

EMANUEL FERNANDO MAIA DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DAS BANANEIRAS ‘PRATA ANÃ’ E ‘FHIA 01’ SOB  
EFEITO DO PACLOBUTRAZOL APLICADO NO SOLO E NAS FOLHAS**

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

S729d  
2007

Souza, Emanuel Fernando Maia de, 1981-  
Desenvolvimento das bananeiras 'Prata Anã' e  
"FHIA 01" sob efeito do paclobutrazol aplicado no solo  
e nas folhas / Emanuel Fernando Maia de Souza.  
- Viçosa, MG, 2007.  
vii, 55f. : il. ; 29cm.

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

1. Banana - Crescimento. 2. Banana - Efeito do  
paclobutrazol. 3. Banana - Mudas. 4. Plantas - Regu-  
ladores. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 634.772899

EMANUEL FERNANDO MAIA DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DAS BANANEIRAS 'PRATA ANÃ' E 'FHIA 01' SOB  
EFEITO DO PACLOBUTRAZOL APLICADO NO SOLO E NAS FOLHAS**

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*.

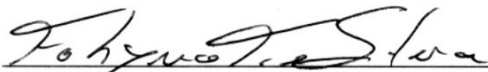
APROVADA: 23 de fevereiro de 2007



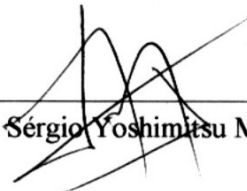
Prof. Luiz Carlos Chamhum Salomão  
Co-Orientador



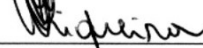
Prof<sup>a</sup>. Marília Contin Ventrella  
Co-Orientadora



Prof. Fabyano Fonseca e Silva



Prof. Sérgio Yoshimitsu Motoike



Dalmo Lopes de Siqueira  
Orientador

Dedico este trabalho, em primeiro lugar, a Deus.

Dedico também a todos os seres humanos que foram excluídos do processo de aprendizagem científica e dos benefícios produzidos por ele.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as oportunidades concedidas.

Aos meus pais, pelo exemplo, dedicação e esforço desmedido para que alcançasse mais uma vitória.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de continuar meus estudos.

Ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudo.

Aos professores que, até o presente momento, têm me auxiliado a crescer como profissional e como ser humano.

A todos os funcionários da UFV, pelo trabalho e companheirismo.

Aos meus amigos e amigas, pelo ombro companheiro e pela mão forte que tanto estiveram presentes nesta conquista.

A todas as pessoas que estiveram ocultas, mas que de alguma forma contribuíram para a conclusão desta etapa.

## **BIOGRAFIA**

EMANUEL FERNANDO MAIA DE SOUZA, filho de José Raymundo de Souza e Ercy Ribeiro Maia de Souza, nasceu no dia 1º de novembro de 1981, na cidade de São Brás do Suaçuí, Minas Gerais.

Durante sua graduação na Universidade Federal de Viçosa (UFV), foi membro do Grupo de Agricultura Orgânica de Viçosa – GAO, no período de 2001 a 2004. Entre os anos de 2003 e 2005, foi bolsista de iniciação científica no Setor de Estatística do Departamento de Informática da UFV. Participou como colaborador da Rebusca – Ação Social Evangélica Viçosense nos anos de 2004 e 2005.

Em agosto de 2005, graduou-se em Engenheiro Agrônomo pela UFV. No mesmo mês ingressou no curso de Mestrado em Fitotecnia da mesma instituição, concluindo este curso em fevereiro de 2007.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vi
ABSTRACT .....	vii
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
Referências Bibliográficas .....	8
DESENVOLVIMENTO DAS BANANEIRAS ‘PRATA ANÃ’ E ‘FHIA 01’ SOB EFEITO DO PACLOBUTRAZOL APLICADO NO SOLO .....	17
Introdução .....	17
Materiais e Métodos .....	18
Resultados e Discussão .....	21
Conclusões .....	30
Referências Bibliográficas .....	31
DESENVOLVIMENTO DAS BANANEIRAS ‘PRATA ANÃ’ E ‘FHIA 01’ CULTIVADAS EM AMBIENTE PROTEGIDO SOB EFEITO DO PACLOBUTRAZOL APLICADO NAS FOLHAS .....	35
Introdução .....	35
Materiais e Métodos .....	36
Resultados e Discussão .....	39
Conclusões .....	47
Referências Bibliográficas .....	49
CONCLUSÕES GERAIS .....	54

## RESUMO

SOUZA, Emanuel Fernando Maia de, M. Sc. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2007. **Desenvolvimento das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ sob efeito do paclobutrazol aplicado no solo e nas folhas.** Orientador: Dalmo Lopes de Siqueira. Co-orientadores: Luiz Alexandre Peternelli, Luiz Carlos Chamhum Salomão e Marília Contin Ventrella.

Com o objetivo de avaliar a ação do paclobutrazol (PBZ) sobre o crescimento de bananeiras, foram instalados dois experimentos em Viçosa – MG, sendo um a campo e o outro em ambiente protegido. Ambos seguiram o arranjo fatorial 2 x 5, com os cultivares Prata Anã e FHIA 01 combinados com as doses de PBZ: 0 (controle); 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g de i.a de PBZ planta<sup>-1</sup>. No experimento a campo aplicou-se o PBZ via solo, e no experimento instalado em ambiente protegido à aplicação ocorreu por via foliar. Não houve efeito significativo da interação dose x cultivares para nenhuma das variáveis avaliadas. Os cultivares estudados comportaram-se de forma diferenciada, de acordo com o ambiente e a modo de aplicação, para as características circunferência do pseudocaule, área foliar das folhas emitidas após a aplicação do PBZ, número de folhas, número de perfilhos e altura do pseudocaule. O PBZ, em ambos os experimentos, não influenciou o número de dias do plantio ao florescimento e a área foliar total das bananeiras ‘FHIA 01’ e ‘Prata Anã’. Acréscimos nas doses de paclobutrazol, aplicado via solo, proporcionaram aumento no número de perfilhos até a dose de 1,5 g de i.a planta<sup>-1</sup>, com forte queda na emissão de perfilhos na dose de 2,0 g de i.a planta<sup>-1</sup>. No entanto, na aplicação via foliar, o número de perfilhos decresceu continuamente com acréscimos nas dose do paclobutrazol. Quando a aplicação foi realizada via foliar, houve diferenças no número de folhas ativas e na circunferência do pseudocaule entre as doses de PBZ e o controle. Acréscimos nas doses de paclobutrazol, independente do modo de aplicação, proporcionaram menor crescimento do pseudocaule, em média uma redução da altura de 25%. Considerando a produção de perfilhos, a faixa recomendada situa-se entre 0,5 e 1,5 g de i.a planta<sup>-1</sup> com menores valores a serem utilizados em ambiente protegido. A magnitude do efeito do paclobutrazol, em ambos os modos de aplicação, foi dependente da altura das plantas no momento da aplicação, sendo esta mais evidente quando as plantas apresentavam menor altura.

## ABSTRACT

SOUZA, Emanuel Fernando Maia de, M. Sc. Universidade Federal de Viçosa, February of 2007. **Development of 'Prata Anã' and 'FHIA 01' banana plants under the effect of paclobutrazol applied on the soil and leaves.** Adviser: Dalmo Lopes de Siqueira. Co-Advisers: Luiz Alexandre Peternelli, Luiz Carlos Chamhum Salomão and Marília Contin Ventrella.

Two experiments, one in the field and the other in a greenhouse, were carried out to evaluate the effect of paclobutrazol (PBZ) application on the growth of banana plants in Viçosa-MG. Both experiments were arranged in a 2 x 5 factorial scheme, with the cultivars Prata Anã and FHIA 01 combined with the following PBZ doses : 0 (control); 0.5; 1.0; 1.5 and 2.0 g of a.i. of PBZ plant<sup>-1</sup>. Soil application of PBZ was performed in the field experiment and compared to foliar application in the greenhouse experiment. No significant dose x cultivar interaction effect was observed for any of the variables evaluated. The cultivars studied showed a differentiated behavior according to the environment and mode of application for the characteristics pseudostem circumference, foliar area of the new leaves emitted after PBZ application, number of leaves, number of new leaves and pseudostem height. In both experiments, PBZ did not influence the number of days from planting to flowering and the total foliar area of both cultivars. Increased soil application doses increased the number of new leaves up to 1.5 g of a.i. plant<sup>-1</sup>, with a strong drop in new leaf production at 2.0 g of a.i. plant<sup>-1</sup>. However, in foliar application, the number of new leaves decreased continually with increasing PBZ doses. Foliar application of PBZ showed differences in the number of active leaves and pseudostem circumference between PBZ doses and the control. Regardless of mode of application, increased PBZ doses led to shorter pseudostem growth, on average, a height reduction of 25%. Considering sucker production, the recommended range is between 0.5 and 1.5 g of a.i. plant<sup>-1</sup> with lower values to be used under greenhouse conditions. The magnitude of PBZ effect under both modes of application was dependent on the height of the plants at the time of application, being more evident when the plants presented shorter height.

## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil cultivou em 2005, 505.384 ha de bananeiras, distribuídos por todas as unidades da federação. Considerando a produção em 2005, os estados de São Paulo (17,3%), Bahia (14,3%), Santa Catarina (9,8%), Minas Gerais (8,1%) e Pará (7,9%), totalizam aproximadamente 57% da produção nacional num total de com um total aproximado de 6,6 milhões de toneladas (Instituto FNP, 2007). No cenário mundial, excetuando-se os plátanos, o Brasil ocupa o segundo lugar na produção do fruto (FAO, 2005).

A bananicultura brasileira apresenta características distintas em relação à de outros países, pois é considerada uma atividade predominantemente familiar com baixa produtividade e destinada ao mercado interno (Alves, 1999). Contudo observam-se sinais de mudanças, entre eles, decréscimos gradativos da área plantada, enquanto a produção mantém-se estável, refletindo aumentos em produtividade. Verifica-se, também uma tendência de aumento nas exportações brasileiras, que atualmente são da ordem de 3,1% do total da produção anual, com valores em torno de US\$33 milhões (Instituto FNP, 2007).

A maior preocupação em relação aos cuidados fitossanitários da bananeira é o avanço da Sigatoka Negra, *Mycospharella fijiensis* (*Paracercospora fijiensis*), para regiões ainda consideradas livres do patógeno (Nogueira, 2000). Avaliações para propor o cultivo de genótipos resistentes a este e outros patógenos estão sendo realizadas (Craenen & Ortiz, 1998; Siviero & Ledo, 2002), contudo o controle químico continua a ser uma das principais alternativas para o controle de doenças e pragas (Ferreira et al., 2003).

De acordo com a Instrução Normativa Nº. 1 de 20 de janeiro de 2005 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2005a), espera-se aumento no volume das exportações, pois esta instrução normativa regulamenta os procedimentos da produção integrada de bananas. Todavia, é necessária a realização de uma série de requisitos, entre eles destacam-se as regulamentações fitossanitárias na implantação, produção e pós-colheita; e o aumento da área de plantio com variedades resistentes à Sigatoka Negra.

Para o estabelecimento mais rápido destas exigências, uma das ferramentas disponíveis é o uso de mudas micropropagadas, que permitem maior controle sobre as condições fitossanitárias, como evitar a introdução de pragas em áreas livres e podem ser produzidas em maior número por unidade de tempo e espaço (Leonel et al., 2004). Para a produção destas mudas com certificação, é necessário que as plantas matrizes sejam sadias e mantidas em condições que reduzam a probabilidade de contaminação e ataque de pragas e de doenças. Com a aprovação da Instrução Normativa 17 de 31 de maio de 2005 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2005b) o trânsito de mudas só é permitido se estas forem provenientes de áreas livres de Sigatoka Negra e que estas mudas sejam micropropagadas e provenientes de matrizes livres de pragas e/ou doenças, tornando o cultivo em ambiente protegido das matrizes uma saída para alguns laboratórios.

Além de reduzir a probabilidade de contaminação com doenças o cultivo em ambiente protegido, este poderia ser utilizado na produção comercial de bananeiras por apresentar inúmeras vantagens já verificadas em diversas culturas, entre as quais pode-se destacar: aumento de produtividade; colheitas na entressafra; diminuição da sazonalidade de produção e regularização do abastecimento; maior precocidade na colheita; melhor qualidade dos produtos; e propiciar o cultivo em locais e em épocas

em que as condições climáticas são limitantes (Oliveira et al, 1997; Andriolo, 1999; Brandão Filho & Callegari, 1999; Martins, 2000, Modolo & Costa, 2003). Existem poucos relatos do cultivo de bananeiras em ambiente protegido, e um problema observado é crescimento excessivo da planta, que pode atingir mais de seis metros para alguns cultivares de porte médio (El Otmani et al., 1992; Gubbuk et al., 2004). Estes autores comentam que em algumas situações pode ocorrer o rompimento do filme plástico de revestimento do teto, tornando-se assim um fator limitante para este tipo de cultivo.

A partir da compreensão do modo de ação dos hormônios, pode-se regular o crescimento vegetal com compostos sintéticos que atuem como competidores nos sítios de ação ou que sejam antagônicos a síntese de algum precursor do hormônio em questão. Estes produtos podem ser denominados fitorreguladores, biorreguladores, que podem ser promotores ou reguladores de crescimento de acordo com seu efeito e atuam na regulação ativa de processos endógenos da planta (Davies, 1995). Assim, o controle fisiológico do crescimento, a partir da utilização de reguladores de crescimento pode oferecer uma saída para os cultivos em ambiente protegido, atuando na redução do porte da planta, sem afetar negativamente outros atributos agronômicos importantes.

Neste sentido, estudos com mutantes deficientes na biossíntese de giberelinas têm auxiliado na compreensão da síntese deste hormônio e de alguns dos seus efeitos sobre as plantas (Bishop et al., 1996; Hedden, 1997; Emery et al., 2001). Este tipo de estudo tem demonstrado o importante papel da concentração de giberelinas sobre o crescimento da parte aérea dos vegetais (Fernández, 1995; Winkler & Helentjaris, 1995). Outros efeitos das giberelinas são: regulação da transição entre a fase juvenil

e adulta, iniciação floral, determinação do sexo em flores, promoção da frutificação e germinação de sementes (Taiz & Zeiger, 2004).

Fenótipos anões de bananeiras foram estudados por Ortiz & Vuylsteke (1995) que concluíram que esta característica é controlada por um gene recessivo “*dw*”. Mutantes de bananeira que possuem este gene apresentaram uma redução na concentração de giberelinas nos seus tecidos, proporcionando menor altura do pseudocaule (Damasco et al., 1995; Duvdevani et al., 1998). Em bananeiras normais, a concentração de giberelinas pode ser três vezes superior ao encontrado em plantas anãs (Fernández et al., 1995).

A regulação artificial do crescimento vegetativo da planta tem grande importância na agricultura (Grossmann et al., 1987; Gianfagna, 1995), seja com processos que propiciem aumento ou redução de tecidos, minimizem os efeitos negativos de situações estressantes, facilitem processos de seleção de mutantes entre outros (Wang et al., 1987; Murali & Duncan, 1995; Gouping, 1997; Bandara et al., 1998; Martins & Castro, 1999; Barbosa et al., 2003). Estudos com reguladores de crescimento em bananeiras são escassos na literatura, contudo os existentes mostraram-se promissores (El Otmani et al., 1992; Jeyakumar et al., 2003). El Otmani et al. (1992), após a aplicação de paclobutrazol em bananeiras ‘Grande Naine’, observaram redução da altura do pseudocaule e da área foliar, aumento na concentração de clorofila e sem reduções no peso do cacho.

Dentre os grupos mais expressivos de fitorreguladores, encontram-se os reguladores de crescimento que apresentam acentuada especificidade em suas propriedades reguladoras (Grossmann et al., 1987; Grossmann, 1992; Rademacher, 2000). Entre os efeitos mais comuns destes inibidores do crescimento destacam-se reduções na área foliar, no alongamento do caule, aumento da concentração de

clorofila e a intensificação da cor verde das folhas (Gianfagna, 1995; Rademacher, 2000; Bai & Chanei, 2001). A maioria destes reguladores de crescimento inibe alguma etapa da via de síntese das giberelinas, de modo que seus efeitos estão relacionados com menores níveis endógenos das giberelinas ativas nos tecidos vegetais (Rademacher, 2000).

Por isso, os inibidores da síntese de giberelinas têm sido utilizados para regular o crescimento das plantas e/ou para estudar os efeitos das giberelinas por proporcionar redução nos níveis deste hormônio nos tecidos vegetais (Yim et al., 1997; Hamid & Willians, 1997; Emery et al., 2001). Devido à importância destes processos para a agricultura, diversos estudos foram conduzidos nos últimos anos para melhor elucidar as funções das giberelinas, assim como para propor novas tecnologias para a produção vegetal (Auras, 1997; Barbosa et al., 2003; Mouco & Albuquerque, 2005; Carvalho et al., 2005).

Grande parte das informações e das tecnologias geradas foi através do grupo químico dos triazóis, os quais atuam no citocromo P<sub>450</sub> na via de biossíntese das giberelinas, impedindo as reações de oxidação antes da formação da GA<sub>12</sub>-aldeído (Rademacher, 2000). Dentre os triazóis, o Paclobutrazol (PBZ), [(2RS,3RS)-1-(4-clorofenil)-4,4-dimetil-2-(1,2,4-triazol-1-ol) pentan-3-ol] tem se destacado por ter diversas possibilidades de uso na produção vegetal (Khurshid et al., 1997ab; Maccarty et al., 2004; Singh & Bhattacharjee, 2005).

O Paclobutrazol é classificado como um inibidor da *ent*-caureno oxidase e atua na segunda etapa da síntese de giberelinas no citocromo P<sub>450</sub> (Rademacher, 2000). Monoxigenases do citocromo P<sub>450</sub> estão envolvidas no metabolismo de esteróis, terpenos, giberelinas entre outros (Donaldson & Luster, 1991). Estas enzimas podem ser afetadas pelo PBZ, reduzindo o nível de ácido abscísico

(Normann et al., 1986; Wang et al., 1987), de esteróis e pigmentos (Khalil & Rahman, 1995) e o transporte de elétrons nas mitocôndrias (Bai & Chaney, 2001).

As principais respostas observadas nas plantas após a aplicação do PBZ são: reduções do comprimento das novas brotações, intensificações da cor verde, aumento no conteúdo de clorofila, redução da área foliar, aumento no número de estômatos por unidade de área entre outros (Murali & Duncan, 1995; Khurshid et al., 1997a; Yim et al., 2002; Barbosa et al., 2003; Carvalho et al., 2005; Mouco & Albuquerque, 2005). O PBZ pode aumentar a tolerância ao estresse hídrico, tanto por alterações morfológicas quanto por inibição da síntese de ácido abscísico (Normann et al., 1986; Wang et al., 1987).

A eficiência do PBZ varia conforme o modo de aplicação, de maneira geral, produz efeitos com maior intensidade e rapidez quando aplicado via solo, entretanto, pode ser injetado no caule ou pulverizado via foliar (Barret & Bartuska, 1982; Bañón et al., 2002). Resultados de pesquisa demonstram que ao ser adicionado ao solo é rapidamente absorvido pelas raízes e translocado pelo xilema (Hunter & Proctor, 1992). O deslocamento nas folhas pela seiva do floema é pequeno ou não perceptível (Wang et al., 1986; Barret & Bartuska, 1992). O PBZ aparenta ter uma lenta degradação pela planta, podendo ser estocado nas folhas (Wang et al., 1986). Não foi encontrado em magas maduras (Sharma & Avasthi, 2005) e não causou alterações na qualidade pós-colheita de maçãs (Khurshid et al., 1997b).

Estudos têm demonstrado que o PBZ pode ser degradado por alguns grupos microbianos (Jackson et al., 1996), no entanto, diversos autores (Sharma & Avasthi, 2005; Silva et al., 2005; Singh & Bhattacharjee, 2005) comentam que um problema com a utilização do paclobutrazol aplicado via solo, seria a sua utilização por

períodos longos, uma vez que, devido a sua baixa degradação, este poderia acumular-se no solo.

Tendo em vista, a dificuldade na produção de bananeiras em ambiente protegido, a eficiente ação do PBZ em reduzir o crescimento vegetativo em diversas culturas e a escassez de estudos com reguladores de crescimento em bananeiras, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos do paclobutrazol sobre algumas características do crescimento de bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ no primeiro ciclo de produção.

## Referências Bibliográficas

ALVES, E.J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. Ed. Brasília: Embrapa - SPI/Cruz das Almas, Embrapa CNPMF, 585p. 1999.

ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Editora da UFSM, 1999. 142 p.

AURAS, N. E. **Efeitos do paclobutrazol sobre morfologia e anatomia foliar, crescimento de parte aérea, distribuição de biomassa e trocas gasosas em girassol**. 1997. 88p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BAI, S.; CHANEY, W. Gibberellin synthesis inhibitors affect electron transport in plant mitochondria. **Plant Growth Regulation**, v.35, p.257-262, 2001.

BANDARA, M. S.; TANINO, K. K.; WATERER, D. R. Effect of pot size and timing of plant growth regulator treatments on growth and tuber yield in greenhouse-grown Norland and Russet Burbank potatoes. **Journal of Plant Growth Regulation**, 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**, v.94, p.371-377, 2002.

BARBOSA, N. M. L.; CUNHA, G. A. P.; REINHARDT, D. H.; BARROS, P. G.; SANTOS, A. R. L. Indução de alterações morfológicas e anatômicas em folhas de abacaxizeiro 'Pérola' pelo ácido 2-(3-clorofenoxi) propiônico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p.386-389, 2003.

BARRET, J. E.; BARTUSKA, C. A. PP333 effects on stem elongation dependent on site of application. **HortScience**, v.17, n. 5, p. 737-738, 1982.

BISHOP, G. J.; HARRISON, K.; JONES, J. D. G. The tomato *Dwarf* gene isolated by heterologous transposon tagging encodes the first member of a new cytochrome P<sub>450</sub> family. **The Plant Cell**, v.8, p.959-969, 1996.

BRANDÃO FILHO, J.U.T.; CALLEGARI, O. Cultivo de hortaliças de frutos em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 200/201, p. 64-68, 1999.

BRASIL. Instrução Normativa Nº. 1 de 20 de janeiro de 2005. Aprova as Normas Técnicas Específicas para a Produção Integrada de Banana. 2005a. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em janeiro 2006

BRASIL. Instrução Normativa Nº. 17 de 31 de maio de 2005. Aprova os Procedimentos para a Caracterização, Implantação e Manutenção de Área Livre da

Sigatoka Negra e os Procedimentos para Implantação e Manutenção do Sistema de Mitigação de Risco para Sigatoka Negra – *Mycosphaerella fijiensis* (Morelet) Deighton. 2005b. Disponível em < <http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em janeiro 2006

CARVALHO, J. A. B. S.; PEIXOTO, C. P.; SILVA, S. O.; LEDO, C. A. S.; PEIXOTO, M. F. S. P.; ALVES, J. S. Uso da giberelina GA<sub>3</sub> na seleção do porte de bananeira das cultivares prata e prata-anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n. 3, p.449-453, 2005.

DAMASCO, O. P.; GODWIN, I.; SMITH, M. K.; ADKINS, S. W. Gibberellic acid detection of dwarf offtypes in micropropagated Cavendish bananas. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.36, n. 2, p.237-241, 1996.

DAVIES, P. J. The plant hormones: their nature, occurrence and functions. In: DAVIES, P. J. (Ed.). **Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p.1-12, 1995.

DONALDSON, R. P.; LUSTER, D. G. Multiple forms of plant cytochromes P-450. **Plant Physiology**, v.96, p.669-674, 1991.

DUVDEVANI, A. M.; GEPTSEIN, S.; KHAYAT, E. Identification of the genes involved in banana ‘dwarf’ mutation. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON PLANT TISSUE AND CELL CULTURE JERUSALEM, 1998, Jerusalem. **Plant**

**biotechnology and *in vitro* in the 21<sup>st</sup> century: abstracts.** Jerusalem: IAPTC, p.139, 1998.

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

EMERY, R. J. N.; PEARCE, D. W.; PHARIS, R. P.; REID, D. M.; CHINNAPPA, C. C. Stem elongation and gibberellins in alpine and prairie ecotypes of *Stellaria longipes*. **Plant Growth Regulation**, v.35, p.17-29, 2001.

FAO. **FAOSTAT Database results.** 2005 Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em Ago 2005.

FERNÁNDEZ, J. A. S.; DOUMAS, P.; TEISSON, C.; CÔTE, F. Identificación y cuantificación de giberelinas en plantas variantes somaclónales y normales de *Musa* (cv. ‘Grande Naine’ AAA) mediante HPLC y espectrometría de masa. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN PARA LA COOPERACIÓN EN INVESTIGACIÓN DE BANANO EN EL CARIBE Y EN AMÉRICA TROPICAL, 11, 1994, San José. **Memorias...** San José: ACORBAT, 1994. p.149-161.

FERREIRA, D. M. V.; CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. Sistema de pré-aviso para o controle da sigatoka – amarela da bananeira no Recôncavo Baiano **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n. 3, p.429-431. 2003

GIANFAGNA, T. J. Natural and synthetic growth regulators and their use in horticultural and agronomic crops. In: DAVIES, P. J. (Ed.). **Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p.751-773, 1995.

GROSSMANN, K. Plant growth retardants: their mode of action and benefit for physiological research. In: KARSSSEN, C. M.; van LONN, L. C.; VREUGDENHIL, D. (Ed.). **Progress in plant growth regulation**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p.788-797, 1992.

GROSSMANN, K.; KWIATKOWSKI, J.; SIEBECKER, H.; JUNG, J. Regulation of plant morphology by growth retardants. **Plant Physiology**, v.84, p.1018-1021, 1987.

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, p.249-253, 2004.

GUOPING, Z. Gibberellic acid<sub>3</sub> modifies some growth and physiologic effects of paclobutrazol (PP<sub>333</sub>) on wheat. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.16, p.21-25, 1997.

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**, v.71, p.79-85, 1997.

HEDDEN, P.; KAMYA, Y. Gibberellin biosynthesis: enzymes, genes and their regulation. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.48, p.431-460, 1997.

HUNTER, D. M.; PROCTOR, J. T. A. Paclobutrazol affects growth and fruit composition of potted grapevines. **HortScience**, v.27, n. 4, p. 319-21, 1992.

INSTITUTO FNP. **Agriannual 2007: Anuário da agricultura Brasileira**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 516p., 2007.

JEYAKUMAR, P.; KUMAR, N.; KAVINO, M. Physiological response of banana cv. 'Robusta' (AAA) to foliar applied plant growth regulators on productivity. **Madras Agricultural Journal**, v.90, n. 10/12, p.702-706, 2003.

KHALIL, I. A.; RAHMAN, H. Effect of paclobutrazol on growth, chloroplast pigments and sterol biosynthesis of maize (*Zea mays* L.). **Plant Science.**, v.105, p.15-21, 1995.

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**, v.72, p.11-24, 1997a.

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

ultrahigh density planting system to soil-applied paclobutrazol: II. Effect on fruit quality at harvest and during storage. **Scientia Horticulturae**, v.71, p.189-196, 1997b.

LEONEL, S.; GOMES, E. M.; PEDROSO, C. J. Desempenho agronômico de bananeiras micropropagadas em Botucatu - SP. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.26, n. 2, p.245-24, 2004.

MARTINS, G. Cultivo em ambiente protegido - O desafio da plasticultura. In: FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. p. 135-153.

MARTINS, M. B. G.; CASTRO, P. R. C. Efeitos de giberelina e Ethphon na anatomia de plantas de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.10, p.1855-1863, 1999.

MODOLO, V. A.; COSTA, C. P. Paulista Gherkin evaluation in greenhouse. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n.4, 2003.

MOUCO, M. A. C.; ALBUQUERQUE, J. A. S. Efeito do paclobutrazol em duas épocas de produção da mangueira. **Bragantia**, 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**, v.64, n. 4, p.243-251, 1995.

NORMAN, S. M.; BENNETT, R. D.; POLING, S. M.; MAEIR, V. P.; NELSON, M. D. Paclobutrazol inhibits abscisic acid biosynthesis in *Cercospora rosicola*. **Plant Physiology**, v.80, p. 122-125, 1986.

OLIVEIRA, C.R.; BARRETO, E.A.; FIGUEIREDO, G.J.B.; NEVES, J.P.S.; ANDRADE, L.A.; MAKIMOTO, P.; DIAS, W.T. **Cultivo em ambiente protegido**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1997. 31 p. (Boletim Técnico, 232).

ORTIZ, R.; VUYLSTEKE, D. Inheritance of dwarfism in plantain (*Musa* spp., AAB group). **Plant Breeding**, v.114, p.466-468, 1995.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.51, p.501-531, 2000.

SHARMA, D.; AWASTHI, M. D. Uptake of soil applied paclobutrazol in mango (*Mangifera indica* L.) and its persistence in fruit and soil. **Chemosphere**, v.60, p.164-169, 2005.

SILVA, C. M. M. S.; VIEIRA, R. F.; NICOLELLA, G. Paclobutrazol effects on soil microorganisms. **Applied Soil Ecology**, v.22, p.79-86, 2003.

SINGH, V. K.; BHATTACHERJEE, A. K. Genotypic response of mango yield to persistence of paclobutrazol in soil. **Scientia Horticulturae**, v.106, p.53-59, 2005.

SIVIERO, A.; LEDO, A. S. Avaliação de genótipos de banana à sigatoca – amarela na Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n. 3, p.724-726, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed. 2004. 719p.

WANG, S. Y.; SUN, T.; FAUST, M. Translocation of paclobutrazol, a gibberellin biosynthesis inhibitor, in apple seedlings. **Plant Physiology**, v.82, p.11-14, 1986.

WANG, S. Y.; SUN, T.; JI, Z. L.; FAUST, M. Effect of paclobutrazol on water stress – induced abscisic acid in apple seedling leaves. **Plant Physiology**, v.84, p.1051-1054, 1987.

WINKLER, R. G.; HELENTJARIS, T. The maize *Dwarf3* gene encodes a cytochrome P<sub>450</sub>-mediated early step in gibberellin biosynthesis. **The Plant Cell**, 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**, v.16, p.35-41, 1997.

# **DESENVOLVIMENTO DAS BANANEIRAS ‘PRATA ANÃ’ E ‘FHIA 01’ SOB EFEITO DO PACLOBUTRAZOL APLICADO NO SOLO**

## **Introdução**

A bananicultura brasileira vem sofrendo mudanças nos últimos anos, principalmente no que se refere à produção de mudas, por dois fortes motivos: o avanço de pragas e doenças para áreas livres e a formação de grandes pomares visando à exportação. Com esta situação faz-se necessário a produção de grande quantidade de mudas com elevado padrão fitossanitário num curto espaço de tempo, que é possível com a utilização de técnicas de micropropagação (Leonel et al., 2004).

Para a produção destas mudas, é necessário que as plantas matrizes sejam saudáveis e mantidas em condições que minimizem a probabilidade de contaminação, o que conduziu alguns laboratórios de propagação a optarem por manter suas matrizes em ambiente protegido.

Um problema comum de bananeiras cultivadas sob ambiente protegido é o seu crescimento excessivo, que pode atingir mais de seis metros para alguns cultivares, e provocar em algumas situações o rompimento do filme plástico de revestimento do teto (Gubbuk et al., 2004; El Otmani et al., 1992). Assim a utilização de reguladores de crescimento pode oferecer uma saída para os cultivos em ambiente protegido, atuando na redução do porte da planta, visto que alguns estudos com reguladores de crescimento em bananeiras mostram-se promissores (Jeyakumar et al., 2003; El Otmani et al., 1992).

Entre os principais reguladores de crescimento utilizado na agricultura, destaca-se o paclobutrazol (Mouco & Albuquerque, 2005; Rademacher, 2000; Bandara et al. 1998; Khurshid et al., 1997; Yim et al., 1997). As principais respostas observadas nas plantas após a aplicação do paclobutrazol são: menor comprimento das novas brotações, intensificação da cor verde, aumento na concentração de clorofila e redução da área foliar (Carvalho et al., 2005; Mouco & Albuquerque, 2005; Khurshid et al., 1997; Yim et al., 1997). Em bananeiras ‘Grande Naine’, foi observado redução do crescimento do pseudocaule e da área foliar, aumento da concentração de clorofila e ausência de alterações na duração do ciclo e na produtividade da plantas no primeiro ciclo de produção (El Otmani et al., 1992).

Desta forma foi proposto, com o presente trabalho, avaliar os efeitos do paclobutrazol sobre algumas características do desenvolvimento de bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ durante o primeiro ciclo de produção e determinar a eficácia do produto em reduzir o porte das plantas.

## **Materiais e Métodos**

O experimento foi conduzido no Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG. O município de Viçosa encontra-se 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 agosto de 2005 e dezembro de 2006. Os tratamentos utilizados foram cinco doses de paclobutrazol (0; 0,5; 1,0; 1,5; e 2,0 g de i.a planta<sup>-1</sup>) combinadas com dois cultivares de bananeira (Prata Anã e FHIA 01).

A escolha do cv. Prata Anã (AAB) foi baseada no fato de ser um dos cultivares com maior área plantada no Brasil e possuir grande aceitação no mercado interno (Leonel et al., 2004), além de pertencer ao subgrupo 'Prata', que é responsável por aproximadamente 60% da área cultivada no Brasil (Silva et al., 2002). O cv. tetraplóide FHIA 01 (AAAB), foi selecionado por apresentar características semelhantes ao cv. Prata Anã e por ser resistente a 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 do Laboratório de Cultura de Células e Tecidos Vegetais do Departamento de Fitotecnia da UFV.

O experimento foi instalado a céu aberto em três de novembro de 2005 e seguiu arranjo fatorial em blocos completos casualizados (Gomes, 1987) com oito repetições e uma planta como unidade experimental. A utilização de blocos foi devido à heterogeneidade das mudas em relação à altura. Por isso, estas foram agrupadas em classes de altura semelhantes. Estas mudas, no momento do plantio apresentavam uma altura média 20 cm, com desvio padrão de 2,30 cm.

As plantas foram conduzidas no espaçamento de 2,5 x 2,5 m. A aplicação do paclobutrazol (PBZ) ocorreu quando as plantas estavam com uma altura média de 75 cm, considerando a distância entre o solo e a roseta foliar, em seis de março de 2006. O PBZ foi aplicado na superfície do solo, com umidade próxima a capacidade de campo, ao redor do pseudocaule a uma distância média de 25 cm. Os tratamentos culturais seguiram as recomendações propostas por Alves (1999) com pequenas modificações. As plantas receberam uma complementação hídrica nos períodos de maior déficit hídrico para a região.

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 existente na planta no momento da avaliação; taxa de emissão de folhas e área foliar, utilizando o método não destrutivo proposto por Turner (2003). Estas avaliações ocorreram entre 13/11/2005 e 28/09/2006.

Trimestralmente, foram realizados desbastes (remoção de perfilhos) e a retirada das folhas mortas. Nesta operação avaliou-se o número e a massa fresca de perfilhos, iniciando-se a partir da aplicação do PBZ. Considerou-se como unidade experimental, a massa fresca média de perfilhos por planta e o número total de perfilhos produzidos pelas plantas durante o período avaliado. Outras avaliações complementares foram: altura da planta (cm) medida da superfície solo ao ponto de inserção do engaço (medida que descreve melhor a altura total da planta) e o número de dias do plantio a emissão do engaço (ciclo), estas avaliadas por ocasião da emissão da inflorescência.

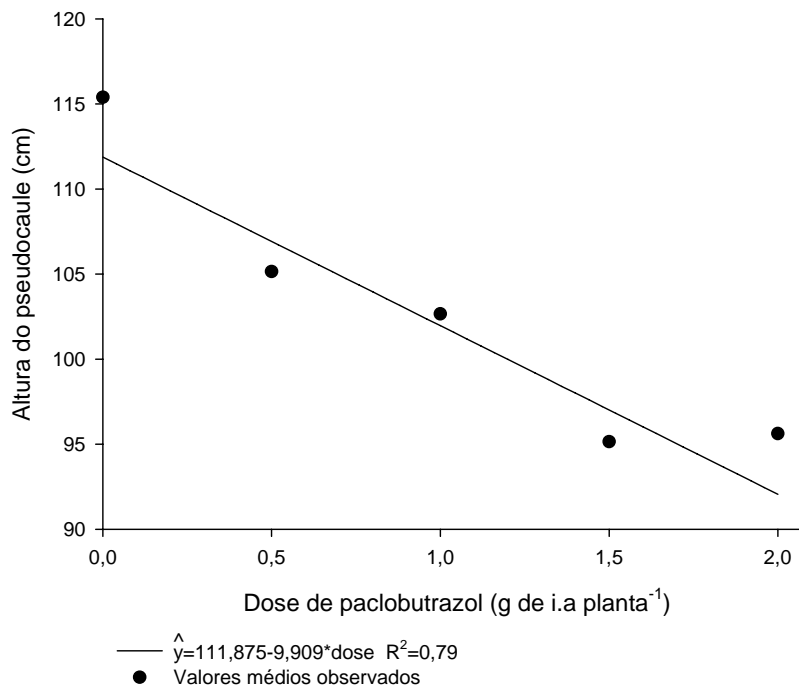
Para realizar a análise de variância, foram empregadas duas decomposições das fontes de variação. Para os dados que foram submetidos à coleta periódica, utilizou-se o esquema de parcelas subdivididas no tempo, com o esquema fatorial empregado para instalar o experimento nas subparcelas. Para as demais variáveis, a decomposição da variação foi a usual para esquema fatorial (Gomes, 1987). Quando necessário, empregou-se modelos de regressão para estudar as variáveis. A escolha dos modelos levou em consideração os seguintes critérios: menor valor de AIC (*Akaike information criterion*), significância do modelo e maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

Para descrever o crescimento das plantas ao longo dos meses, utilizou-se o modelo logístico  $Y_i = a/(1 + be^{-kt_i})^{-1}$ ; onde:  $Y_i$  representa o crescimento observado no tempo  $t_i$ ;  $t_i$ , o tempo decorrido do transplântio 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 cultivar” para nenhuma das características avaliadas (Tabela 1). O PBZ não influenciou a circunferência do pseudocaule e o número de dias do plantio ao florescimento, concordando com os resultados obtidos por El Otmani et al. (1992) que avaliaram o efeito do PBZ sobre bananeiras ‘Grande Naine’ cultivadas em ambiente protegido no Marrocos. Em *Dianthus caryophyllus* L., Bañón et al. (2002) verificaram aumento no número de dias do plantio ao florescimento somente nas plantas que receberam doses acima de 0,9 mg de i.a de PBZ planta<sup>-1</sup>.

A redução do crescimento pôde ser observada 17 dias após a aplicação do PBZ, havendo efeito linear de redução do crescimento das plantas (Figura 1). O que representa em torno de 17% de redução máxima do crescimento do pseudocaule em relação às plantas que não receberam o PBZ (controle).



**Figura 1.** Altura do pseudocaule de bananeira, ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’, 17 dias após a aplicação de diferentes doses de PBZ aplicado no solo

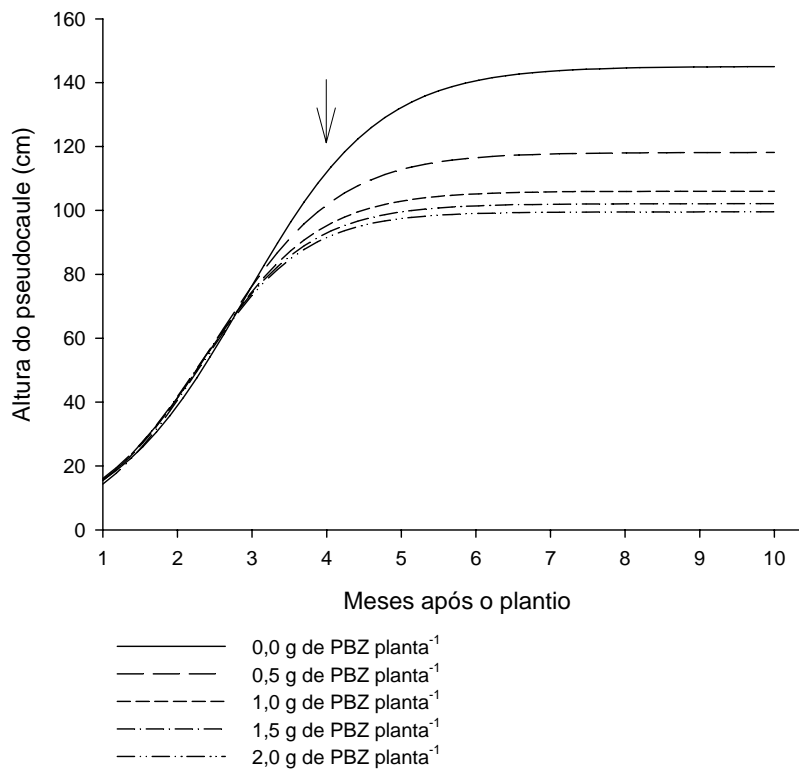
Com acréscimos na dose de PBZ, verificou-se menor altura do pseudocaule e maior taxa de crescimento (Figura 2). Uma avaliação dos parâmetros estimados revela que aumentos das doses de PBZ proporcionaram redução na altura do pseudocaule ( $a$ ) e aumento na taxa de crescimento ( $k$ ), Tabela 2. A diferença percentual da altura do pseudocaule, no mês de setembro, entre a dose controle e as demais doses variou entre 18 e 30%, com média de aproximadamente 26%. Verificase também, pela Figura 2 e pela Tabela 2 que as doses entre 1,0 e 2,0 g de i.a de PBZ planta<sup>-1</sup> proporcionaram efeitos semelhantes na taxa de crescimento e na altura máxima do pseudocaule.

**Tabela 1:** Valores de probabilidade do teste F da análise de variância (p), coeficiente de variação e média geral para as variáveis: circunferência do pseudocaule (CPC), número de dias do plantio ao florescimento (NDF), altura do pseudocaule (ATP), altura da planta (ALT), área foliar total (AFT), área foliar da folha mais nova totalmente expandida (AFN), número de folhas (NFL), taxa de emissão de folhas (TEF), números de perfilhos (NFT), massa fresca de perfilhos (MFF)

Variáveis	P			Coeficiente de Variação (%)	Média
	Cultivares	Dose	Interação Dose x Cultivar		
CPC	0,409	0,475	0,728	7,66	50,07 cm
NDF	0,109	0,867	0,452	9,61	346
ATP	0,006	<0,001	0,300	13,27	76,62 cm
ALT	0,014	<0,001	0,915	12,97	163,79 cm
AFT	0,920	0,180	0,980	21,70	39855,49 cm <sup>2</sup>
AFN	0,001	<0,001	0,380	18,13	4512,28 cm <sup>2</sup>
NFL	<0,001	0,002	0,877	11,65	11,53
TEF	<0,001	0,265	0,558	15,19	1,67 folhas mês <sup>-1</sup>
NFT	0,013	0,016	0,935	20,96	6,01
MFF	0,032	0,205	0,602	41,70	11,52 kg

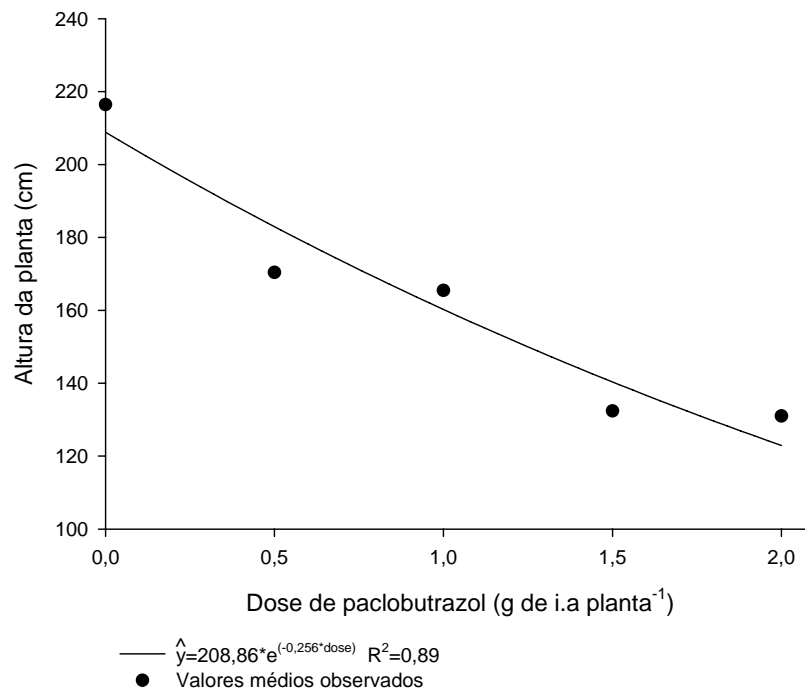
**Tabela 2:** Parâmetros estimados para curvas logísticas,  $Y_i = a/(1 + be^{-kt_i})^{-1}$ , e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para descrever o crescimento de bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ sob diferentes doses de paclobutrazol aplicado no solo

Doses de PBZ (g de i.a planta <sup>-1</sup> )	Parâmetros do Modelo Logístico			$R^2$
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>k</i>	
0,0	145,102	25,338	1,112	0,9965
0,5	118,153	21,527	1,223	0,9931
1,0	106,033	21,920	1,316	0,9892
1,5	102,113	21,357	1,344	0,9879
2,0	99,54	24,244	1,406	0,9843



**Figura 2.** Curvas de crescimento para a média da altura do pseudocaule de bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’, submetidas a cinco doses de PBZ aplicado no solo. A seta indica o momento da aplicação do produto

Foi observado que o PBZ, nas doses avaliadas, proporcionou um efeito de redução exponencial da altura da planta (Figura 3), indicando que houve uma forte redução dos níveis endógenos de giberelinas, responsáveis pelo alongamento do pseudocaule (Fernández, 1995; Winkler & Helentjaris, 1995). O cultivar FHIA 01 apresentou maior altura do pseudocaule que o cv. Prata Anã (Tabela 3).



**Figura 3.** Altura das bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’, submetidas a cinco doses de PBZ aplicado no solo, por ocasião da emissão da inflorescência

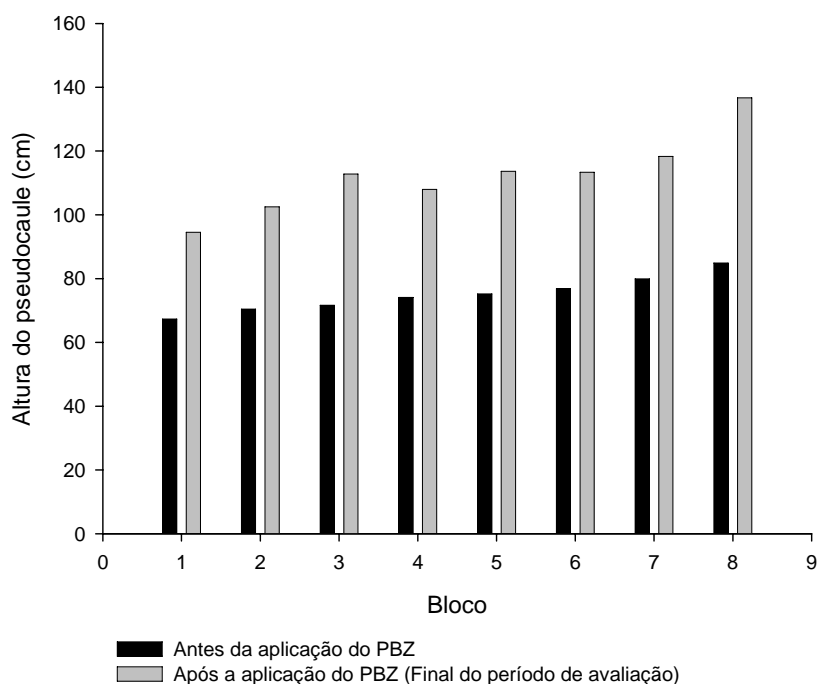
Por ter sido observado visualmente uma interação entre a altura do pseudocaule no momento da aplicação e o crescimento do pseudocaule após a aplicação do PBZ, procurou-se avaliar os efeitos do PBZ nestas condições. Estas diferenças de altura entre as plantas foram devido ao efeito do controle local, ou seja, dos blocos. A Figura 4 apresenta a altura média das plantas nos blocos antes da aplicação e no final do período de avaliação.

**Tabela 3:** Médias das variáveis: altura da planta (ALT), número de perfilhos (NP), massa fresca de perfilhos (MFP), área foliar da folha mais nova totalmente expandida (AFN) e número de folhas (NF) em função dos cultivares de bananeira ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’

Cultivar	ALT (cm)	NP	MFP (kg)	AFN (cm <sup>2</sup> )	NF*
Prata Anã	157,67b	6,38a	10,35b	5119.62a	12.23b
FHIA 01	169,91a	5,65b	12,70 <sup>a</sup>	5969.40b	10.58a

Pares de médias seguidos por uma mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

\*referente à última avaliação realizada antes da emissão da inflorescência.



**Figura 4.** Altura média do pseudocaule de bananeira ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’, por blocos, antes e após a aplicação de PBZ

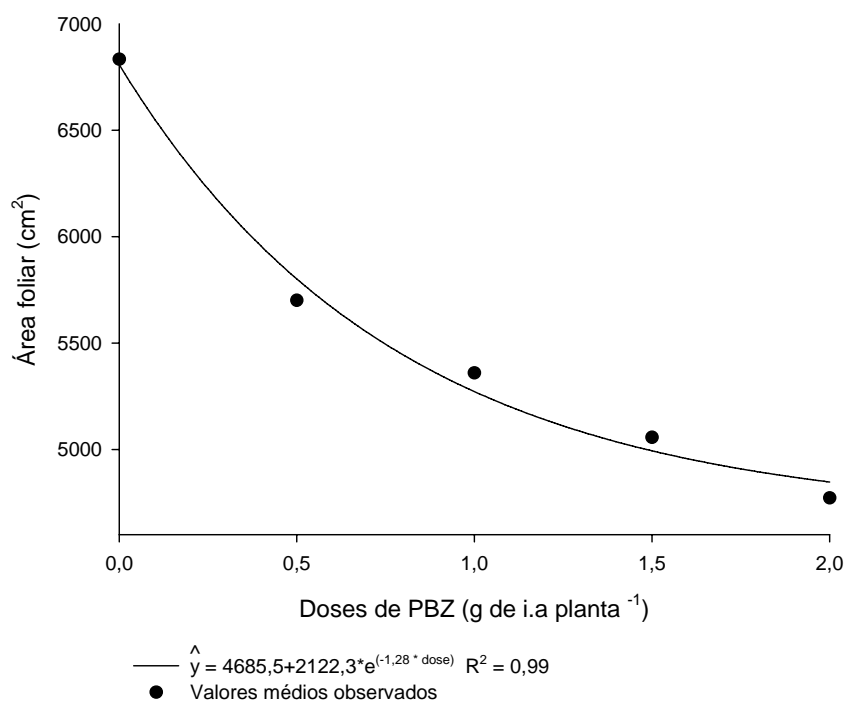
Observa-se que as plantas do bloco 1 apresentaram a menor altura do pseudocaule antes da aplicação do PBZ e no final do período de avaliação, enquanto as plantas do bloco 8 apresentam, em média, a maior altura. A análise de regressão

entre a altura das plantas antes da aplicação do PBZ e a diferença entre a altura no final do experimento e a sua altura no momento da aplicação do PBZ, indicou que o coeficiente de regressão foi significativo ( $p=0,0011$ ). Este resultado é um indicativo que o efeito inibidor do PBZ foi menor quando as plantas encontravam-se 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 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 ao aplicado em estágios mais avançados da cultura.

Não foram observadas diferenças na área foliar total das plantas tratadas com PBZ (AFT), Tabela 1. Esses resultados discordam dos encontrados por El Otmani et al. (1992) que observaram redução da área foliar total de bananeiras ‘Grande Naine’ após a aplicação de 1,0 g de i.a de PBZ planta<sup>-1</sup>. Todavia, foi verificado redução na área foliar em folhas emitidas após a aplicação do PBZ, medida pela área foliar da folha mais nova totalmente expandida. Com esta observação, verificou-se que acréscimos nas doses de PBZ proporcionaram redução da área foliar por folha (Figura 5).

Uma possível explicação para tal fato (menores folhas sem afetar a área foliar total), seria a tendência no aumento da permanência das folhas nas plantas tratadas com PBZ (Tabela 4), visto que não houve diferenças na taxa de emissão de folhas. Estes resultados concordam com os encontrados por Yim et al. (1997) em arroz, onde o PBZ proporcionou aumento no número de folhas por *seedling*, redução nas dimensões das folhas lançadas após a aplicação do PBZ, porém, sem alterações na área foliar total da planta. Comparando os cultivares, verifica-se que o cultivar Prata

Anã apresentou menor área foliar e maior número de folhas que o cultivar FHIA 01 (Tabela 3).



**Figura 5.** Área foliar da folha mais nova totalmente expandida, medida no mês de setembro de 2006, em bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ submetidas a cinco doses de PBZ aplicado no solo

Como não foi possível ajustar um modelo que explicasse o resultado encontrado para todas as doses avaliadas para o número de perfilhos, optou-se por ajustar um modelo de regressão linear simples até a dose de 1,5 g de i.a planta<sup>-1</sup> (Figura 6). Hamid & Willians (1997), estudando o comportamento de *Swainsona formosa* sob o efeito de diferentes reguladores de crescimento, verificaram que, com a aplicação de PBZ, houve um aumento no número de brotações laterais, que se

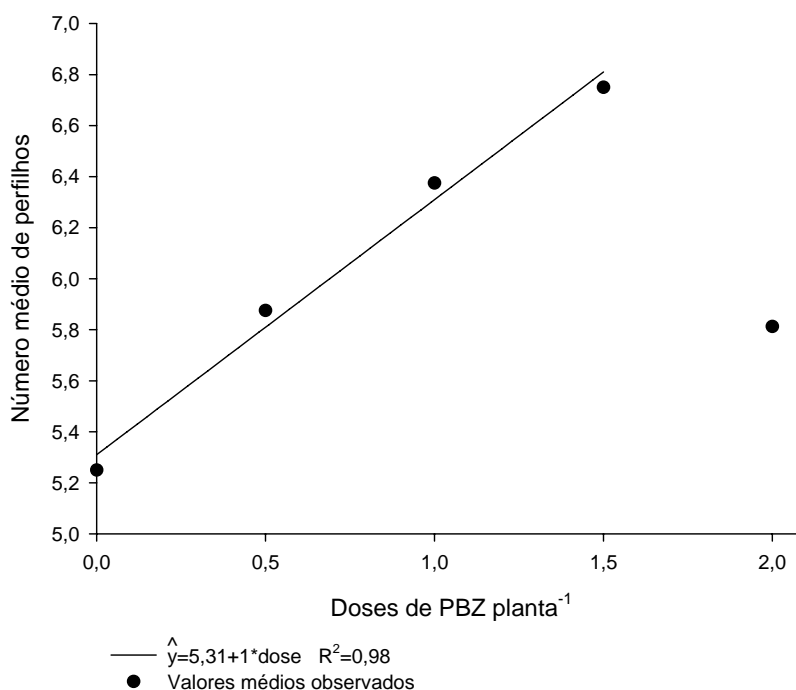
reduziam em níveis mais elevados do PBZ. O PBZ não influenciou a massa fresca de perfilhos e o cultivar ‘Prata Anã’ apresentou maior número de perfilhos (Tabela 3).

**Tabela 4:** Quadro de médias do número de folhas (NF) de bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ em função das doses de PBZ ao longo das avaliações do experimento

Meses	Doses de PBZ (g de i.a planta <sup>-1</sup> )					Ĉ
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
Março	14,44	14,69	14,25	14,38	13,89	-0,56 <sup>ns</sup>
Junho	9,37	10,19	11,94	11,25	12,50	8,37*
Setembro	10,31	10,25	12,31	12,06	12,07	5,43.

Ĉ: contraste entre doses 0 g de i.a de PBZ (controle) e os demais níveis de PBZ.

Níveis de significância do contraste pelo teste de Scheffé: ‘<sup>ns</sup>’, não significativo; ‘\*’, 5% de probabilidade; ‘.’, 10% de probabilidade



**Figura 6.** Número médio de perfilhos de bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ submetidas a cinco doses de PBZ aplicado no solo

## Conclusões

Acréscimos nas doses de paclobutrazol, aplicado via solo, proporcionaram redução no crescimento e maiores taxas de crescimento em bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’.

O paclobutrazol não alterou a área foliar total das bananeiras ‘FHIA 01’ e ‘Prata Anã’, contudo com acréscimos nas doses de paclobutrazol, foi observado menor área foliar da folha mais nova totalmente expandida e maior número de folhas;

Acréscimos nas doses de paclobutrazol proporcionaram aumento no número de perfilhos até a dose de 1,5 g de i.a planta<sup>-1</sup>, com forte queda na emissão de perfilhos na dose de 2,0 g de i.a planta<sup>-1</sup>;

No intervalo de doses estudadas, o paclobutrazol não afetou a circunferência do pseudocaule a taxa de emissão de folhas e a massa fresca de perfilhos;

A magnitude do efeito do paclobutrazol foi dependente da altura das plantas no momento da aplicação, sendo este mais evidente quando as plantas apresentavam menor altura;

O cv. Prata Anã apresentou menor altura do pseudocaule, menor área foliar para as folhas lançadas após a aplicação do PBZ, menor número de folhas, menor massa fresca de perfilhos e maior número de perfilhos que o FHIA 01.

## Referências Bibliográficas

ALVES, E.J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. Ed. Brasília: Embrapa - SPI/Cruz das Almas, Embrapa CNPMF, 585p. 1999.

BANDARA, M. S.; TANINO, K. K.; WATERER, D. R. Effect of pot size and timing of plant growth regulator treatments on growth and tuber yield in greenhouse-grown Norland and Russet Burbank potatoes. **Journal of Plant Growth Regulation**, 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**, v.94, p.371-377, 2002.

CARVALHO, J. A. B. S.; PEIXOTO, C. P.; SILVA, S. O.; LEDO, C. A. S.; PEIXOTO, M. F. S. P.; ALVES, J. S. Uso da giberelina GA<sub>3</sub> na seleção do porte de bananeira das cultivares prata e prata-anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.3, p.449-453, 2005.

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

FERNÁNDEZ, J. A. S.; 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 espectrometría de masa. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN PARA LA COOPERACIÓN EN INVESTIGACIÓN DE BANANO EN EL CARIBE Y EN AMÉRICA TROPICAL, 11, 1994, San José. **Memorias...** San José: ACORBAT, 1994. p.149-161.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 12 ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 467p. 1987.

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, 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**, v.71, p.79-85, 1997.

JEYAKUMAR, P.; KUMAR, N.; KAVINO, M. Physiological response of banana cv. 'Robusta' (AAA) to foliar applied plant growth regulators on productivity. **Madras Agricultural Journal**, v.90, n. 10/12, p.702-706, 2003.

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

ultrahigh density planting system to soil-applied paclobutrazol: I. Effect on reproductive and vegetative growth. **Scientia Horticulturae**, v.71, p.11-24, 1997.

LEONEL, S.; GOMES, E. M.; PEDROSO, C. J. Desempenho agrônômico de bananeiras micropropagadas em Botucatu - SP. **Revista Brasileira Fruticultura**, 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**, v.64, n. 2, p.219-225, 2005.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria, 2006. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.51, p.501-531, 2000.

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**, v.37, n. 11, p. 1567-1574, 2002.

TURNER, D. W. An integral method for estimating total leaf area in bananas. **Infomusa**, v.12, n. 12, p.15-17, 2003.

WINKLER, R. G.; HELENTJARIS, T. The maize *Dwarf3* gene encodes a cytochrome P<sub>450</sub>-mediated early step in gibberellin biosynthesis. **The Plant Cell**, 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**, v. 16, p.35-41, 1997.

# **DESENVOLVIMENTO DAS BANANEIRAS ‘PRATA ANÃ’ E ‘FHIA 01’ CULTIVADAS EM AMBIENTE PROTEGIDO SOB EFEITO DO PACLOBUTRAZOL APLICADO NAS FOLHAS**

## **Introdução**

A bananeira é cultivada em quase todo o território brasileiro, entretanto algumas regiões apresentam restrições climáticas ou fitossanitárias ao seu cultivo (Alves, 1999). Por isso e também considerando a importância sócio – econômica desta cultura para o Brasil, o uso do ambiente protegido poderia ser utilizado como uma estratégia de cultivo em ambientes menos favoráveis (Gubbuk et al., 2004).

Algumas vantagens do cultivo de plantas em ambiente protegido são: aumento de produtividade, colheitas na entressafra, diminuição da sazonalidade de produção e regularização do abastecimento; maior precocidade na colheita; melhor qualidade dos produtos (Oliveira et al, 1997; Andriolo, 1999; Brandão Filho & Callegari, 1999; Martins, 2000, Modolo & Costa, 2003). Experimentos conduzidos por Gubbuk et al. (2004) com diversos cultivares de bananeiras, contrastando o cultivo a céu aberto e em ambiente protegido, revelaram que este último apresenta um acréscimo na produção que varia entre 18 a 28%. O cultivo de bananeiras em ambiente protegido possui importância na micropropagação da cultura, pois tem-se sido utilizado como meio de reduzir a probabilidade de contaminação das plantas matrizes.

Todavia, um problema observado em bananeiras cultivadas sob ambiente protegido é o seu crescimento excessivo, que pode atingir mais de seis metros para

alguns cultivares, e deste modo provocar o rompimento do filme plástico de revestimento do teto, tornando-se um fator limitante para este tipo de cultivo (El Otmani et al., 1992; Gubbuk et al., 2004). Assim, a utilização de reguladores de crescimento, como o paclobutrazol (PBZ), poderia oferecer uma saída para este 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 entre outros (Murali & Duncan, 1995; Khurshid et al., 1997; Yim et al, 1997; Barbosa et al., 2003; Jeyakumar et al., 2003; Carvalho et al., 2005; Mouco & Albuquerque, 2005). Em bananeiras cultivadas em ambiente protegido, foi observado redução do crescimento e da área foliar, aumento da concentração de clorofila e sem causar alterações na duração do ciclo e na produtividade durante o primeiro ciclo de produção (El Otmani et al., 1992).

Considerando 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 algumas características do desenvolvimento de bananeiras, ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’, cultivadas em ambiente protegido no primeiro ciclo de produção.

## **Materiais e Métodos**

O experimento foi conduzido no Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa – MG. O município de Viçosa encontra-se 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<sup>-1</sup>) combinadas com dois cultivares de bananeira ('Prata Anã' e 'FHIA 01').

A escolha do cv. Prata Anã (AAB) foi baseada no fato de ser um dos cultivares com maior área plantada no Brasil e possuir grande aceitação no mercado interno (Leonel et al., 2004), além de pertencer ao subgrupo 'Prata', este responsável por aproximadamente 60% da área cultivada no Brasil (Silva et al., 2002). O cv. tetraplóide FHIA 01 (AAAB), foi selecionado por apresentar características semelhantes ao cv. Prata Anã e por ser resistente a 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 do 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) em seis de janeiro de 2006. Este seguiu arranjo fatorial em blocos completos casualizados (Gomes, 1987) com quatro repetições e uma planta como unidade experimental. A utilização de blocos foi devido à heterogeneidade da altura das mudas, que então foram agrupadas em classes de altura semelhante.

As plantas foram conduzidas num espaçamento de 1,5 x 1,0 m. A aplicação do paclobutrazol (PBZ) 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. Os tratos culturais seguiram as recomendações propostas por Alves (1999) com pequenas modificações. As plantas foram irrigadas por micro-aspersão durante todo o período.

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 existente na planta no momento da avaliação; taxa de emissão de folhas e a área foliar, utilizando o método não destrutivo proposto por Turner (2003). Estas avaliações ocorreram entre 13/01/2006 e 13/02/2007.

Trimestralmente, foram realizados desbastes (remoção de perfilhos) e a retirada das folhas mortas. Nesta operação avaliou-se o número de perfilhos, iniciando-se a partir da aplicação do PBZ. Como unidade experimental foi utilizado o número total de perfilhos produzidos por plantas durante o período compreendido entre a aplicação do PBZ e a emissão da ráquis. Também foram avaliadas a altura das plantas (cm) medida da superfície solo ao ponto de inserção do engaço (medida que descreve melhor a altura total da planta) e o número de dias do plantio a emissão do engaço (ciclo), estas avaliadas 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 subparcelas. Para as demais variáveis, a decomposição da variação foi a usual para esquema fatorial (Gomes, 1987). 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 e maior coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

Para descrever o crescimento das plantas ao longo dos meses, utilizou-se o modelo logístico  $Y_i = a/(1 + be^{-kt_i})^{-1}$ ; onde:  $Y_i$  representa o crescimento observado no tempo  $t_i$ ;  $t_i$ , o tempo decorrido do transplântio 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). 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. Bañón et al. (2002) não encontram diferenças no ciclo de *Dianthus caryophyllus* L., cravo, 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.

Os 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 o cultivar FHIA 01 (Tabela 2).

**Tabela 01:** Valores de probabilidade do teste F da análise de variância (p), coeficiente de variação e média geral 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 o número de perfilhos (NP)

Variáveis	P			Coeficiente de Variação (%)	Média
	Cultivares	Dose	Interação Dose x Cultivar		
NDF	0,530	0,174	0,617	8,12	315,67
CP	0,782	0,087	0,676	11,65	71,02 cm
AFT	0,405	0,217	0,683	19,48	36497,60 cm <sup>2</sup>
AFN	0,050	0,058	0,637	13,34	6246,05 cm <sup>2</sup>
RCL	<0,001	0,020	0,558	7,16	2,47
NF	0,056	0,937	0,451	14,37	13,44
ALP	0,774	<0,001	0,702	11,32	122,72 cm
ALT	0,165	0,004	0,889	13,29	204,74 cm
NP	0,451	<0,001	0,283	33,09	6,25

**Tabela 2:** Comparação de médias entre os cultivares de bananeira FHIA 01 e Prata Anã, na época da emissão da inflorescência, para as seguintes variáveis: área foliar da folha mais nova totalmente expandida (AFN), relação comprimento/largura do limbo foliar (RCL) e número de folhas (NF)

Cultivar	AFN (cm <sup>2</sup> )	RCL	NF
FHIA 01	6496,77 <sup>a</sup>	2,68a	14,0a
Prata Anã	5982,14 <sup>b</sup>	2,25b	12,9b

Pares de médias seguidos por uma mesma letra não diferem pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

As doses de paclobutrazol não influenciaram a área foliar total e o número de folhas. Estes 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<sup>-1</sup>. 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 em parte confirmam 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<sup>-1</sup>) do que para as plantas que receberam as demais doses de PBZ, (Tabela 3). Com acréscimos nas doses de paclobutrazol verificou-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 o observado por Yim et al. (1997) em arroz. Outra modificação observada no limbo foliar foi o enrugamento de algumas folhas das plantas que receberam o produto.

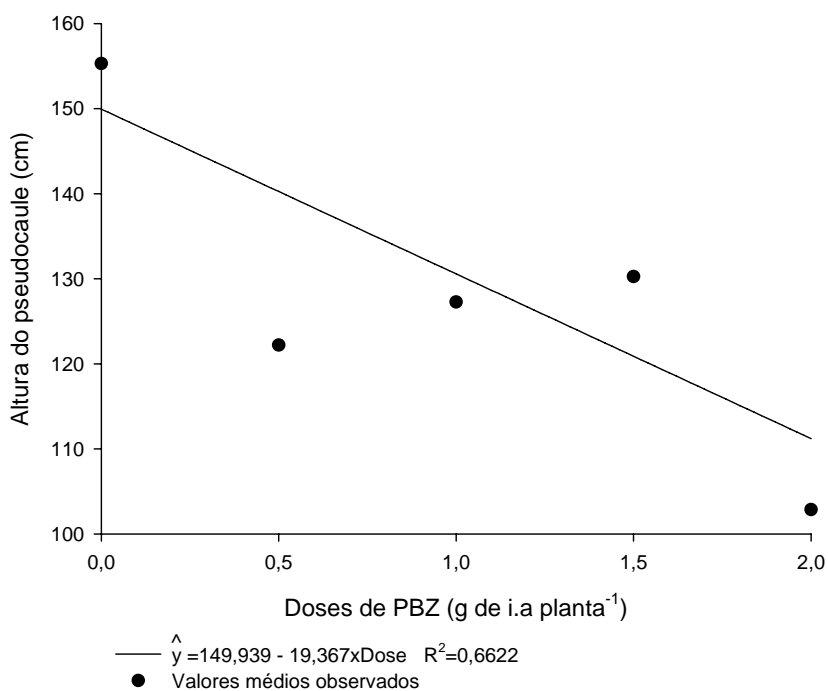
**Tabela 3:** Valores médios na época da emissão da inflorescência para a circunferência do pseudocaule (CP), área foliar da folha mais nova (AFN) e relação comprimento/largura do limbo foliar (RCL) em função das doses de paclobutrazol (PBZ) aplicado nas folhas de bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’

Variáveis	Doses de PBZ (g de i.a planta <sup>-1</sup> )					Ĉ
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	
CP	78,00	69,75	69,87	71,50	65,29	35,59**
AFN	6771,71	6234,82	6246,26	6347,15	5542,38	8962,49**
RCL	2,64	2,46	2,49	2,43	2,30	0,88**

Ĉ: 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.

Aos 15 dias após a aplicação do PBZ, foram verificadas reduções no crescimento do pseudocaule com o aumento das concentrações do produto (Figura 1).

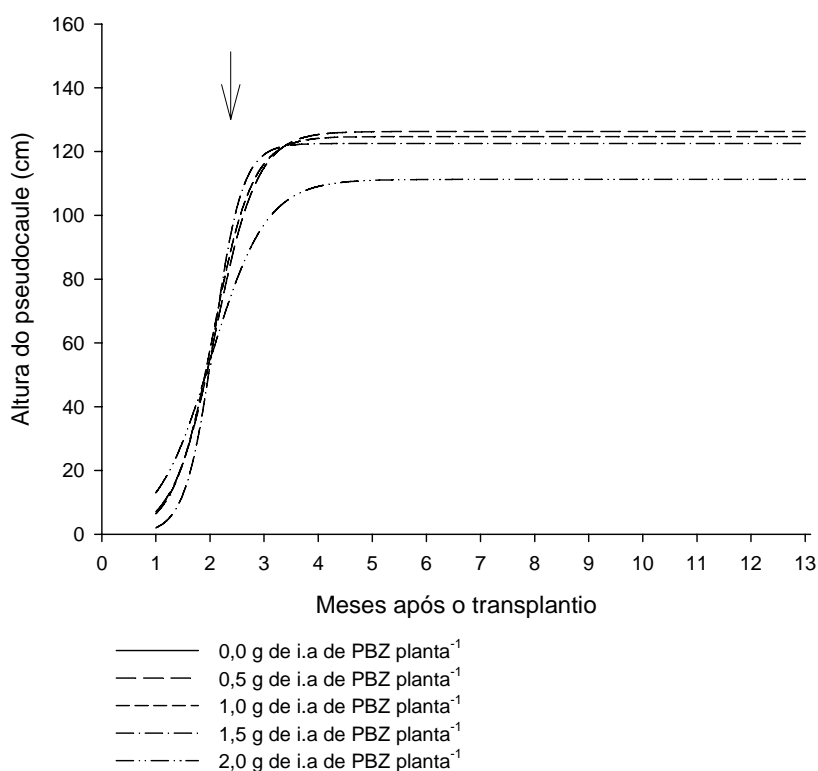


**Figura 1.** Altura do pseudocaule de bananeira ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’, 15 dias após a aplicação de cinco doses de PBZ aplicado nas folhas

Analisando-se os parâmetros estimados para as curvas de crescimento, verifica-se que aumentos nas doses de PBZ proporcionaram redução na altura do pseudocaule ( $a$ ) e aumento na taxa de crescimento ( $k$ ), Tabela 4. Visualmente, pela Tabela 4 e pela Figura 2, podem-se formar três grupos de efeitos das doses. O primeiro inclui as plantas com maior altura do pseudocaule e menor taxa de crescimento (controle); o segundo inclui as plantas com menor altura do pseudocaule e maior taxa de crescimento (maior dose de PBZ). O terceiro grupo é formado pelas plantas com resultados intermediários (demais doses de PBZ).

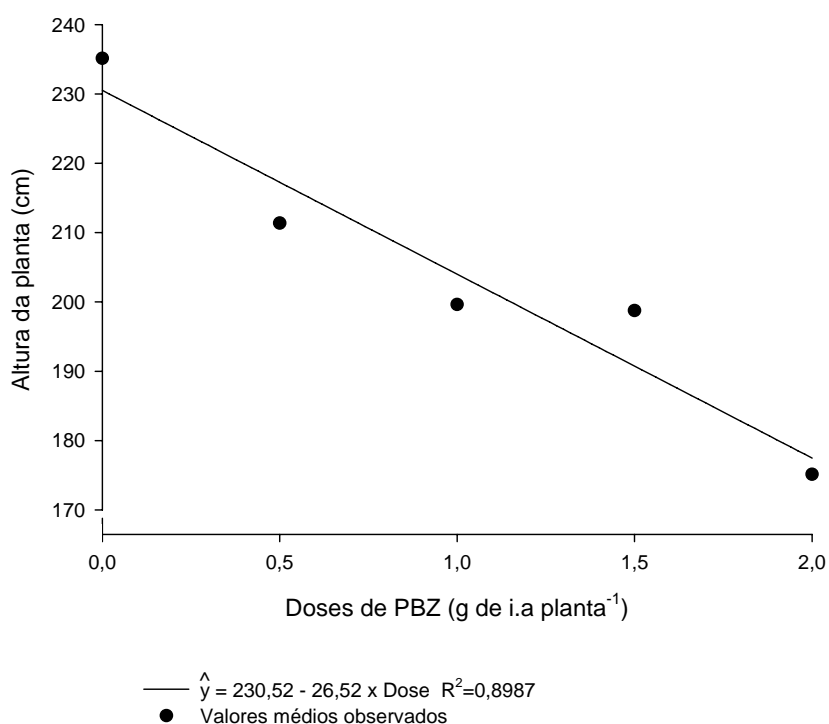
**Tabela 4:** Parâmetros estimados para curvas logísticas e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para descrever o crescimento de bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ sob diferentes doses de paclobutrazol aplicado nas folhas

Doses (g de i.a PBZ planta <sup>-1</sup> )	Parâmetros do Modelo Logístico			$R^2$
	a	b	k	
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



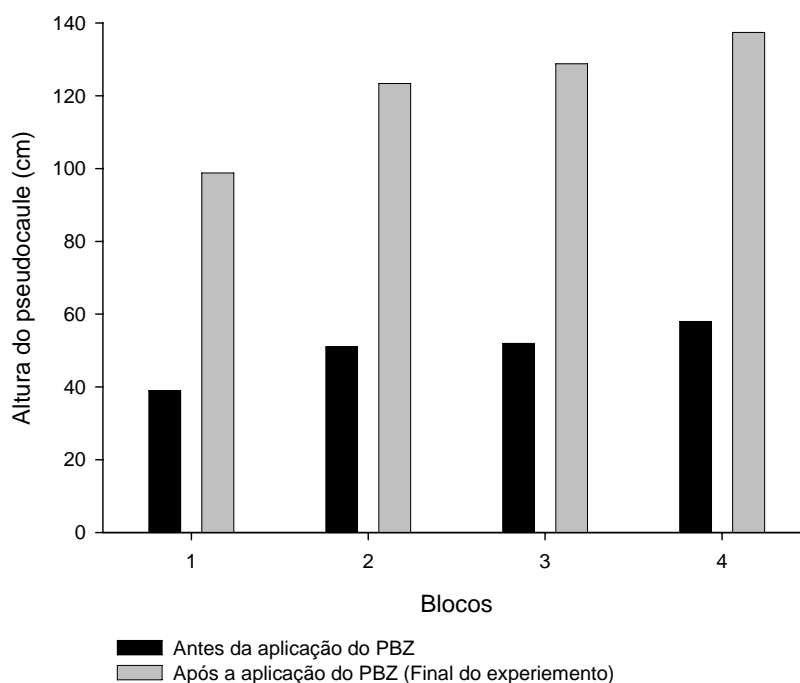
**Figura 2.** Curvas de crescimento para a média da altura do pseudocaule de bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’, submetidas a cinco doses de PBZ aplicado nas folhas. A seta indica o momento da aplicação do produto

Avaliando-se as Figuras 2 e 3, 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<sup>-1</sup>) e a dose de 2,0 g de i.a de PBZ planta<sup>-1</sup> foi de aproximadamente 25%, com uma redução média considerando todas as doses, de aproximadamente 20%. Estes resultados indicam que houve uma redução nos níveis endógenos de giberelinas, que são responsáveis pelo alongamento deste órgão (Fernández, 1995; Winkler & Helentjaris, 1995).



**Figura 3.** Altura das plantas de bananeira ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’, submetidas a cinco doses de PBZ aplicado nas folhas, por ocasião da emissão da inflorescência.

Por ter sido observado visualmente uma interação entre a altura do pseudocaule no momento da aplicação e o efeito do PBZ sobre o crescimento das plantas, procurou-se avaliar mais cuidadosamente esta situação. As diferenças de altura entre as plantas no momento da aplicação do produto, foram devido ao efeito de controle local, ou seja, dos blocos. A Figura 4 apresenta a altura média das plantas nos blocos antes da aplicação e no final do período de avaliação (após a aplicação do produto).

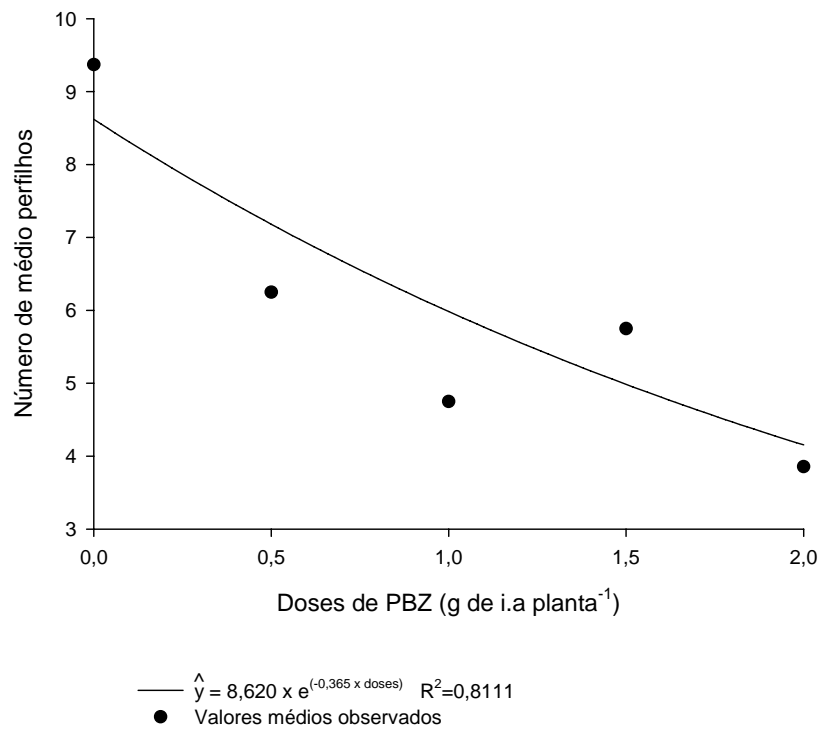


**Figura 4.** Altura média do pseudocaule de bananeira ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’, por blocos, antes e após a aplicação de PBZ

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 de regressão entre a altura das plantas antes da aplicação do PBZ e a diferença entre a altura no final do experimento e a sua altura no momento da aplicação do PBZ, indicou que o

coeficiente de regressão foi significativo ( $p=0,0301$ ). Este resultado é um indicativo que o efeito inibidor do PBZ foi menor quando as plantas encontravam-se 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 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 ao aplicado em estágios mais avançados da cultura.

Acréscimos nas doses de PBZ, proporcionaram uma redução exponencial no número de perfilhos emitidos pela planta ao longo do ciclo (Figura 5). Hamid & Willians (1997), estudando o comportamento de *Swainsona formosa* sob o efeito de diferentes reguladores de crescimento, verificaram que com a aplicação de PBZ, houve um 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 se diferencia com os resultados encontrados no presente trabalho.



**Figura 5.** Número médio de perfilhos de bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ submetidas a cinco doses de PBZ aplicado nas folhas

### Conclusões

Acréscimos nas doses de paclobutrazol aplicado folhas proporcionaram redução no crescimento das plantas e maiores taxas de crescimento para bananeiras ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’;

A área foliar da folha mais nova totalmente expandida e menor número de perfilhos foram menores com acréscimos nas doses de paclobutrazol em ambos os cultivares;

No intervalo de doses utilizadas neste trabalho o paclobutrazol não apresentou efeitos sobre o número de folhas, área foliar e no número de dias do plantio ao florescimento;

A faixa mais indicada do paclobutrazol para o crescimento de bananeira ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’ em ambiente protegido está entre a dose 0,5 e 1,0 g de i.a planta<sup>-1</sup>;

A magnitude do efeito do paclobutrazol foi dependente da altura do pseudocaule das bananeiras, ‘Prata Anã’ e ‘FHIA 01’, no momento da aplicação, sendo este mais evidente quando as plantas apresentavam menor altura;

A circunferência do pseudocaule, relação comprimento/largura do limbo e área foliar das folhas emitidas após a aplicação do paclobutrazol obtiveram maiores valores para o cultivar FHIA 01. Para as demais características não houve diferenças.

## Referências Bibliográficas

ALVES, E.J. **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2. Ed. Brasília: Embrapa - SPI/Cruz das Almas, Embrapa CNPMF, 585p. 1999.

ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Editora da UFSM, 1999. 142 p.

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**, 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**, v.94, p.371-377, 2002.

BARBOSA, N. M. L.; CUNHA, G. A. P.; REINHARDT, D. H.; BARROS, P. G.; SANTOS, A. R. L. Indução de alterações morfológicas e anatômicas em folhas de abacaxizeiro 'Pérola' pelo ácido 2-(3-clorofenoxi) propiônico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n. 3, p.386-389, 2003.

BRANDÃO FILHO, J.U.T.; CALLEGARI, O. Cultivo de hortaliças de frutos em ambiente protegido. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n. 200/201, p. 64-68, 1999.

CARVALHO, J. A. B. S.; PEIXOTO, C. P.; SILVA, S. O.; LEDO, C. A. S.; PEIXOTO, M. F. S. P.; ALVES, J. S. Uso da giberelina GA<sub>3</sub> na seleção do porte de bananeira das cultivares prata e prata-anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n. 3, p.449-453, 2005.

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

FERNÁNDEZ, J. A.; DOUMAS, P.; TEISSON, C.; CÔTE, F. Identificación y cuantificación de giberelinas en plantas variantes somaclónales y normales de *Musa* (cv. 'Grande Naine' AAA) mediante HPLC y espectrometría de masa. In: REUNIÓN DE LA ASOCIACIÓN PARA LA COOPERACIÓN EN INVESTIGACIÓN DE BANANO EN EL CARIBE Y EN AMÉRICA TROPICAL, 11, 1994, San José. **Memorias...** San José: ACORBAT, 1994. p.149-161.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 12.ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 467p. 1987.

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, 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**, v.71, p.79-85, 1997.

JEYAKUMAR, P.; KUMAR, N.; KAVINO, M. Physiological response of banana cv. 'Robusta' (AAA) to foliar applied plant growth regulators on productivity. **Madras Agricultural Journal**, v.90, n. 10/12, p.702-706, 2003.

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**, v.72, p.11-24, 1997.

MOUCO, M. A. C.; ALBUQUERQUE, J. A. S. Efeito do paclobutrazol em duas épocas de produção da mangueira. **Bragantia**, v.64, n. 2, p.219-225, 2005.

MARTINS, G. Cultivo em ambiente protegido - O desafio da plasticultura. In: FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000. p.135-153.

MODELO, V. A.; COSTA, C. P. Paulista Gherkin evaluation in greenhouse. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n. 4, 2003.

MURALI, T. P.; DUNCAN, E. J. The effects of in vitro hardening using triazoles on growth and acclimatization of banana. **Scientia Horticulturae**, v.64, n. 4, p.243-251, 1995.

OLIVEIRA, C.R.; BARRETO, E.A.; FIGUEIREDO, G.J.B.; NEVES, J.P.S.; ANDRADE, L.A.; MAKIMOTO, P.; DIAS, W.T. **Cultivo em ambiente protegido**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1997. 31 p. (Boletim Técnico, 232).

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria, 2006. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

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**, v.37, n. 11, p.1567-1574, 2002.

TURNER, D. W. An integral method for estimating total leaf area in bananas. **Infomusa**, 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. **The Plant Cell**, 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**, v.16, p.35-41, 1997.

## CONCLUSÕES GERAIS

Acréscimo nas doses de paclobutrazol, independentemente da forma de aplicação, proporcionou aumento na taxa de crescimento e menor altura do pseudocaule para ambos cultivares;

O paclobutrazol não influenciou a área foliar total das bananeiras ‘FHIA 01’ e ‘Prata Anã’, todavia com acréscimos nas doses de paclobutrazol foi houve redução na área foliar das folhas lançadas após a aplicação;

O número de folhas foi influenciado pelo modo de aplicação do paclobutrazol. Quando a aplicação foi realizada via solo, observou-se maior número de folhas; entretanto quando a aplicação ocorreu por via foliar não foi observado diferença entre o controle e as demais doses;

No intervalo de doses utilizadas neste trabalho, independente da forma de aplicação, o paclobutrazol não apresentou efeito sobre o número de dias do plantio ao florescimento;

Acréscimos nas doses de paclobutrazol, aplicado via solo, proporcionaram aumento no número de perfilhos até a dose de 1,5 g de i.a planta<sup>-1</sup>, com forte queda na emissão de perfilhos na dose de 2,0 g de i.a planta<sup>-1</sup>. Todavia, na aplicação foliar, o número de perfilhos sofreu decréscimos contínuos com acréscimos nas dose do paclobutrazol;

A faixa mais indicada do paclobutrazol foi dependente do modo de aplicação, do ambiente de cultivo e dos objetivos do pesquisador, considerando a produção de perfilhos a faixa fica entre 0,5 e 1,5 g de i.a planta<sup>-1</sup> com menores valores a serem utilizados em ambiente protegido;

Foi constatado que a magnitude do efeito do paclobutrazol, nos dois modos de aplicação, foi dependente da altura das plantas no momento da aplicação, sendo este mais evidente quando as plantas apresentavam menor altura;

Os cultivares estudados comportaram-se de forma diferenciada, de acordo com o ambiente e a modo de aplicação, para as características circunferência do pseudocaule, área foliar das folhas lançadas após aplicação do paclobutrazol, número de folhas, número de perfilhos e altura do pseudocaule.