reduz a densidade de populações naturais, sobretudo nas Regiões Sul e Sudeste do País. A Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA) tentando proteger o germoplasma restante incluiu tal espécie na lista de espécies da flora ameaçadas de extinção no RS.

Estudos de exigências nutricionais têm sido realizados no intuito de resolver um dos grandes problemas na elaboração de programas de plantios florestais, sobretudo em árvores nativas. O palmiteiro se situa entre as espécies nativas, das quais, ainda não se encontram informações completas sobre as suas exigências nutricionais. Porém, sabe-se da elevada demanda por nutrientes apresentada por palmeiras, tanto na fase de crescimento vegetativo quanto na fase reprodutiva (HARTLEY, 1997; SECRETARIA e MARAVILHA, 1997; BOVI e CANTARELLA, 1996; TINKER, 1982 *apud* BOVI *et al.*, 2002).

Deficiências minerais e distúrbios de crescimento em espécies tropicais e subtropicais usadas em reflorestamentos são comuns (DRESCHER e ZECH, 1991), tendo em vista que, muitas vezes, a produção de plantas jovens é feita utilizando-se subsolo como substrato, cuja fertilidade natural é extremamente baixa. O teor de fósforo total nos solos minerais é variável, expresso em  $P_2O_5$ , raramente excede 0,5%, variando, geralmente, entre 0,12% e 0,15%. O P disponível se origina da solubilização de minerais fosfatados da mineralização da matéria orgânica e da adição de fertilizantes (MELLO *et al.* 1983, MALAVOLTA, 1985). Em consequência, as plantas devem se adaptar em razão do fato de que a maioria dos solos disponíveis para reflorestamento no Brasil é de baixa fertilidade, notadamente em fósforo (BARROS e NOVAIS, 1990).

Em *Bactris gasipaes* (pupunha), Silva *et al.*, (2002) constataram que a omissão do fósforo limitou o crescimento da planta, reduzindo o tamanho das folhas mais novas e levando as folhas mais velhas a apresentarem coloração amarelada, seguida de necrose e secamento das pontas. As folhas mais novas apresentaram coloração verde-opaco e ficaram levemente murchas. Estudos com plantas jovens de pupunheira, em condições de viveiro, mostraram resposta positiva à adubação fosfatada tanto para desenvolvimento aéreo, como, especialmente, para sistema radicular dessa espécie (BOVI *et al.*, 2002). Em condições de campo, observando plantas jovens de palmiteiro, Illenseer e Paulilo (2002), verificaram que, sob alta irradiância, tanto a baixa disponibilidade de fósforo quanto a de nitrogênio podem inibir o crescimento destas.

É importante ressaltar que, embora sejam encontrados diversos trabalhos com palmeiras associados às exigências nutricionais, existe um fator limitante de padronização das medidas de avaliação, dificultando a comparação de resultados, o que justifica a necessidade de estudos de determinação da quantidade de fósforo a ser fornecida para o melhor desenvolvimento das plantas.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de dosagens de fósforo no crescimento de plantas jovens de palmiteiro em condições de viveiro, bem como determinar o teor de macro e micronutrientes do sistema radicular e aéreo dessas plantas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada no Centro Tecnológico de Silvicultura, pertencente ao Departamento de Ciências Florestais, da Universidade Federal de Santa Maria, RS.

O solo utilizado é classificado como Classe 3, ou seja, apresenta de 26 a 40% de argila em sua composição, sendo um Argissolo Vermelho distrófico arênico (STRECK *et al.*, 2002), coletado na camada superficial (0-20 cm) no Campus da UFSM, o qual foi destorroado, homogeneizado, seco ao ar, passado em peneira de 2 mm e, posteriormente, analisado quimicamente no Laboratório Central de Análises de Solo do Centro de Ciências Rurais na UFSM. Com base na análise química inicial do solo, foram adicionados como adubação complementar 10 mg  $dm^{-3}$  de N e 12,5 mg  $dm^{-3}$  de K, para as quais foram utilizadas as seguintes fontes:  $(NH_4)SO_4$  e KCl respectivamente.

As sementes de *Euterpe edulis* foram coletadas, no ano de 2003, de diferentes matrizes localizadas

na mata do município de Venâncio Aires, RS. Foram utilizados vasos de polipropileno, com capacidade de 2 dm<sup>3</sup>, os quais foram vedados na base visando a minimizar a perda de água e nutrientes. As sementes permaneceram imersas em água destilada por 12 horas e, posteriormente, foi realizada a semeadura, com cinco sementes centralizadas em cada vaso. Após 20 dias da germinação, fez-se o raleio do material, permanecendo a planta de melhor vigor no centro de cada vaso.

Para o controle da quantidade de água a ser aplicada em cada vaso, foi determinada a capacidade de campo do solo descrito pela Embrapa (1997). Utilizou-se água destilada, sendo a reposição hídrica feita diariamente mediante a pesagem dos vasos, e não excedendo à capacidade de campo. Os vasos foram alternados de lugar semanalmente, evitando influências do meio e, mensalmente, procedeu-se à aplicação dos fungicidas Captan ou Benlate alternadamente nas plantas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com oito repetições. Os tratamentos foram quantitativos e equidistantes, constituídos por oito doses de fósforo ao solo: T1-testemunha (solo sem adição de P); T2-90 mg dm<sup>-3</sup>; T3-180 mg dm<sup>-3</sup>; T4-270 mg dm<sup>-3</sup>; T5-360 mg dm<sup>-3</sup>; T6-450 mg dm<sup>-3</sup>; T7-540 mg dm<sup>-3</sup>; T8-630 mg dm<sup>-3</sup>, utilizando CaHPO<sub>4</sub> como sal. O fósforo foi misturado ao solo antes de se realizar a semeadura.

Decorridos 12 meses após a semeadura, foram realizadas as avaliações por meio das seguintes variáveis: altura e a biomassa da parte aérea, diâmetro do coleto, biomassa radicial e total, comprimento das raízes. Para a determinação do comprimento das raízes por vaso, estas foram submetidas à lavagem com jato d'água em conjunto de peneiras de 2 mm e 1 mm e posterior armazenagem em solução álcool etílico a 10%. Na seqüência, realizou-se o procedimento de escanear segundo o método descrito por Tennant (1975). A análise nutricional da biomassa aérea (estipe + folhas) e radicial foi realizada no Laboratório de Ecologia Florestal da UFSM, segundo a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995), visando à obtenção dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn). Para a biomassa aérea, foram realizadas duas amostras compostas por tratamento, sendo que cada uma, era formada por quatro subamostras. Para biomassa radicial foi realizada uma única amostra composta por tratamento.

Após a obtenção dos dados, realizou-se a análise da variância, verificando, até o 3<sup>a</sup> grau, a melhor equação a ser ajustada para as variáveis utilizadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das características químicas do solo analisados ao término da pesquisa, estão apresentados na Tabela 1. O pH entre 3,8 a 4,8 é considerado como muito ácido, o que acarreta grande quantidade de reflexos negativos na disponibilidade de nutrientes, como alta fixação de P, baixos teores de Ca, Mg e K, baixa Capacidade de Troca de Cátions (CTC) e toxidez por Al. A CTC variou de 11,8 a 14,6 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup> e é considerada como média em todos os tratamentos. Os teores de Matéria Orgânica (M.O.) são baixos, variando de 1,6 a 2,2.

TABELA 1: Valores da análise química do solo nos diferentes tratamentos testados.

TABLE 1: Values of the chemical analysis of the soil in the different tested treatments.

Elementos	Unidades	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Matéria orgânica	% (m/V)	1,6	2,1	2,1	2,2	2,1	2,1	2,2	2,1
pH (H <sub>2</sub> O)		3,9	3,8	4,4	4,5	4,1	4,4	4,4	4,8
Fósforo disponível	mg/L	5,5	19,5	44,2	69,5	69,5	69,5	69,5	69,5
Ca trocável	cmol/L	1,8	3,0	3,4	4,0	4,2	6,3	5,8	6,7
Potássio disponível	mg/L	126,0	116,0	122,0	120,0	86,0	138,0	124,0	124,0
Magnésio trocável	cmol/L	1,0	1,1	0,9	0,8	0,8	1,0	1,0	0,9
Alumínio trocável	cmol/L	3,0	3,1	2,4	1,8	2,2	1,0	1,0	0,4
H+Al	cmol/L	11,5	9,6	8,0	6,7	8,8	6,7	7,3	5,6
CTC efetiva	cmol/L	6,1	7,5	7,0	6,9	7,4	8,7	8,1	8,3
CTC pH 7	cmol/L	14,6	14,0	12,6	11,8	14,0	14,4	14,5	13,5
Saturação por bases (V)	%	21	31	36	43	37	53	49	59
Saturação por Al (m)	%	49	41	34	26	30	12	12	5
Cobre disponível	mg/L	1,6	1,5	1,7	1,5	1,3	1,4	1,6	1,6
Zinco disponível	mg/L	3,8	2,5	2,6	2,5	1,5	2,1	2,1	2,4

Em que: T1 – testemunha (solo sem adição de P); T2 – 90 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T3 – 80 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T4 – 270 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T5 – 360 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T6 – 450 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T7 – 540 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T8 – 630 mg.dm<sup>-3</sup> de P.

### Crescimento da planta

O maior crescimento em altura da parte aérea das plantas jovens de palmitreiro foi até a dosagem 540 mg dm<sup>-3</sup> de P, e partindo dessa dose, começou a produzir um efeito negativo, como pode ser observado na Figura 1a. O ponto de máxima eficiência técnica para dosagens de P foi de 494,4 mg dm<sup>-3</sup> e para altura 28 cm. No entanto, nas mesmas condições experimentais utilizadas no presente trabalho, foram observados resultados positivos à aplicação de fósforo em outras espécies nativas, como na altura da parte aérea de *Apuleia leiocarpa* (FOGAÇA, M. A., 1999) *Parapitadenia rígida* (SCHUMACHER *et al.* 2004), *Apuleia leiocarpa* (MISSIO *et al.*, 2004), *Parapitadenia rígida* (CECONI *et al.* 2006).

A adubação com P aumentou a biomassa da parte aérea, até a dose de 540 mg.dm<sup>-3</sup>, sendo que o ponto de máxima eficiência técnica ficou próximo deste valor (Figura 1b). Em estudos com plantas jovens de palmitreiro, Illenseer e Paulilo (2002) constataram que, sob maior suprimento nutricional de N e P, as plantas apresentaram maior biomassa apenas sob alta irradiância, e a disponibilidade desses elementos isoladamente não proporcionou o crescimento verificado no suprimento dos dois nutrientes em conjunto. Destacam ainda que, em resposta ao regime de luz ou nutricional, o comportamento das plantas passa por alterações morfofisiológicas maximizando o ganho de massa seca.

Em estudos com pupunheira, (BOVI *et al.*, 2002) constataram que o fósforo não apresentou respostas significativas de crescimento para a variável biomassa aérea. Entretanto, em plantas jovens de *Parapitadenia rígida* foi obtida a máxima resposta a 80 mg Kg<sup>-1</sup> de P, sendo afetada negativamente pelo baixo conteúdo de P no solo (FOGAÇA, 1999). Mas, alta disponibilidade de fósforo no solo favoreceu o crescimento da parte aérea de *Parapitadenia rígida* (MÍSSIO *et al.*, 2004). Pode-se observar que os resultados positivos obtidos para a variável biomassa aérea das plantas jovens de palmitreiro são similares aos dessas espécies, demonstrando, dessa forma, que o fósforo é realmente um elemento fundamental para o crescimento e desenvolvimento inicial de plantas, promovendo maior incremento de massa aérea quando em alta disponibilidade.

A Figura 1c apresenta os valores da biomassa radicial das plantas de palmitreiro aos 12 meses de idade. Para cada dose de fósforo aplicada, o efeito foi positivo até a dosagem de 450 mg.dm<sup>-3</sup> sendo que o ponto de máxima eficiência técnica foi de 416,7 mg.dm<sup>-3</sup>. Os resultados positivos obtidos para a variável biomassa radicial em palmitreiro estão de acordo com os obtidos para algumas espécies nativas em experimento idêntico, demonstrando que a demanda de nutrientes por parte dessas é elevada. A absorção de P pelas plantas apresenta a relação com a densidade das raízes, de forma que o incremento da massa radicial aumenta a habilidade da planta em acessar e absorver o P do solo.

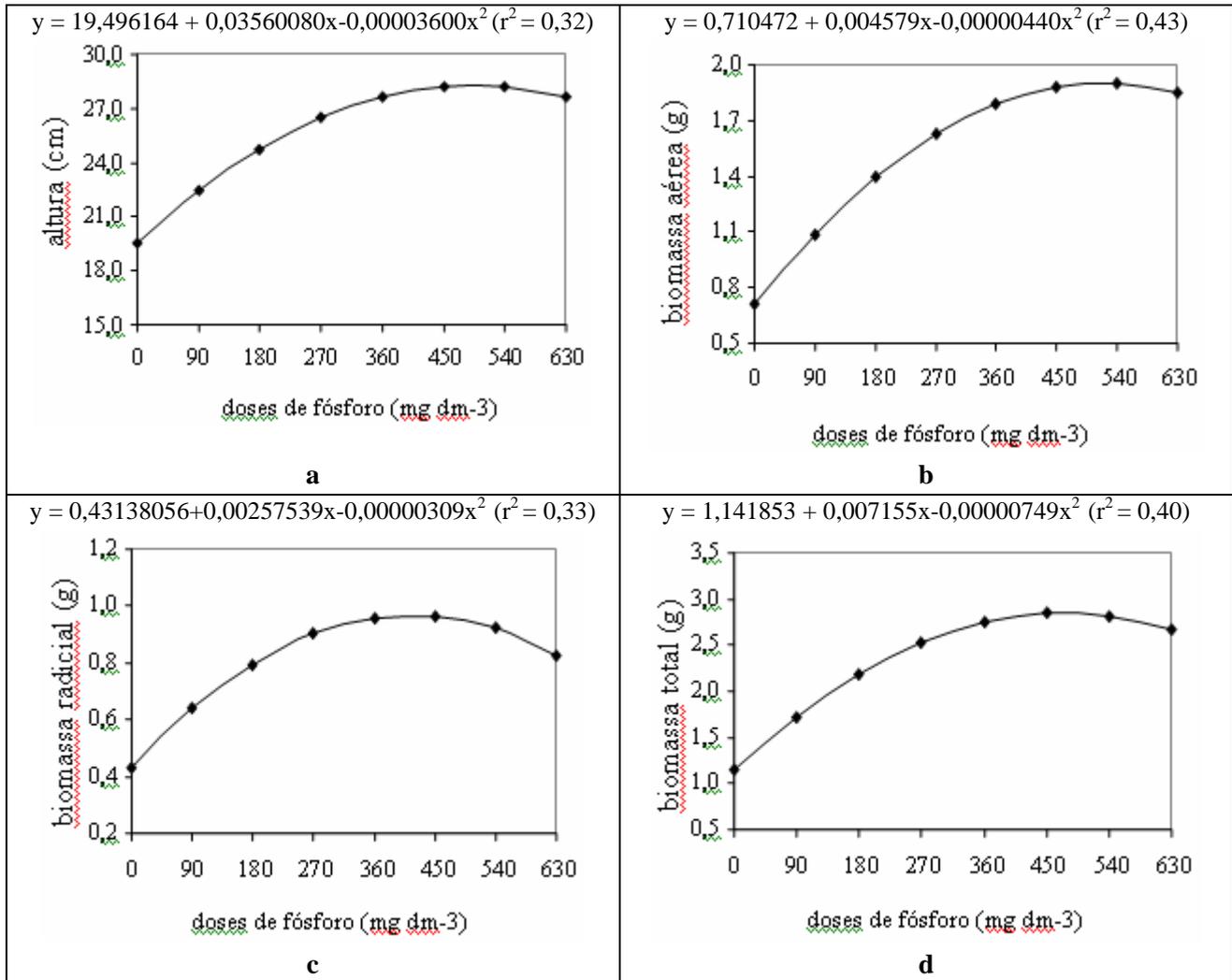


FIGURA 1: Altura(a), biomassa da parte aérea (b) e radicial (c), biomassa total (d) de plantas jovens *Euterpe edulis* Martius aos 12 meses de idade, após a aplicação da adubação fosfatada.

FIGURE 1: Height (a), above ground biomass (b) and radicial (c), total biomass (d) of young plants of *Euterpe edulis* Martius to the 12 months of age, after the application of the manuring fosfatada.

As dosagens de P até 540 mg.dm<sup>-3</sup> apresentaram resposta positiva para o desenvolvimento de biomassa total, sendo que o ponto de máxima eficiência técnica foi de 477,6 mg.dm<sup>-3</sup> de fósforo (Figura 1d). Esse comportamento foi comum para as variáveis observadas. O crescimento vegetal ocorre de forma harmônica, à medida que o sistema radicial e aéreo aumentam, há maior absorção de nutrientes e com isso maior produção de fotoassimilados, que reverterão em maior biomassa total. Para *Bactris gasipaes* Kunth. (pupunheira), foram observados efeitos positivos do fósforo para desenvolvimento aéreo e principalmente para sistema radicial, Bovi *et al.* (1994). Ao contrário deste experimento, Crusciol *et al.* (2005) observaram que, em baixas concentrações de P, os valores de massa seca radicial superam os valores de massa seca da parte aérea. Esse comportamento seria uma forma de compensar a baixa disponibilidade de fósforo no substrato. Fica demonstrado que a menor disponibilidade de fósforo, isto é, dosagens mais baixas não suprem as necessidades exigidas pela fase de crescimento e desenvolvimento de plantas, podendo acarretar problemas de desenvolvimento e produtividade em nível de campo.

O fósforo, conforme Marschner (1995), exerce um papel fundamental no crescimento e desenvolvimento das plantas e estão presentes em inúmeros compostos, como os açúcares fosfatados, ácidos nucleicos, nucleotídeos livres. Em contrapartida, Bovi *et al.* (2002), em estudos de nutrição (por 30 meses), em solo arenoso e de baixa fertilidade com mudas de pupunheira, obtiveram resposta positiva e significativa de crescimento às adubações com nitrogênio e potássio e ausência de resposta ao fósforo, não havendo

interações significativas entre esses nutrientes. Para a mesma espécie, Zamora (1984) também verificou que houve resposta positiva ao uso de fertilizante nitrogenado. Entretanto, aplicações de fósforo e potássio não tiveram efeito sobre a produção. Gomes e Alvim (1995) constataram, para mudas de pupunheira aos 5 meses, produzidas em sacos plásticos nos quais quatro tipos de solo foram comparados, que essa espécie não responde à calagem em nenhum dos solos, é pouco exigente em fósforo, e que a suspensão de N e K acarretou o aparecimento de deficiências.

O menor diâmetro médio do coleto nas plantas jovens de palmitreiro foi encontrado para a testemunha (0,61 cm), e o maior diâmetro médio (0,79 cm) foi encontrado para a dosagem de 270 mg.dm<sup>-3</sup> de P, sendo que essa dosagem apresentou o menor CV% (15,81). Para as demais dosagens, o diâmetro ficou em geral próximo de 0,70 cm. O diâmetro é uma variável dendrométrica que reflete bem o crescimento da planta, estando correlacionado com a posterior produção de palmitreiro e/ou frutos. Pela simplicidade de mensuração, o diâmetro ou perímetro da planta vem sendo usado freqüentemente para avaliar o desenvolvimento vegetativo em palmeiras, sendo um bom indicador de crescimento (BONNEAU *et al.*, 1993; CLEMENT, 1995; CLEMENT e BOVI, 2000; FREMOND, 1965; SECRETARIA e MARAVILHA, 1997; TAMPUBOLON *et al.* 1990 *apud* BOVI *et al.* 2002). No entanto, não se obteve resposta significativa da adubação fosfatada no diâmetro do coleto para o palmitreiro. Mas Bovi *et al.* (2002) relata para a pupunha, que apenas o nitrogênio apresentou efeitos positivos, lineares no crescimento em espessura ao longo dos 30 meses de observação, e destaca as respostas negativa de P e K de muitos autores para as palmeiras.

Não se observou resposta significativa para a variável comprimento de raízes nas dosagens de fósforo estudadas em plantas jovens de palmitreiro. O maior comprimento médio das raízes foi de 603 cm na dosagem de P de 270 mg.dm<sup>-3</sup> e o menor de 333 cm foi para a dosagem mais alta de P (633 mg.dm<sup>-3</sup>), dados não-apresentados. Em vista disso, admite-se que alguns fatores possam ter influenciado essa resposta. De acordo com Gonçalves e Mello (2000), o crescimento de raízes pode ocorrer independente ou não da parte aérea. Os fatores determinantes do crescimento radical são complexos e envolvem o estado nutricional, disponibilidade de oxigênio no solo, água, hormônios de crescimento, suprimento de carboidratos e sua alocação relativa na raiz e parte aérea. A temperatura do solo e do ar também são importantes reguladores da atividade radical. Fogaça (1999) observou, em plantas jovens de grápia, que o fósforo afetou de forma positiva o comprimento do sistema radical, obtendo máxima eficiência com 70 mg.dm<sup>-3</sup>. Em plantas jovens de *Acacia mangium* à aplicação de P em latossolo roxo, apresentou um resultado semelhante (DANIEL *et al.* 1997), aumento tanto para biomassa radical como para comprimento e raízes.

#### **Teor de nutrientes na biomassa**

Na Tabela 2, estão os teores de macronutrientes encontrados na biomassa aérea de plantas jovens de palmitreiro, nas diferentes dosagens de fósforo em estudo, sendo que a seqüência dos teores dos nutrientes na biomassa aérea é a seguinte: N > Ca > K > Mg > P > S. Como podemos observar, o N não variou estatisticamente entre tratamentos, somente para T1 (testemunha) houve um aumento, o P e o Mg não variaram estatisticamente entre os tratamentos. O K variou estatisticamente entre T1 e T2, já os demais tratamentos não tiveram variação estatística, mas o Ca e o S tiveram variação significativa.

TABELA 2: Teores de macronutrientes na biomassa aérea de *Euterpe edulis* aos 12 meses de idade, após a aplicação de adubação fosfatada.TABLE 2: Macronutrient tenors in the above ground biomass of *Euterpe edulis* at 12 months of age, after the application of phosphated manuring.

Tratamentos	Macronutrientes (g dm <sup>-3</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	24,62 a*	1,29 a	9,61 <sup>a</sup>	8,93 b	3,02 a	0,82 bc
T2	17,54 b	1,50 a	6,67 b	8,89 b	3,02 a	1,22 ab
T3	17,35 b	1,40 a	4,74 c	10,32 ab	2,94 a	1,09 abc
T4	17,72 b	1,16 a	4,11 c	8,91 b	2,87 a	0,69 c
T5	17,52 b	1,07 a	3,89 c	9,49 b	3,31 a	0,77 c
T6	17,96 b	1,32 a	3,97 c	11,51 ab	3,27 a	0,88 abc
T7	18,79 b	1,42 a	4,36 c	11,77 ab	3,42 a	0,68 c
T8	19,19 b	1,91 a	4,12 c	14,11 a	3,48 a	1,28 a
Teores Médios	18,83	1,38	5,18	10,49	3,16	0,92

Em que: T1 – testemunha (solo sem adição de P); T2 – 90 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T3 – 180 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T4 – 270 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T5 – 360 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T6 – 450 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T7 – 540 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T8 – 630 mg.dm<sup>-3</sup> de P. \*Médias seguidas pelas mesmas letras, na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de erro.

Os teores dos micronutrientes na biomassa aérea das plantas de palmitreiro seguiram a seguinte ordem: Mn > Fe > Zn > B > Cu (Tabela 3). Analisando a tabela, podemos constatar que o B e o Cu variaram estatisticamente entre tratamentos, já para o Fe, o Mn e o Zn não houve variação entre tratamentos.

TABELA 3: Teores de macronutrientes na biomassa aérea de *Euterpe edulis* aos 12 meses de idade após a aplicação de adubação fosfatada.TABLE 3: Macronutrient tenors in the above ground biomass of *Euterpe edulis* at 12 months of age after the application of phosphated manuring.

Tratamentos	Micronutrientes (mg.dm <sup>-3</sup> )				
	B	Cu	Fé	Mn	Zn
T1	40,77 a	12,68 ab	138,00 a	921,25 a	48,70 a
T2	38,34 ab	13,19 a	109,00 a	928,75 a	45,25 a
T3	32,15 ab	12,40 ab	113,50 a	876,15 a	48,10 a
T4	29,78 b	8,07 bc	115,50 a	1064,50 a	34,02 a
T5	29,07 b	6,88 c	130,60 a	1034,00 a	34,11 a
T6	30,58 ab	4,86 c	125,00 a	929,50 a	30,24 a
T7	30,20 b	5,11 c	119,30 a	882,00 a	35,48 a
T8	29,64 b	5,03 c	106,55 a	981,00 a	31,20 a
Teores Médios	32,56	8,52	119,68	952,14	38,39

Em que: T1 – testemunha (solo sem adição de P); T2 – 90 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T3 – 180 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T4 – 270 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T5 – 360 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T6 – 450 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T7 – 540 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T8 – 630 mg mg.dm<sup>-3</sup> de P. \*Médias seguidas pelas mesmas letras, na vertical, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de erro.

Os teores de macronutrientes e micronutrientes encontrados na biomassa radicial de plantas jovens de palmitreiro, nas diferentes dosagens de fósforo em estudo (Tabela 4), demonstram que a seqüência do teor de macronutrientes é a seguinte: N > Ca > Mg > S > K > P e para micronutrientes, seguiram a ordem: Fe > Mn > Zn > B > Cu.

TABELA 4: Teores de macronutrientes e micronutrientes na biomassa radical de plantas de *Euterpe edulis* aos 12 meses de idade.TABLE 4: Macronutrient tenors and micronutrientes in the ground biomass of plants of *Euterpe edulis* at 12 months of age.

Tratamentos	Macronutrientes (mg.dm <sup>-3</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S
T1	12,09	0,56	1,64	7,06	1,41	1,00
T2	10,40	0,62	1,06	6,77	1,52	1,19
T3	9,72	0,81	0,79	9,31	1,74	1,15
T4	10,84	0,73	0,65	9,15	1,43	1,15
T5	9,25	0,56	0,48	9,30	1,38	1,23
T6	10,10	0,48	0,48	9,29	1,25	1,44
T7	9,94	0,80	0,76	9,85	1,44	1,31
T8	10,85	1,17	0,45	10,13	1,45	1,69
Teores médios	10,40	0,71	0,79	8,85	1,45	1,27
Tratamentos	Micronutrientes (mg.dm <sup>-3</sup> )					
	B	Cu	Fé	Mn	Zn	
T1	37,97	32,78	1452,00	188,00	50,70	
T2	25,73	31,73	1198,00	184,70	41,40	
T3	37,68	38,07	1402,00	204,10	88,70	
T5	28,32	18,26	1647,00	180,80	174,90	
T6	27,54	8,58	1475,00	166,70	110,50	
T7	25,09	8,79	1590,00	182,50	77,80	
T8	22,59	7,12	524,00	173,40	33,70	
Teores médios	18,58	8,48	1412,00	214,80	80,90	

Em que: T1-testemunha (solo sem adição de P); T2-90 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T3-180 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T4- 270 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T5- 360 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T6- 450 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T7- 540 mg.dm<sup>-3</sup> de P; T8- 630 mg.dm<sup>-3</sup> de P.

É possível observar que a seqüência do teor de micronutrientes na biomassa aérea e radicial é idêntica. Entretanto, os elementos B e Mn apresentaram teores médios superiores na biomassa aérea, em especial este último. Já os elementos Cu, Fe e Zn apresentaram teores médios superiores na biomassa radical, em especial o Fe. Conforme Malavolta *et al.* (1997), o Mn tem propriedades químicas semelhantes às de metais pesados como Fe e Zn, e, por isso, esses cátions podem inibir sua absorção e transporte. Por sua vez, o Mn inibe a absorção dos mencionados, em especial a do Fe, o que pode explicar sua alta concentração no sistema radical de palmitero neste estudo, além de alto nível de P no solo e baixo teor do Fe (MARSCHNER, 1995). Soma-se a isso o fato de que o Fe apresenta redistribuição muito pequena dentro da planta, exigindo suprimento contínuo em caso de deficiência.

Neste ensaio, ao comparar o teor de macronutrientes da biomassa aérea de plantas jovens de palmitero, pôde-se constatar que estes são superiores aos encontrados no sistema radicial, com exceção para o enxofre, que está em menor concentração na parte aérea. Isso se deve ao fato de que o enxofre é transportado em maior proporção em direção acrópeta. A capacidade da planta para transportar o enxofre na direção basípeta é pequena, e por isso, nos casos de carência, os sintomas aparecem em primeiro lugar nos órgãos mais novos, como a folha jovem (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Vale ressaltar que a magnitude das respostas à aplicação de fertilizantes depende de uma série de fatores relacionados à absorção, transporte e utilização dos nutrientes disponíveis e aplicados no solo, também merecem destaque os fatores genéticos e hídricos.

### Teor de fósforo

Os teores de fósforo oscilaram na biomassa aérea (Tabela 2) e radicial (Tabela 4), sendo que os maiores foram encontrados no tratamento T8 (630 mg.dm<sup>-3</sup>). Como a disponibilidade alta do P na parte aérea, as raízes não precisam explorar o solo em busca de nutrientes, o que diminui a relação entre a biomassa aérea e radicial (BARROS e NOVAIS, 1990, MARSCHNER, 1995, MÍSSIO *et al.*, 2004). Esses teores estão discrepantes entre os tratamentos testados, e isso pode ser explicado por uma série de fatores tais como:

heterogeneidade do material genético; sementes oriundas de diferentes matrizes; mecanismos de competição ou impedimento de absorção dos íons e outros fatores em escala de igualdade para todos os tratamentos, como a duração do experimento. Cabe ressaltar que as espécies florestais nativas apresentam grande variabilidade de comportamento em relação à acidez do solo, saturação por bases e alumínio. Malavolta (1997) relata que 90% das análises de solo feitas no Brasil apresentam teores baixos de fósforo disponível, isto é, menores que 10 mg.kg<sup>-1</sup>. Gonçalves *et al.* (1992) verificaram ampla variação entre espécies nativas pioneiras, secundárias e clímax na concentração e taxa de acumulação de nutriente tendo por base a parte aérea, tanto em nível de viveiro como de campo. Essa variação pode ser também intra-específica, o que corrobora com os resultados aqui apresentados com palmitreiro.

## CONCLUSÕES

Pela análise dos dados obtidos, pode-se concluir que as diferentes dosagens de fósforo promoveram o incremento no crescimento de plantas jovens de palmitreiro nos parâmetros avaliados.

O maior crescimento em altura, o aumento da biomassa aérea e a biomassa total das plantas de palmitreiro ocorreu até a dosagem de 540 mg.dm<sup>-3</sup> de P.

O desenvolvimento da biomassa radicular foi linear até a dosagem de 450 mg.dm<sup>-3</sup>.

O maior aumento do diâmetro do colo foi na dosagem de 270 mg.dm<sup>-3</sup>.

Para os teores de macro na biomassa aérea obteve-se a seguinte seqüência, respectivamente: N > Ca > K > Mg > P > S; e de micronutrientes Fe > Mn > Zn > B > Cu; e para radicular: N > Ca > Mg > S > K > P; Fe > Mn > Zn > B > Cu, sendo que os teores de P não alteraram os teores de nutrientes na planta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. **Relação solo - eucalipto**. Viçosa. Ed. Folha de Viçosa, 1990. 330p.
- BOVI, M. L. A.; GODOY JUNIOR; SPIERING. S. H. Resposta de crescimento da pupunheira à adubação NPK. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 1, 2002.
- CECONI, D.E.; *et al.* Crescimento de mudas d Açoita-cavalo (*Luhea divaricata*) sob influencia da adubação fosfatada. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 292-299, ju.l/set. 2006.
- CECONI, D.E.; *et al.* Influência da fertilização com diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de Cabriúva (*Myrocarpus frondosus* ALEMAO). SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004 Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2004, p. 262-268.
- CROMBERG. V.U.; BOVI, M.L.A. Possibilidades do uso do palmitreiro (*Euterpe edulis* Mart.) na recuperação de áreas degradadas de mineração. CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESPÉCIES NATIVAS, 2, 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal de São Paulo, 1992. p. 688-691.
- CRUSCIOL, C. A. C. ; *et al.* Doses de fósforo e crescimento radicular de cultivares de arroz de terras altas. **Revista Bragantia**, v. 64, p. 643-649, 2005.
- DANIEL, O.; NETO O. N. S. Zoneamento ecológico das bacias do Paraná e Alto Uruguai (MS) para *Euterpe edulis* Mart. **Scientia Forestalis**. n. 54, p. 145-155, 1998.
- DRESCHER, P.; ZECH, W.; Foliar nutrient levels of broad leaved tropical trees: a tabular review. **Plant Soil**, v. 131, p. 29-46, 1991.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997.
- FOGAÇA, M.A. F. **Nutrição mineral da grápia (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride)**: Resposta à fertilização NPK em solo podzólico vermelho. Santa Maria. UFSM, 1999. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, 1999.
- GONÇALVES, J. L. M.; KAGEYAMA, P. Y.; FREIXÊDAS, V. M.; GONÇALVES, J.C.; GERES, W. L. A. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. **Revista Instituto Florestal**, n. 4, p. 463-469, 1992.
- GONÇALVES, J.L.M.; MELLO, S.L.M. O sistema radicular das árvores. In: **Nutrição e fertilização florestal** (Ed. GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V.). Piracicaba, IPEF, 2000, 427p.
- GOMES, F.P.; ALVIM, P.T., Exigências nutricionais da pupunheira (*Bactris gasipaes*) em solos representativos do sudeste da Bahia. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., 1995, Viçosa. **Anais**. Resumos expandidos. Viçosa: UFV/SBCS. P. 918-999.
- ILLENSEER, R.; PAULILO, M. T. S. Crescimento e eficiência na utilização de nutrientes em plantas jovens de

- E.edulis* Mart. sob dois níveis de irradiância, nitrogênio e fósforo. **Acta Botânica Brasileira**, n.4, v. 16, 2002.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 357, p. 1992.
- MACEDO, J. H. P.; RITTERSHOFER, F.O.; DESSEWFFY, A. **A silvicultura e a indústria do palmito**. Porto Alegre: Secretaria do Estado do Rio Grande do Sul, 61p, 1978.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 319 p, 1997.
- MARCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London. Ed.Academic Press, 1995. 890p.
- MELLO, F. A. F.; *et al.* **Fertilidade do solo**. São Paulo: Nobel. 1, 400p, 1983.
- MISSIO, E.L., *et al.*, Exigências nutricionais de grábia ao fósforo e enxofre em Argiloso vermelho distrófico arênico: efeito da adubação no crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, v. 4, p. 1051-1057, 2004.
- SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D.E.; SANTANA, C. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de Angico-vermelho (*Parapiptadenia rígida* (Bentham) Brenan). **Revista Árvore**. v. 28, n. 1, p. 149-155, 2004.
- SEMA. Espécies da flora ameaçada de extinção do Rio Grande do Sul. Capturado em 10 jan. de 2006. On-line. Disponível em <http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/espécies-ameaçadas.pdf>.
- SILVA, J. R. A. da; FALCÃO, N. P. de SOUZA. Caracterização de sintomas de carências nutricionais em mudas de pupunheira cultivadas em solução nutritiva. **Acta Amazônica**. v. 32, n. 4, p. 529-539, 2002.
- STRECK, E.V.; *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 2002. 107p.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análise de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, Departamento de Solos/Faculdade de Agronomia, 1995. (Boletim Técnico, 5).
- TENNANT, D.A. A test of a modified line intersects method of estimating root length. **Journal of Ecology**, v. 63, p. 995-1001, 1975.
- VOLPATO, M.M.L., *et al.* Efeitos de níveis crescentes de fósforo e zinco no desenvolvimento de porta enxertos de seringueira (*Hevea brasilienses*) **Revista Árvore**. v. 18, n. 1, p. 14-21, 1994.
- ZAMORA, F.D.; FLORES, S. Ensayo sobre niveles de fósforo en pejobaye para palmito. **ASBANA**, v. 6, p. 62-65, 1985.