

USO DE PSEUDOCAULE DE BANANEIRA ENRIQUECIDO COM NITROGÊNIO E FÓSFORO COMO SUBSTRATO PARA O CULTIVO DE SAMAMBAIAS¹

Dilermundo Dourado Pacheco²; Maria Geralda Vilela Rodrigues³; Márcia Maria Dias⁴; Elka Fabiana Aparecida Almeida⁵; Flávia Vieira de Souza⁶; Helenita Pereira Rodrigues⁷; Suerlani Aparecida Ferreira Moreira⁸

ABSTRACT

USE OF BANANA TREE PSEUDOSTEM ENRICHED WITH NITROGEN AND PHOSPHOROUS AS SUBSTRATE FOR CULTIVATION OF FERNS

The prohibition of the use of xaxim fiber as substrate, because its raw material source (*Dicksonia sellowiana*) was listed as an endangered species, lead to the need of looking for other kinds of substrate. Banana tree cultivation produces a large amount of pseudostem residues, which, due to their physical-chemical characteristics, can be an alternative in substrates composition for ornamental plants, in substitution for xaxim fiber, mainly when associated with fertilizers. This research aimed to evaluate biomass production, nutritional stage, and nutrients availability for ferns, testing substrates in xaxim fiber (XF) and banana tree pseudostem (BP), and fertilizations with N and P. The substrate proportions were sand:soil:XF and sand:soil:BP, in a relation of 1:1:2 in volume. Dosages tested were 0 mg dm⁻³; 68.5 mg dm⁻³; 137.0 mg dm⁻³; 205.5 mg dm⁻³; and 374.0 mg dm⁻³ of N and 0 mg dm⁻³; 97.7 mg dm⁻³; 195.4 mg dm⁻³; 291.9 mg dm⁻³; and 390.8 mg dm⁻³ of P₂O₅. The number of leaves produced by the fern did not differ significantly in response to substrates or N and P dosages. The same result was verified in most of the substrate and plant mineral evaluations. It was concluded that banana tree pseudostem could perfectly replace xaxim fiber as substrate component for ferns.

KEY-WORDS: *Polypodium persicifolium* var. *mettenii* Desv.; foliar analysis; mineral nutrients; *Dicksonia sellowiana*; alternative substrates.

RESUMO

A proibição do uso de substratos à base de fibra de xaxim, devido à sua matéria-prima (*Dicksonia sellowiana*) estar ameaçada de extinção, levou à necessidade de se selecionar substratos alternativos. A bananicultura gera um grande volume de resíduos de pseudocaule, que, por suas características físico-químicas, podem ser uma alternativa na composição de substratos para plantas ornamentais, em substituição à fibra de xaxim, principalmente se associada à adubação. O presente trabalho objetivou determinar a produção de biomassa, estado nutricional e disponibilidade de nutrientes para samambaias, testando-se substratos contendo fibra de xaxim (FX) e pseudocaule de bananeira (PB), e adubação com N e P. Os substratos apresentaram proporções de areia:solo:FX e de areia:solo:PB, numa relação 1:1:2, em volume. Testaram-se doses de 0 mg dm⁻³; 68,5 mg dm⁻³; 137,0 mg dm⁻³; 205,5 mg dm⁻³; e 374,0 mg dm⁻³ de N e de 0 mg dm⁻³; 97,7 mg dm⁻³; 195,4 mg dm⁻³; 291,9 mg dm⁻³; e 390,8 mg dm⁻³ de P₂O₅. O número de folhas emitidas pela samambaia não diferiu, significativamente, em resposta aos substratos ou às doses de N e P₂O₅, verificando-se semelhante comportamento na maioria das avaliações minerais do substrato e da planta. Conclui-se que o PB é um promissor material a ser utilizado como componente de substratos para samambaias, em substituição à FX.

PALAVRAS-CHAVE: *Polypodium persicifolium* var. *mettenii* Desv.; análise foliar; nutrientes minerais; *Dicksonia sellowiana*; substratos alternativos.

INTRODUÇÃO

A fibra de xaxim (FX) obtida da espécie vegetal *Dicksonia sellowiana* já foi um dos principais

componentes de substratos para plantas ornamentais, por sua equilibrada relação em água e oxigênio, que facilita processos fisiológicos fundamentais, como respiração radicular e absorção de nutrientes

1. Trabalho recebido em mar./2009 e aceito para publicação em fev./2010 (nº registro: PAT 5683/ DOI: 10.5216/pat.v40i1.5683).

2. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais, Campus Januária, Januária, MG, Brasil. E-mail: ddpacheco.agro@gmail.com.

3. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Unidade Regional do Norte de Minas Gerais, Nova Porteirinha, MG, Brasil. E-mail: magevr@epamig.br.

4. Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura, Lavras, MG, Brasil. E-mail: marciamaridias@bol.com.br.

5. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Unidade Regional do Sul de Minas Gerais, São João Del Rey, MG, Brasil. E-mail: elka@epamig.br.

6. Engenheira Agrônoma, Montes Claros, MG, Brasil. E-mail: fvs-agro@bol.com.br.

7. Engenheira Agrônoma, Sabará, MG, Brasil. E-mail: helenitapr@yahoo.com.br.

8. Universidade Federal de Lavras, Departamento de Biologia, Lavras, MG, Brasil. E-mail: sufmoreira@yahoo.com.br.

(Salsac et al. 1987). Essa planta, oriunda da Mata Atlântica, foi incluída na lista oficial da flora brasileira ameaçada de extinção, sendo proibida a sua extração e comercialização (Hummel et al. 2007).

Faz-se necessário substituir substratos com baixa taxa de renovação, como a FX, por outros que proporcionem semelhantes vantagens e, preferencialmente, apresentem fácil acesso e reposição. Salvador et al. (2001), avaliando diferentes substratos no crescimento de samambaia, em comparação ao pó-de-xaxim, observaram que as misturas de casca de arroz carbonizada e húmus de minhoca; vermiculita e composto orgânico; esfagno e composto orgânico; e vermiculita e húmus de minhoca proporcionaram características fitotécnicas e qualidade comercial superiores. Segundo os autores, esses substratos podem substituir o pó-de-xaxim.

Outros trabalhos são encontrados na literatura, buscando alternativas ao uso do xaxim, no cultivo de várias espécies. Souza Júnior et al. (2001) concluíram que os substratos areia/xaxim/húmus e Plantmax® resultaram em semelhante crescimento de plântulas de abacaxi, na fase de aclimação, e que, portanto, o substrato comercial, que não possui xaxim em sua composição, pode substituí-lo. Minami et al. (2008) observaram que casca de *Pinus* misturada com turfa e pelipita, nas proporções 2:7:1, 5:4:1 e 8:1:1, e casca de *Eucalyptus*, fibra de coco ou coxim, também misturadas com turfa e pelipita, na proporção 2:7:1, são substratos que podem substituir, com eficiência, as misturas com xaxim, no cultivo de bromélia.

Características como baixa densidade, boa porosidade, isenção de moléstias e de sementes são indispensáveis aos substratos, além de atributos físico-químicos que potencializem as características desejáveis nas plantas envasadas (Milner 2002). Outra exigência é que a matéria-prima tenha ampla oferta regional. Neste sentido, no norte de Minas Gerais, o pseudocaule de bananeira surge como uma excelente opção. A região apresenta cerca de 10.000 ha cultivados com bananeiras, que geram um grande volume de resíduos (Rodrigues et al. 2001). Entretanto, in-

xistem tecnologias para o aproveitamento do material como substrato para plantas envasadas.

O cultivo em vasos requer um rígido acompanhamento para potencializar o crescimento das plantas ornamentais. Estas exigem adubações equilibradas, principalmente em N e P. Para todos os nutrientes, é importante determinar a disponibilidade no substrato e avaliar o estado nutricional das plantas, como ferramentas de recomendação de adubação (Silva et al. 2003, Pacheco et al. 2004, Souza et al. 2005).

A samambaia de metro (*Polypodium persicifolium* var. *mettenii* Desv.) é uma das muitas plantas de grande interesse comercial cultivadas em vaso. Assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a produção de biomassa, estado nutricional e disponibilidade de nutrientes para samambaias, testando-se, como substrato alternativo, o pseudocaule de bananeira (PB), enriquecido com doses crescentes de nitrogênio e fósforo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em instalações da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epagig), localizadas em Nova Porteirinha, MG (15°47'18"S e 43°18'18"W). Segundo informações coletadas na estação 83395 do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), a localidade apresenta altitude de 516 metros, precipitação média anual de 740 mm (85% entre novembro e março), com média das temperaturas máximas e mínimas de 32°C e 19,5°C, respectivamente. Foi utilizada a samambaia *Polypodium persicifolium* var. *mettenii* Desv., cultivada em galpão coberto por telhas de cerâmica e sombrite 50% nas laterais, de fevereiro a julho de 2003. A composição química dos componentes dos substratos encontra-se nas Tabelas 1 e 2.

Testaram-se dois substratos compostos da mistura solo:areia:PB e solo:areia:FX, na relação de volume 1:1:2, respectivamente. Aos dois substratos, foram adicionadas as doses 0 mg dm⁻³; 68,5 mg dm⁻³; 137,0 mg dm⁻³; 205,5 mg dm⁻³; e 274,0 mg dm⁻³ de N e 0 mg dm⁻³; 97,7 mg dm⁻³; 195,4 mg dm⁻³; 291,9 mg dm⁻³; e 390,8 mg dm⁻³ de P₂O₅. O PB foi

Tabela 1. Composição química e física do solo empregado no preparo dos substratos (Nova Porteirinha, MG, 2003).

pH ¹	MO ²	P ³	K ³	Na ³	Ca ⁴	Mg ⁴	Al ⁴	H+Al ⁵	B ⁶	Cu ³	Fe ³	Mn ³	Zn ³	CE	Ar	Sil	Arg
	dag kg ⁻¹	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³						mg dm ⁻³				dS m ⁻¹	—	dag kg ⁻¹	—
6,9	1,1	9,4	135	0,35	6,2	2,7	0,0	1,5	0,2	1,6	85	58	3,7	1,53	33	56	11

¹pH em água; ²Colorimetria; ³Extrator Mehlich 1; ⁴Extrator KCl 1 mol/L; ⁵pH SMP; ⁶Extrator BaCl₂; CE = condutividade elétrica; Ar = areia; Sil = silte; Arg = argila.

Tabela 2. Composição química da fibra de xaxim (FX) e do pseudocaule de bananeira (PB) empregados no preparo dos substratos (Nova Porteirinha, MG, 2003).

	N ¹	P ²	K ²	S ²	Ca ²	Mg ²	B ³	Cu ²	Fe ²	Mn ²	Zn ²	Na ²
	dag kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
FX	1,90	0,13	0,26	0,19	1,90	0,37	20,2	115,0	6759,0	222,0	180,0	28,3
PB	0,53	0,08	3,01	1,24	0,30	0,04	10,2	2,2	662,2	179,0	75,0	52,4

¹ Digestão sulfúrica - Método Kjeldahl; ² Digestão nitricoperclórica; ³ Digestão via seca.

obtido a partir da trituração do pseudocaule, em desintegrador de forrageira, seguida por secagem ao sol, por 40 dias, e nova trituração. O pseudocaule utilizado foi coletado na data de colheita do cacho, proveniente de uma área de produção de ‘Prata-Anã’ da Epamig, conduzida sob irrigação e conforme recomendações para o cultivo de banana na região, resumidas em Rodrigues et al. (2008).

As doses de N e P₂O₅ foram combinadas de acordo com a matriz experimental quadrado duplo (QD) (Tabela 3), obedecendo à expressão: 2*2^k+2K+1 (Alvarez 1991), sendo k = 2, fatores N e P₂O₅. Como fontes de N e P₂O₅, utilizaram-se, respectivamente, NO₃NH₄ e KH₂PO₄. Adotou-se o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições.

Utilizaram-se mudas de samambaias, no estádio de 3 a 4 folhas, transplantando-se uma muda por vaso de plástico, com 1 dm³ de substrato. Fez-se adubação de plantio com 308 mg de MgSO₄.7H₂O; 2 mg de ZnCl₂; 5,17 mg de CuSO₄.5H₂O; 4,64 mg de H₃BO₃; e 1 mg de (NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O, por vaso, via solução nutritiva.

Tabela 3. Tratamentos definidos pelos substratos solo:areia: pseudocaule de bananeira (PB) e solo:areia:fibra de xaxim (FX), combinados a doses de N e P₂O₅, seguindo a matriz experimental quadrado duplo (Nova Porteirinha, MG, 2003).

Tratamento	PB		Tratamento	FX	
	N	P ₂ O ₅		N	P ₂ O ₅
	mg dm ⁻³			mg dm ⁻³	
1	0,0	0,0	14	0,0	0,0
2	0,0	195,4	15	0,0	195,4
3	0,0	390,8	16	0,0	390,8
4	68,5	97,7	17	68,5	97,7
5	68,5	291,9	18	68,5	291,9
6	137,0	0,0	19	137,0	0,0
7	137,0	195,4	20	137,0	195,4
8	137,0	390,8	21	137,0	390,8
9	205,5	97,7	22	205,5	97,7
10	205,5	291,9	23	205,5	291,9
11	274,0	0,0	24	274,0	0,0
12	274,0	195,4	25	274,0	195,4
13	274,0	390,8	26	274,0	390,8

As samambaias foram colhidas aos 155 dias pós-transplântio, retirando-se apenas as folhas. Estas foram pesadas, lavadas com água destilada, secas em estufa de ventilação forçada de ar, a 65°C, até peso constante. Nas amostras secas e moídas, determinaram-se as quantidades de macro e micronutrientes (Malavolta et al. 1989). Amostrou-se o substrato de cada vaso, extraíndo-se amostras compostas, contendo quatro amostras simples, utilizando-se trado tipo sonda. Nos substratos, foram determinados os valores de pH em água; matéria orgânica; P, K, Mn, Zn, Fe e Cu, extraídos com extrator Mehlich; Al, Ca e Mg, extraídos com extrator KCl 1 mol/L; e acidez potencial (H+Al) (Ribeiro et al. 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de massa fresca (MF) e seca (MS) de folhas das samambaias não diferiu, significativamente, em função dos substratos e das doses de N e P (Tabela 4). Obtiveram-se valores médios de 13,4 g e 13,6 g de MF

Tabela 4. Produção de massa fresca (MF) e seca (MS) de folhas de samambaias cultivadas com substratos à base de fibra de xaxim (FX) e pseudocaule de bananeira (PB), com doses de N e P₂O₅ (Nova Porteirinha, MG, 2003).

N	P ₂ O ₅	Produção da parte aérea (g planta ⁻¹)			
		FX		PB	
		MF	MS	MF	MS
0,0	0,0	11,6	2,0	10,1	2,0
0,0	195,4	16,5	3,1	13,1	2,3
0,0	390,8	13,4	2,7	8,6	1,4
68,5	97,7	12,5	2,3	15,1	2,9
68,5	291,9	15,6	2,6	12,9	1,0
137,0	0,0	14,1	2,7	16,3	3,4
137,0	195,4	12,2	2,4	11,8	2,3
137,0	390,8	15,6	3,0	18,2	3,7
205,5	97,7	16,2	3,1	15,2	3,0
205,5	291,9	10,3	1,8	20,3	3,9
274,0	0,0	14,3	3,0	8,0	1,5
274,0	195,4	13,5	1,6	11,5	2,2
274,0	390,8	12,8	2,2	16,6	3,3

e de 3,0 g e 3,1 g de MS, nos cultivos com substratos à base de fibra de xaxim (FX) e pseudocaule de bananeira (PB), respectivamente. Portanto, substituir a FX por PB, na composição do substrato, não causou prejuízo para as plantas, no período de 155 dias de condução do experimento. Também, infere-se, pela resposta não significativa às doses de N e P, que a disponibilidade destes elementos no substrato, ou as suas reservas no rizoma das samambaias, atenderam às exigências metabólicas associadas ao crescimento das plantas, no período avaliado.

As samambaias crescidas sem adubação com N, nos substratos à base de FX e PB, apresentaram tonalidade verde pálida, ao contrário daquelas adubadas com N. Porém, sendo a tonalidade da folha uma importante característica ornamental, recomenda-se monitorar o estado nutricional para N e aplicar adubos com esse nutriente, à medida que se necessitar

acentuar a cor verde, principalmente para cultivos com período superior ao avaliado.

Os teores foliares de N, Ca, B, Cu, Fe, Mn e Na não diferiram, significativamente, em função dos substratos, enquanto os de P, K, Mg, S e Zn foram maiores nas plantas cultivadas com substrato à base de FX (Tabelas 5 e 6). A aplicação de PB ao substrato, em todas as situações, não elevou as concentrações de minerais nas folhas, indicando que deficiências nutricionais futuras apresentar-se-iam primeiro nas plantas crescidas nesse substrato, o que justifica maior rigor no monitoramento nutricional.

Os teores de N e P, nas samambaias cultivadas em substrato à base de PB, apresentaram resposta linear positiva às doses de N e P, respectivamente (Figuras 1A e 1B). Os valores de N, menores nas samambaias não adubadas com N, explicam a to-

Tabela 5. Teores foliares de minerais, em samambaias cultivadas nos substratos à base de fibra de xaxim e pseudocaule de bananeira, adubadas com doses de N e P₂O₅ (Nova Porteirinha, MG, 2003).

N	P ₂ O ₅	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
— mg dm ⁻³ —		dag kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
<i>Fibra de xaxim</i>													
0,0	0,0	1,70	0,24	2,41	0,97	0,60	0,16	39,2	8,0	374,6	741,5	56,2	2344,2
0,0	195,4	1,79	0,25	2,74	0,98	0,50	0,18	38,6	6,9	168,1	501,1	27,0	937,9
0,0	390,8	1,36	0,37	2,62	0,94	0,46	0,17	35,5	5,9	317,9	672,6	40,7	2580,0
68,5	97,7	2,46	0,33	2,37	0,94	0,51	0,20	30,8	9,6	312,5	557,7	49,7	2290,5
68,5	291,9	2,94	0,40	2,55	0,82	0,47	0,21	24,5	11,7	344,3	620,8	48,7	1752,1
137,0	0,0	3,05	0,18	2,19	0,95	0,47	0,19	31,9	10,9	365,9	866,4	54,1	1471,0
137,0	195,4	2,82	0,39	2,32	1,14	0,57	0,23	31,7	9,1	436,5	1052,1	54,9	2858,2
137,0	390,8	2,96	0,41	2,74	0,90	0,55	0,22	30,9	12,1	454,5	980,4	49,2	1824,7
205,5	97,7	3,07	0,34	2,31	1,57	0,73	0,20	38,7	9,3	513,6	1630,8	57,5	1712,8
205,5	291,9	3,15	0,43	2,83	0,83	0,43	0,21	27,1	8,9	301,3	883,3	66,4	2610,5
274,0	0,0	3,37	0,20	2,38	1,16	0,57	0,19	31,6	17,2	472,0	1529,8	55,4	1568,3
274,0	195,4	3,37	0,39	2,56	1,17	0,52	0,24	31,2	10,0	385,9	1188,9	54,2	3514,9
274,0	390,8	3,24	0,39	2,57	0,98	0,53	0,21	26,7	10,3	360,7	944,0	49,5	1565,9
<i>Pseudocaule de bananeira</i>													
0,0	0,0	1,88	0,27	2,21	1,19	0,48	0,17	40,4	4,9	253,7	266,2	28,3	3332,3
0,0	195,4	1,82	0,32	2,39	1,07	0,46	0,17	39,4	4,4	286,7	159,1	51,1	2664,9
0,0	390,8	1,62	0,34	2,26	1,18	0,54	0,16	45,8	12,9	331,7	210,4	39,8	1333,1
68,5	97,7	2,66	0,29	2,42	1,15	0,48	0,17	23,8	6,3	369,5	209,8	45,9	1261,3
68,5	291,9	2,30	0,34	1,61	0,81	0,35	0,11	24,8	18,2	183,0	184,6	28,1	645,4
137,0	0,0	2,38	0,19	2,21	1,21	0,49	0,18	37,4	7,7	243,0	189,1	31,9	1964,9
137,0	195,4	2,43	0,30	2,64	0,96	0,40	0,18	29,0	6,5	272,5	125,1	24,1	2148,9
137,0	390,8	2,58	0,33	2,38	0,87	0,46	0,18	32,1	7,2	275,3	167,4	29,6	2307,9
205,5	97,7	2,91	0,25	2,07	0,87	0,40	0,15	35,9	7,2	266,0	93,5	26,1	1099,4
205,5	291,9	3,14	0,32	2,50	1,61	0,52	0,19	36,1	10,9	327,0	163,9	36,3	1679,0
274,0	0,0	3,37	0,26	1,78	0,92	0,25	0,14	34,0	20,7	276,5	126,9	57,0	1012,1
274,0	195,4	2,94	0,28	2,43	1,51	0,58	0,19	32,7	13,0	354,0	298,9	53,6	2193,9
274,0	390,8	2,91	0,34	2,48	1,03	0,42	0,19	27,4	9,1	258,5	200,1	33,8	1345,1

Tabela 6. Teores foliares médios de minerais, em samambaias cultivadas nos substratos à base de FX e PB (Nova Porteirinha, MG, 2003).

	N	P	K	S	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na
	dag kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					
FX	2,71 a*	0,33 a	2,51 a	0,20 a	1,03 a	0,53 a	32,2 a	9,9 a	369,8 a	936,1 a	51,0 a	2.079 a
PB	2,53 a	0,29 b	2,26 b	0,17 b	1,11 a	0,45 b	33,8 a	9,9 a	284,4 a	184,2 a	37,4 b	1.768 a

* Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05).

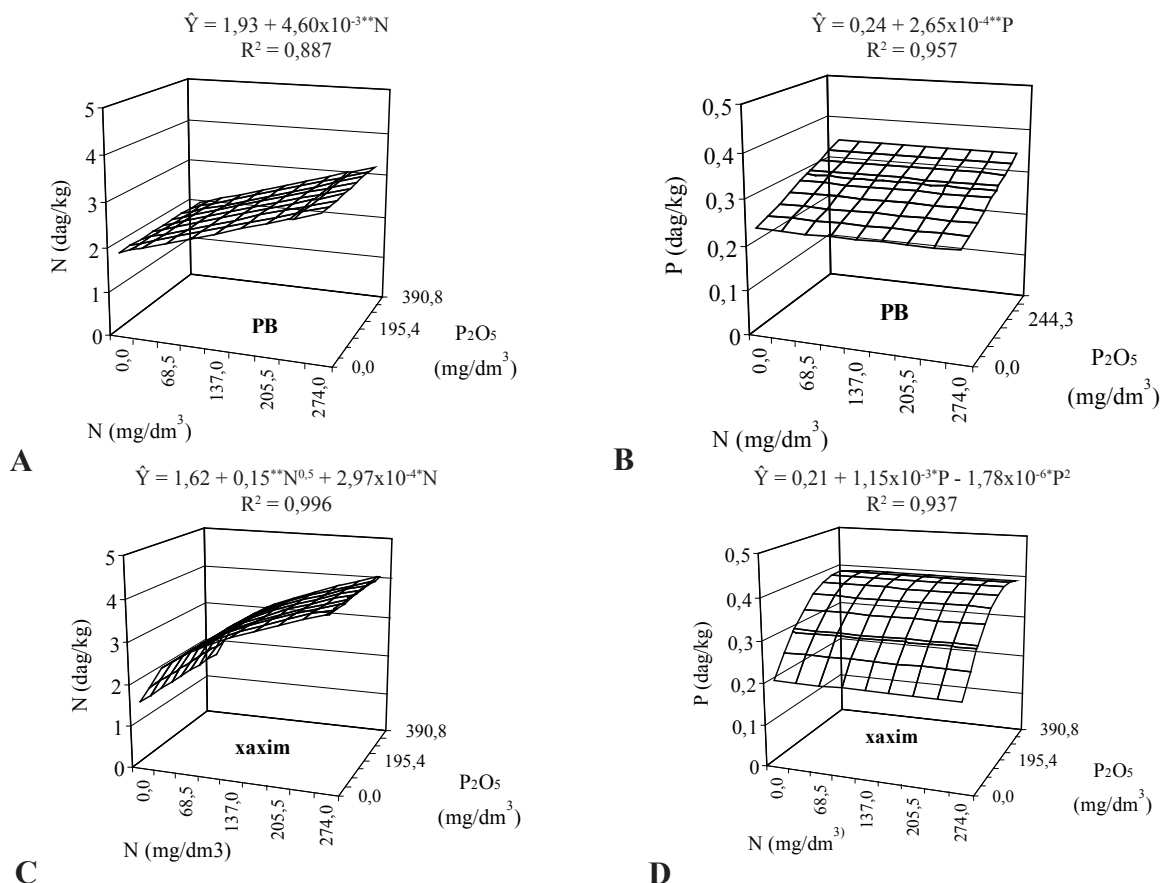


Figura 1. Teores foliares de nitrogênio (N) e fósforo (P), em samambaias cultivadas com substrato contendo pseudocaule de bananeira (A e B) e fibra de xaxim (C e D), em resposta às doses de N e P₂O₅ (Nova Porteirinha, MG, 2003). *, ** e ***: Significativo, pelo teste t, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

nalidade verde pálida dessas plantas. De maneira geral, o substrato contendo PB, comparado àquele contendo FX, favoreceu maiores teores foliares de N e P nas plantas não adubadas com N e P (Figura 1). Adicionando-se ambos os nutrientes, o teor foliar de N e P responderam com maior magnitude no substrato à base de FX, indicando melhor capacidade deste em disponibilizar o N e P contidos nos adubos.

As samambaias cultivadas com PB apresentaram teores minerais (exceto N e P) com valores

que não variaram, significativamente, em resposta às doses de N e P (Tabela 7 e Figuras 1A e 1B). Isto sugere que a reserva de K, Ca, Mg, S e micronutrientes, no substrato PB, ou que a adubação básica de plantio com tais nutrientes, atendeu às exigências das samambaias, tornando inócua qualquer efeito da adubação nitrogenada e fosfatada sobre tais características. Este comportamento não ocorreu no substrato FX, verificando-se, para este, efeito positivo da adubação nitrogenada, nos teores foliares de Fe e Mn, enquanto os teores foliares de P, K e S foram

Tabela 7. Teores de Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Enxofre (S), Boro (B), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn) e Sódio (Na), em samambaias cultivadas com substratos de fibra de xaxim (FX) e pseudocaule de bananeira (PB), adubadas com N e P₂O₅ (Nova Porteirinha, MG, 2003).

Nutrientes	FX		PB
	dag kg ⁻¹		
K	$\hat{Y} = 2,31 + 1,00 \times 10^{-3} P_2O_5$	R ² = 0,9960	$\hat{Y} = Y = 2,24$
Ca	$\hat{Y} = Y = 1,03$		$\hat{Y} = Y = 1,10$
Mg	$\hat{Y} = Y = 0,53$		$\hat{Y} = Y = 0,45$
S	$\hat{Y} = 0,18 + 2,97 \times 10^{-4} P_2O_5 - 6,47 \times 10^{-7} P_2O_5^2$	R ² = 0,9994	$\hat{Y} = Y = 0,16$
mg kg ⁻¹			
B	$\hat{Y} = Y = 31,70$		$\hat{Y} = Y = 33,27$
Cu	$\hat{Y} = Y = 9,98$		$\hat{Y} = Y = 10,03$
Fe	$\hat{Y} = 306,00 + 0,46 * N$	R ² = 0,7340	$\hat{Y} = Y = 284,66$
Mn	$\hat{Y} = 568,00 + 2,68 * N$	R ² = 0,6416	$\hat{Y} = Y = 181,43$
Zn	$\hat{Y} = Y = 51,66$		$\hat{Y} = Y = 36,89$

* Significativo, pelo teste t, a 5% de probabilidade.

influenciados pela aplicação de P (Tabela 7 e Figuras 1C e 1D).

O pH de ambos os substratos decresceu, significativamente, com o aumento das doses de N (Figuras 2A e 2B), verificando-se valores mais altos no substrato à base de PB. Explica-se este resultado pela maior concentração da base K, ausência de Al³⁺ e baixo N-total, em comparação à FX (Tabela 1), o que, normalmente, está associado à menor liberação de H⁺ e geração de acidez (Stanford 1982).

No substrato contendo PB, os altos valores de pH sugerem que as samambaias cresceram sob restrição, quanto à disponibilidade de micronutrientes. Isto, provavelmente, explica teores foliares de Zn inferiores nas plantas cultivadas nesse substrato, em comparação àquelas produzidas em FX (Tabelas 6 e 7). Assim, cultivos em substratos

à base de PB necessitam de ações para redução do pH, sendo que, nas condições da presente pesquisa, o adubo nitrogenado não foi totalmente eficaz, pois o meio manteve-se básico (pH > 7,0).

Os valores de matéria orgânica (MO), no substrato à base de PB, não foram afetados, significativamente, pelas doses de N e P (Tabela 8). No cultivo com FX, a MO decresceu com o aumento das doses de N, possivelmente estimulada por atividade microbológica (Paul & Clark 1989). A disponibilidade de P nos substratos, conforme esperado, aumentou em resposta às doses do adubo fosfatado (Tabela 8). Para teor de K no solo, houve efeito apenas do fornecimento de N no cultivo em substrato FX.

De maneira geral, os teores de P, Ca, B, Cu, Fe, Mn e Zn foram maiores no substrato com PB

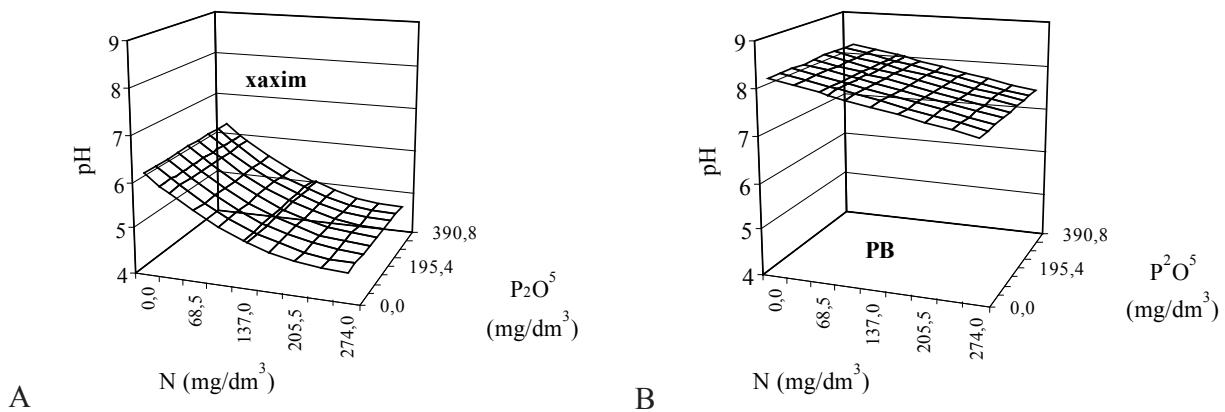


Figura 2. Valores de pH de amostras de substratos contendo fibra de xaxim (FX) (A) e pseudocaule de bananeira (PB) (B), em resposta às doses de N e P₂O₅ (Nova Porteirinha, MG, 2003).

Tabela 8. Equações de regressão para a composição química dos substratos à base de fibra de xaxim (FX) e de pseudocaule de bananeira (PB), em resposta às doses de N e P₂O₅ (Nova Porteirinha, MG, 2003).

	FX	PB
pH	$\hat{Y} = 6,25 - 1,19.10^{-2}N + 2,18.10^{-5}N^2$ R ² = 0,9872	$\hat{Y} = 8,24 - 3,02.10^{-3}N$ R ² = 0,8992
MO	$\hat{Y} = 2,26 - 6,59.10^{-3}N$ R ² = 0,7776	$\hat{Y} = Y = 1,65$
P	$\hat{Y} = 16,75 + 0,3598^{***}P_2O_5$ R ² = 0,9955	$\hat{Y} = 51,05 + 0,2107^{**}N + 0,4843^{***}P_2O_5$ R ² = 0,8697
K	$\hat{Y} = 318,53 + 0,3523^*N$ R ² = 0,7199	$\hat{Y} = Y = 431,39$
Na	$\hat{Y} = 0,68 - 4,35.10^{-3}N + 1,65.10^{-5}N^2$ R ² = 0,8915	$\hat{Y} = 0,68 - 9,00.10^{-3}N$ R ² = 0,9560
Ca	$\hat{Y} = Y = 4,37$	$\hat{Y} = 5,18 - 5,07.10^{-3}N + 2,44.10^{-5}N^2$ R ² = 0,9411
Mg	$\hat{Y} = Y = 1,60$	$\hat{Y} = 1,73 + 3,25.10^{-4}P_2O_5$ R ² = 0,9819
Al	$\hat{Y} = Y = 0,10$	$\hat{Y} = Y = 0,00$
H+Al	$\hat{Y} = 1,50 - 6,47.10^{-3}N$ R ² = 0,7258	$\hat{Y} = 0,54 + 6,26.10^{-4}N + 1,47.10^{-4}P_2O_5$ R ² = 0,8077
B	$\hat{Y} = 0,81 - 1,36.10^{-3}N - 5,85.10^{-4}P_2O_5$ R ² = 0,7751	$\hat{Y} = 0,72 + 4,17.10^{-4}N - 2,08.10^{-3}P_2O_5 + 4,96.10^{-6}(P_2O_5)^2$ R ² = 0,7793
Cu	$\hat{Y} = Y = 1,72$	$\hat{Y} = 2,16 - 9,00.10^{-4}P_2O_5 + 2,61.10^{-6}(P_2O_5)^2$ R ² = 0,8886
Fe	$\hat{Y} = 130,50 + 0,1357^*N - 6,85.10^{-4}N^2 - 6,18.10^{-2}P_2O_5$ R ² = 0,7331	$\hat{Y} = 164,00 - 0,1354^{**}P_2O_5$ R ² = 0,9615
Mn	$\hat{Y} = 56,16 - 6,08.10^{-2}N$ R ² = 0,9292	$\hat{Y} = 71,43 - 8,62.10^{-3}N + 7,43.10^{-5}N^2$ R ² = 0,9830
Zn	$\hat{Y} = Y = 3,65$	$\hat{Y} = Y = 7,73$

*, ** e ***: Significativo pelo teste t, a 5%, 1% e 0,1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 9. Composição química de substratos com fibra de xaxim (FX) e pseudocaule de bananeira (PB), após o cultivo de samambaia (Nova Porteirinha, MG, 2003).

	pH	MO	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		dag kg ⁻¹	mg dm ⁻³		cmolc dm ⁻³					mg dm ⁻³				
FX	5,3 b	3,2 a	87 b	370 a	0,6 a	4,4 b	1,6 a	0,1 a	2,35 a	0,5 b	1,7 b	117,2 b	47,9 b	3,7 b
PB	7,8 a	1,7 b	117 a	431 a	0,5 a	5,2 a	1,7 a	0,0 b	0,67 b	0,6 a	2,1 a	147,5 a	72,4 a	7,7 a

* Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (p < 0,05).

pH em água; MO = Colorimetria; P, K, Na, Cu, Fe, Mn, Zn = Extrator Mehlich 1; Mg, Ca, Al = Extrator KCl 1 mol/L; H+Al = pH SMP; B = Extrator BaCl₂; CE = condutividade elétrica; Ar = areia; Si= silte; Arg= argila.

(Tabela 9), apesar de este componente ser mais pobre nesses elementos que o componente FX (Tabela 2). Como a composição química das frações orgânicas (PB e FX) ocorreu por digestão sulfúrica e nítrico-perclórica, os resultados apresentados na Tabela 2 referem-se aos teores totais. Já a análise do substrato foi feita com determinação dos elementos minerais disponíveis. Conclui-se, portanto, que, apesar de o PB ser mais pobre que a FX, o primeiro resulta em substratos mais ricos, por possuir formas minerais mais disponíveis às plantas.

CONCLUSÕES

1. Na busca por um substituto ao xaxim, concluiu-se que o pseudocaule de bananeira, processado através de desintegração e secagem, pode ser uma boa alternativa na composição de substratos para cultivo de samambaias.
2. Os conteúdos foliares de nutrientes minerais pouco variaram, em função das doses de N e P aplicadas aos substratos, indicando que, provavelmente, a reserva de nutrientes do substrato foi suficiente

para atender ao crescimento das plantas, até os 155 dias após o plantio.

- Os teores de minerais, na maioria das situações, foram mais elevados no substrato contendo pseudocaule de bananeira, em comparação àquele contendo fibra de xaxim.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, V. H. *Avaliação da fertilidade do solo: superfícies de resposta: modelos aproximativos para expressar a relação fator resposta*. Viçosa, MG: UFV, 1991. (Boletim técnico, 228).
- HUMMEL, A. C. et al. *Convenção sobre o comércio internacional de espécies da flora e fauna selvagens em perigo de extinção*. 2007. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/flora/convecacao.htm>>. Acesso em: set. 2007.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas*. Piracicaba: Potafos, 1989.
- MILNER, L. Manejo de irrigação em substratos. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas. *Anais...* Campinas: IAC, 2002. p. 45-51. (Documento, 70).
- MINAMI, S. K. K. et al. Substratos alternativos ao xaxim na produção de bromélia ornamental. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 43, n. 10, p.1319-1324, 2008.
- PACHECO, D. D. et al. Diagnose nutricional de samambaias cultivadas em substratos, xaxim e pseudocaule de bananeira, adubados com nitrogênio e fósforo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 4., 2004, Viçosa. *Anais...* Viçosa, MG: UFV, 2004. 1 CD-ROM.
- PAUL, E. A.; CLARK, F. E. *Soil microbiology and biochemistry*. San Diego: Academic Press, 1989.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. *Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*. 5ª. aprox. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.
- RODRIGUES, M. G. V. et al. Manejo do bananal de pratinã cultivada no norte de Minas. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001, Nova Porteirinha. *Anais...* Montes Claros: Unimontes, 2001. p. 154-167.
- RODRIGUES, M. G. V.; DIAS, M. S. C.; PACHECO, D. D. (Coords.). *Informe Agropecuário: Bananicultura irrigada: inovações tecnológicas*, Belo Horizonte, v. 29, n. 245, 2008.
- SALSAC, L. et al. Nitrate and ammonium nutrition in plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, Paris, v. 25, n.6, p. 805-812, 1997.
- SALVADOR, E. D.; PASQUAL, M.; SPERA, M. R. N. Efeito de diferentes substratos no crescimento de samambaia-matogrossense (*Polypodium aureum* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 25, n. 4, p. 1006-1111, 2001.
- SILVA, M. M. et al. Cultivo de samambaia em substratos, xaxim e pseudocaule de bananeira, adubados com nitrogênio e fósforo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 14., 2003, Lavras. *Anais ...* Lavras: Ufla, 2003. p. 445.
- SOUZA, F. V. et al. Disponibilidade de nutrientes para samambaias desenvolvidas em substratos, xaxim e pseudocaule de bananeira, adubados com nitrogênio e fósforo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15., 2005, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Embrapa, 2005. p. 580.
- SOUZA JÚNIOR, E. E. de; BARBOSA, S. B. S. C.; SOUZA, L. A. C. Efeitos de substratos e recipientes na aclimatação de plântulas de abacaxizeiro [*Ananas comosus* (L.) merrill] cv. Pérola. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 31, n. 2, p. 147-151, jul./dez. 2001.
- STANFORD, G. Assessment of nitrogen availability. In: STEVENSON, F. J. (Ed.). *Nitrogen in agricultural soils*. Madison: ASA/SSSA, 1982. p. 651-688.