

Soluções nutritivas alternativas para o cultivo de bromélias ornamentais

Alternative nutritional solutions for the culture of ornamental bromélias
Soluciones alimenticias alternativas para la cultura de bromelias ornamentales

Vívian Tamaki*
Sidnéia Maria de Paula**

Catarina Carvalho Nievola***
Shoey Kanashiro****

RESUMO: O cultivo de bromélias ornamentais tem sido considerado uma importante estratégia de preservação dessas plantas, pois possibilita o fornecimento de maior quantidade de plantas ao mercado, reduzindo a procura por exemplares provenientes do ambiente natural. Geralmente, os produtores utilizam fertilizantes baseados em diferentes composições de nitrogênio, fósforo e potássio. Contudo, estudos nutricionais utilizando a técnica de cultivo *in vitro* têm mostrado um desenvolvimento satisfatório de bromélias na presença de outros nutrientes existentes nos meios de cultura utilizados, tais como os presentes em Murashige & Skoog (MS) e em Knudson (K). O objetivo deste trabalho foi verificar o crescimento de plantas de três espécies de bromélias ornamentais: *Acanthostachys strobilaceae* (Schult. f.) Klotzsch, *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker e *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms, obtidas a partir da germinação de sementes e adubadas com soluções nutritivas baseadas em MS e K. Plantas com dois meses foram transferidas para bandejas de isopor, contendo como substrato casca de *Pinus*, sendo adubadas por seis meses com MS e K originais e uma diluição do meio MS à metade (MS/2). Foram analisados números de folhas, comprimentos dos eixos caulinares e radiculares, teores de massas seca e fresca das partes aérea e radicular, além de pigmentos fotossintéticos. Observou-se que as soluções mais diluídas (K e MS/2) foram mais adequadas ao crescimento das três espécies de bromélias. As maiores concentrações de cálcio e magnésio presentes em K provavelmente favoreceram o desenvolvimento das plantas, indicando serem importantes como suplementação nutricional no cultivo de bromélias.

PALAVRAS-CHAVE: Bromélias ornamentais - cultivo. Adubação. Bromélias ornamentais - nutrição.

ABSTRACT: Cultivating ornamental bromeliads has been considered an important strategy for their preservation, because it allows the supply of a greater amount of plants to the market, reducing the use of units proceeding from the natural environment. Generally producers use fertilizers based on different compositions of nitrogen, phosphorus and potassium. However, nutritional studies using *in vitro* cultivation technique have shown a satisfactory development of bromeliads as compared to other nutrients used in other techniques such as those in Murashige & Skoog (MS) and Knudson (K). The objective of this work was to verify the growth of plants of three species of ornamental bromeliads: *Acanthostachys strobilaceae* (Schult. f.) Klotzsch, *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker and *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms, gotten from the germination of seeds and fertilized with nutritional solutions based on MS and K. Plants with two months were transferred to isopor trays with *Pinus* rind as substratum, and were fertilized during six months with original MS and K and a dilution of half MS and half (MS/2). We examined number of leaves, stem and root axis lengths, dry and wet masses of aerial and root parts, in addition to photosynthetic pigments. We observed that the more diluted solutions (K and MS/2) were more favorable to the growth of the three bromeliads species. The highest concentrations of calcium and magnesium in K probably favored the development of the plants, indicating the important of nutritional supplements for bromeliads cultures.

KEYWORDS: Ornamental bromeliads - culture. Fertilization. Ornamental bromeliads - nutrition.

RESUMEN: Cultivar bromelias ornamentales es considerado una estrategia importante para su preservación, porque permite la oferta de una mayor cantidad de plantas al mercado, reduciendo el uso de las unidades que procedan del ambiente natural. Los productores utilizan generalmente fertilizantes basados en diversas composiciones del nitrógeno, fósforo y potasio. Sin embargo, estudios alimenticios usan técnicas de cultivación *in vitro* que han demostrado un desarrollo satisfactorio de bromelias respecto a otros alimentos usados en otras técnicas tales como Murashige & Skoog (MS) y Knudson (k). El objetivo de este trabajo fue verificar el crecimiento de las plantas de tres especies de bromelias ornamentales: *Acanthostachys strobilaceae* (Schult. f.) Klotzsch, *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker y *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms, conseguidas por la germinación de semillas y fertilizadas con soluciones alimenticias basadas en MS y K. Plantas con dos meses fueran transferidas a bandejas de espuma de poliestireno con corteza del pinus como substrato, y fertilizadas durante seis meses con MS y K originales y una dilución mitad MS mitad K (MS/2). Examinamos el número de hojas, de vástago y de masas de las longitudes del eje de la raíz, piezas secas y mojadas de las piezas de la antena y de la raíz, además de los pigmentos fotosintéticos. Observamos que las soluciones diluidas (K y MS/2) fueran más favorables al crecimiento de las tres especies de bromelias. Las concentraciones más altas de calcio y de magnesio en K favorecieron probablemente el desarrollo de las plantas, indicando la importancia de los suplementos alimenticios para las culturas de bromelias.

PALABRAS-LLAVE: Bromelias ornamentales - cultura. Fertilización. Bromelias ornamentales - nutrición.

* Bióloga. Doutor em Fisiologia Vegetal pela Universidade de São Paulo. Diretora e Pesquisadora Científica do Núcleo de Pesquisa em Plantas Ornamentais do Instituto de Botânica. E-mail: vtamaki@uol.com.br

** Bióloga. Foi bolsista de Iniciação Científica do CNPq no Instituto de Botânica em 2008.

*** Bióloga. Doutor em Fisiologia Vegetal pela Universidade de São Paulo. Pesquisadora Científica do Núcleo de Pesquisa em Plantas Ornamentais do Instituto de Botânica.

**** Agrônomo. Doutor em Fitotecnia pela Universidade de São Paulo. Pesquisador Científico do Núcleo de Pesquisa em Plantas Ornamentais do Instituto de Botânica.

Introdução

Bromeliaceae compreende 57 gêneros e cerca de 3.086 espécies¹. São plantas de ocorrência nas Américas, sendo que aproximadamente 40% das espécies conhecidas estão presentes no Brasil, colocando nosso País entre os mais importantes em termos de diversidade na família. Podem ocupar ambientes desde o nível do mar até altitudes de 4.000 metros, além de vários níveis pluviométricos^{2,3}. As espécies são herbáceas perenes, terrestres, epífitas ou rupícolas⁴.

A grande maioria dos representantes de Bromeliaceae é considerada ornamental, devido à arquitetura foliar em roseta e brácteas geralmente coloridas. Entre elas estão as espécies: *Acanthostachys strobilacea* (Schult. f.) Klotzsch, *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker e *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms. Essas bromélias pertencem a dois biomas importantes: *A. strobilacea* ocorre no Cerrado e a *A. bromeliifolia* e a *A. imperialis* ocorrem na Mata Atlântica. Esses biomas são considerados vulneráveis e ameaçados⁵. *A. strobilacea* (Figura 1) é uma espécie rupícola ou epífita, possuindo lâminas foliares lineares e estreitas, podendo chegar até dois metros de comprimento, apresentando inflorescências em forma de cone alaranjadas ou avermelhadas⁴. *A. bromeliifolia* (Figura 2), desenvolve-se como epífita, terrestre ou rupícola no interior das florestas. A sobreposição de suas folhas forma uma roseta tubular de 60 a 120 cm de comprimento, constituindo um reservatório de água, denominado de tanque, sendo cobertas com uma membrana de escama cinzento-branca (tricommas). *A. imperialis* (Figura 3) é rupícola e pode acumular muitos litros de água em seu tanque, entre suas bainhas foliares. Sua inflorescência pode atingir mais de três metros

Figura 1. *A. strobilacea*



Figura 2. *A. bromeliifolia*



Figura 3. *A. imperialis*



de altura⁶. Segundo o Programa de Proteção das Espécies Ameaçadas de Extinção da Mata Atlântica Brasileira pela avaliação do Workshop de Revisão da Lista da Flora Ameaçada de Extinção, esta bromélia se encontra na categoria espécie em perigo de extinção⁷, devido a uma redução da população por causa do declínio da área de ocupação, na qualidade do habitat ou nos níveis de exploração.

O desenvolvimento de técnicas de cultivo de bromélias ornamentais tem sido considerado importante estratégia de sua preservação, pois pode possibilitar o fornecimento de maior quantidade de plantas ao mercado, reduzindo a procura por exemplares provenientes do ambiente natural. A técnica do cultivo *in vitro* tem sido utilizada na produção de bromélias ornamentais. Nesse procedimento são utilizadas várias composições de meios nutritivos, tais como o de Murashige, Skoog⁸ (MS) e Knudson⁹ (K), adicionado ou não de reguladores vegetais¹⁰⁻¹². É possível supor que as exigências nutricionais das plantas observadas na condição *in vitro* sejam semelhantes àquelas do cultivo em casa de vegetação. Por isso, a utilização da composição dos meios de cultivo como forma de adubação em plantas crescidas em casa de vegetação poderia contribuir para a otimização da produção dessas bromélias, pois seria mantido a mesmo fornecimento de nutrientes¹³. No cultivo de bromélias em casa de vegetação tem se utilizado formulações comerciais, como Osmocote®, Dynagrow® e Peters®, sendo a mais comum a formulação de Osmocote® (NPK) 14-14-14¹⁴. Entretanto, visto o conhecimento da influência de outros nutrientes no crescimento das plantas, deve-se considerar também a utilização de cálcio, enxofre e o magnésio^{15,16}, além da adição de micronutrientes¹⁷. Estes e outros nutrientes fa-

zem parte da composição dos meios nutritivos utilizados no cultivo *in vitro* (MS e K).

O presente trabalho teve como objetivo estudar o crescimento das espécies *A. strobilacea*, *A. bromeliifolia* e *A. imperialis*, cultivadas em casa de vegetação com diferentes adubações (MS e K), criando alternativas para melhorar a produção dessas bromélias ornamentais.

Material e métodos

Material vegetal

Para os experimentos, foram utilizadas sementes de *Acanthostachys strobilacea* (Schult. f.) Klotzsch da Reserva Biológica de Mogi-Guaçu (SP), *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker e *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms ambas da coleção viva de plantas de Bromeliaceae pertencentes ao Núcleo de Pesquisa em Plantas Ornamentais do Instituto de Botânica de São Paulo.

Obtenção das plantas

As sementes (100 de cada espécie) foram colocadas para germinar em caixas plásticas do tipo gerbox,

com papel de filtro, sendo regadas duas vezes por semana com água destilada e fungicida (Benomyl 0,1%). Após a germinação, as plântulas foram nutridas com o adubo comercial Peters® de fórmula 10-10-10 (1g/L) e fungicida (Benomyl 0,1%) por cerca de dois meses até a obtenção de plantas com tamanhos suficientes para serem utilizadas na montagem experimental.

Adubação das plantas com diferentes soluções nutritivas

As plantas, com dois meses de idade, foram transplantadas para bandejas de isopor do tipo plantágil, contendo casca de *Pinus* compostado como substrato e passaram a ser adubadas com três soluções diferentes (Figura 4). Foram utilizadas soluções formuladas por Murashige, Skoog⁸ (MS), Knudson⁹ (K) e um outro tratamento contendo a composição de macronutrientes de MS reduzido à metade (MS/2). Os micronutrientes das três soluções nutritivas foram iguais ao formulado em MS. Uma vez por semana, as plantas foram fertirrigadas com essas formulações e após seis me-

ses foram mensurados o número de folhas, o comprimento da maior folha, a massa fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular, além do comprimento da maior raiz e a concentração dos pigmentos fotossintéticos.

A comparação das concentrações expressas em mM dos nutrientes utilizados nas diferentes formulações encontra-se na Tabela 1.

Determinação do conteúdo de clorofilas e carotenóides

Para a extração de pigmentos fotossintéticos, foram utilizadas acetona gelada e material vegetal distribuído em triplicatas. Cerca de 0,5 a 1,0 g de massa fresca de folhas, referente à cada triplicata, de cada uma das três espécies de bromélias, foi macerado em almofariz com três mL de acetona gelada. Cada amostra foi filtrada em funil previamente forrado com papel de filtro umedecido com acetona gelada. O filtrado foi recolhido em balões volumétricos de 25 mL. Em seguida, cada volume coletado foi armazenado no gelo em tubos de ensaio que foram tampados com papel alumínio e filme de PVC transparente, até o momento da leitura. As amostras foram lidas em espectrofotômetro, calibradas com acetona pura. A absorvância (A) da clorofila a foi lida em 661,6 nm, a da clorofila b em 644,8 nm e a dos carotenóides em 470 nm. O cálculo da concentração da clorofila a (C_a), da clorofila b (C_b) e dos carotenóides (C_c) foi realizado de acordo com as equações definidas em Lichtenthaler¹⁸.

$$C_a = 11,24 A_{661,6} - 2,04 A_{644,8}$$

$$C_b = 20,13 A_{644,8} - 4,19 A_{661,6}$$

$$C_c = (1000 A_{470} - 1,90 C_a - 63,14 C_b) / 214$$

Os conteúdos de clorofilas e carotenóides dos tecidos foram expressos em μg do pigmento por grama de matéria fresca.

Figura 4. Sementeiras contendo plântulas de *Acanthostachys strobilacea* (Schult. f.), *Aechmea bromeliifolia* (Rudge) Baker e *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms, obtidas a partir da germinação das sementes e submetidas a diferentes tipos de adubações com soluções nutritivas. Barra = 5 cm.



Tabela 1. Concentração de nutrientes em mM (K = Knudson; MS = Murashige & Skoog; e MS/2 = Murashige & Skoog)

	K (mM)	MS (mM)	MS/2 (mM)
N	16,08	60,05	30,03
P	1,85	1,26	0,63
K	1,85	20,07	10,67
Ca	4,24	3,00	1,51
Mg	1,02	1,50	0,75
S	4,82	1,50	0,75
Cl	—	6,00	3,02

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Este trabalho mostrou ser possível o uso de soluções nutritivas baseadas na composição dos meios MS e K para o crescimento dessas três bromélias quando cultivadas em casa de vegetação.

Em plantas de *A. strobilaceae* cultivadas com as três soluções, MS, MS/2 e K observou-se diferenças apenas em relação ao comprimen-

to do eixo caulinar, sendo menor em plantas adubadas com MS completo (Tabela 2), em cerca de 45%. Em relação aos demais parâmetros, não foram identificadas diferenças significativas. Santos, et al¹², trabalhando com clones obtidos *in vitro* dessa mesma espécie, verificaram a possibilidade de utilização de adubações baseadas em MS no processo de aclimatização das plantas em casa de vegetação. Os resultados obtidos em *A. strobilaceae* sugerem que a quantidade de nutrientes em MS/2 e em K eram suficientes para o crescimento dessa espécie em casa de vegetação.

Visto que a quantidade de clorofilas pode ser utilizada como indicador da quantidade nitrogenada^{10,19},

observou-se que plantas de *A. strobilaceae* apresentaram maiores valores quando cultivadas nas soluções nutritivas de MS/2 e K, (Tabela 3), indicando estado nutricional satisfatório. Assim, a adubação com concentrações maiores de N não são recomendadas para o cultivo dessa espécie, visto que MS possui cerca de 60 mM enquanto que nos outros dois a concentração desse elemento é menor (30 mM de N em MS/2 e de cerca de 16 mM de N em K). Segundo Tamaki, et al¹⁰ a utilização de diluições da formulação de MS para a bromélia *Ananas comosus*, como o uso de um quinto dos macronutrientes de MS, foram favoráveis ao seu crescimento. De acordo com Benzing²⁰, as bromélias se desenvolvem satisfatoriamente em soluções nutricionais diluídas, visto que é a condição que mais se assemelha ao ambiente natural epifítico.

As plantas de *A. bromeliifolia*, cultivadas em diferentes tratamentos, não apresentaram diferenças significativas em relação ao crescimento, apenas observou-se uma maior quantidade de massa seca da parte foliar no tratamento com MS completo em relação às demais adubações (Tabela 2). A maior

Tabela 2. Crescimento de plantas de *Acanthostachys strobilaceae*, *Aechmea bromeliifolia* e *Alcantarea imperialis* após seis meses submetidas a diferentes adubações com soluções nutritivas baseadas nas formulações dos meios de Murashige e Skoog (MS) e Knudson (K)

	<i>Acanthostachys strobilaceae</i>			<i>Aechmea bromeliifolia</i>			<i>Alcantarea imperialis</i>		
	MS	MS/2	K	MS	MS/2	K	MS	MS/2	K
Número de folhas	7,00±2,00 a	8,00±1,00 a	8,00±1,00 a	6,33±0,65 a	7,03±1,10 a	8,17±1,11 a	*	8,0±1,3 a	7,5±0,9 a
Comprimento do eixo caulinar (cm)	15,14±1,33 b	24,00±1,90 a	24,00±1,30 a	10,4±1,3 a	11,0±1,4 a	12,0±1,1 a	*	2,5±1,0 a	2,4±0,7 a
Comprimento radicular (cm)	4,00±0,94 a	5,24±0,56 a	4,06±0,54 a	4,0±1,3 a	4,2±1,5 a	3,9±1,2 a	*	0,52±0,15 a	0,45±0,20 a
Massa seca/massa fresca do eixo caulinar	0,072±0,012 a	0,063±0,001 a	0,058±0,013 a	0,050±0,001 a	0,042±0,001 b	0,040±0,001 b	*	0,080±0,001 b	0,10±0,07 a
Massa seca/massa fresca das raízes	0,16±0,01 a	0,14±0,01 a	0,16±0,01 a	0,10±0,01 b	0,15±0,03 a	0,15±0,01 a	*	0,23±0,002 a	0,23±0,001 a

Valores acompanhados de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P≤5%)

*Ausência de material para análise

Tabela 3. Conteúdo de clorofilas e carotenóides presentes em plantas de *Acanthostachys strobilaceae*, *Aechmea bromeliifolia* e *Alcantarea imperialis* após seis meses submetidas a diferentes adubações com soluções nutritivas baseadas nas formulações dos meios de Murashigue e Skoog (MS) e Knudson (K)

	<i>Acanthostachys strobilaceae</i>			<i>Aechmea bromeliifolia</i>			<i>Alcantarea imperialis</i>		
	MS	MS/2	K	MS	MS/2	K	MS	MS/2	K
Clorofila a (µg pigmento/g MF)	207,22± 2,00 b	284,32± 1,90 a	308,67± 35,12 a	173,00± 12,50b	238,72± 25,20 a	203,22± 10,04 ab	*	63,22± 11,24 b	756,07± 42,15 a
Clorofila b (µg pigmento/g MF)	98,00± 4,15 b	132,30± 28,10 a	148,68± 1,40 a	72,31± 1,30 b	110,41± 18,03 a	77,34± 9,22 b	*	40,56± 10,90 b	322,88± 10,30 a
Carotenóides (µg pigmento/g MF)	48,31± 3,20 b	84,25± 33,11 a	75,23± 10,11 a	27,45± 6,12 b	68,41± 18,20 a	25,36± 10,32 b	*	20,12± 2,40 b	198,43± 22,15 a

Valores acompanhados de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P≤ 5%)

*Ausência de material para análise

quantidade de pigmentos fotosintéticos ocorreu nas plantas adubadas com MS/2 (cerca de 238,72 µg de pigmento/g MF de clorofila a e 110,41 µg de pigmento/g MF de clorofila b) (Tabela 3). Apesar do MS ter a maior quantidade de N (60,05 mM), provavelmente não foi esse elemento o responsável pelo maior crescimento foliar, visto que os teores de clorofilas não foram maiores sob esse tratamento. Pode-se sugerir um papel importante para o potássio, que, na concentração de 20,07 mM (MS completo), pode ter levado ao maior incremento da massa seca da parte aérea, pois, segundo Kanashiro²¹, estudando a bromélia *Aechmea blanchetiana* cultivada *in vitro* com meio MS modificado, concluiu que o potássio é um nutriente importante para o incremento de massa seca da parte aérea nessa bromélia. Aranda-Peres, et al²² sugeriram a redução da concentração do nitrogênio em relação ao MS completo, para o crescimento de três bromélias ornamentais (*Vriesea friburguensis*, *Vriesea hieroglyphica* e *Vriesea unilateralis*).

Em relação às plantas de *A. imperialis*, o uso do MS completo para a adubação não é recomendada, visto que as plantas não sobreviveram (Tabela 2), o uso de maiores concentrações de sais foi prejudicial para essa bromélia. Segundo Taiz,

Zeiger²³, quando os minerais estão presentes no solo em excesso, este se torna salino e o crescimento das plantas, de modo geral, é reduzido, podendo levar à morte vegetal. Observou-se que a adubação com os macronutrientes de K foi melhor para o resultado da relação massa seca/massa fresca da parte aérea quando comparado com os outros tratamentos. Além disso, a adubação com K propiciou um maior aumento da quantidade de clorofilas (cerca de 756,07 µg de pigmento/g MF de clorofila a e 322,88 µg de pigmento/g MF de clorofila b) em relação ao uso de MS/2. No ambiente natural, essa espécie necessita de algumas décadas (cerca de 30-40 anos) para atingir a maturidade. Segundo Naves⁶, o crescimento lento ocorre porque, no ecossistema onde ela vive, a disponibilidade de nutrientes é pequena, indicando a adaptação à pequena disponibilidade de nutrientes, evidenciada também neste trabalho. É possível supor que a quantidade de nutrientes presentes no MS tenha sido elevada, causando efeitos nocivos à manutenção do crescimento das plantas jovens avaliadas neste trabalho.

Embora na maioria dos trabalhos com cultivo *in vitro* seja relatado o uso da fórmula original do MS, modificações na sua composição nutricional podem ser benéficas ao

desenvolvimento de certas espécies de bromélias²⁴. Guerra, Dal Vesco²⁵ citam a utilização do MS completo para a propagação *in vitro* de bromélias. Trabalhos desenvolvidos no Laboratório de Cultura de Tecidos do Núcleo de Pesquisa em Plantas Ornamentais do Instituto de Botânica de São Paulo têm mostrado que as bromélias podem requerer condições nutricionais específicas e que, muitas vezes, diferem de composições comumente utilizadas para outras plantas ornamentais. Diferentes formas nitrogenadas como a ureia, além da adição de maiores concentrações de cálcio, têm sido benéficas ao crescimento dessas plantas. Contudo, os estudos realizados nesse laboratório têm mostrado que a composição ideal do meio nutritivo varia de acordo com a espécie e hábito que possuem na natureza. Espécies epífitas como as estudadas neste trabalho crescem melhor quando cultivadas em já meios cuja composição salina seja mais diluída que o meio MS.

O presente trabalho mostrou a importância do uso de outros macronutrientes para o crescimento dessas bromélias e não apenas o nitrogênio, fósforo e potássio, presentes nos adubos comerciais mais utilizados pelos produtores. Aranda-Peres, et al¹⁴ mostraram a importância do cálcio, do magnésio e do enxofre para o crescimen-

to de três bromélias ornamentais (*V. friburguensis*, *V. hieroglyphica* e *V. unilateralis*). Segundo Kanashiro (comunicação pessoal), é prática dos produtores incluírem suplementação de cálcio para as bromélias durante o inverno, visto que alguns trabalhos propõem que esse

macronutriente age como mensageiro secundário para a aclimação das plantas ao frio²⁶.

Assim, uma grande contribuição do presente trabalho é recomendar o uso reduzido de nutrientes em relação à formulação completa do MS, além da adição de outros ma-

cronutrientes como cálcio, enxofre aos tratamentos de adubação que incluem comumente nitrogênio, fósforo e potássio. Essa composição poderá otimizar o crescimento de bromélias cultivadas em estufa.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de iniciação científica recebida para o desenvolvimento deste projeto.

REFERÊNCIAS

1. Luther HE. An alphabetical list of bromeliad binomials. 10th ed. Sarasota: Bromeliad Society Internacional; 2006.
2. Leme EMC, Marigo LC. Bromélias na natureza. Rio de Janeiro: Marigo Comunicação Visual; 1993.
3. Leme EMC. Canistrum: Bromeliaceae da Mata Atlântica. Rio de Janeiro: Salamandra Consultoria Editorial; 1997.
4. Wanderley MGL, Shepherd GJ, Melhem TS-A, Giuliette AM. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. São Paulo: Instituto de Botânica; 2007. v. 5.
5. Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature. 2000; 403:853-8.
6. Naves VC. Propagação *in vitro* de bromélia imperial *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms [dissertação]. Universidade Federal de Lavras (MG); 2001.
7. Fundação Biodiversitas; 2007 [acesso em 22 Jun 2010]. Disponível em: <http://www.biodiversitas.org.br/floraBr/grupo3fim.asp>
8. Murashige T, Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum. 1962;15:473-97.
9. Knudson L. A new nutrient solution for germination of orchid seed. Amer Orchid Society Bulletin. 1946;15:214-7.
10. Tamaki V, Mercier H, Nievola CC. Cultivo *in vitro* de clones de *Ananas comosus* (L.) Merrill cultivar Smooth Cayene em diferentes concentrações de macronutrientes. Hoehnea. 2007;34(1):67-73.
11. Kanashiro S, Ribeiro RCS, Gonçalves NA, Demétrio VA, Jocys T, Tavares AR. Effect of calcium on the *in vitro* growth of *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B. Smith plantlets. J Plant Nutrition. 2009;32:867-77.
12. Santos DS, Tamaki V, Nievola CC. *In vitro* propagation of the ornamental bromeliad *Acanthostachys strobilacea* (Schultz f.) Klotzsch via nodal segments. Vitro Cellular Developmental Biology. 2010;46:524-9.
13. Lucas MA, Sampaio NV, Sampaio TG, Peres GS, Fagundes JD. Aclimação de mudas de Morangueiro "Oso Grande" nos sistemas convencional e flutuante. Plant Cell Cult Micropropag. 2005;1(2):89-94.
14. Andrade FSA, Demattê MESP. Estudo sobre produção e comercialização de bromélias nas regiões sul e sudeste do Brasil. Anais do 12º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais. Jaboticabal (SP); 1999. p. 97-110.
15. Lin C-Y, Yeh D-M. Potassium nutrition affects leaf growth, anatomy, and macroelements of *Guzmania*. Hortscience. 2008; 43:146-8.
16. Paroz P. Nutrition notes. Bromeliaceae. 2009;43:18-9.
17. Rodrigues TM, Paiva PDO, Rodrigues CR, Carvalho JG, Ferreira CA, Paiva R. Desenvolvimento de mudas de bromélia-imperial (*Alcantarea imperialis*) em diferentes substratos. Ciênc Agrotec. 2004;28:757-63.
18. Lichtenthaler HK. Chlorophylls and Carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymol; 1987; 148:350-82.
19. Wiedenfeld B, Wallace BW, Hons F. Indicators of cotton nitrogen status. J Plant Nutrition. 2009;32:1353-70.
20. Benzing DH. Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation. UK: Cambridge University Press; 2000.
21. Kanashiro S. Nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio e o crescimento de plântulas de *Aechmea blanchetiana* (Baker) L.B. Smith *in vitro* [tese]. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba; 2005. (Doutorado em Fitotecnia)

22. Aranda-Peres NA, Peres LEP, Higashi EM, Martinelli AP. Adjustment of Mineral Elements in the Culture Medium for the Micropropagation of Three Vriesea Bromeliads from the Brazilian Atlantic Forest: The Importance of Calcium. Hortscience. 2009; 44(1):106-12.
 23. Taiz I, Zeiger E. Plant physiology. 4th ed. USA: Sinauer; 2007.
 24. Teng WL. An alternative propagation method of *Ananas* through nodule culture. Plant Cell Rep. 1997;16:454-7.
 25. Guerra MP, Dal Vesco LL. Strategies for the micropropagation of bromeliads. In: Jain SM, Ochatt SJ. Protocols for *in vitro* propagation of ornamental plants. Nova Iorque : Humana Press; 2010. p. 47-66.
 26. Martín ML, Busconi L. A Rice membrana-bound calcium-dependente protein kinase is activated in response to low temperature. Plant Physiology. 2001;125:1442-9.
-

Recebido em 15 de setembro de 2010
Aprovado em 23 de novembro de 2010