

DJALMARY DE SOUZA E SOUZA

**MICROPROPAGAÇÃO DAS BANANEIRAS ‘PRATA ANÃ’ E ‘FHIA 01’ A
PARTIR DE EXPLANTES PROVENIENTES DE PLANTAS TRATADAS COM
PACLOBUTRAZOL.**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa, como
parte das exigências do Programa de Pós-
Graduação em Fitotecnia, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S729m
2007

Souza, Djalmery de Souza e, 1983-
Micropropagação das bananeiras 'Prata Anã' e 'FHIA
01' a partir de explantes provenientes de plantas tratadas
com paclobutrazol / Djalmery de Souza e Souza. –
Viçosa, MG, 2007.
v, 45f. : il. ; 29 cm

Orientador: Dalmo Lopes de Siqueira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Banana - Reguladores. 2. Banana - Efeito do
paclobutrazol. 3. Banana - Propagação in vitro.
4. Banana - Mudas. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

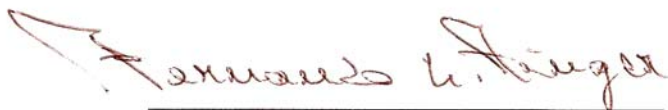
CDD 22.ed. 634.772899

DJALMARY DE SOUZA E SOUZA

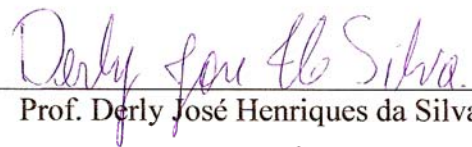
**MICROPROPAGAÇÃO DAS BANANEIRAS 'PRATA ANÃ' E 'FHIA 01' A
PARTIR DE EXPLANTES PROVENIENTES DE PLANTAS TRATADAS
COM PACLOBUTRAZOL.**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Fitotecnia, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

APROVADA: 23 de julho de 2007.



Prof. Fernando Luiz Finger



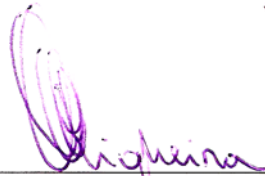
Prof. Derly José Henriques da Silva



Prof. Cláudio Horst Bruckner



Prof. José Ferreira da Silva



Prof. Dalmo Lopes de Siqueira
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A UFV, pela oportunidade de realizar um bom curso de pós-graduação.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

A toda minha família, pelo apoio e por me ajudarem a persistir nesse objetivo e conseguir alcançá-lo, por me mostrarem que não devo ter medo de tentar e que só é forte quem exercita a força.

Aos professores da UFV pelo conhecimento e apoio recebido, em especial ao meu orientador Prof. Dalmo Lopes de Siqueira.

Aos professores da UFAM por contribuírem para uma boa formação como estudante e profissional, assim como pelo incentivo, em especial ao Prof. José Ferreira da Silva.

Aos funcionários e colegas do Laboratório de Cultura de Células e Tecidos Vegetais-UFV, em especial ao Márcio e Cenira, pelo auxílio na condução desse trabalho e por me apresentarem ao universo da cultura de tecidos.

Aos amigos que fiz em Viçosa, em especial a Zoraia, Amanda, José Osmar e Emanuel, pela compreensão e por terem participado dos momentos bons e ruins que passei aqui, por alguns momentos fizeram esquecer que eu não estava em casa.

Aos amigos de Manaus, pelo incentivo e por me fazerem acreditar que, se eu quiser, posso transpor qualquer barreira em minha caminhada.

Agradeço

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
INTRODUÇÃO GERAL	1
Referências Bibliográficas	6
DESENVOLVIMENTO DA PARTE AÉREA DE EXPLANTES DAS BANANEIRAS 'PRATA ANÃ' E 'FHIA 01' PROVENIENTES DE PLANTAS TRATADAS COM PACLOBUTRAZOL	8
Resumo.....	8
Abstract	9
Introdução	10
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão	16
Conclusões	24
Referências Bibliográficas	25
AVALIAÇÃO DO ENRAIZAMENTO <i>IN VITRO</i> DE EXPLANTES DAS BANANEIRAS 'PRATA ANÃ' E 'FHIA 01' PROVENIENTES DE PLANTAS TRATADAS COM PACLOBUTRAZOL.....	28
Resumo.....	28
Abstract	29
Introdução	30
Material e Métodos	32
Resultados e Discussão	35
Conclusões	42
Referências Bibliográficas	43
CONCLUSÕES GERAIS	45

RESUMO

SOUZA, Djalmary de Souza e, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, julho de 2007.

Micropropagação das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ a partir de explantes provenientes de plantas tratadas com paclobutrazol. Orientador: Dalmo Lopes de Siqueira. Co-Orientadores: Sérgio Yoshimitsu Motoike, Paulo Roberto Cecon e Luiz Carlos Chamhum Salomão.

Com o objetivo de avaliar o efeito do paclobutrazol (PBZ) aplicado nas plantas matrizes das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ sobre o estabelecimento, multiplicação e desenvolvimento *in vitro* de explantes provenientes destas plantas, conduziu-se este experimento no Laboratório de Cultura de Células e Tecidos Vegetais, Setor de Fruticultura, DFT/UFV. Utilizou-se esquema fatorial 2 x 5, correspondendo aos dois cultivares (‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’) e cinco doses de PBZ (0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g i.a. planta⁻¹), no delineamento inteiramente ao acaso, com número variável de repetições. Avaliou-se: taxa de brotação, altura e diâmetro da parte aérea, número de folhas, massa fresca e seca da parte aérea, intensidade da cor verde, porcentagem de enraizamento, número de raízes, comprimento da maior raiz, massa fresca e seca da raiz, e a relação massa da raiz:massa da parte aérea. Foi observado que a altura da parte aérea foi reduzida a partir de 1,13 g i.a. planta⁻¹, em ambos cultivares. O diâmetro não foi alterado com o aumento das doses, mas nos explantes da ‘Prata Anã’ os diâmetros foram maiores que ‘FHIA 01’. Para o número de folhas, as massas fresca e seca não houve diferenças entre as doses e entre os cultivares. A intensidade da cor verde aumentou linearmente com o aumento das doses, em ambos cultivares. A partir de 1,07 g i.a. planta⁻¹ a taxa de brotação da ‘Prata Anã’ foi inibida, enquanto a da ‘FHIA 01’ foi estimulada a partir de 0,85 g i.a. planta⁻¹. Houve interação significativa para a porcentagem de enraizamento, onde observou-se valores mais baixos para o cultivar ‘Prata Anã’ (64,71%), em relação a ‘FHIA 01’ (95,83%), na maior dose. Não foi observado efeito das doses de PBZ sobre a porcentagem de enraizamento de explantes da ‘Prata Anã’, enquanto para ‘FHIA 01’ houve aumento linear do enraizamento com o aumento das doses, sendo que o maior valor encontrado foi de 95,18%. As demais características aumentaram linearmente com o aumento das doses de PBZ, para ambos cultivares.

ABSTRACT

SOUZA, Djalmary de Souza e, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, July of 2007.
Micropropagation of the banana trees 'Prata Anã' and 'FHIA 01' from explants originated from plants treated with paclobutrazol. Adviser: Dalmo Lopes de Siqueira. Co-advisers: Sérgio Yoshimitsu Motoike, Paulo Roberto Cecon e Luiz Carlos Chamhum Salomão.

With the objective of evaluating the effect of the paclobutrazol (PBZ) applied in banana trees 'Prata Anã' and 'FHIA 01' about the establishment, sprouting and development *in vitro* of explants originated from this plants, this experiment was conducted at Laboratory of Tissue and Cells Culture, Pomology Section, DFT/UFV. Factorial outline 2 x 5 was used, corresponding to the two cultivars ('Prata Anã' and 'FHIA 01') and five doses of PBZ (0.0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 g i.a. plant⁻¹), in an complete random design, with different number of replicates. It was evaluated the rate of sprouting, height and diameter of the aerial part, number of leaves, fresh and dry mass of the aerial part, intensity of the green color, percentage of rooting, number of roots, length of the largest root, fresh and dry mass of the roots, and mass of the roots:mass of the aerial part relation. The height of the aerial part started to be reduced from the dose of 1.13 g i.a. plant⁻¹ in both cultivars. The diameter was not altered with the increase of the doses, but in the explants of the 'Prata Anã' it was observed larger diameters compared to 'FHIA 01'. The number of leaves, the dry and fresh weight did not suffer alterations among the different doses, nor between cultivars. The intensity of the green color increased linearly with the increase of the dose in both cultivars. Starting from the dose 1.07 g i.a. plant⁻¹ the rate of sprouting for 'Prata Anã' was inhibited, while there was an enhancement of the rate for 'FHIA 01' starting at dose of 0.85 g i.a. plant⁻¹. There was significant interaction for the percentage of rooting, with lower values for the cultivar 'Prata Ana' (64.71%) compared to 'FHIA 01' (95.83%) for the higher dose of PBZ. It was not observed effect of the doses of PBZ about the percentage of rooting of the explants of the cultivar 'Prata Anã', while for 'FHIA 01' there was linear increase with the dose elevation, with the largest rooting value of 95.18%. The other characteristics there was linear increase with the increment of PBZ doses, for both cultivars.

INTRODUÇÃO GERAL

A bananeira é propagada vegetativamente, por meio de brotações de gemas laterais do rizoma (Salomão et al., 2005). É comum o agricultor retirá-las diretamente de bananais quase sempre decadentes. Neste caso, mesmo com rigorosa seleção, a sanidade da cultura fica comprometida, uma vez que as mudas, aparentemente sadias, podem estar contaminadas, porém sem apresentar sintomas visíveis de alguns patógenos (Martínez et al., 1986).

Os maiores problemas fitossanitários que ameaçam a bananicultura mundial são: o mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporum* pv. *cubense*), o moko (*Pseudomonas solanacearum*), as viroses (BBTV, BSV, CMV, BBrMV, BBDV e SCBV), os nematóides (*Radopholus similis*, *Helicotylenchus multicinctus*, *Pratylenchus coffeae* e *Meloidogyne* spp.) e as pragas como a broca-da-bananeira (*Cosmopolites sordidus*) que podem ser disseminados por mudas contaminadas (Silva Neto, 2001).

As doenças constituem a maior preocupação, devido ao elevado nível de perdas de produção que têm sido atribuídos a elas, principalmente à Sigatoka-amarela (*Mycosphaerella musicola*) e Sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis*). A primeira é uma das mais importantes doenças da bananeira, apresenta distribuição endêmica no País, causando redução de 50% de produção, em média, de banana. A Sigatoka-negra é a mais grave e temida doença da bananeira no mundo. Estima-se que pode causar perdas variando de 70% nos plátanos a 100% nas variedades tipo Prata e Cavendish, onde o controle não é realizado (Cordeiro et al., 2004).

Os agentes causadores dessas doenças são microrganismos que podem ser disseminados para novas áreas de plantio por mudas contaminadas. Para evitar esse

problema, algumas alternativas para produção de material propagativo isento de patógenos têm sido estudadas e desenvolvidas (Silva Neto, 2001).

A micropropagação, mediante o cultivo de ápices caulinares *in vitro*, tem sido adotada em muitos países para a produção de mudas de bananeira. No Brasil, o uso desse método é crescente nos últimos anos com a instalação de laboratórios comerciais em diferentes regiões do País, permitindo acesso mais rápido dos agricultores a mudas de melhor qualidade, especialmente dos cultivares tradicionais e dos novos híbridos desenvolvidos pelos programas de melhoramento genético (Alves et al., 2004).

Com a tendência de elevação do nível tecnológico dos bananicultores, com o objetivo de aumentar a produtividade e a qualidade de seus bananais, há demanda por mudas micropropagadas (Silva Neto, 2001).

Com a publicação da Instrução Normativa nº 001 de 20 de janeiro de 2005, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, foi regulamentada a produção de mudas certificadas de bananas por meio do cultivo de ápices caulinares (Brasil, 2005). As mudas de cultura de tecidos devem ser obtidas de laboratórios especializados e apresentam as vantagens da uniformidade de desenvolvimento e ausência de pragas e doenças (Salomão et al., 2005).

Mudas multiplicadas *in vitro* produzem 30% a mais do que as convencionais, por serem obtidas a partir de plantas selecionadas e estarem isentas de doenças sistêmicas. Além disso, possuem maior precocidade no primeiro ciclo de produção, em relação às mudas convencionais, florescendo até quatro meses antes das plantas convencionais. Também são mais precoces quanto à emissão dos filhos e produzem mais filhos por ano (Alves et al., 2004).

A primeira consideração diz respeito ao estado nutricional da planta matriz e à fase de crescimento em que se encontram. Plantas bem nutridas, sem sintomas de

deficiência nutricional ou hídrica, em geral, fornecem explantes melhores (Grattapaglia e Machado, 1998).

A condição fitossanitária da planta matriz é importante por que irá determinar a facilidade em descontaminar o explante durante o isolamento. Apesar de se realizar desinfestação dos explantes, diversos microrganismos de natureza endógena não são expostos aos agentes desinfestantes e devem ser controlados já na planta matriz. A primeira medida é a manutenção da planta matriz em ambiente mais limpo, como casa de vegetação ou câmara de crescimento, uma vez que no campo a planta está exposta a todo tipo de intempérie e insetos que provocam ferimentos, permitindo a entrada de microrganismos (Grattapaglia e Machado, 1998).

No caso da bananeira, esses ambientes devem ser à prova de insetos afídeos. Os pulgões (afídeos) são os transmissores do mosaico do pepino (“Cucumber mosaic virus” - CMV) de uma planta para a outra, sendo que a principal fonte do vírus não é a bananeira, mas outras plantas hospedeiras como a trapoeraba e diversas hortaliças. O CMV é disseminado a longas distâncias por mudas infectadas e para o seu controle recomenda-se a utilização de mudas livres de vírus (Cordeiro et al., 2004).

Os cultivares de bananeira possuem ampla variabilidade em relação a características como: qualidade do fruto, resistência a doenças e pragas, exigências de solo e clima e porte da planta, o qual tem aplicações práticas importantes. Dependendo do porte, entre outros fatores, as plantas apresentam diferentes graus de resistência ao vento. O tombamento de plantas e (ou) a quebra do pseudocaule são elevados em cultivares de porte mais alto, como ‘Nanicão’, ‘Prata’ e ‘Mysore’, o que exige o seu escoramento ou o estabelecimento de quebra-ventos eficientes em áreas sujeitas a ventos fortes (Silva Neto, 2001).

Em bananeiras cultivadas em ambiente protegido, um problema comum é o seu crescimento excessivo, podendo atingir mais de 6 metros de altura, o que pode provocar, em algumas situações, o rompimento do filme plástico do teto, tornando para este tipo de cultivo um fator limitante (Gubbuk et al., 2004 e El Otmani et al., 1992). Assim, em algumas plantas, a restrição no crescimento por alongamento pode ser obtida por aplicações de inibidores da síntese de giberelinas como ancimidol ou paclobutrazol (Taiz e Zeiger, 2004).

Os retardantes de crescimento são compostos sintéticos que reduzem o alongamento de caule, inibem a divisão celular no meristema subapical do caule, mas têm pouco efeito na iniciação de primórdios foliares ou no crescimento de raiz (Gianfagna, 1987). O paclobutrazol [(2RS,3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl) pentan-3-ol]] compromete a síntese de giberelinas pelas plantas inibindo a oxidação de kaurene para ácido caurenóico e reduzindo o nível de divisão celular (Daziell e Lawrence, 1984).

As giberelinas parecem ser os hormônios mais ativos na regulação da floração em mangueira e de várias frutíferas decíduas, sendo que altos níveis estimulam o crescimento vegetativo e inibem a floração em mangueira. (Davenport e Nuñez-Elisea, 1997).

Nos meios de cultura de plantas micropropagadas a giberelina, na forma de ácido giberélico (GA₃), pode ser útil para induzir alongamento de partes aéreas. Sua inclusão é pouco freqüente em vista de um suprimento endógeno suficiente. As giberelinas são usadas, algumas vezes, na fase de multiplicação. O mais conhecido efeito desse grupo de hormônios, o alongamento de partes aéreas, pode ser explorado *in vitro*, quando as partes aéreas produzidas não estão em condições de serem

individualizadas para enraizamento, devido ao seu pequeno tamanho (Grattapaglia e Machado, 1998).

O paclobutrazol no interior da planta é pouco móvel, desde o local de aplicação até as gemas meristemáticas subapicais, onde intervém na divisão celular. As conseqüências fisiológicas são a redução do crescimento vegetativo e maior disponibilidade de substâncias assimiláveis para a planta (Albuquerque et al., 2002). É absorvido através das raízes, tecidos dos ramos e folhagem. Tem sido usado para estimular a floração na cultura da manga, promover a paralisação do crescimento vegetativo e reduzir o alongamento da brotação (Tongumpai, 1991). Sua ação é decorrente da inibição da biossíntese das giberelinas (Albuquerque et al., 2002).

As plantas tratadas com paclobutrazol têm maior tolerância a estresses ambientais e resistência a doenças fúngicas. Modificações morfológicas de folhas, induzidas pelo tratamento com paclobutrazol como poros estomáticos menores e folhas mais espessas podem oferecer barreiras físicas para algumas infecções causadas por fungos, bactérias e insetos (Chaney, 2004).

Essas plantas têm a folhagem com coloração verde-escura (intensa) e maior conteúdo de clorofila, além de frutos com coloração mais intensa em mangueira (Tongumpai, 1991). Geralmente, seu efeito no cultivo *in vitro* é a redução no alongamento dos brotos e a promoção da taxa de multiplicação (Lorenzo et al., 1998).

Diante da possibilidade do uso do paclobutrazol em bananeiras mantidas em ambiente protegido para a redução de porte, há a necessidade de estudos para observar suas implicações sobre a produção de mudas, pois não se conhece o efeito residual do produto, aplicado nas plantas matrizes, sobre a micropropagação e como o seu uso pode afetar o processo. Portanto, este trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito do paclobutrazol aplicado nas plantas matrizes das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’

sobre o estabelecimento, multiplicação e desenvolvimento *in vitro* de explantes provenientes destas plantas.

Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, J. A. S.; MEDINA, V. D.; MOUCO, M. A. C. Indução Floral. In: GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. **A cultura da mangueira**. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 2002, 454 p.

ALVES, E. J.; LIMA, M. B.; SANTOS-SEREJO, J. A.; TRINDADE, A. V. Propagação. In: BORGES, A. L.; SILVA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, p. 59-86.

BRASIL. Instrução Normativa Nº 001 de 20 de janeiro de 2005. **Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Banana**. 2005. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em março 2007.

CHANEY, W. R. **Paclobutrazol: More Than Just a Growth Retardant**. Presented at Pro-Hort Conference, Peoria, Illinois, 2004, 5 p.

CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; MEISSNER FILHO, P. E. Doenças e Métodos de Controle. In: BORGES, A. L.; SILVA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, p. 146-182.

DAVEMPORT, T. L.; NUÑEZ-ELISEA, R. Reproductive Physiology. In: LITZ, R. E. (Ed.). **The Mango**. New York: R. Litz, 1997, p. 69-121.

DAZIEL, J.; LAWRENCE, D. K. Biochemical and biological effects of kaurene oxidase inhibitors, such as paclobutrazol. **British Plant Growth Regulators Group Monograph**, v. 4, 1984, p. 1-14.

EL OTMANI, M.; JABRI, K.; SEDKI, M. Paclobutrazol effect on development of greenhouse-growth banana: a 2-year assessments. **Acta Horticulturae**, v. 296, 1992, p. 89-96.

GIANFAGNA, T. J. Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. In: DAVIES, P. J. **Plant hormones and their role in plant growth and development**. Boston, Martinus Nijhoff, 1987, p. 615-655.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa – SPI/Embrapa – CNPH, 1998, p. 183-260.

GUBBUK, H.; PEKMEZCI, M.; ERKAN, M. Production potential of Cavendish cultivars (*Musa* spp. AAA) under greenhouse and field conditions in subtropical areas of Turkey. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v. 54, n. 4, 2004, p. 249-253.

LORENZO, J. C. Sugar cane shoot formation in improved temporary immersion system. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, n. 54, 1998, p. 197-200.

MARTINEZ, J. A., YAMASHIRO, T., FERREIRA F. R. Avaliação das técnicas de multiplicação de mudas de bananeira, visando a sua comercialização. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8, 1986, Brasília. **Anais**. Brasília: Embrapa, 1986, p. 77-81.

SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; MOTOIKE, S. Y. **Cultura da bananeira**. 2 ed, Viçosa: UFV, 2005, 38 p.

SILVA NETO, S. P. Propagação por Biotecnologia. In: Simpósio Brasileiro sobre Banicultura, 4, 8-10 dez 1998, Jaboticabal. **Anais**. Jaboticabal: Funep, 2001, 552 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. – Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.

TONGUMPAI, P.; JUTAMANEE, K.; SETHPATHPAKDI, R.; SUNHADRBADHU, S. Variation in level of giberellin-like substances during vegetative growth and flowering of mango cv. Khiew Sawoey. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 291, 1991, p. 105-107.

DESENVOLVIMENTO DA PARTE AÉREA DE EXPLANTES DAS BANANEIRAS ‘PRATA ANÃ’ E ‘FHIA 01’ PROVENIENTES DE PLANTAS TRATADAS COM PACLOBUTRAZOL¹

Djalmary de Souza e Souza²; Dalmo Lopes de Siqueira³; Sérgio Yoshimitsu Motoike⁴; Paulo Roberto Cecon⁵; Luiz Carlos Chamhum Salomão⁶

Resumo:

Com o objetivo de avaliar o desenvolvimento da parte aérea de explantes das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ provenientes de plantas tratadas com paclobutrazol (PBZ), conduziu-se este experimento no Laboratório de Cultura de Células e Tecidos Vegetais, Setor de Fruticultura, DFT/UFV. Utilizou-se esquema fatorial 2 x 5, correspondendo aos dois cultivares (‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’) e cinco doses de PBZ (0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g i.a. planta⁻¹), no delineamento inteiramente ao acaso, com número variável de repetições. Avaliou-se: taxa de brotação, altura e diâmetro da parte aérea, número de folhas, massa fresca e seca da parte aérea e intensidade da cor verde. Foi observado que a altura da parte aérea foi reduzida a partir de 1,13 g i.a. planta⁻¹, em ambos cultivares. O diâmetro não foi alterado com o aumento das doses, mas nos explantes da ‘Prata Anã’ os diâmetros foram maiores que ‘FHIA 01’. Para o número de folhas, as massas fresca e seca não houve diferenças entre as doses e entre os cultivares. A intensidade da cor verde aumentou linearmente com o aumento das doses, em ambos cultivares. A partir de 1,07 g i.a. planta⁻¹ a taxa de brotação da ‘Prata Anã’ foi inibida, enquanto a da ‘FHIA 01’ foi estimulada a partir de 0,85 g i.a. planta⁻¹.

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor

² Eng^o. Agrônomo, Mestranda em Fitotecnia, Dep. de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG Universidade Federal de Viçosa (UFV), e-mail: djalmmary@yahoo.com.br

³ D.Sc, Professor do Dep. de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, e-mail: siqueira@ufv.br

⁴ Ph.D, Professor do Dep. de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, e-mail: motoike@ufv.br

⁵ D.Sc, Professor do Dep. de Informática, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, e-mail: cecon@dpi.ufv.br

⁶ D.Sc, Professor do Dep. de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, e-mail: lsalomao@ufv.br

DEVELOPMENT OF THE AERIAL PART OF EXPLANTS OF THE BANANA TREES 'PRATA ANÃ' AND 'FHIA 01' ORIGINATED FROM PLANTS TREATED WITH PACLOBUTRAZOL¹

Djalmary de Souza e Souza²; Dalmo Lopes de Siqueira³, Sérgio Yoshimitsu Motoike⁴; Paulo Roberto Cecon⁵; Luiz Carlos Chamhum Salomão⁶

Abstract:

With the objective of evaluating the development of the aerial part of explants of the banana trees 'Prata Anã' and 'FHIA 01' originated from adult plants treated with paclobutrazol (PBZ), this experiment was conducted at Laboratory of Tissue and Cells Culture, Pomology Section, DFT/UFV. Factorial outline 2 x 5 was used, corresponding to the two cultivars ('Prata Anã' and 'FHIA 01') and five doses of PBZ (0.0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 g i.a. plant⁻¹), in a complete random design, with different number of replicates. It was evaluated the rate of sprouting, height and diameter of the aerial part, number of leaves, fresh and dry mass of the aerial part, and intensity of the green color. The height of the aerial part started to be reduced from the dose of 1.13 g i.a. plant⁻¹ in both cultivars. The diameter was not altered with the increase of the doses, but in the explants of the 'Prata Anã' it was observed larger diameters compared to 'FHIA 01'. The number of leaves, the dry and fresh weight did not suffer alterations among the different doses, nor between cultivars. The intensity of the green color increased linearly with the increase of the dose in both cultivars. Starting from the dose 1.07 g i.a. plant⁻¹ the rate of sprouting for 'Prata Anã' was inhibited, while there was an enhancement of the rate for 'FHIA 01' starting at dose of 0.85 g i.a. plant⁻¹.

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor

² Eng^o. Agrônomo, Mestranda em Fitotecnia, Dep. de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG Universidade Federal de Viçosa (UFV), e-mail: djalmmary@yahoo.com.br

³ D.Sc, Professor do Dep. de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, e-mail: siqueira@ufv.br

⁴ Ph.D, Professor do Dep. de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, e-mail: motoike@ufv.br

⁵ D.Sc, Professor do Dep. de Informática, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, e-mail: cecon@dpi.ufv.br

⁶ D.Sc, Professor do Dep. de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, e-mail: lsalomao@ufv.br

Termos para indexação: *Musa* spp., micropropagação, reguladores de crescimento

Introdução

A maioria dos plantios de bananeira (*Musa* spp.) é realizado usando mudas provenientes de brotos laterais de plantas adultas (Alves et al., 2004). Nesse caso, antes da retirada dessas mudas, deve-se fazer vistoria do bananal, atentando para aspectos gerais da condução das plantas, realização de adubações, pulverizações, desfolhas, desbrotas, incidência de broca-do-rizoma, mal-de-sigatoka, entre outras. Verifica-se, ainda, se existe a presença de nematóides (*Meloydogine* spp., *Radopholus similis*) e do mal-do-panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp., cubense). Constatando-se a presença de qualquer de um destes problemas, fica vetada a extração de mudas do bananal (Salomão et al., 2005).

Esse processo apresenta baixa taxa de multiplicação, desuniformidade nas mudas produzidas, dificultando o manejo do pomar, e ainda pode constituir-se em um mecanismo de disseminação de pragas e doenças. Outros métodos de propagação vêm sendo desenvolvidos e aperfeiçoados de modo a elevar a taxa de multiplicação e incrementar a produção de mudas de melhor qualidade (Alves et al., 2004).

A propagação vegetativa *in vitro*, também denominada micropropagação, por causa do tamanho dos propágulos utilizados, é a aplicação mais prática da cultura de tecidos e de maior impacto. A utilização da micropropagação, em âmbito comercial, já é realidade em diversos países do mundo, com destaque para os da Europa Ocidental e os Estados Unidos. Os laboratórios comerciais surgiram, em grande maioria, agregados aos viveiros como iniciativa das próprias companhias produtoras de mudas (Grattapaglia e

Machado, 1998). No Brasil, a cultura de ápices caulinares *in vitro* é utilizada de forma crescente nos últimos anos (Alves et al., 2004).

A instrução normativa nº 001, de 20 de janeiro de 2005, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, estabelece as Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Banana – NTEPIBanana, determinando o uso de material de propagação isento de patógenos da bananeira, bem como a utilização de mudas micropropagadas (Brasil, 2005).

Por meio da micropropagação, é possível exercer o controle de qualidade sobre a produção de mudas, produzindo-as durante todo o ano, gerar número elevado de indivíduos, geneticamente idênticos à planta selecionada e obter mudas de elevada qualidade sanitária (Schuch e Erig, 2005).

O sucesso de um sistema de micropropagação depende do controle de grande número de variáveis. A condição da planta matriz é um dos principais aspectos a serem considerados. Uma das medidas é a manutenção dessas plantas em casa de vegetação, onde pode-se ter o controle e a manipulação do fotoperíodo, intensidade luminosa e da temperatura, assim como proteção da planta de todo tipo de intempérie e insetos. Nesses ambientes o controle de insetos como ácaros e pulgões e, também, microrganismos torna-se possível (Grattaplaglia e Machado, 1998).

No entanto, em ambiente protegido, um problema comum é o crescimento excessivo dessas plantas, que podem atingir mais de 6 metros de altura, no caso de alguns cultivares de banana, provocando, em algumas situações, o rompimento do filme plástico do teto (Gubbuk et al., 2004 e El Otmani et al., 1992). Assim, em algumas plantas, a restrição no crescimento por alongamento pode ser obtida por aplicações de inibidores da síntese de giberelinas como ancimidol ou paclobutrazol (PBZ) (Taiz e Zeiger, 2004).

O paclobutrazol [(2RS,3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl) pentan-3-ol]) reduz a biossíntese de giberelinas pela inibição da oxidação de kaurene para ácido caurenóico, reduzindo o nível de divisão celular (Daziel e Lawrence, 1984). As giberelinas são freqüentemente associadas à promoção do crescimento do caule e aplicação desses hormônios às plantas intactas pode induzir aumentos significativos em suas alturas (Taiz e Zeiger, 2004).

O PBZ é usado para estimular a floração, promover a paralisação do crescimento vegetativo e reduzir o alongamento da brotação na cultura da manga (Tongumpai, 1991). Atua na inibição da biossíntese das giberelinas (Albuquerque et al., 2002). O seu efeito no cultivo *in vitro* é a redução no alongamento dos brotos e a promoção da taxa de multiplicação (Lorenzo, 1998).

O crescimento excessivo decorrente do cultivo de bananeiras em ambiente protegido pode ser reduzido com o uso do paclobutrazol (Souza, 2007). No entanto, há poucos estudos no sentido de observar a existência de efeitos residuais do PBZ em explantes retirados de perfilhos de plantas matrizes de bananeiras tratadas com PBZ aplicado no solo. Este trabalho avaliou o desenvolvimento da parte aérea de explantes das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ provenientes de plantas tratadas com paclobutrazol.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultura de Células e Tecidos Vegetais, localizado no Setor de Fruticultura, Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Utilizou-se esquema fatorial 2 x 5, correspondendo aos dois cultivares (‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’) e cinco doses de PBZ (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 g i.a.planta⁻¹), no delineamento inteiramente ao acaso, com número variável de repetições.

Os tratamentos e seus respectivos números de repetições foram arranjados da seguinte forma: T1 – ‘Prata Anã’ + 0,0 g i.a.planta⁻¹ (14 repetições); T2 – ‘Prata Anã’ + 0,5 g i.a.planta⁻¹ (18 repetições); T3 – ‘Prata Anã’ + 1,0 g i.a.planta⁻¹ (29 repetições); T4 – ‘Prata Anã’ + 1,5 g i.a.planta⁻¹ (35 repetições); T5 – ‘Prata Anã’ + 2,0 g i.a.planta⁻¹ (17 repetições); T6 – ‘FHIA 01’ + 0,0 g i.a.planta⁻¹ (8 repetições); T7 – ‘FHIA 01’ + 0,5 g i.a.planta⁻¹ (14 repetições); T8 – ‘FHIA 01’ + 1,0 g i.a.planta⁻¹ (18 repetições); T9 – ‘FHIA 01’ + 1,5 g i.a.planta⁻¹ (31 repetições) e T10 – ‘FHIA 01’ + 2,0 g i.a.planta⁻¹ (24 repetições).

Os ápices caulinares foram retirados de mudas de plantas, cultivadas em experimento localizado no Setor de Fruticultura da UFV. Nesse experimento, a aplicação do PBZ foi realizada quando as plantas estavam com altura média de 75 cm, em março de 2006. O PBZ foi aplicado via solo, com umidade próxima à capacidade de campo, ao redor do pseudocaule a distância média de 25 cm. As mudas foram retiradas em outubro de 2006.

Os ápices caulinares foram retirados das mudas, lavados com detergente e colocados em água destilada, desbastados até ficarem com 3 cm de altura, colocados em solução com fungicida (Cercobin 700) a 2,5 % por 10 minutos e lavados por três vezes com água destilada e autoclavada. Os explantes foram desinfestados com álcool etílico 92,8° por um minuto, sob agitação e lavados por três vezes com água destilada e autoclavada. Em seguida, colocados em solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e submetidos à agitação por 30 minutos, em agitador magnético. Após esse processo, os explantes foram levados para a câmara de fluxo laminar, lavados com água destilada e autoclavada por três vezes.

Durante a fase de estabilização, os explantes foram cultivados em meio de cultura Murashige e Skoog (MS) (Murashige e Skoog, 1962) suplementado com 100

mg.L⁻¹ de myo-inositol, 2 mg.L⁻¹ de glicina, 30 mg.L⁻¹ de sacarose, 100 mg.L⁻¹ de ácido cítrico, 0,1 mg.L⁻¹ de tiamina-HCl, 0,5 mg.L⁻¹ de ácido nicotínico, 0,5 mg.L⁻¹ de piridoxina-HCl, 7 g.L⁻¹ de ágar, pH ajustado para $5,7 \pm 0,1$. Os meios foram previamente preparados e esterilizados em autoclave à temperatura de 121 °C e pressão de 1,05 Kgf.cm⁻² por 20 minutos.

Os explantes foram inoculados, individualmente, em tubos de ensaio com dimensões de 25 x 150 mm, contendo 10 ml de meio de estabilização. Os explantes permaneceram durante 7 dias no escuro e 23 dias em luz. O ambiente de cultura, para todas as fases, consistiu em lâmpada do tipo fluorescente 40 W, com intensidade luminosa de aproximadamente 52 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, fotoperíodo de 16 h de luz e 8 h de escuro e temperatura (dia/noite) de 27 °C.

Durante a fase de multiplicação, que teve duração de 28 dias, os explantes foram cultivados em meio MS, com a mesma composição do meio para estabilização, acrescido de 7 mg.L⁻¹ de BAP. Os explantes foram cultivados em frascos contendo 30 ml de meio de multiplicação, colocando-se quatro a cinco explantes por frasco. Nessa fase, realizou-se um subcultivo. Ao final dessa fase avaliou-se a taxa de brotação: resultado da razão entre o número de brotações obtido por explante.

Os explantes que alcançaram altura maior ou igual a 1 cm foram submetidos à fase de alongamento e enraizamento. Esta fase teve duração de 23 dias. Nesta etapa, os explantes foram cultivados em meio MS, com composição igual ao meio para estabilização, acrescido de 1,0 mg.L⁻¹ de benzilaminopurina (BAP) e 1,0 mg.L⁻¹ de ácido naftalenoacético (ANA). Os explantes foram inoculados individualmente em tubos de ensaio com dimensões de 25 x 150 mm, contendo 10 ml de meio de enraizamento.

Ao final dessa fase avaliou-se:

- Altura da parte aérea (mm): medida tomada da base do explante até a inserção da última folha aberta;
- Diâmetro da parte aérea (mm): medida tomada na base do pseudocaule, com a utilização de paquímetro;
- Número de folhas: contagem do total do número de folhas por explante;
- Massa fresca da parte aérea (g): pesagem individual da parte aérea, excluindo-se o calo e a raiz;
- Massa seca da parte aérea (g): pesagem após secas em estufa com temperatura de 70 °C até obtenção de massa constante.
- Intensidade da cor verde: medida com a utilização do medidor portátil de clorofila SPAD-502 (*Soil-Plant Analysis Development*), em todas as folhas do explante.

Os dados foram submetidos a análises de variância e de regressão. Para o fator cultivar, as médias foram comparadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Para o fator dose os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t”, adotando-se o nível de 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no fenômeno em estudo. As análises dos dados foram realizadas usando o *software* estatístico SAEG (Sistema para Análises Estatísticas).

Resultados e Discussão

O fator dose foi significativo apenas para as variáveis altura e diâmetro da parte aérea, sendo não significativo para as demais. O fator cultivar e a interação entre os fatores dose x cultivar foram significativos para taxa de brotação e diâmetro da parte aérea, sendo ambos fatores não significativos para altura da parte aérea, número de folhas, massa fresca e seca da parte aérea e intensidade da cor verde (Tabela 1).

Realizando-se o desdobramento das interações significativas (Tabela 2), observou-se, para o cultivar 'FHIA 01', menores taxas de brotação em relação a 'Prata Anã' nas doses de 0,5 e 1,5 g i.a. planta⁻¹ de PBZ. O diâmetro da parte aérea dos explantes foi diferente entre os cultivares e entre as diferentes doses. Para essa característica não foi observado um padrão de resposta, pois para o cultivar 'Prata Anã' foram obtidos explantes com maior diâmetro nas doses de 0,5 e 2,0 g i.a. planta⁻¹ e para o cultivar 'FHIA 01', esse resultado foi observado na dose de 1,0 g i.a. planta⁻¹ de PBZ.

Tabela 1. Resumo da análise de variância das variáveis: taxa de brotação (TB), altura da parte aérea (APA), diâmetro da parte aérea (DPA), número de folhas (NF), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA) e intensidade da cor verde (ICV).

FV	GL	Quadrados Médios		Quadrados médios					
		TB	GL	APA	DPA	NF	MFPA	MSPA	ICV
Dose	4	0,2722 ^{ns}	4	196,9522 ^{**}	18,3631 ^{**}	1,4845 ^{ns}	0,0195 ^{ns}	0,00005243 ^{ns}	60,0899 ^{ns}
Cultivar	1	1,5138 [*]	1	16,6273 ^{ns}	11,0587 [*]	4,0258 ^{ns}	0,0436 ^{ns}	0,0003222 ^{ns}	55,0028 ^{ns}
D x C	4	0,7308 [*]	4	107,5261 ^{ns}	11,8824 ^{**}	2,8817 ^{ns}	0,1319 ^{ns}	0,0003004 ^{ns}	10,8138 ^{ns}
Resíduo	40	0,2491	198	44,5975	2,5933	2,571	0,059	0,0001929	33,9209
CV (%)		26,24		39,06	24,26	55,03	65,7	61,35	35,49

^{**} F significativo a 1%

^{*} F significativo a 5%

^{ns} não significativo a 5%

Tabela 2. Valores médios das variáveis taxa de brotação (TB) e diâmetro da parte aérea (DPA), em função das doses de PBZ e dos cultivares ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’.

Doses de PBZ (g i.a. planta ⁻¹)	TB		DPA	
	‘Prata Anã’	‘FHIA 01’	‘Prata Anã’	‘FHIA 01’
0,0	1,56a	1,78a	5,65a	5,83a
0,5	2,30a	1,62b	6,27a	4,93b
1,0	2,22a	1,62a	6,48b	7,50a
1,5	2,58a	1,66b	7,44a	6,69a
2,0	1,72a	1,96a	7,84a	6,21b

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Os cultivares, quando submetidos à multiplicação *in vitro*, produzem números diferentes de brotações por explante (Figura 1). A taxa de brotação dos explantes do cultivar ‘Prata Anã’ foi inicialmente estimulada, tendo como ponto de máximo a dose de 1,07 g i.a. planta⁻¹. Para esta dose, a taxa de brotação foi de 2,47 brotações por explante, sendo inibida para os tratamentos com maiores doses.

Para ‘FHIA 01’ a resposta foi inversa. Inicialmente, houve redução na taxa de brotação, tendo como ponto de mínimo a dose de 0,85 g i.a. planta⁻¹. Neste ponto, a taxa de brotação foi de 1,58, sendo estimulada, a partir deste ponto, nos explantes provenientes de plantas submetidas a maiores doses.

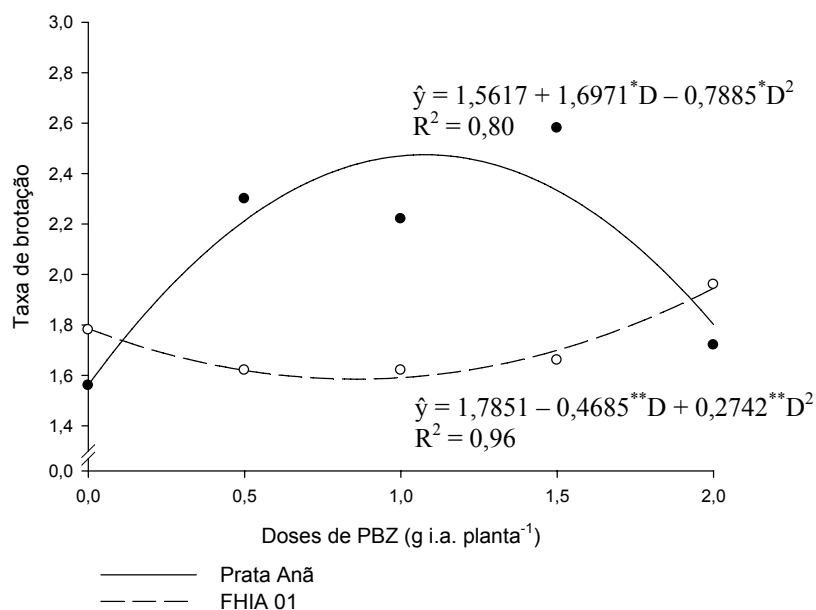


Figura 1. Estimativa da taxa de brotação dos explantes das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ provenientes de plantas tratadas com diferentes doses de PBZ.

Para o diâmetro da parte aérea não houve efeito das doses para os cultivares ‘Prata anã’ ($\hat{y} = 6,8439$) e ‘FHIA 01’ ($\hat{y} = 6,3890$).

O crescimento em altura (Figura 2), para ambos cultivares, foi estimulado até a dose de 1,13 g i.a. planta⁻¹ de PBZ. Para este ponto de máximo observou-se 18,59 mm de altura da parte aérea. Doses superiores inibiram o crescimento em altura dos explantes.

A intensidade da cor verde (Figura 3) aumentou linearmente, em resposta ao aumento das doses de PBZ, para ambos cultivares.

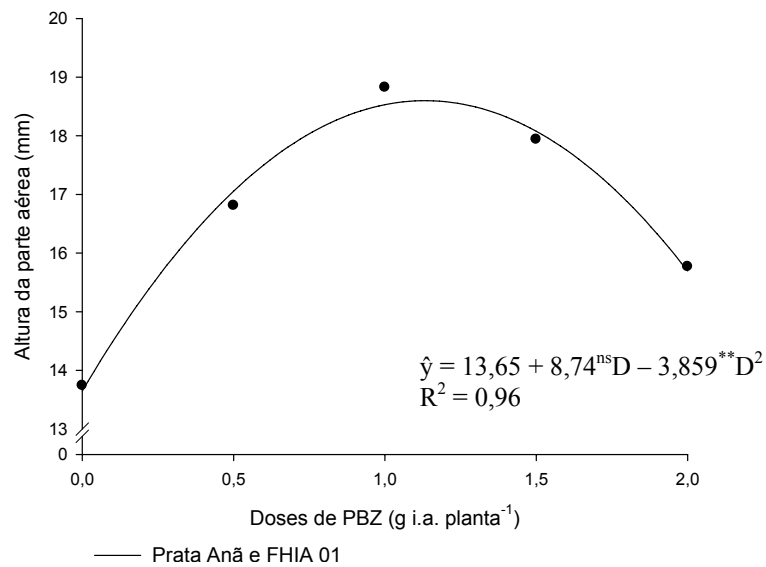


Figura 2. Estimativa da altura da parte aérea dos explantes das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ provenientes de plantas tratadas com diferentes doses de PBZ.

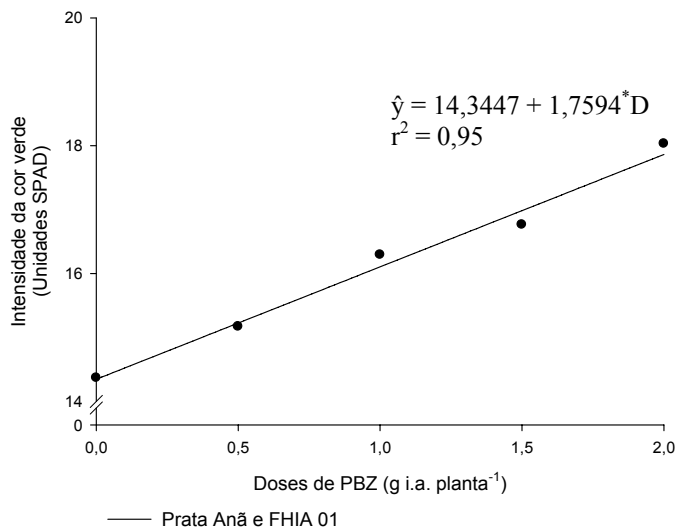


Figura 3. Estimativa da intensidade da cor verde dos explantes das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ provenientes de plantas tratadas com diferentes doses de PBZ.

Não foi observado efeito residual da aplicação das diferentes doses de PBZ, durante as etapas de micropropagação para o número de folhas ($\hat{y} = 2,9052$), massa fresca da parte aérea ($\hat{y} = 0,3697$) e massa seca da parte aérea ($\hat{y} = 0,2255$), mantendo-se as mesmas médias para os dois cultivares avaliados.

Existe carência de informações na literatura sobre estudos visando avaliar o efeito residual do PBZ, aplicado em plantas no campo, sobre o comportamento de explantes coletados nessas plantas e cultivados *in vitro*. No entanto, estudos realizados com aplicação de PBZ e outros retardantes de crescimento, no meio de cultura e em campo, corroboram alguns dos resultados observados (Singh et al., 2001; Barros et al., 2002; Fernandes et al., 2004; Albany et al., 2005; Souza, 2007).

Estudos sobre o desenvolvimento das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’, sob efeito do paclobutrazol aplicado ao solo, mostraram que acréscimos nas doses de PBZ proporcionaram redução no crescimento das plantas ao longo dos meses. Não houve alteração da área foliar total das plantas. Acréscimos nas doses de paclobutrazol proporcionaram aumento no número de perfilhos até a dose de 1,5 g de i.a.planta⁻¹, com forte queda na dose de 2,0 g de i.a.planta⁻¹. De acordo com esse estudo, no intervalo de doses estudadas, o PBZ não afetou a massa fresca de perfilhos e a circunferência do pseudocaule, sendo observado para o cv. ‘Prata Anã’ menor altura do pseudocaule, menor massa fresca e maior número de perfilhos que o ‘FHIA 01’ (Souza, 2007).

O efeito da aplicação de diferentes doses de PBZ no desenvolvimento da parte aérea das plântulas de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill), em meio MS, indicaram que o tratamento com 0,5 mg.L⁻¹ contribuiu para o desenvolvimento das partes aéreas. A utilização da concentração de 1,0 mg.L⁻¹ foi suficiente para comprometer o desenvolvimento, apontando para algum nível de fitotoxicidade (Barros et al., 2002).

A aplicação de PBZ também causou diminuição no comprimento dos entrenós, reduzindo o tamanho de vitroplantas de inhame (*Dioscorea* spp.) (Rodríguez et al., 2000).

Estudos de características morfológicas de banana ‘Grande Naine’, após multiplicação *in vitro*, com uso de retardantes de crescimento, como ancymidol (9,75 μ M) e paclobutrazol (8,5 μ M), no meio de cultura indicaram que os pseudo-caules desenvolvidos foram menores em altura e as folhas com aparência compactas. No entanto, as novas folhas desenvolvidas tiveram aparência normal (Albany et al., 2005).

O efeito da rega com paclobutrazol sobre o crescimento de plântulas micropropagadas e mudas seminais de doze cultivares de citros indicaram que todos eles foram sensíveis ao paclobutrazol. O crescimento das mudas foi paralisado, as plantas tratadas apresentaram internódios mais curtos e altura reduzida (Singh et al., 2001).

Sabe-se que os retardantes do crescimento são empregados para reduzir o crescimento vegetativo de plantas, através da inibição da síntese de giberelinas, bloqueando uma etapa particular na rota biossintética para a produção de giberelinas (Grossman et al., 1991).

Ressalta-se que esses resultados são oriundos da avaliação do primeiro subcultivo dos cultivares ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’. Provavelmente, os efeitos residuais do PBZ nos explantes, devido à sua aplicação em campo, serão diluídos ao longo das etapas do processo de multiplicação *in vitro* desses explantes, até desaparecerem. Portanto, há necessidade de continuidade desses estudos.

O uso do PBZ no meio de cultura de multiplicação de bananeiras ‘Grande Naine’ não causou efeito residual no estágio de alongamento-enraizamento e não

induziu variação no estágio de aclimação das bananeiras, desenvolvendo rápida adaptação às condições *ex vitro* (Albany et al., 2005).

Plântulas de limoeiro 'Volkameriano' submetidas a doses de paclobutrazol e ácido giberélico, apresentaram folhas com a coloração verde mais intensa nas plântulas tratadas com PBZ do que as controle ou tratadas com GA₃ (Fernandes, 2004), em acordo com os resultados observados no presente trabalho.

Plantas tratadas com paclobutrazol, geralmente, têm folhas com verde mais intenso, sugerindo maior conteúdo de clorofila. Existem duas possíveis explicações para essa resposta. A primeira é que plantas tratadas e não tratadas têm o mesmo número de células, mas em razão das células de plantas tratadas serem menores, a clorofila é mais concentrada em um menor volume celular. A segunda é que a quantidade de clorofila é aumentada por que a fitol, uma parte essencial da molécula de clorofila, é produzida na mesma rota dos terpenóides que as giberelinas. O tratamento com PBZ, ao bloquear a produção das giberelinas, permite maior alocação dos compostos intermediários da síntese de giberelinas para a produção de maior quantidade de fitol (Chaney, 2004).

Pode-se associar também que o PBZ atua como protetor de diversas espécies de plantas, a vários estresses ambientais. No entanto, a completa explicação para os resultados desses estudos é difícil, devido ao fato de que os efeitos da aplicação exógena desses produtos ainda não são completamente entendidos (Muralli e Duncan, 1995).

Conclusões

A altura da parte aérea dos explantes foi reduzida a partir da dose de 1,13 g i.a. planta⁻¹ de PBZ para ambos cultivares. O diâmetro da parte aérea não foi alterado com aumento das doses, mas observou-se diâmetros de pseudocaules maiores no cultivar 'Prata Anã'.

O número de folhas, as massas fresca e seca não foram alterados entre as diferentes doses e os cultivares. A intensidade da cor verde aumentou linearmente em resposta ao aumento das doses de PBZ para ambos cultivares, os quais não diferiram entre si.

A partir da dose de 1,07 g de i.a. planta⁻¹ de PBZ a taxa de brotação da 'Prata Anã' foi inibida, enquanto a da 'FHIA 01' foi estimulada a partir de 0,85 g de i.a. planta⁻¹.

Referências Bibliográficas

- ALBANY, N. R.; VILCHEZ, J. A.; GARCIA, L.; JIMÉNEZ, E. Comparative study of parameters of Grand Nain banana (*Musa AAA*) after *in vitro* multiplication with growth retardants. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 83, 2005, p. 357-361.
- ALBUQUERQUE, J. A. S.; MEDINA, V. D.; MOUCO, M. A. C. Indução Floral. In: GENÚ, P. J. C.; PINTO, A. C. Q. **A cultura da mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, 454 p.
- ALVES, E. J.; LIMA, M. B.; SANTOS-SEREJO, J. A. S.; TRINDADE, A. V. Propagação. In: BORGES, A. L.; SILVA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, p. 59-86.
- BARROS, Z. J.; RODRIGUES, E. F.; AZAR, G. S. Efeito do paclobutrazol (PBZ) na micropropagação massal de gemas axilares de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill). In: XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2002. Belém. **Anais**. Belém-PA, 2002, 322 p.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº. 1 de 20 de janeiro de 2005. **Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Banana**. 2005. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em março 2007.
- CHANEY, W. R. **Paclobutrazol: More Than Just a Growth Retardant**. Presented at Pro-Hort Conference, Peoria, Illinois, 2004, 5 p.
- DAVEMPORT, T. L.; NUÑEZ-ELISEA, R. Reproductive Physiology. In: LITZ, R.E.(Ed.). **The Mango**. New York: R. Litz, 1997, p. 69-121.
- DAZIEL, J.; LAWRENCE, D. K. Biochemical and biological effects of kaurene oxidase inhibitors, such as paclobutrazol. **British Plant Growth Regulators Group Monograph**. V.4. 1984. p. 1-14.
- EL OTMANI, M.; JABRI, K.; SEDKI, M. Paclobutrazol effect on development of greenhouse-growth banana: 2-year assessments. **Acta Horticulturae**, v. 296, 1992, p. 89-96.
- FERNANDES, A. R. **Crescimento de plântulas de limoeiro 'volkameriano' submetidas a doses de paclobutrazol e ácido giberélico**. Viçosa, 2004, Tese (mestrado), Universidade Federal de Viçosa, 2004, 50 p.

- GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa – SPI/Embrapa – CNPH, 1998, p. 183-260.
- GROSSMAN, K.; KWUIATLOWSKI, J.; HAUSER, C. Phytormonal changes in greening and senescence intact cotyledons of oilseed rade and pumpkin: influence of the retardant BAS III. W. **Physiology Plantarum**, v. 173, 1991, p. 201-207.
- GUBBUK, H.; PEKMEZCI, M.; ERKAN, M. Production potential of Cavendish cultivars (*Musa* spp. AAA) under greenhouse and field conditions in subtropical areas of Turkey. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v. 54, n. 4, 2004, p. 249-253.
- LORENZO, J.C. Sugar come shoot formation in improired temporary immersion system. **Plant Cel Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, n. 54, 1998, p.197-200.
- MURALLI, T. P.; DUNCAN, E. J. The effects of *in vitro* hardening using triazoles on growth and acclimatization of banana. **Scientia Horticulturae**, v. 64, 1995, p. 243-251.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiology Plantarum**, v. 15, 1962, p. 473-497.
- RODRIGUÉZ, S. M.; CORRIA, M. G.; ALVAREZ, E. A.; RAMIRÉZ, G. A.; ABEAL, E. E. Efecto del paclobutrazol en la proliferación de brotes y la resistencia al marchitamiento en vitroplantas de ñame cultivadas en medio líquido. **Biociencia Vegetal**, Las Villas, n. 1, 2000, p. 27-32.
- SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; MOTOIKE, S. Y. **Cultura da bananeira**. 2 Ed, Viçosa: UFV, 2005, 38p.
- SCHUCH, M. W.; ERIG A. C. Micropropagação de plantas frutíferas. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J, C. **Propagação de Plantas Frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p. 155-173.
- SINGH, I. P.; PARTHASARATHY, V. A.; HANDIQUE, P. J. Effect of paclobutrazol drenching on growth of micropropagated and seedling plantlets of 12 citrus cultivars. **Agrotropica**, v. 13, n. 1, 2001, p. 21-26.
- SOUZA, E. F. **Desenvolvimento das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ sob efeito do paclobutrazol aplicado no solo e via foliar**. Viçosa, 2007. Tese (mestrado), Universidade Federal de Viçosa, 2007, 44 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed. – Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.

TONGUMPAI, P.; JUTAMANEE, K.; SETHPATHPAKDI, R.; SUNHADRBADHU, S. Variation in level of giberellin-like substances during vegetative growth and flowering of mango cv. Khiew Sawoey. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 291, 1996, p. 67-70.

AVALIAÇÃO DO ENRAIZAMENTO *IN VITRO* DE EXPLANTES DAS BANANEIRAS ‘PRATA ANÃ’ E ‘FHIA 01’ PROVENIENTES DE PLANTAS TRATADAS COM PACLOBUTRAZOL¹

Djalmary de Souza e Souza²; Dalmo Lopes de Siqueira³, Sérgio Yoshimitsu Motoike⁴; Paulo Roberto Cecon⁵; Luiz Carlos Chamhum Salomão⁶

Resumo

Com o objetivo de avaliar o enraizamento *in vitro* de explantes das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ provenientes de plantas tratadas com paclobutrazol (PBZ), conduziu-se este experimento no Laboratório de Cultura de Células e Tecidos Vegetais, Setor de Fruticultura, DFT/UFV. Utilizou-se esquema fatorial 2 x 5, correspondendo aos dois cultivares (‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’) e cinco doses de PBZ (0,0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g i.a.planta⁻¹), no delineamento inteiramente ao acaso, com número variável de repetições. Avaliou-se: porcentagem de enraizamento, número de raízes, comprimento da maior raiz, massa fresca e seca da raiz, e a relação massa da raiz:massa da parte aérea. Houve interação significativa para a porcentagem de enraizamento, onde observou-se valores mais baixos para o cultivar ‘Prata Anã’ (64,71%), em relação a ‘FHIA 01’ (95,83%), na maior dose. Não foi observado efeito das doses de PBZ sobre a porcentagem de enraizamento de explantes da ‘Prata Anã’, enquanto para ‘FHIA 01’ houve aumento linear do enraizamento com o aumento das doses, sendo que o maior valor encontrado foi de 95,18%. As demais características aumentaram linearmente com o aumento das doses de PBZ, para ambos cultivares.

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor

² Eng. Agrônoma, Mestranda em Fitotecnia, Dep. de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG Universidade Federal de Viçosa (UFV), e-mail: djalmmary@yahoo.com.br

³ D.Sc, Professor do Dep. de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, e-mail: siqueira@ufv.br

⁴ Ph.D, Professor do Dep. de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, e-mail: motoike@ufv.br

⁵ D.Sc, Professor do Dep. de Informática, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, E-mail: cecon@dpi.ufv.br

⁶ D.Sc, Professor do Dep. de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, E-mail: lsalomao@ufv.br

EVALUATION OF ROOTING *IN VITRO* OF EXPLANTS OF THE BANANA TREES 'PRATA ANÃ' AND 'FHIA 01' ORIGINATED FROM PLANTS TREATED WITH PACLOBUTRAZOL¹

Djalmary de Souza e Souza²; Dalmo Lopes de Siqueira³, Sérgio Yoshimitsu Motoike⁴; Paulo Roberto Cecon⁵; Luiz Carlos Chamhum Salomão⁶

Abstract:

With the objective of evaluating rooting *in vitro* of explants of the banana trees 'Prata Anã' and 'FHIA 01' originated from adult plants treated with paclobutrazol (PBZ), this experiment was conducted at the Laboratory of Tissue and Cells Culture, Pomology Section, DFT/UFV. Factorial outline 2 x 5 was used, corresponding to the two cultivars ('Prata Anã' and 'FHIA 01') and five doses of PBZ (0.0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 g i.a. plant⁻¹), arranged in an entirely random design, with different number of replicates. It was evaluated the percentage of rooting, number of roots, length of the largest root, fresh and dry mass of the roots, and mass of the roots:mass of the aerial part relation. There was significant interaction for the percentage of rooting, with lower values for the cultivar 'Prata Ana' (64.71%) compared to 'FHIA 01' (95.83%) for the higher dose of PBZ. It was not observed effect of the doses of PBZ about the percentage of rooting of the explants of the cultivar 'Prata Anã', while for 'FHIA 01' there was linear increase with the dose elevation, with the largest rooting value of 95.18%. The other characteristics there was linear increase with the increment of PBZ doses, for both cultivars.

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor

² Eng. Agrônoma, Mestranda em Fitotecnia, Dep. de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG Universidade Federal de Viçosa (UFV), e-mail: djalmmary@yahoo.com.br

³ Ds, Professor do Dep. de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, e-mail: siqueira@ufv.br

⁴ Ph.D, Professor do Dep. de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, e-mail: motoike@ufv.br

⁵ Ds, Professor do Dep. de Informática, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, E-mail: cecon@dpi.ufv.br

⁶ Ds, Professor do Dep. de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG, E-mail: lsalomao@ufv.br

Termos para indexação: *Musa* spp., micropropagação, reguladores de crescimento

Introdução

A bananeira (*Musa* spp.) propaga-se por sementes e por mudas, sendo mais usual e eficiente a propagação por muda (Alves et al., 2004). A utilização dessas mudas tem sido um dos grandes problemas da cultura, uma vez que pode servir de fonte de disseminação de pragas e doenças, principalmente de nematóides, de fusariose e de brocas, que podem comprometer seriamente a vida útil do pomar. Além disso, normalmente as mudas são retiradas de pomares comerciais, onde a ocorrência desses problemas é bastante comum (Nachtgal et al., 2005).

Para aproveitar ao máximo a potencialidade da bananeira de produzir gemas vegetativas, têm-se aplicado diversas metodologias para a propagação da cultura, cujo princípio fundamental é o de induzir a brotação de gemas e acelerar seu processo de desenvolvimento (Alves et al., 2004).

A micropropagação é um instrumento interessante para a produção de mudas frutíferas, já que a tendência da fruticultura moderna está voltada para os plantios adensados, que necessitam de grande número de mudas por área, e do uso de mudas certificadas (Schuch e Erig, 2005).

Em bananeiras, comparando-se os diferentes métodos de propagação vegetativa em relação ao número de mudas obtidas e ao tempo gasto na sua produção, verifica-se que a micropropagação é superior aos demais processos. As mudas apresentam uniformidade no desenvolvimento e na produção das plantas, que também

proporcionam colheitas superiores às das plantas oriundas de propagação convencional (Alves et al., 2004).

As Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Banana – NTEPIBanana foram aprovadas em acordo com a instrução normativa nº 001, de 20 de janeiro de 2005, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Essa instrução normativa estabelece a utilização de material de propagação isento de patógenos da bananeira, bem como a utilização de mudas micropropagadas (Brasil, 2005).

A condição fitossanitária da planta matriz é importante por que irá determinar a facilidade em descontaminar o explante durante o isolamento. Apesar de se realizar desinfestação dos explantes, diversos microrganismos de natureza endógena não são expostos aos agentes desinfestantes e devem ser controlados já na planta matriz (Grattapaglia e Machado, 1998).

As plantas matrizes devem ser mantidas em condições controladas, para impedir infecções por agentes patogênicos. Uma boa conservação é garantida mantendo essas plantas em casa de vegetação com telas à prova de insetos, impedindo as várias formas de transmissão de viroses, por meio de vetores (Bianchi e Fachinello, 2005).

Entretanto, nesses ambientes o crescimento excessivo dessas plantas pode provocar alguns problemas como o rompimento do filme plástico do teto. Alguns cultivares de banana podem atingir mais de 6 metros de altura, tornando para este tipo de cultivo um fator limitante (Gubbuk et al., 2004 e El Otmani et al., 1992). Em alguns cultivos a restrição no crescimento por alongamento pode ser obtida por aplicações de inibidores da síntese de giberelinas como o paclobutrazol (Taiz e Zeiger, 2004).

O paclobutrazol [(2RS,3RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)pentan-3-ol]) reduz a biossíntese de giberelinas pela inibição da oxidação de kaurene para ácido caurenóico, reduzindo o nível de divisão celular (Daziell e

Lawrence, 1984). Nos meios de cultura de plantas micropropagadas a giberelina, na forma de ácido giberélico (GA₃), pode ser útil para induzir alongamento de partes aéreas (Grattapaglia e Machado, 1998).

Comercialmente, para os cultivos em que a altura é uma desvantagem, os inibidores da biossíntese de giberelinas são usados para evitar o alongamento nessas plantas (Taiz e Zeiger, 2004). As plantas tratadas com paclobutrazol apresentam a folhagem com coloração verde-escura (intensa) e com maior conteúdo de clorofila, além de frutos com coloração mais intensa (Tongumpai, 1991). Seu efeito no cultivo *in vitro* é a redução no alongamento dos brotos e a promoção da taxa de multiplicação (Lorenzo, 1998).

Para o cultivo de bananeiras em ambiente protegido, a redução de porte pode ser conseguida com uso do paclobutrazol. No entanto, há a necessidade de estudos para observar se há implicações sobre a produção de mudas, pois não se conhece o efeito residual da aplicação deste produto em campo sobre micropropagação e como o uso deste produto pode afetar este processo. Este trabalho teve o objetivo de avaliar o enraizamento *in vitro* de explantes das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ provenientes de plantas tratadas com paclobutrazol.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultura de Células e Tecidos Vegetais, localizado no Setor de Fruticultura, Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Utilizou-se esquema fatorial 2 x 5, correspondendo aos dois cultivares (‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’) e cinco doses de PBZ (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 g i.a.planta⁻¹), no delineamento inteiramente ao acaso, com número variável de repetições.

Os tratamentos e seus respectivos números de repetições foram arranjados da seguinte forma: T1 – ‘Prata Anã’ + 0,0 g i.a.planta⁻¹ (14 repetições); T2 – ‘Prata Anã’ + 0,5 g i.a.planta⁻¹ (18 repetições); T3 – ‘Prata Anã’ + 1,0 g i.a.planta⁻¹ (29 repetições); T4 – ‘Prata Anã’ + 1,5 g i.a.planta⁻¹ (35 repetições); T5 – ‘Prata Anã’ + 2,0 g i.a.planta⁻¹ (17 repetições); T6 – ‘FHIA 01’ + 0,0 g i.a.planta⁻¹ (8 repetições); T7 – ‘FHIA 01’ + 0,5 g i.a.planta⁻¹ (14 repetições); T8 – ‘FHIA 01’ + 1,0 g i.a.planta⁻¹ (18 repetições); T9 – ‘FHIA 01’ + 1,5 g i.a.planta⁻¹ (31 repetições) e T10 – ‘FHIA 01’ + 2,0 g i.a.planta⁻¹ (24 repetições).

Os ápices caulinares foram retirados de mudas de plantas, cultivadas em experimento localizado no Setor de Fruticultura da UFV. Nesse experimento, a aplicação do PBZ foi realizada quando as plantas estavam com altura média de 75 cm, em março de 2006. O PBZ foi aplicado via solo, com umidade próxima à capacidade de campo, ao redor do pseudocaule a distância média de 25 cm. As mudas foram retiradas em outubro de 2006.

Os ápices caulinares foram retirados das mudas, lavados com detergente e colocados em água destilada, desbastados até ficarem com 3 cm de altura, colocados em solução com fungicida (Cercobin 700) a 2,5 % por 10 minutos e lavados por três vezes com água destilada e autoclavada. Os explantes foram desinfestados com álcool etílico 92,8° por um minuto, sob agitação e lavados por três vezes com água destilada e autoclavada. Em seguida, colocados em solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e submetidos a agitação por 30 minutos, em agitador magnético. Após esse processo, os explantes foram levados para a câmara de fluxo laminar, lavados com água destilada e autoclavada por três vezes.

Durante a fase de estabilização, os explantes foram cultivados em meio de cultura Murashige e Skoog (MS) (Murashige e Skoog, 1962) suplementado com 100

mg.L⁻¹ de myo-inositol, 2 mg.L⁻¹ de glicina, 30 mg.L⁻¹ de sacarose, 100 mg.L⁻¹ de ácido cítrico, 0,1 mg.L⁻¹ de tiamina-HCl, 0,5 mg.L⁻¹ de ácido nicotínico, 0,5 mg.L⁻¹ de piridoxina-HCl, 7 g.L⁻¹ de ágar, pH ajustado para 5,7 ± 0,1. Os meios foram previamente preparados e esterilizados em autoclave à temperatura de 121 °C e pressão de 1,05 Kgf.cm⁻² por 20 minutos.

Os explantes foram inoculados, individualmente, em tubos de ensaio com dimensões de 25 x 150 mm, contendo 10 mL de meio de estabilização. Os explantes permaneceram durante 7 dias no escuro e 23 dias em luz. O ambiente de cultura, para todas as fases, consistiu em lâmpada do tipo fluorescente 40 W, com intensidade luminosa de aproximadamente 52 μmol.m⁻².s⁻¹, fotoperíodo de 16 h de luz e 8 h de escuro e temperatura (dia/noite) de 27 °C.

Durante a fase de multiplicação, que teve duração de 28 dias, os explantes foram cultivados em meio MS, com a mesma composição do meio para estabilização, acrescido de 7 mg.L⁻¹ de BAP. Os explantes foram cultivados em frascos contendo 30 mL de meio de multiplicação, colocando-se quatro a cinco explantes por frasco. Nessa fase, realizou-se um subcultivo. Os explantes que alcançaram altura maior ou igual a 1 cm foram submetidos à fase de alongamento e enraizamento. Esta fase teve duração de 23 dias. Nesta etapa, os explantes foram cultivados em meio MS, com composição igual ao meio para estabilização, acrescido de 1,0 mg.L⁻¹ de 6-benzilaminopurina (BAP) e 1,0 mg.L⁻¹ de ácido naftalenoacético (ANA). Os explantes foram inoculados individualmente em tubos de ensaio com dimensões de 25 x 150 mm, contendo 10 mL de meio de enraizamento.

Ao final dessa fase avaliou-se:

- Número de raízes: contagem do total do número de raízes por explante;
- Comprimento da maior raiz (mm): medida com a utilização de régua;

- Massa fresca da raiz (g): pesagem de todas as raízes de um explante;
- Massa seca da raiz (g): pesagem após secas em estufa a temperatura de 70 °C até obtenção de massa constante;
- Relação massa da raiz:massa da parte aérea: obtida pela razão entre a massa fresca da raiz e a massa fresca da parte aérea.
- Porcentagem de enraizamento: número de explantes que emitiram raízes entre o total de explantes, em porcentagem.

Para as avaliações do número de raízes, comprimento da maior raiz, massas fresca e seca das raízes considerou-se apenas os explantes enraizados.

Os dados foram submetidos a análises de variância e de regressão. Para o fator cultivar, as médias foram comparadas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Para o fator dose os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t”, adotando-se o nível de 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no fenômeno em estudo. As análises dos dados foram realizadas usando o *software* estatístico SAEG (Sistema para Análises Estatísticas).

Resultados e Discussão

Para o fator dose, houve efeito significativo para as variáveis comprimento da raiz e relação massa da raiz:massa da parte aérea. Para o fator cultivar e para a interação entre os fatores dose x cultivar não foi observado efeito significativo para as variáveis número de raízes, comprimento da maior raiz, massa fresca da raiz e massa seca da raiz. Entretanto, para a porcentagem de enraizamento houve efeito significativo tanto para o fator cultivar, quanto para a interação entre dose x cultivar (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância das variáveis: número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CR), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da raiz (MSR), relação massa da raiz:massa da parte aérea (RMR:MPA) e porcentagem de enraizamento (PE).

FV	GL	Quadrados Médios					GL	QM
		NR	CR	MFR	MSR	RMR:MPA		PE
Dose	4	27,6192 ^{ns}	12,7095 ^{**}	0,03392 ^{ns}	0,00008917 ^{ns}	0,06922 ^{**}	4	682,6914 ^{ns}
Cultivar	1	39,8882 ^{ns}	0,6357 ^{ns}	0,0009227 ^{ns}	0,00000003824 ^{ns}	0,00050 ^{ns}	1	4211,431 [*]
D x C	4	20,9147 ^{ns}	3,4226 ^{ns}	0,02185 ^{ns}	0,00009275 ^{ns}	0,01567 ^{ns}	4	4230,684 [*]
Resíduo	163	12,6889	2,8685	0,02335	0,00003934	0,00925	198	1309,864
CV (%)		68,16	58,41	120,73	93,78	56,61		43,51

^{**} F significativo a 1%

^{*} F significativo a 5%

^{ns} não significativo a 5%

Os cultivares não diferiram entre si, quanto a porcentagem de enraizamento dos explantes, para os tratamentos com doses baixas de PBZ, até 1,5 g i.a.planta⁻¹ (Tabela 2). A porcentagem de enraizamento dos explantes provenientes de plantas tratadas com 2,0 g i.a.planta⁻¹ de PBZ do cultivar ‘FHIA 01’ (95,83%) foi maior que os explantes do cultivar ‘Prata Anã’ (64,71%).

Tabela 2. Valores médios da porcentagem de enraizamento (PE), em função das doses de PBZ e dos cultivares ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’.

Doses de PBZ (g i.a.planta ⁻¹)	PE (%)	
	‘Prata Anã’	‘FHIA 01’
0,0	78,57a	50,00a
0,5	88,89a	71,43a
1,0	75,86a	77,78a
1,5	97,14a	90,32a
2,0	64,71b	95,83a

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

As análises de regressão foram significativas para as variáveis analisadas, com exceção da relação entre a massa da raiz:massa da parte aérea, a 5% de probabilidade pelo teste “t”, observando-se as diferenças entre as doses estudadas.

O número de raízes dos explantes (Figura 1) aumentou linearmente em resposta ao aumento das doses de PBZ. Esses resultados também foram observados para o comprimento da maior raiz (Figura 2), massa fresca das raízes (Figura 3) e massa seca das raízes (Figura 4). Para todas essas características houve promoção do aumento dos valores, quando submetidas a doses crescentes de PBZ.

Para a porcentagem de enraizamento dos explantes do cultivar ‘FHIA 01’ houve aumento linear com o aumento das doses de PBZ (Figura 5). Para esse cultivar, o tratamento com a dose de 0,0 g i.a.planta⁻¹ promoveu 54,69% de enraizamento,

enquanto que nos explantes das plantas submetidas à maior dose observou-se 95,18% de enraizamento. Não foi observado efeito das doses de PBZ sobre a porcentagem de enraizamento dos explantes do cultivar ‘Prata Anã’.

Esses resultados são oriundos da avaliação do enraizamento *in vitro*, após o primeiro subcultivo dos cultivares ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’. Os efeitos residuais da aplicação em campo do PBZ, para o enraizamento desses explantes, bem como para outras características, necessitam de estudos complementares para a compreensão da ocorrência, duração e a persistência desses efeitos ao longo das etapas do processo de micropropagação.

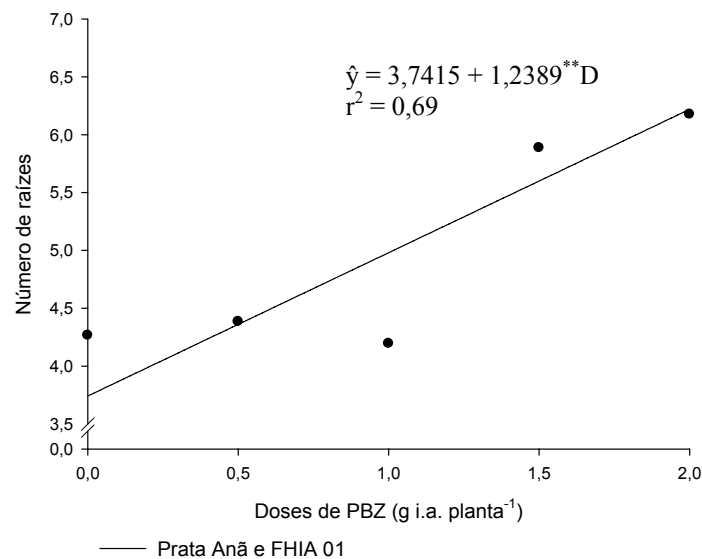


Figura 1. Estimativa do número de raízes dos explantes das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ provenientes de plantas tratadas com diferentes doses de PBZ.

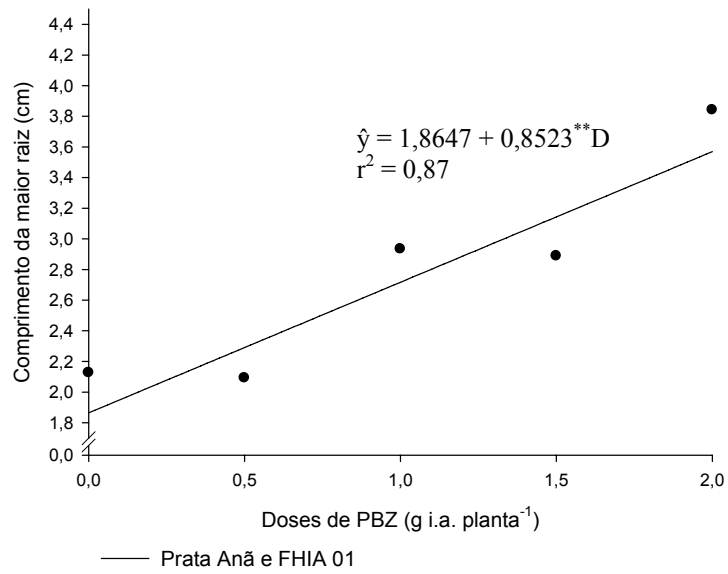


Figura 2. Estimativa do comprimento da maior raiz dos explantes das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ provenientes de plantas tratadas com diferentes doses de PBZ.

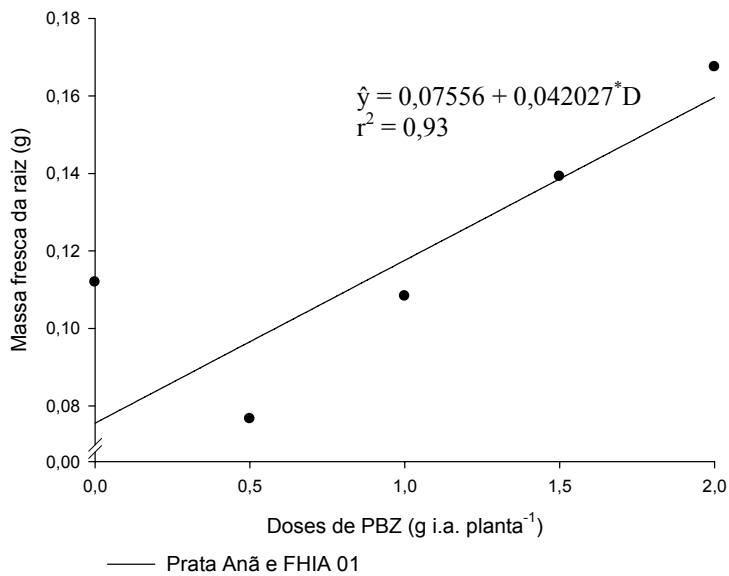


Figura 3. Estimativa da massa fresca da raiz dos explantes das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ provenientes de plantas tratadas com diferentes doses de PBZ.

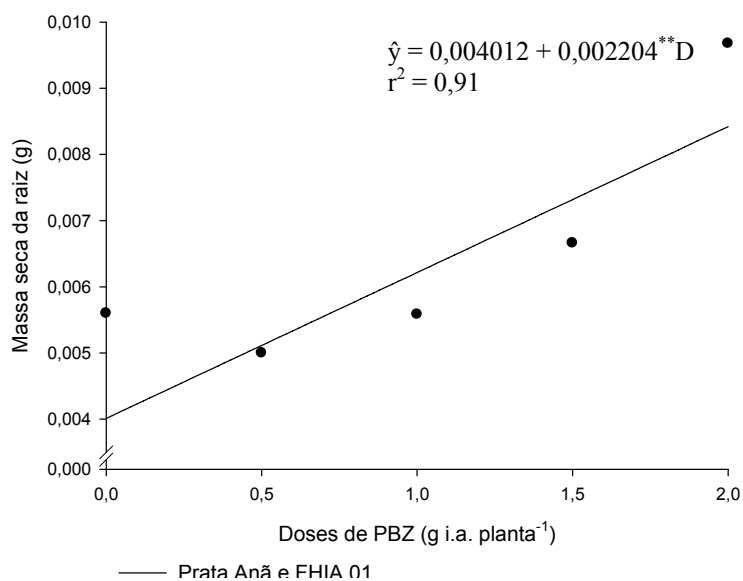


Figura 4. Estimativa da massa seca da raiz dos explantes das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ provenientes de plantas tratadas com diferentes doses de PBZ.

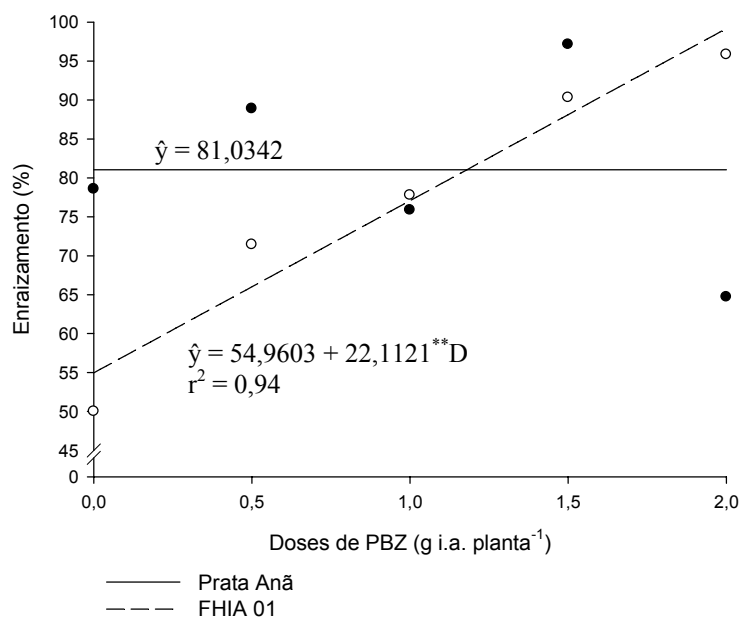


Figura 5. Estimativa da porcentagem de enraizamento dos explantes das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ provenientes de plantas tratadas com diferentes doses de PBZ.

Apesar da escassez de estudos dessa natureza, alguns dos resultados observados estão em acordo com experimentos realizados com aplicação de PBZ e outros retardantes de crescimento no meio de cultura, para bananeira e outras culturas. Esses resultados confirmam a tendência de incremento nas respostas dessas características com doses adicionais desse produto (Valle e Almeida, 1991; Barros et al., 2002; Canto et al., 2004; Chaney, 2004).

O sistema radicular mais desenvolvido em explantes é considerado benéfico, uma vez que é importante para a posterior aclimação das plantas (Canto et al., 2004).

Avaliações do efeito do paclobutrazol na micropropagação massal de gemas axilares de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) indicaram que o tratamento com 0,5 mg.L⁻¹ de PBZ no meio de cultura possibilitou desenvolvimento radicular. O uso do PBZ em menores concentrações não foi eficiente para a iniciação de raízes (Barros et al., 2002).

Estudos sobre a conservação *in vitro* de germoplasma de abacaxi híbrido PE x SC-60 tratado com paclobutrazol, quanto à relação massa da raiz:massa da parte aérea, mostraram que nos tratamentos com 0,5 mg.L⁻¹ e 1,0 mg.L⁻¹, houve maior formação de raízes em detrimento da parte aérea, indicando que o PBZ contribuiu para alterar o particionamento de carbono entre a raiz e a parte aérea (Canto et al., 2004).

Resultados semelhantes também foram observados na avaliação do efeito retardante do paclobutrazol aplicado em diferentes estágios de crescimento de plântulas de cacau (*Theobroma cacao* L.), havendo maior partição de assimilados para raiz do que para a parte aérea, na maioria das combinações avaliadas (Valle e Almeida, 1991). No presente trabalho esse resultado não foi observado.

O uso *in vitro* de triazóis como triadimefon, para avaliar o efeito no crescimento e aclimação de bananeiras, indicou que o número de raízes produzidas foi

influenciado significativamente pela concentração usada. O maior número de raízes foi produzido em plântulas crescendo em meio suplementado com $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$ de triadimefon (Muralli e Duncan, 1995).

Estudos de características morfológicas de bananeira ‘Grande Naine’, após multiplicação *in vitro*, com uso de retardantes de crescimento como ancymidol ($9,75 \mu\text{M}$) e paclobutrazol ($8,5 \mu\text{M}$) no meio de cultura, constataram que o uso do PBZ no meio de cultura de multiplicação de bananeiras não causou efeito residual no estágio de alongamento-enraizamento e não induziu variação no estágio de aclimatação das bananeiras, desenvolvendo rápida adaptação às condições *ex vitro* (Albany et al., 2005).

Os efeitos do paclobutrazol no crescimento de raízes ainda não foram claramente definidos e explicados. Porém, na maioria dos casos, as respostas em plantas tratadas é um incremento na taxa de crescimento de raízes. Ainda não está claro se essas respostas observadas são um efeito direto do paclobutrazol no crescimento de raízes ou um efeito indireto resultante da alteração no crescimento da parte aérea e uma mudança na alocação de carboidratos para a raiz (Chaney, 2004).

Conclusões

Não houve efeito das doses de PBZ sobre a porcentagem de enraizamento dos explantes da cultivar ‘Prata Anã’, enquanto para ‘FHIA 01’ houve aumento linear do enraizamento com o aumento das doses, sendo que o maior valor encontrado foi de 95,18%.

Elevação nas doses de paclobutrazol causaram aumentos lineares no número de raízes, comprimento da maior raiz, massa fresca e seca da raiz.

Referências Bibliográficas

- ALBANY, N. R.; VILCHEZ, J. A.; GARCIA, L.; JIMÉNEZ, E. Comparative study of parameters of Grand Nain banana (*Musa AAA*) after *in vitro* multiplication with growth retardants. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v. 83, 2005, p. 357-361.
- ALVES, E. J.; LIMA, M. B.; SANTOS-SEREJO, A. S.; TRINDADE, A. V. Propagação. In: BORGES, A. L.; SILVA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, p. 59-86.
- BARROS, Z. J.; RODRIGUES, E. F.; AZAR, G. S. Efeito do paclobutrazol (PBZ) na micropropagação massal de gemas axilares de abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill). In: XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2002. Belém. **Anais**. Belém-PA, 2002, 322 p.
- BIANCHI, V. J.; FACHINELLO, J. C. Certificação genético-sanitária de mudas. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de Plantas Frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p. 175-203.
- BRASIL. Instrução Normativa Nº. 001 de 20 de janeiro de 2005. **Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Banana**. 2005. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em março 2007.
- CANTO, A. M. M. E.; SOUZA, F. V. D.; COSTA, M. A. C.; SOUZA, A. S., LEDO, C. A. S.; CABRAL, J. R. S. Conservação *in vitro* de germoplasma de abacaxi tratado com paclobutrazol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 7, julho 2004, p. 717-720.
- CHANEY, W. R. **Paclobutrazol: More Than Just a Growth Retardant**. Presented at Pro-Hort Conference, Peoria, Illinois, 2004, 5 p.
- DAZIEL, J.; LAWRENCE, D. K. Biochemical and biological effects of kaurene oxidase inhibitors, such as paclobutrazol. **British Plant Growth Regulators Group Monograph**, v. 4, 1984, p. 1-14.

- EL OTMANI, M.; JABRI, K.; SEDKI, M. Paclobutrazol effect on development of greenhouse-growth banana: 2-year assessments. **Acta Horticulturae**, v. 296, 1992, p. 89-96.
- GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa – SPI/Embrapa – CNPH, 1998, p. 183-260.
- GUBBUK, H.; PEKMEZCI, M.; ERKAN, M. Production potential of Cavendish cultivars (*Musa* spp. AAA) under greenhouse and field conditions in subtropical areas of Turkey. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v. 54, n. 4, 2004, p. 249-253.
- LORENZO, J.C. Sugar come shoot formation in improired temporary immersion system. **Planta Cel Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, n. 54, 1998, p. 197-200.
- MURALLI, T. P.; DUNCAN, E. J. The effects of in vitro hardening using triazoles on growth and acclimatization of banana. **Scientia Horticulturae**, v. 64, 1995, p. 243-251.
- MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiology Plantarum**, v. 15, 1962, p. 473-497.
- NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; HOFFMAN, A. Propagação vegetativa por estruturas especializadas. IN: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de Plantas Frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2005, p. 150-154.
- SCHUCH, M. W.; ERIG A. C. Micropropagação de Plantas Frutíferas. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de Plantas Frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2005, p. 155-173.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3 ed, Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.
- TONGUMPAI, P.; JUTAMANEE, K.; SETHPATHPAKDI, R.; SUNHADRBADHU, S. Variation in level of giberellin-like substances during vegetative growth and flowering of mango cv. Khiew Sawoey. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 291, 1996, p. 67-70.
- VALLE, R. R.; ALMEIDA, A. A. F. Growth reduction effects of paclobutrazol applied at different cacao seedling stages. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, novembro-dezembro 1991, p. 1911-1917.

CONCLUSÕES GERAIS

A altura da parte aérea foi reduzida a partir da dose de 1,13 g i.a. planta⁻¹ de PBZ para ambos cultivares. O diâmetro da parte aérea não foi alterado com aumento das doses, mas observou-se diâmetros de pseudocaules maiores no cultivar ‘Prata Anã’.

O número de folhas, as massas fresca e seca não foram alterados entre as diferentes doses, nem entre os cultivares. A intensidade da cor verde aumentou linearmente em resposta ao aumento das doses de PBZ, para ambos cultivares.

A partir da dose de 1,07 g de i.a. planta⁻¹ de PBZ a taxa de brotação da ‘Prata Anã’ foi inibida, enquanto a da ‘FHIA 01’ foi estimulada a partir de 0,85 g de i.a. planta⁻¹.

Doses crescentes de paclobutrazol causaram aumentos lineares no número de raízes, comprimento da maior raiz, massa fresca e seca da raiz houve resposta linear positiva com o aumento das doses de PBZ, para ambos cultivares.

A aplicação de PBZ nas plantas cultivadas no campo não causou prejuízos ao desenvolvimento *in vitro* dos explantes obtidos a partir dos ápices caulinares retirados dessas plantas. A prática da aplicação do PBZ para reduzir o porte de banana pode ser indicado sem que haja efeitos negativos para a micropropagação dos explantes provenientes de plantas tratadas com paclobutrazol.