

DESENVOLVIMENTO DE BANANEIRAS CULTIVADAS EM AMBIENTE PROTEGIDO SOB EFEITO DO PACLOBUTRAZOL APLICADO NAS FOLHAS¹

EMANUEL MAIA², DALMO LOPES DE SIQUEIRA³, LUIZ CARLOS CHAMHUM SALOMÃO⁴,
LUIZ ALEXANDRE PETERNELLI⁵, MARÍLIA CONTIN VENTRELLA⁶, RITHIELY PASCHOA QUEIROZ CAVATTE⁷

RESUMO - Com o objetivo avaliar os efeitos do paclobutrazol aplicado via foliar sobre o desenvolvimento de bananeiras cultivadas em ambiente protegido, durante o primeiro ciclo de produção, foi instalado um experimento seguindo o esquema fatorial, com cinco doses do produto (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g de i.a. planta⁻¹), combinados com duas cultivares, 'Prata-Anã' e 'FHIA 01'. O paclobutrazol não influenciou em características como o número de dias do plantio ao florescimento e área foliar total. Contudo houve uma redução do número de perfilhos produzidos por planta, da circunferência do pseudocaule e uma redução média de 20% da altura do pseudocaule. **Termos para indexação:** *Musa* spp., regulador crescimento, perfilhos, análise de crescimento.

DEVELOPMENT OF BANANA PLANTS CULTIVATED IN A PROTECTED ENVIRONMENT UNDER THE EFFECT OF PACLOBUTRAZOL APPLIED TO THE LEAVES

ABSTRACT - An experiment was carried out following the factorial scheme using five paclobutrazol doses (0; 0.5; 1.0; 1.5; and 2.0 g of a.i. plant⁻¹), and two cultivars, 'Prata Anã' and 'FHIA 01' to evaluate the effects of the product applied to the leaves on the development of banana plants cultivated in a protected environment, during the first production cycle. Paclobutrazol did not influence the number of days from planting to flowering and the total foliar area. However, there was a reduction in the number of suckers produced by the plant and in pseudostem circumference, as well as a mean reduction of 20% in pseudostem height.

Index terms: *Musa* spp., growth regulator, suckers, growth analysis.

INTRODUÇÃO

A bananeira é cultivada em quase todo o território brasileiro, entretanto, em algumas situações, podem ocorrer restrições climáticas ou fitossanitárias ao seu cultivo (Alves, 1999). Assim, o uso do ambiente protegido poderia ser utilizado como uma estratégia de cultivo nestes ambientes menos favoráveis. Foi observado, numa comparação do cultivo de bananeiras a céu aberto e em ambiente protegido, que este último apresenta um acréscimo na produção que varia entre 18 a 28% (Gubbuk et al., 2004). Além desse fato, o cultivo de bananeiras em ambiente protegido possui importância na micropropagação da cultura, pois esse pode ser utilizado como meio de reduzir a probabilidade de contaminação das plantas-matrizes.

Um problema observado em bananeiras cultivadas sob ambiente protegido é o crescimento excessivo do pseudocaule, que alcança mais de seis metros para algumas cultivares, e desse modo pode provocar o rompimento do filme plástico de revestimento do teto, tornando-se dessa forma um fator limitante (El Otmani et al., 1992; Gubbuk et al., 2004). Portanto, a utilização

de reguladores de crescimento, como o paclobutrazol (PBZ), poderia oferecer uma saída para esse tipo de cultivo.

As principais respostas observadas nas plantas após a aplicação do PBZ são: reduções do comprimento das novas brotações, intensificação da cor verde, aumento no conteúdo de clorofila, redução da área foliar, aumento no número de estômatos por unidade de área foliar, entre outros (Murali & Duncan, 1995; Khurshid et al., 1997; Yim et al., 1997; Mouco & Albuquerque, 2005). Em bananeiras 'Grand Naine' cultivadas em ambiente protegido, foi observado redução do crescimento das plantas e da área foliar e aumento da concentração de clorofila, entretanto sem causar alterações na duração do ciclo e na produtividade durante o primeiro ciclo de produção (El Otmani et al., 1992).

Considerando as questões anteriormente relatadas, como o potencial de cultivo de bananeira em ambiente protegido e a eficiência do PBZ em reduzir o porte da planta, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos do paclobutrazol aplicado via foliar sobre características do desenvolvimento de bananeiras, 'Prata-Anã' e 'FHIA 01', cultivadas em ambiente protegido, no primeiro ciclo de produção.

¹(Trabalho 248-07). Recebido em: 19-10-2007. Aceito para publicação em: 31-10-2008.

²Doutorando em Fitotecnia – Bolsista CNPq, Dep. Fitotecnia, Setor de Fruticultura - UFV, CEP 36570-000, Viçosa-MG, Brasil. E-mail: emanuelfms@gmail.com

³D.Sc, Prof., Dep. Fitotecnia - UFV, E-mail: siqueira@ufv.br

⁴D.Sc, Prof., Dep. Fitotecnia - UFV, E-mail: lsalomao@ufv.br

⁵Ph.D, Prof., Dep. Informática - UFV, E-mail: peterneli@ufv.br

⁶D.Sc, Prof., Dep. Biologia Vegetal - UFV, E-mail: ventrella@ufv.br

⁷Doutoranda em Fisiologia Vegetal, Dep. Biologia Vegetal - UFV, E-mail: rithi.pqc@hotmail.com

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG, situado na região da Zona da Mata Mineira, com as seguintes coordenadas geográficas: latitude de 20° 45' 20" S, longitude de 42° 52' 40" W, a 651 metros de altitude em relação ao nível do mar. O experimento foi conduzido no período entre janeiro de 2006 e fevereiro de 2007. Os tratamentos utilizados foram cinco doses de paclobutrazol (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g de i.a. planta⁻¹) combinadas com duas cultivares de bananeira ('Prata-Anã' e 'FHIA 01').

A escolha do cv. Prata -Anã (AAB) foi baseada no fato de ser uma das cultivares com maior área plantada no Brasil e possuir grande aceitação no mercado interno (Leonel et al., 2004), além de pertencer ao subgrupo 'Prata', responsável por aproximadamente 60% da área cultivada no Brasil (Silva et al., 2002). A cv. tetraplóide FHIA 01 (AAAB) foi selecionada por apresentar características semelhantes à cv. 'Prata-Anã' e por ser resistente à Sigatoka-Negra e outras doenças importantes, como o Mal-do-Panamá (Alves, 1999). As mudas utilizadas para a implantação do experimento foram provenientes de micropropagação realizada no Laboratório de Cultura de Células e Tecidos Vegetais do Departamento de Fitotecnia da UFV.

O experimento foi instalado em ambiente protegido (estufa para matrizes com paredes laterais de telado anti-afídeos coberta com filme plástico), em seis de janeiro de 2006. Foi adotado o arranjo fatorial em blocos completos casualizados, com quatro repetições e uma planta como unidade experimental, num espaçamento de 1,5 x 1,0 m. A utilização de blocos foi devido à heterogeneidade da altura das mudas, que foram agrupadas em classes de alturas semelhantes. A aplicação do paclobutrazol (PACHLOBUTRAZOL 100 CE, 10% i.a., WISER) ocorreu quando as plantas estavam com uma altura média de 50 cm, considerando a distância entre o solo e a segunda folha da roseta foliar, em 11 de março de 2006. O PBZ foi aplicado na superfície foliar, utilizando um volume previamente estabelecido para proporcionar o completo molhamento da planta. As plantas foram irrigadas por microaspersão durante todo o período. Os tratamentos culturais seguiram as recomendações propostas por Alves (1999).

As avaliações periódicas foram: altura do pseudocaule (cm), medida do solo até a segunda folha da roseta foliar; circunferência do pseudocaule (cm), medida a 0,30 m de altura da superfície do solo; número de folhas totalmente expandidas existentes na planta no momento da avaliação, e a área foliar, utilizando o método não-destrutivo proposto por Turner (2003). Essas avaliações ocorreram entre 13-01-2006 e 13-02-2007. Trimestralmente, foram realizados desbastes (remoção de perfilhos) e a retirada das folhas mortas. Nessa operação, avaliou-se o número de perfilhos, considerando o número total de perfilhos produzidos por plantas após a aplicação do PBZ, como unidade experimental. Foram avaliadas a altura das plantas (cm), medida da superfície do solo ao ponto de inserção do engaço, e o número de dias entre o plantio e a emissão do engaço (ciclo). Essas avaliações ocorreram por ocasião da emissão da inflorescência.

Para realizar a análise de variância, foram empregadas duas decomposições das fontes de variação. Para os dados que foram submetidos à coleta periódica, utilizou-se o esquema de parcelas subdivididas no tempo, com o esquema fatorial empregado para instalar o experimento nas parcelas. Para as demais variáveis, a decomposição da variação foi a usual para esquema fatorial. Quando necessário, empregou-se análise de regressão para estudar as variáveis. A escolha dos modelos levou em consideração os seguintes critérios: menor valor de AIC (*Akaike information criterion*), significância dos parâmetros e maior coeficiente de determinação (R^2).

Para descrever o crescimento das plantas ao longo dos meses, utilizou-se o modelo logístico $Y_i = a/(1 + be^{-kti})$; onde: Y_i representa o crescimento observado no tempo t_i ; t_i , o tempo decorrido do transplantio até a aferição da altura do pseudocaule, em meses; a , a altura assintótica; b , parâmetro de escala, sem interpretação biológica; k , a taxa de crescimento. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do *software* estatístico R (R Core Team, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo para a interação "dose" x "cultivares" em nenhuma das variáveis consideradas (Tabela 1). As cultivares não apresentaram diferenças para as variáveis número de dias do plantio ao florescimento, circunferência do pseudocaule, área foliar total, altura do pseudocaule, altura da planta e número de perfilhos (Tabela 1). Todavia, diferiram para a área foliar da folha mais nova, relação comprimento/largura do limbo, e número de folhas, com valores maiores para a cultivar FHIA 01.

O paclobutrazol não apresentou efeito sobre o número de dias do plantio ao florescimento. El Otmani et al. (1992) verificaram que doses variando entre 0 e 1,0 g de i.a. de PBZ não modificaram o número de dias do plantio ao florescimento em bananeiras 'Grande Naine' cultivadas em ambiente protegido no Marrocos, e Bañón et al. (2002) não encontram diferenças no ciclo de cravos (*Dianthus caryophyllus* L.) quando o paclobutrazol foi aplicado via foliar; todavia, quando aplicado via solo, foi constatado que houve aumento da duração do ciclo nas doses mais elevadas do produto.

As doses de paclobutrazol não influenciaram na área foliar total e no número de folhas. Esses resultados discordam dos encontrados por El Otmani et al. (1992), que verificaram redução da área foliar total de bananeiras 'Grande Naine' com doses a partir de 0,5 g de i.a. de PBZ planta⁻¹. Por outro lado, Yim et al. (1997), trabalhando com arroz, verificaram que o PBZ proporcionou aumento no número de folhas por *seedling*, redução nas dimensões das folhas; todavia, sem causar modificações na área foliar, o que confirma os resultados encontrados neste trabalho.

Os valores da área foliar da folha mais nova totalmente expandida e da circunferência do pseudocaule foram maiores para as plantas-controle (0,0 g de i.a. de PBZ planta⁻¹) do que para as plantas que receberam as demais doses de PBZ (Tabela 2). Com acréscimos nas doses de paclobutrazol, verificaram-se

reduções nos valores da relação comprimento/largura do limbo foliar, que indica que o PBZ modificou as dimensões do limbo foliar das bananeiras 'Prata-Anã' e 'FHIA 01', como também observado por Yim et al. (1997) em arroz.

Os acréscimos nas doses de PBZ estão mostrando pela Tabela 3 e Figura 1 reduções na altura do pseudocaule (a) e na taxa média de crescimento (k), simultaneamente. Os três grupos formados são, portanto: maior altura e maior taxa de crescimento (controle); menor altura e menor taxa de crescimento (maior dose de PBZ); resultados intermediários (demais doses de PBZ).

Avaliando-se as Figuras 1 e 2, observa-se que o PBZ, nas doses empregadas, proporcionou menor crescimento do pseudocaule, resultando em menor altura das plantas no final do ciclo. A redução percentual sobre a altura das plantas encontrada entre o controle (0,0 g de i.a. de PBZ planta⁻¹) e a dose de 2,0 g de i.a. de PBZ planta⁻¹ foi de aproximadamente 25%, com uma redução média, considerando todas as doses, de aproximadamente 20%. Esses resultados indicam que houve redução nos níveis endógenos de giberelinas, que são responsáveis pelo alongamento desse órgão (Fernández, 1995; Winkler & Helentjaris, 1995).

Por ter sido observada visualmente uma relação entre a altura do pseudocaule no momento da aplicação e o efeito do PBZ sobre o crescimento das plantas, procurou-se avaliar mais cuidadosamente essa situação. A Figura 3 apresenta a altura média das plantas nos blocos antes da aplicação e no final do período de avaliação (após a aplicação do produto). Observa-se que as plantas do bloco 1 apresentaram a menor altura do pseudocaule antes da aplicação e no final do período de avaliação,

enquanto as plantas do bloco 4 apresentam, em média, a maior altura. A análise da regressão entre a altura do pseudocaule no momento da aplicação do PBZ, em função do acréscimo de altura do pseudocaule após a aplicação do produto, apresentou coeficiente de regressão positivo e significativo ($p=0,0301$). Esse resultado é um indicativo de que o efeito inibidor do PBZ foi menor quando as plantas se encontravam com maior altura no momento da aplicação, o que poderia ser explicado por um efeito de diluição na massa total da planta ou por alguma questão associada aos sítios de ação do produto (menor atividade e/ou menor sensibilidade). Os resultados encontrados concordam com os de Bandara et al. (1998), que ao avaliar o efeito da época de aplicação do PBZ, em batatas cultivadas em vaso, observaram que o efeito do PBZ aplicado nos estágios iniciais foi maior do que o aplicado em estágios mais avançados da cultura.

Acrescimos nas doses de PBZ proporcionaram redução exponencial no número de perfilhos emitidos pela planta ao longo do ciclo (Figura 4). Contrariamente à produção de frutos, a redução no número de perfilhos pode ser prejudicial ao cultivo que objetiva a micropropagação, uma vez que reduziria o número de explantes produzidos por planta. Hamid & Willians (1997), estudando o comportamento de *Swainsona formosa* (G. Don) J. Thompson sob o efeito de diferentes reguladores de crescimento, verificaram que, com a aplicação de PBZ, houve aumento no número de brotações laterais, que, todavia, se reduziam em níveis mais elevados do PBZ (doses acima de duas vezes a que produziu maior número de brotações laterais), que divergem com os resultados encontrados no presente trabalho.

TABELA 1- Valores de probabilidade do teste F da análise de variância (p), coeficiente de variação (CV) e média por cultivar para as variáveis: número de dias do plantio ao florescimento (NDF), circunferência do pseudocaule (CP), área foliar total (AFT), área foliar da folha mais nova totalmente expandida (AFN), relação comprimento/largura do limbo foliar (RCL), número de folhas (NF), altura do pseudocaule (ALP), altura da planta (ALT) e número de perfilhos (NP)

Variáveis	p			CV (%)	Média ⁽¹⁾	
	Cultivares	Dose	Interação Dose x Cultivar		Prata-Anã	FHIA 01
NDF (dias)	0,530	0,174	0,617	8,12	317,19 a	314,07 a
CP (cm)	0,782	0,087	0,676	11,65	70,58 a	71,45 a
AFT (cm ²)	0,405	0,217	0,683	19,48	37369,55 a	35669,25 a
AFN (cm ²)	0,050	0,058	0,637	13,34	5982,14 b	6496,77 a
RCL	<0,001	0,020	0,558	7,16	2,25 b	2,68 a
NF	0,056	0,937	0,451	14,37	12,90 b	14,01 a
ALP (cm)	0,774	<0,001	0,702	11,32	122,68 a	122,75 a
ALT (cm)	0,165	0,004	0,889	13,29	198,21 a	210,95 a
NP	0,451	<0,001	0,283	33,09	6,00 a	6,51 a

⁽¹⁾ Pares de médias seguidos por uma mesma letra nas linhas não diferem pelo teste F, ao nível de 6% de probabilidade.

TABELA 2- Valores médios na época da emissão da inflorescência para a circunferência do pseudocaule (CP), área foliar da folha mais nova (AFN), relação comprimento/largura do limbo foliar (RCL) e altura do pseudocaule (ALP) em função das doses de paclobutrazol (PBZ) aplicado nas folhas de bananeiras 'Prata-Anã' e 'FHIA 01'.

Variáveis	Doses de PBZ (g de i.a. planta ⁻¹)					C [^]
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
CP	78,0	69,7	69,8	71,5	65,23	35,6**
AFN	6771,7	6234,8	6246,2	6347,1	5542,4	2716,2**
RCL	2,64	2,4	2,5	2,4	2,3	0,9**
ALP ⁽¹⁾	146,7	123,0	119,8	112,8	109,7	121,8**

C: contraste entre doses 0,0 g de i.a. de PBZ (controle) e os demais níveis de PBZ. **Significativo pelo teste de Scheffé, ao nível de 1% de probabilidade.

⁽¹⁾: 15 dias após a aplicação do PBZ.

TABELA 3- Parâmetros estimados para curvas logísticas e coeficiente de determinação (R^2) para descrever a altura do pseudocaule de bananeiras 'Prata-Anã' e 'FHIA 01' sob diferentes doses de paclobutrazol aplicado nas folhas

Doses (g de i.a. PBZ planta ⁻¹)	Parâmetros do Modelo Logístico			R^2
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>k</i>	
0,0	154,554	7978,493	4,158	0,9864
0,5	126,296	221,021	2,571	0,9876
1,0	124,719	289,245	2,758	0,9696
1,5	122,548	2683,797	3,809	0,9636
2,0	111,290	54,457	1,974	0,9870

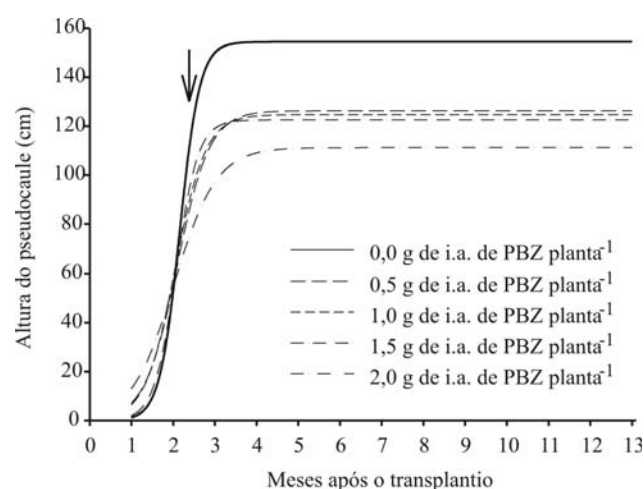


FIGURA 1 - Curvas de crescimento para a média da altura do pseudocaule de bananeiras 'Prata-Anã' e 'FHIA 01', submetidas a cinco doses de paclobutrazol (PBZ) aplicado nas folhas. A seta indica o momento da aplicação do produto.

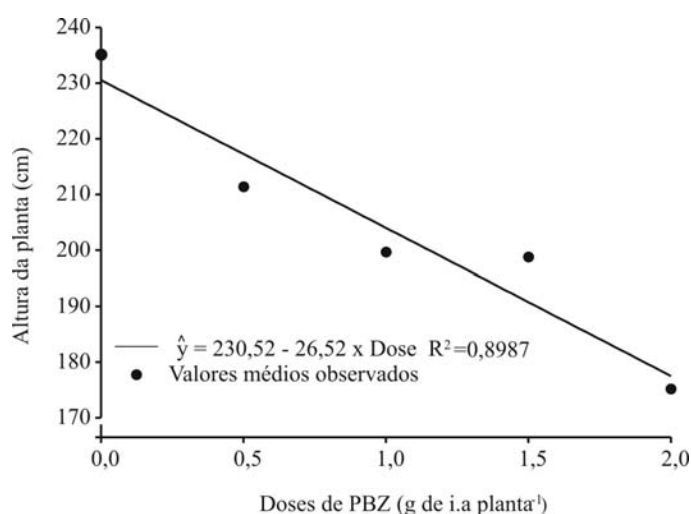


FIGURA 2 - Altura média das plantas de bananeira 'Prata-Anã' e 'FHIA 01', submetidas a cinco doses de paclobutrazol (PBZ) aplicado nas folhas, por ocasião da emissão da inflorescência.

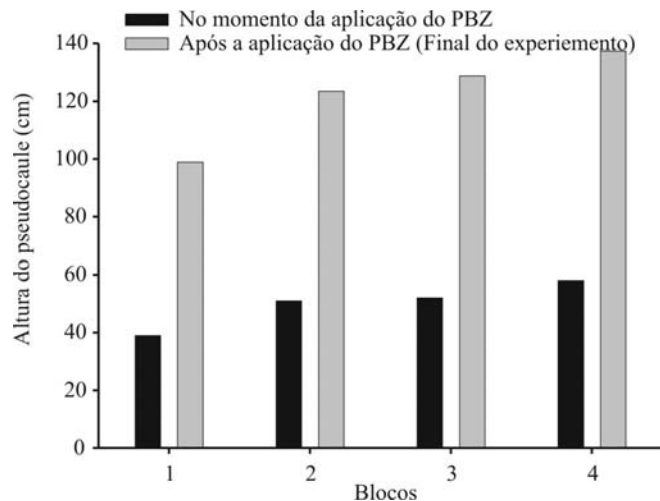


FIGURA 3 - Altura média do pseudocaule de bananeiras 'Prata-Anã' e 'FHIA 01', por blocos, no momento da aplicação do paclobutrazol (PBZ) e ao final do experimento.

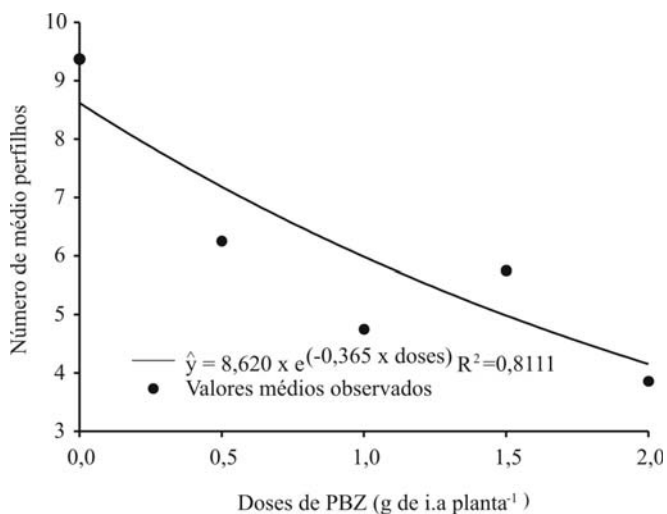


FIGURA 4 - Número médio de perfilhos de bananeiras 'Prata-Anã' e 'FHIA 01' submetidas a cinco doses de paclobutrazol (PBZ) aplicado nas folhas.

CONCLUSÕES

1-O paclobutrazol, nas doses utilizadas neste trabalho, influenciou no desenvolvimento de ambas as cultivares, reduzindo o porte das plantas sem alterar o número de dias do plantio ao florescimento e a área foliar. Todavia, nas condições experimentais empregadas, reduziu o número de perfilhos produzidos por planta.

2-Indica-se a dose de 0,5 e 1,5 g de i.a. planta⁻¹ de paclobutrazol para o desenvolvimento de bananeiras 'Prata-Anã' e 'FHIA 01' em ambiente protegido, considerando os diferentes objetivos dessa técnica de cultivo.

3-A efetividade do paclobutrazol em reduzir a altura do pseudocaule das bananeiras depende do tamanho das plantas no momento da aplicação, sendo que, quanto menores estiverem as plantas, maior será a eficiência.

REFERÊNCIAS

- ALVES, E.J. **A cultura da banana**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2. ed. Brasília: Embrapa - SPI/Cruz das Almas, Embrapa CNPMF, 1999. 585p.
- BANDARA, M.S.; TANINO, K.K.; WATERER, D.R. Effect of pot size timing of plant growth regulator treatments on growth and tuber yield in greenhouse-grown Norland and Russet Burbank potatoes. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v.17, p.75-59, 1998.
- BAÑÓN, S.; GONZÁLEZ, A.; CANO, E.A.; FRANCO, J.A.; FERNÁNDEZ, J.A. Growth, development and colour response of potted *Dianthus caryophyllus* cv. Mondriaan to paclobutrazol treatment. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.94, p.371-377, 2002.
- EL OTMANI, M.; JABRI, K.; SEDKI, M. Paclobutrazol effect on development of greenhouse-growth banana: 2-year assessments. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v.296, p.89-96, 1992.
- FERNÁNDEZ, J.A.; DOUMAS, P.; TEISSON, C.; CÔTE, F. Identificación y cuantificación de giberlinas en plantas variantes somaclonales y normales de *Musa* (cv. 'Grande Naine' AAA) mediante HPLC y espectrometria de masa. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN PARA LA COOPERACIÓN EN INVESTIGACIÓN DE BANANO EN EL CARIBE Y EN AMÉRICA TROPICAL, 1994, San Jose. **Memorias...** San José: ACORBAT, 1995. p.149-161.
- 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**, Stockholm, v.54, n.4, p.249-253, 2004.
- HAMID, M.M.; WILLIAMS, R.R. Effect of different types and concentrations of plant growth retardants on Sturt's desert pea (*Swainsona formosa*). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.71, p.79-85, 1997.
- KHURSHID, T.; MCNEIL, D.L.; TROUGHT, M.C.T.; HILL, G.D. The response of young 'Braeburn' and 'Oregon spur delicious' apple trees growing under an ultra-high density planting system to soil-applied paclobutrazol: I. Effect on reproductive and vegetative growth. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.72, p.11-24, 1997.
- LEONEL, S.; GOMES, E.M.; PEDROSO, C.J. Desempenho agrônômico de bananeiras micropropagadas em Botucatu-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.245-248, 2004.
- MOUCO, M.A.C.; ALBUQUERQUE, J.A.S. Efeito do paclobutrazol em duas épocas de produção da mangueira. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.2, p.219-225, 2005.
- MURALI, T.P.; DUNCAN, E.J. The effects of in vitro hardening using triazoles on growth and acclimatization of banana. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.64, n.4, p.243-251, 1995.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna: Foundation for Statistical Computing, 2006.
- SILVA, S.O.; FLORES, J.C.O.; LIMA NETO, F.P. Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira em quatro ciclos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.11, p.1567-1574, 2002.
- TURNER, D. W. An integral method for estimating total leaf area in bananas. **Infomusa**, Montpellier, v.12, n.12, p.15-17, 2003.
- WINKLER, R. G.; HELENTJARIS, T. The maize *Dwarf3* gene encodes a cytochrome P450-mediated early step in gibberellin biosynthesis. **Plant Cell**, Rockville, v.7, p.1307-1317, 1995.
- YIM, K. O.; KWON, Y. W.; BAYER, D. E. Growth responses and allocation of assimilates of rice seedlings by paclobutrazol and gibberellin treatment. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v.16, p.35-41, 1997.