

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias  
ISSN (on line): 1981-0997  
v.6, n.3, p.383-390, jul.-set, 2011  
Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br  
Protocolo 818 - 11/02/2010 \*Aprovado em 12/04/2011  
DOI:10.5039/agraria.v6i3a818

Márcia M. Dias<sup>1,4</sup>

Moacir Pasqual<sup>2,5</sup>

Aparecida G. Araújo<sup>3,6</sup>

Verônica A. dos Santos<sup>2,7</sup>

# Reguladores de crescimento na propagação *in vitro* de abacaxizeiro ornamental

## RESUMO

O abacaxizeiro ornamental *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *ananassoides* (Baker) Coppens & F. Leal., pertence à família Bromeliaceae e destaca-se pelo potencial ornamental ainda pouco explorado economicamente. A propagação de plantas *in vitro* possibilita elevada produção de mudas com qualidade fitossanitária. O objetivo do trabalho foi avaliar as diferentes concentrações de 6-benzilaminopurina (BAP) e ácido naftaleno acético (ANA) na propagação *in vitro* de *Ananas comosus* var. *ananassoides*. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4, constituído de quatro concentrações de BAP (0; 0,5; 1,0 e 2,0 mg L<sup>-1</sup>) e quatro concentrações ANA (0; 0,25; 0,5 e 1,0 mg L<sup>-1</sup>). Concluiu-se que a adição de 1,0 mg L<sup>-1</sup> de BAP promoveu um maior número de brotações. O maior comprimento médio das brotações foi obtido na ausência de BAP e o maior número de raízes, na ausência de BAP e com 0,25 mg L<sup>-1</sup> de ANA.

**Palavras-chave:** ANA, *Ananas comosus*, BAP, Bromeliaceae, cultivo *in vitro*.

## Growth regulators in *in vitro* propagation of ornamental pineapple plants

## ABSTRACT

The ornamental pineapple plant *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *ananassoides* (Baker) Coppens & F. Leal., belongs to the Bromeliaceae family, standing out for its ornamental potential, which is little explored economically. *In vitro* propagation allows a high production of pathogens-free plants. The objective of this work was to evaluate the different concentrations of 6-benzilaminopurine (BAP) and naphthalene acetic acid (ANA) in the process of *in vitro* propagation of *Ananas comosus* var. *ananassoides*. A completely randomized experimental design was used, with a 4 x 4 factorial scheme, consisting of four BAP concentrations (0; 0.5; 1.0 and 2.0 mg L<sup>-1</sup>) and four ANA concentrations (0; 0.25; 0.5 and 1.0 mg L<sup>-1</sup>). According to the results, the addition of 1.0 mg L<sup>-1</sup> of BAP promoted the highest number of sprouts. The highest average sprout length was obtained in the absence of BAP and the highest root number was obtained with the addition of 0.25 mg L<sup>-1</sup> of ANA, in the absence of BAP.

**Key words:** ANA, *Ananas comosus*, BAP, Bromeliaceae, *in vitro* cropping.

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Montes Claros, Rua Reinaldo Viana, 2630, Bico da Pedra, CEP 39440-000, Janaúba-MG, Brasil. Fone: (38) 3821-2756. E-mail: marciamaridias@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura, Departamento de Agricultura, Campus Universitario, CEP 37200-000, Lavras-MG, Brasil. Caixa Postal 37. Fone: (35) 3829-1783. E-mail: mpasqual@ufla.br; veronicaandrad@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Sergipe Parque Tecnológico, Av. Carlos Rodrigues da Cruz, s/n Centro Administrativo Gov. Augusto Franco, Capucho, CEP 49081-190, Aracaju-SE, Brasil. Fone: (79) 3259-0191. Fax: (79) 3259-3552. E-mail: agararajo2003@hotmail.com

<sup>4</sup> Bolsista de Apoio Técnico da FAPEMIG

<sup>5</sup> Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

<sup>6</sup> Bolsista de Desenvolvimento Científico Regional do CNPq

<sup>7</sup> Bolsista de Pós-Doutorado da FAPEMIG

## INTRODUÇÃO

A família Bromeliaceae é constituída por aproximadamente 60 gêneros e 6000 espécies (Carvalho & Berg, 2007). Entre os gêneros que compõem esta família, o mais importante em termos econômicos é o Ananas, ao qual pertence o abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merr.) utilizado para o consumo in natura e industrializado (Albert, 2004).

Além das espécies utilizadas na alimentação com grande valor econômico e nutricional, outras se destacam pela relevante importância em programas de melhoramento genético, na produção de fibras, ou ainda na ornamentação (Silva, 2006).

Dentre as bromélias que têm despertado interesse de floricultores e paisagistas, destacam-se os abacaxizeiros ornamentais que vêm sendo bastante utilizados, não somente no Brasil, mas também na Europa e nos Estados Unidos da América (Carvalho et al., 2009).

O cultivo e a comercialização de flores e plantas ornamentais, principalmente das espécies tropicais, têm obtido avanços relevantes na região Nordeste, especialmente nos estados de Pernambuco, Ceará e Bahia (Souza et al., 2004).

No Ceará, a área destinada à floricultura, em 2006, foi de 260 ha, sendo a maior parte ocupada pelo cultivo de flores e folhagens tropicais. Atualmente, o cultivo de abacaxi ornamental representa uma área de aproximadamente 50 ha, concentrando-se na região metropolitana, devido ao clima favorável, à proximidade de Fortaleza e à facilidade de escoamento da produção através do porto e/ou do aeroporto (Carvalho et al., 2009).

As exportações de abacaxi ornamental no Ceará alcançaram aproximadamente US\$ 412,9 mil em 2004, representando 29% do total exportado, sendo os principais países importadores: Holanda (70%), EUA (12%), Portugal (8%) e Alemanha (5%). As principais espécies de abacaxi ornamental comercializadas foram *Ananas comosus* var. *erectifolius*, *Ananas comosus* var. *bracteatus* e *Ananas comosus* var. *ananassoides* (Carvalho et al., 2009).

O *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *ananassoides*, denominado vulgarmente de ananás do campo (Silva, 2006), encontra-se presente em campos naturais e cerrados (Manica, 1999), apresenta porte médio, com frutos pequenos de coloração amarela-creme a rosa e hastes ou pedúnculos longos (Souza et al., 2007), características ideais para a utilização em arranjos naturais (Paula & Silva, 2004). Devido a estas características, esta espécie, atualmente, já vem sendo cultivada visando à exportação como "flor de corte" (Paula & Silva, 2004) ou, melhor dizendo, fruto.

Entre os entraves para a obtenção de mudas da espécie tem-se a disseminação de patógenos, que geralmente ocorre pela propagação vegetativa convencional, realizada com o plantio de mudas retiradas de diferentes partes da planta, tais como coroa, filhote ou rebentão (Borges et al., 2003).

Desta forma, estudos sobre a propagação por meio da cultura de tecidos são imprescindíveis, uma vez que a cultura de tecidos, apesar do alto custo, proporciona a obtenção de milhares de mudas a partir de uma gema em pequeno intervalo de tempo e espaço, livres de pragas e doenças (Albert, 2004).

No cultivo *in vitro*, durante a elaboração do meio de cultura, a adição de fitorreguladores é realizada para suprir as possíveis deficiências dos teores endógenos de hormônios nos explantes, uma vez que encontram-se isolados das regiões produtoras na planta matriz (Grattapaglia & Machado, 1998).

A manipulação destes reguladores de crescimento, isolados ou em combinações, podem determinar rápido crescimento de células, acompanhado do desenvolvimento organizado de raízes e parte aérea (Diniz et al., 2006).

Dentre os principais grupos de reguladores de crescimento utilizados na cultura *in vitro*, destacam-se as auxinas e as citocininas (Caldas et al., 1998). As auxinas estimulam a expansão celular e são utilizadas principalmente para induzir o enraizamento de segmentos de plantas, enquanto as citocininas promovem a divisão celular (Pasqual, 2004) e são indispensáveis para a quebra da dominância apical e na indução da proliferação de gemas axilares (Albert, 2004).

Normalmente, o efeito das citocininas é mais notável em cultura de tecidos quando utilizadas em associação a auxinas (Pasqual, 2001). Dentre as auxinas, o ácido naftaleno acético (ANA) é uma das mais frequentemente utilizadas, e dentre as citocininas comercialmente disponíveis, o 6-benzilaminopurina (BAP) é a que geralmente proporciona melhores resultados (Pasqual et al., 2008).

Vários estudos já foram realizados visando à propagação *in vitro* de diferentes espécies de abacaxizeiro (Liu et al., 1987; Marciani-Bendezú et al., 1990; Macêdo et al., 2003; Barboza et al., 2004). Entretanto, o processo de micropropagação em abacaxi demanda maior tempo que o observado em outras espécies, pois são necessários nove meses para que as mudas estejam desenvolvidas para a aclimatização (Carvalho et al., 2009).

Para otimizar o processo de propagação *in vitro* de abacaxizeiro, Kiss et al. (1995) propuseram a produção de mudas micropropagadas a partir de segmentos nodais estiolados de abacaxizeiro. Posteriormente vários trabalhos foram desenvolvidos por pesquisadores (Moreira et al., 1999; Pereira et al., 2001; Praxedes et al., 2001; Carvalho et al., 2005), utilizando este método para aumentar a taxa de multiplicação, obter mudas em menor período de tempo, independentemente da época do ano, e melhorar a qualidade fitossanitária e a estabilidade genética das plantas (Correia et al., 1999).

Segundo Carvalho et al. (2009), este método de obtenção de mudas através de brotações previamente estioladas possibilita uma redução do tempo necessário de produção de mudas de abacaxizeiro para 6 meses e meio, resultando em economia de tempo e mão-de-obra.

Diante disto, este trabalho objetivou avaliar as diferentes concentrações de 6-benzilaminopurina (BAP) e ácido naftaleno acético (ANA) na propagação *in vitro* de *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *ananassoides* (Baker) Coppens & F. Leal.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a execução do experimento, material vegetal foi coletado nos jardins da Universidade Federal de Lavras em

2007. O material vegetal foi transferido para o Laboratório de Cultura de Tecidos e Células Vegetais da Universidade. As folhas e as raízes foram retiradas e o rizoma contendo as gemas foi lavado em água e submetido a assepsia com álcool 70% e, em seguida, a hipoclorito de sódio a 2%. Após o estabelecimento das gemas, foram realizados 5 subcultivos sob luminosidade em torno de  $35 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ , temperatura de  $26 \pm 1^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 16 horas. Após a quinta repicagem as brotações foram colocadas durante 45 dias em câmara escura para induzir o estiolamento. Os brotos estiolados de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *ananassoides*) foram transferidos para tubos de ensaio contendo meio MS (Murashige & Skoog, 1962) sem reguladores de crescimento, suplementado com  $30 \text{ g L}^{-1}$  de sacarose,  $5 \text{ g L}^{-1}$  de ágar e pH ajustado para  $5,7 \pm 0,1$ . O meio de cultivo foi previamente autoclavado a  $121^\circ\text{C}$  e  $1,5 \text{ atm}$  durante 20 minutos. As plântulas permaneceram neste meio de cultivo durante 20 dias no escuro para posteriormente serem submetidas aos tratamentos do experimento.

Após este período foram preparados os meios de cultura MS (Murashige & Skoog, 1962) suplementados com  $30 \text{ g L}^{-1}$  de sacarose,  $5 \text{ g L}^{-1}$  de ágar,  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$  de ácido giberélico (GA3) em conformidade com os tratamentos adicionados de diferentes concentrações de 6-benzilaminopurina (BAP) e ácido naftaleno acético (ANA), com pH ajustado para 5,7. Estes meios de cultivo foram acondicionados em erlenmeyers com capacidade de 1 L, identificados e fechados com papel jornal dobrado amarrado com barbante. Os meios de cultura e as placas de Petri de 12 cm de diâmetro foram autoclavados durante 20 minutos a  $121^\circ\text{C}$  e  $1,5 \text{ atm}$ . Sob condições assépticas em câmara de fluxo laminar, os meios de cultura foram distribuídos em proporções de 50 mL nas placas identificadas. As placas de Petri foram fechadas e, após o resfriamento, os meios foram utilizados.

Os brotos mantidos no escuro por 20 dias foram transferidos sob condições assépticas em câmara de fluxo laminar para placas de Petri contendo papel filtro. Sobre o papel, com o auxílio de pinça e bisturi, os brotos foram submetidos ao corte da parte apical e à retirada das folhas e raízes para a obtenção de brotações estioladas com aproximadamente 4,5 cm de comprimento e 5 nós sem brotações laterais. Posteriormente, estes explantes estiolados foram acondicionados horizontalmente nas placas de Petri de 12 cm de diâmetro contendo o meio de cultivo, conforme os tratamentos, fechadas e envolvidas com filme de PVC.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) com 16 tratamentos constituídos de quatro concentrações de BAP (0; 0,5; 1,0 e  $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ ) combinadas com quatro concentrações de ANA (0; 0,25; 0,5 e  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ ) com quatro repetições, e cada parcela experimental foi representada por uma placa contendo 3 brotações estioladas.

Após a inoculação, as placas de Petri foram mantidas em sala de crescimento com luminosidade em torno de  $35 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , temperatura de  $26 \pm 1^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 16 horas durante 45 dias.

Após este período foram avaliados os seguintes parâmetros: número total de brotações no ápice (NBA), número de brotações na parte mediana (NBM), número de

brotações na base (NBB), número médio de brotações por explante (NMB), comprimento da parte aérea das brotações oriundas da parte apical (CBA), comprimento da parte aérea das brotações da parte mediana (CBM), comprimento da parte aérea das brotações da parte basal (CBB), comprimento médio das brotações por explante (CMB) e número médio de raízes das brotações (NRB).

Os dados foram submetidos à análise estatística pelo software SISVAR - Sistema de Análise de Variância de Dados Balanceados (Ferreira, 2000) a 5 % de significância. Inicialmente procedeu-se ao teste F, e quando significativo, foi utilizada regressão para analisar as médias quantitativas e o teste Tukey para efetuar a comparação entre as médias dos reguladores de crescimento isoladamente, ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o resumo da análise de variância na Tabela 1, houve diferenças significativas em ambas as variáveis analisadas.

Para as características relacionadas ao número de brotações, seja no ápice, na parte mediana ou na basal, ou ainda na média geral, foram observadas diferenças significativas apenas para o fator concentrações de BAP (Tabela 1). Na parte apical, a maior média apresentada para esta característica foi obtida com a utilização de  $1 \text{ mg L}^{-1}$  de benzilaminopurina que correspondeu a 1,96 brotações (Figura 1A), a qual diferiu significativamente das concentrações 0; 0,5 e  $2,0 \text{ mg L}^{-1}$  de BAP pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados superiores foram obtidos por Moreira (2001) ao cultivar brotos de abacaxizeiro cv. Pérola previamente estiolados sob intensidade luminosa de  $47 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . O autor obteve 2,55 e 2,44 brotações na parte apical dos explantes cultivados em meio MS acrescido de diferentes concentrações de reguladores de crescimento que constituíram de  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$  de ANA e  $0,5 \text{ mg L}^{-1}$  de BAP, e  $1,8 \text{ mg L}^{-1}$  de ANA e  $2,0 \text{ mg L}^{-1}$  de BAP, respectivamente, e não houve diferença significativa para o número de brotações nestes tratamentos.

O número de brotações obtidas na parte mediana de brotos estiolados de *Ananas comosus* var. *ananassoides* apresentou um crescente aumento com o acréscimo das concentrações de BAP que correspondeu a 1,5 brotações (Figura 1B), porém, não diferiu significativamente a 5% de probabilidade pelo teste Tukey, das concentrações de 1,0 e  $2,0 \text{ mg L}^{-1}$  com 0,85 e 1,07 brotações. Também não foi observada diferença significativa entre as concentrações 0,5 e  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$  de BAP em relação ao tratamento com ausência desta citocinina.

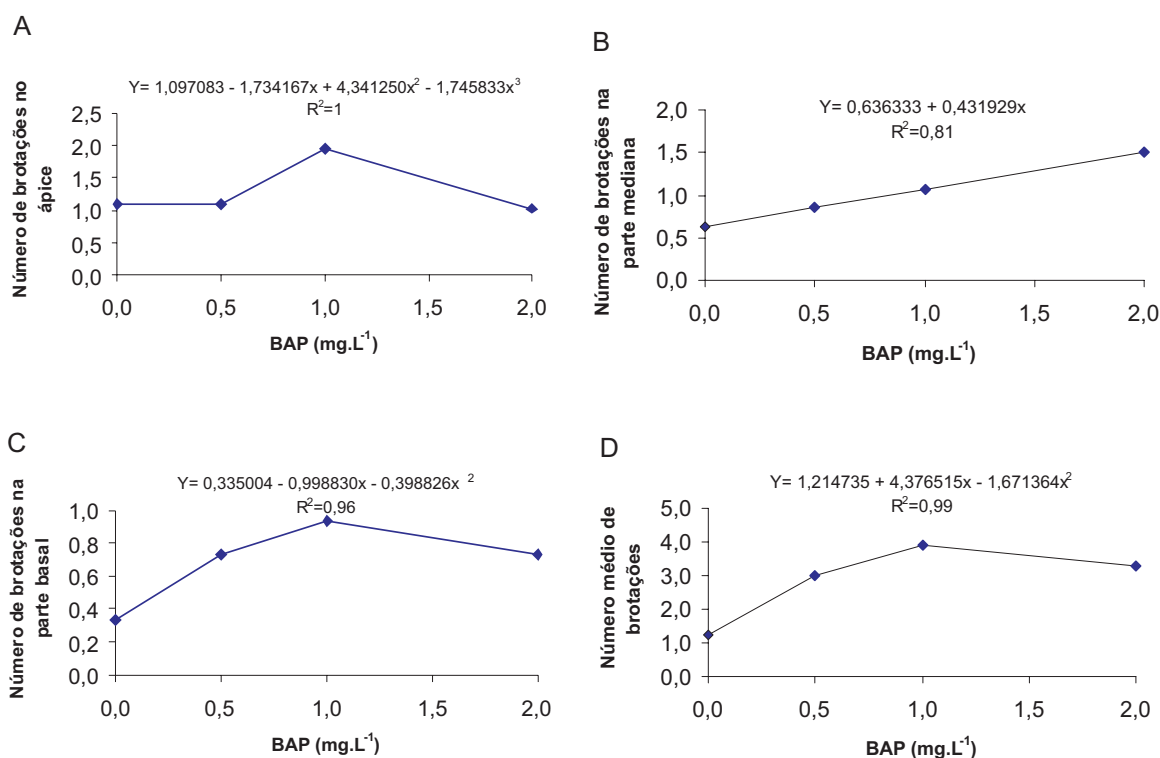
Moreira (2001) obteve na parte mediana de explantes estiolados de abacaxizeiro cv. Pérola, 3,33 brotos em meio MS contido de  $1,8 \text{ mg L}^{-1}$  de ANA e  $2,0 \text{ mg L}^{-1}$  de BAP; o autor também não observou diferença significativa entre os meios suplementados com reguladores de crescimento e os meios onde estes se faziam ausentes, com 2,66 e 2,33 brotos respectivamente.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para número de brotações no ápice (NBA), na parte mediana (NBM) na parte basal (NBB) e número médio de brotações por explante (NMB), comprimento da parte aérea das brotações no ápice (CBA), na parte mediana (CBM), na basal (CBB), comprimento médio de brotações por explante (CMB) e número de raízes por brotações (NRB) de *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *ananassoides* (Baker) Coppens & F. Leal. em relação às diferentes concentrações de BAP e ANA. UFLA, Lavras-MG, 2007

**Table 1.** Summary of the variance analysis for the sprouts number in the apical (NBA), median (NBM) and basal part (NBB), mean sprouts number per explant (NMB), sprout shoot length in the apical (CBA), median (CBM) and basal parts (CBB), mean sprouts length per explant (CMB) and root number per sprouts (NRB) of *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *ananassoides* (Baker) Coppens & F. Leal in relation to different concentrations of BAP and ANA. UFLA, Lavras, Minas Gerais, Brazil, 2007

FV	GL	Quadrado médio								
		NBA	NBM	NBB	NMB	CBA	CBM	CBB	CMB	NRB
BAP (B)	3	2,360*	2,011*	0,882*	16,203*	3,805*	1,618*	0,140ns	3,888*	2,559*
ANA (A)	3	0,496 <sup>ns</sup>	0,558 <sup>ns</sup>	1,080 <sup>ns</sup>	1,588 <sup>ns</sup>	0,358 <sup>ns</sup>	0,260 <sup>ns</sup>	0,600*	0,133 <sup>ns</sup>	0,322*
B x A	9	0,370 <sup>ns</sup>	0,395 <sup>ns</sup>	0,229 <sup>ns</sup>	1,568 <sup>ns</sup>	0,131 <sup>ns</sup>	0,102 <sup>ns</sup>	0,048 <sup>ns</sup>	0,148 <sup>ns</sup>	0,278*
Resíduo	48	0,392	0,479	0,176	0,955	0,217	0,242	0,050	0,129	0,057
Total	63									
Média geral		1,30	1,01	0,61	2,85	0,95	0,59	0,42	0,85	0,30
CV (%)		48,35	68,22	68,69	34,29	49,34	83,03	53,47	42,43	80,69

<sup>ns</sup> F não significativo a 5% de probabilidade; \* F significativo a 5% de probabilidade; FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação



**Figura 1.** Número de brotações na parte apical (A), mediana (B) e basal (C), e número médio de brotações de *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *ananassoides* (Baker) Coppens & F. Leal. em função de diferentes concentrações de BAP. UFLA, Lavras-MG, 2007

**Figure 1.** Sprout numbers in the apical (A), median (B) and basal parts (C), and mean sprouts (D) of *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *ananassoides* (Baker) Coppens & F. Leal as a function of different BAP concentrations. UFLA, Lavras, Minas Gerais, Brazil, 2007



Em relação à parte basal dos explantes estiolados, observou-se um aumento do número de brotações com o incremento das concentrações até 1 mg L<sup>-1</sup> de BAP, com 0,94 brotações e, a partir desta concentração, como visto na Figura 1C, houve posterior redução do número de brotações para 0,74 brotações, com a utilização de 2 mg L<sup>-1</sup> de BAP.

Embora o maior número de brotações observado na parte basal tenha sido obtido com o uso da concentração 1 mg L<sup>-1</sup> de BAP, não houve diferença significativa entre as concentrações de 0,5; 1,0 e 2,0 mg L<sup>-1</sup> pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Em ausência deste regulador de crescimento, obteve-se apenas 0,34 brotações.

Diferentemente, em abacaxizeiro cv. Pérola, Moreira (2001) obteve um número de brotações significativamente maior na parte basal, que correspondeu a 4,82 brotações em meio MS acrescido de 0,1 mg L<sup>-1</sup> de ANA e 0,5 mg L<sup>-1</sup> de BAP e diferiu significativamente dos resultados (0,55 e 3,55) obtidos nos tratamentos em ausência de regulador de crescimento e acrescido de 1,8 mg L<sup>-1</sup> de ANA e 2,0 mg L<sup>-1</sup> de BAP, respectivamente.

Observando-se os resultados obtidos neste trabalho, em ambas as partes dos explantes (apical, mediana e basal) de *Ananas comosus* var. *ananassoides*, constatou-se que a proliferação de brotos reduziu-se do ápice para a base, uma vez que no ápice houve uma média de 1,96, na parte mediana, 1,5 e na base, 0,94 brotos.

Murashige (1974) também observou decréscimo da capacidade de produção de partes aéreas com o aumento da distância em relação ao ápice em segmentos nodais de fumo.

O número médio de brotações obtidas em *Ananas comosus* var. *ananassoides*, independentemente da parte do explante, apresentou acréscimo das médias com o aumento das concentrações até 1 mg L<sup>-1</sup> de BAP com 3,91 brotações por explante e, a partir desta concentração, observou-se uma redução do número de brotações para 3,28 brotos ao se adicionar 2 mg L<sup>-1</sup> de BAP (Figura 1D).

Quando comparadas as médias pelo teste Tukey observou-se que não houve diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade entre as concentrações 0,5 e 1 mg L<sup>-1</sup> e entre esta última e a concentração 2 mg L<sup>-1</sup> de BAP para a característica analisada. Na ausência deste regulador de crescimento, obteve-se o menor número médio de brotações (1,21 brotos), o qual diferiu significativamente das demais concentrações.

Conforme visto, com exceção da parte mediana, a partir da concentração 1 mg L<sup>-1</sup> de BAP houve redução na proliferação das brotações. Provavelmente, este fato se deve ao uso da citocinina, a qual estimula a maior produção de partes aéreas e que, em excesso, proporciona um efeito tóxico (Lane, 1979).

Diferentemente, Carvalho et al. (2009), não obtiveram diferença no número de brotos regenerados por nó entre os tratamentos testados de abacaxi ornamental *Ananas comosus* var. *erectifolius*, entretanto, observaram efeito positivo da adição de BAP sobre o número de brotos regenerados em relação à testemunha.

Em abacaxizeiro cv. Pérola, Moreira (2001) obteve um número de brotações totais superior ao obtido neste trabalho com o abacaxi-ornamental *Ananas comosus* var. *ananassoides*, que correspondeu a 10,61 brotações em meio de cultivo MS

adicionado de 0,1 mg L<sup>-1</sup> de ANA e 0,5 mg L<sup>-1</sup> de BAP, o qual diferiu significativamente do número de brotos obtidos nos tratamentos com ausência dos reguladores de crescimento e com 1,8 mg L<sup>-1</sup> de ANA e 2,0 mg L<sup>-1</sup> de BAP que corresponderam a 2,88 e 8,10 brotações, respectivamente. Desta forma, pode se observar que, mesmo em ausência de reguladores de crescimento, o *Ananas comosus* var. *ananassoides* apresentou menores médias para número de brotos obtidos.

Em trabalhos realizados com abacaxizeiro ornamental *A. comosus* var. *erectifolius*, pelo método de propagação *in vitro* sem realizar prévio estiolamento, Borges et al. (2003) obtiveram a maior média de número de brotos (32,6 brotos/explante) após a realização de três subcultivos sucessivos de 30 dias cada, em meio MS adicionado de 4,44 µM de BAP e de 0,54 µM de ANA.

Segundo Liu et al. (1987), em trabalho realizado com o abacaxizeiro cultivar Red Spanish, o maior número de brotos foi obtido em meio MS com 0,3 mg L<sup>-1</sup> de BAP. Marciani-Bendezú et al. (1990), também em trabalho realizado com a cultura do abacaxizeiro, obtiveram maiores taxas de multiplicação com a adição de 5 mg L<sup>-1</sup> de BAP.

Macêdo et al. (2003) obtiveram a partir de brotos não estiolados de abacaxizeiro L. Merrill (*Ananas comosus*) a maior média de proliferação de brotações, em torno de 2,75 brotos por explante aos 45 dias de cultivo em meio MS adicionado de 1 mg L<sup>-1</sup> de BAP e 0,5 mg L<sup>-1</sup> de ANA, em comparação aos demais tratamentos que apresentaram cerca de 2,0 e 1,5 brotações nos meios acrescidos de 0,5 mg L<sup>-1</sup> de BAP e 0,25 mg L<sup>-1</sup> de ANA e 0,25 mg L<sup>-1</sup> de BAP e 0,12 mg L<sup>-1</sup> de ANA, respectivamente. Segundo os autores, no tratamento com 1 mg L<sup>-1</sup> de BAP, os brotos apresentaram-se mais desenvolvidos.

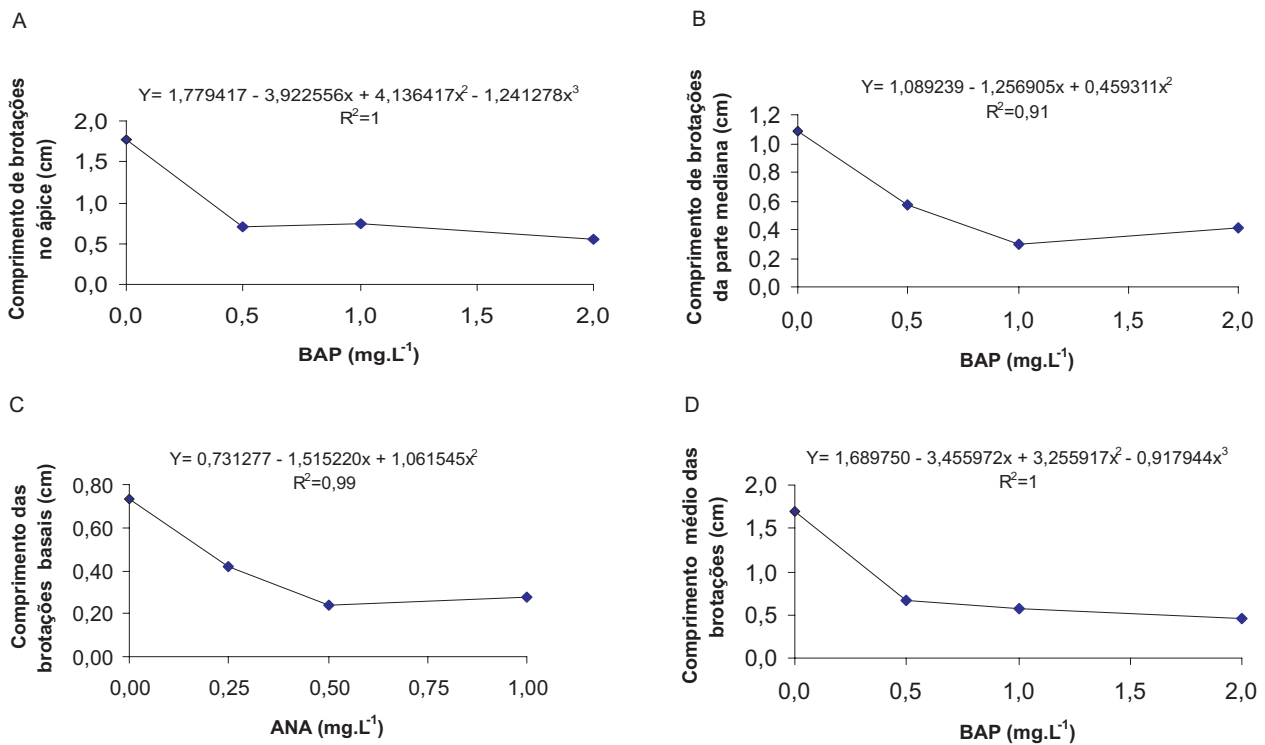
Provavelmente, as discrepâncias entre os resultados dos trabalhos realizados com abacaxizeiros se devem às diferenças varietais e aos diferentes protocolos utilizados na propagação (Macêdo et al., 2003).

Em relação ao comprimento das brotações obtidas na parte apical e mediana dos explantes estiolados, houve diferença significativa somente para o fator concentrações de BAP, e os resultados demonstraram um maior comprimento na ausência de benzilaminopurina, com 1,78 e 1,09 cm respectivamente (Figuras 2A e 2B).

Para ambas as características analisadas, a ausência de BAP resultou em comprimento de brotações significativamente superiores em relação às demais concentrações, pelo teste Tukey (5% de probabilidade).

A utilização de BAP nos meios de cultivo proporcionou menor média de comprimento nas brotações oriundas da parte apical, enquanto nas brotações obtidas da parte mediana, foi observada redução do comprimento com o acréscimo das concentrações. Na parte mediana dos explantes, obteve-se maior número de brotações na ausência de BAP, com 1,09 brotações.

Quanto ao comprimento das brotações basais, diferença significativa foi obtida apenas para o fator concentrações de ANA (Tabela 1). Na ausência deste regulador de crescimento, foram obtidas brotações com 0,73 cm de comprimento, que



**Figura 2.** Comprimento das brotações obtidas das partes apical (A), mediana (B) e basal (C), e comprimento médio das brotações (D) de *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *ananassoides* (Baker) Coppens & F. Leal. em função de diferentes concentrações de BAP e ANA. UFLA, Lavras-MG, 2007

**Figure 2.** Sprout length obtained from the apical (A), median (B) and basal parts (C), and medium length of the sprouts (D) of *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *ananassoides* (Baker) Coppens & F. Leal as a function of different BAP and ANA concentrations. UFLA, Lavras, Minas Gerais, Brazil, 2007

foram significativamente superiores às obtidas nas concentrações 0,25; 0,5 e 1,0 mg L<sup>-1</sup>, as quais corresponderam, respectivamente, a 0,42; 0,24 e 0,28 cm. O aumento da concentração promoveu decréscimo do comprimento até a concentração de 0,5 mg L<sup>-1</sup> de ANA (Figura 2C).

O comprimento médio das brotações obtidas, independentemente da parte do explante estiolado, apresentou diferenças significativas apenas para o fator concentração de BAP, no qual a ausência desta citocinina proporcionou um comprimento médio das brotações de 1,69 cm, o qual foi significativamente superior ao obtido nas demais concentrações.

Na Figura 2D observa-se que o aumento das concentrações proporcionou redução do comprimento médio dos brotos de 1,69 cm na ausência de BAP, para 0,66; 0,57 e 0,46 cm, respectivamente, nas concentrações 0,5; 1 e 2 mg L<sup>-1</sup> da citocinina. No entanto, para a característica analisada, não houve diferença significativa entre as médias de comprimento obtidas nas concentrações 0,5; 1,0 e 2,0 mg L<sup>-1</sup>.

Carvalho et al. (2009) verificaram que os explantes do abacaxizeiro ornamental *A. comosus* var. *erectifolius*, no tratamento sem a presença de auxina, resultaram em menor número de brotos (2,87), porém, mais longos (3,43 cm) quando comparados com os tratamentos contendo auxina.

De acordo com Macêdo et al. (2003), em trabalho realizado com abacaxizeiro *Ananas comosus* L. Merrill, a altura dos

brotos aos 45 dias de cultivo *in vitro* foi superior nos tratamentos com menores concentrações de BAP e ANA, a qual correspondeu a aproximadamente 3,0 e 2,5 cm nos tratamentos com 0,5 de BAP e 0,25 de ANA, e 0,25 de BAP e 0,12 de ANA, respectivamente, em comparação ao obtido em meio MS adicionado de 1,0 de BAP e 0,5 de ANA, com cerca de 2,5cm. É importante citar que Macêdo et al. (2003) obtiveram as brotações a partir de brotos individualizados e não submetidos previamente à condição de estiolamento.

Conforme visto na Figura 1, a adição de BAP promoveu uma redução do comprimento das brotações em ambas as partes dos explantes de *Ananas comosus* var. *ananassoides*. Entretanto, pode ser observada uma redução no comprimento dos explantes do ápice para a base, os quais corresponderam a 1,78; 1,09 e 0,73 nas partes apical, mediana e basal, respectivamente.

Segundo Assis & Teixeira (1998), o teor endógeno de hormônios, promotores e inibidores, varia com a idade fisiológica e cronológica dos tecidos. Desse modo, cada tecido de uma mesma planta pode apresentar diferentes condições fisiológicas e anatômicas e, portanto, diversas respostas morfogenéticas, assim como distintas exigências de substâncias exógenas de crescimento.

Em relação ao número de raízes, a interação concentrações de BAP e ANA foi significativa pelo teste F e, ao realizar-se o desdobramento do fator concentrações de BAP, foi

## CONCLUSÕES

observada diferença significativa para as concentrações 0,25; 0,5 e 1,0 mg L<sup>-1</sup> de ANA (Tabela 1).

Dentre as diferentes interações demonstradas na Figura 3, o maior número de raízes foi obtido na interação 0,25 mg L<sup>-1</sup> de ANA em ausência de BAP, com 1,5 raízes por explante, em comparação aos demais tratamentos em ausência de BAP, combinados com 0,5 e 1,0 mg L<sup>-1</sup> de ANA, que apresentaram 0,83 e 1,33 raízes por explante, respectivamente.

De acordo com Piza et al. (2001) o meio suplementado com 2 mg L<sup>-1</sup> de ANA mostrou-se mais favorável ao enraizamento de *Ananas comosus*.

Brotações do abacaxizeiro PExSC-52 previamente cultivadas em meio com BAP e, posteriormente, em meio com 1 mg/L de ANA apresentaram-se 100% enraizadas (Barboza et al., 2004). Semelhantemente, em meio sem regulador de crescimento, os autores também obtiveram 100% de enraizamento. Zepeda & Sagawa (1981) e Kiss et al. (1995) também obtiveram enraizamento *in vitro* de abacaxizeiro em meio MS sem regulador de crescimento.

Em geral a concentração normalmente utilizada de ANA para estimular o enraizamento nas culturas é abaixo de 0,5 mg L<sup>-1</sup> (Grattapaglia & Machado, 1998), entretanto, podem ocorrer diferenças entre os resultados dos trabalhos, possivelmente devido às diferenças varietais dos abacaxizeiros (Macêdo et al., 2003).

Segundo Grattapaglia & Machado (1998), na fase de enraizamento, o BAP pode promover uma restrição no alongamento nas culturas e tornar-se um fator limitante na produção de raízes. Devido a esta interferência, em algumas espécies, é realizada uma multiplicação em meio sem citocinina para reduzir o efeito residual das etapas anteriores de propagação, visando estimular o alongamento e, posteriormente, efetuar a etapa de enraizamento.

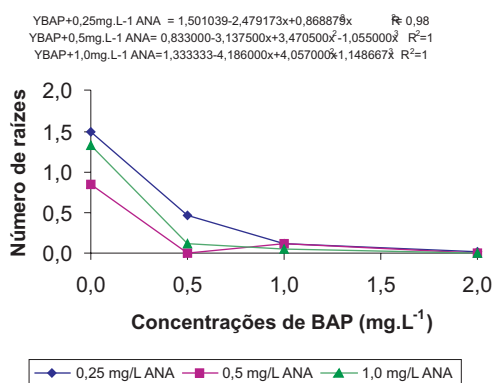


Figura 3. Número de raízes das brotações por explantes de *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *ananassoides* (Baker) Coppens & F. Leal em função de diferentes concentrações de BAP e ANA. UFLA, Lavras-MG, 2007

Figure 3. Root number of the sprouts (NRB) per explants of *Ananas comosus* (L.) Merr. var. *ananassoides* (Baker) Coppens & F. Leal as a function of different BAP and ANA concentrations. UFLA, Lavras, Minas Gerais, Brazil, 2007

A adição de BAP em meio MS na concentração 1,0 mg L<sup>-1</sup> de BAP promoveu maior número de brotações de abacaxi-ornamental *Ananas comosus* var. *ananassoides*.

Em ausência de BAP, obteve-se maior comprimento médio das brotações independentemente da parte do explante analisado.

Maior número de raízes nas brotações foi obtido em interação da ausência de BAP e acréscimo de 0,25 mg L<sup>-1</sup> de ANA.

## AGRADECIMENTOS

À Fapemig, CNPq e Capes pelo apoio financeiro no desenvolvimento da pesquisa.

## LITERATURA CITADA

- Albert, L.H. de B. Aspectos morfo-anatomicos de mudas de abacaxizeiro 'Smooth cayenne' micropropagadas. Lavras: UFLA, 2004. 54 p. Tese Doutorado.
- Assis, T.F.; Teixeira, S.L. Enraizamento de plantas lenhosas. In: Torres, A.C.; Caldas, L.S.; Buso, J.A. (Eds.). Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília: Embrapa/CNPH/CBAB, 1998. v.1, p.261-296.
- Barboza, S.B.S.C.; Caldas, L.S.; Souza, L.A.C. Micropropagação do híbrido PExSC-52 e da cultivar Smooth Cayenne de abacaxizeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, n.8, p.725-733, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004000800001>
- Borges, N.S.S.; Correia, D.; Rossetti, A.G. Influência do meio bifásico na multiplicação de gemas e no alongamento de brotos *in vitro* de *Ananas lucidus* Miller. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, v.9, n.1, p.37-44, 2003.
- Caldas, L.S.; Haridasan, P.; Ferreira, M.E. Meios nutritivos. In: Torres, A.C.; Caldas, L.S.; Buso, J.A. (Eds.). Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília: Embrapa/CNPH/CBAB, 1998. v.1, p. 87-132.
- Carvalho, D.A. de; Berg, E.V.D. Sistemática vegetal: Pteridófitas, Gimnospermas, Angiospermas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2007. 160p.
- Carvalho A.C.P.P.; Braga, E.P.; Santos, M.R.A.; Morais, J.P.S. Micropropagação de abacaxi ornamental (*Ananas comosus* var. *bracteatus*) por meio da indução ao estiolamento e regeneração de plântulas. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, v.11, n.2, p.121-126, 2005.
- Carvalho, A.C.P.P.; Pinheiro, M.V.M.; Dias, G.M.G.; Morais, J.P.S. Multiplicação *in vitro* de abacaxi ornamental por estiolamento e regeneração de brotações. Horticultura Brasileira, v.27, n.1, p.103-108, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362009000100021>
- Correia, D.; Oliveira, P.M.A.; Ribeiro K.A.; Silveira, M.R.S. Avaliação da multiplicação *in vitro* do abacaxi ornamental (*Ananas lucidus* Miller). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 1999. 2p. (Pesquisa em Andamento, 56)

- Diniz, J.D.N.; Magalhães, J.R.; Innecco, R.; Almeida, J.L.; Pinho, J.L.N. de. Multiplicação e enraizamento *in vitro* do guaco. *Revista Ciência Agronômica*, v.37, n.1, p.59-64, 2006.
- Ferreira, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., 2000, São Carlos. Anais. São Carlos: UFS Car, 2000. p.255-258.
- Grattapaglia, D.; Machado, M.A. Micropropagação. In: Torres, A.C.; Caldas, L.S.; Buso, J.A. (Eds.). *Cultura de tecidos e transformação genética de plantas*. Brasília: Embrapa/CNPQ/CBAB, 1998. v. 1, p.183-260.
- Kiss, E.; Kiss, J.; Gyulai, G.; Heszky, L.E. A novel method for rapid micropropagation of pineapple. *HortScience*, v.30, n.1, p.127-129, 1995.
- Lane, W. D. Regeneration of pear plants from shoot meristems. *Plant Science Letters*, v.16, p.337-342, 1979. [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4211\(79\)90046-4](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4211(79)90046-4)
- Liu, L.J.; Rosa-Marquez, E.; Lizardi, E. *In vitro* propagation of spineless Red Spanish pineapple. *Phytopathology*, v.77, n.12, p.1711-1711, 1987.
- Macêdo, C.E.C. de; Silva, M.G. da; Nobrega, F.S. da; Martins, C.P.; Barroso, P.A.V.; Alloufa, M.A.I. Concentrações de ANA e BAP na micropropagação de abacaxizeiro L. Merrill (*Ananas comosus*) e no cultivo hidropônico das plântulas obtidas *in vitro*. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.25, n.3, p.501-504, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452003000300035>
- Manica, I. *Fruticultura tropical 5: abacaxi*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1999. 501p.
- Marciani-Bendezú, J.; Pinto, J. E. B. P.; Pasqual, M. Efeito de 6-Benzilaminopurina (BAP) sobre a proliferação de brotos de abacaxizeiro, a partir de plântulas produzidas *in vitro*. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.12, n.1, p.35-39, 1990.
- Moreira, M.A.; Anjos Sobrinho, A.; Pasqual, M. Indução ao estiolamento *in vitro* de brotos de abacaxi cv. Pérola. *Revista da Universidade de Alfenas*, v.5, n.2, p.193-197, 1999.
- Moreira, M.A. Produção e aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro *Ananas comosus* (L) Merrill cv. Pérola. Lavras: UFLA, 2001. 81p. Tese Doutorado.
- Murashige, T.; Bitters, W.P.; Rangan, T.S.; Nauer, E.M.; Roistacher, C.N.; Holliday, P.P.A technique of shoot apex grafting and its utilization towards recovering virus-free Citrus clones. *HortScience*, v.7, n.2, p.118-119, 1972.
- Murashige, T.; Skoog, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, v.15, n.6, p.473-497, 1962. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Pasqual, M. Meios de cultura. Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 2001. 74p.
- Pasqual, M. Propagação de plantas ornamentais. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 106p.
- Pasqual, M.; Santos, F.C.; Figueiredo, M.A.; Junqueira, K.P.; Rezende, J.C.; Ferreira, E.A. Micropropagação do abacaxizeiro ornamental. *Horticultura Brasileira*, v.26, n.1, p.45-49, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362008000100009>
- Paula, C.C. de; Silva, H.M.P. da. *Cultivo prático de bromélias*. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 106p.
- Pereira, F.D.; Braga, M.F.; Sá M.E.L.; Alcino, O.A.G.; Colenghi, I.C. Influence of BAP and NAA on multiplication of pineapple cv. Perolera, from *in vitro* etiolated shoots. *Bioscience Journal*, v.17, n.2, p.49-60, 2001.
- Piza, I.M. de T.; Lima, G.P.P.; Brasil, O.G. Reguladores vegetais na micropropagação do abacaxizeiro. *Revista Ceres*, v.48, n.280, p.681-690, 2001.
- Praxedes, S.C.; Silva Júnior, A.F.; Figueiredo, F.L.B.; Figueiredo, M.L.; Câmara, F.A.A.; Oliveira, O.F. Estiolamento *in vitro* do abacaxizeiro Pérola em presença de ANA e AIA. *Revista Caatinga*, v.14, n.1/2, p.13-15, 2001.
- Silva, A.B. Biorreator e luz natural na micropropagação do abacaxizeiro. Lavras: UFLA, 2006. 123p. Tese Doutorado.
- Souza, F.V.D.; Cabral, J.R.S.; Souza, E.H. de; Santos, O.S.N.; Santos-Serejo, J.A. dos; Ferreira, F.R. Caracterização morfológica de abacaxizeiros ornamentais. *Magistra*, v.19, n.4, p.319-325, 2007.
- Souza, F.V.D.; Serejo, J.A.S.; Cabral, J.R.S. Beleza rara. *Revista Cultivar*, n.28, p.6-8, 2004.
- Zepeda, C.; Sagawa, Y. *In vitro* propagation of pineapple. *HortScience*, v.16, n.4, p.495-495, 1981.