

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
MESTRADO EM AGRONOMIA

MANEJO FLORAL DA PEREIRA COM PACLOBUTRAZOL NO SUBMÉDIO DO
VALE DO SÃO FRANCISCO

KELLEM ÂNGELA OLIVEIRA DE SOUSA

BOM JESUS-PI
2019

MANEJO FLORAL DA PEREIRA COM PACLOBUTRAZOL NO SUBMÉDIO DO
VALE DO SÃO FRANCISCO

KELLEM ÂNGELA OLIVEIRA DE SOUSA
Engenheira Agrônoma

Orientador: PROF. DR. ÍTALO HERBERT LUCENA CAVALCANTE
Co-Orientador: Dr. Paulo Roberto Coelho Lopes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia-Fitotecnia da Universidade Federal do Piauí - UFPI, para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias – Propagação e Manejo Cultural de Plantas (Produção Vegetal).

BOM JESUS - PI
2019

S725m Sousa, Kellem Ângela Oliveira de.
Manejo floral da Pereira com paclobutrazol no submédio Vale do São Francisco. / Kellem Ângela Oliveira de Sousa. – 2019.
39 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Propagação e Manejo Cultural de Plantas (Produção Vegetal), Bom Jesus-PI, 2019.
Orientação: “Prof. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante.”

1. *Pyrus* sp.. 2. Regulador de crescimento.
3. Ácido Giberélico. 4. Indução Floral. I. Título.

CDD 583.9

MANEJO FLORAL DA PEREIRA COM PACLOBUTRAZOL NO SUBMÉDIO DO
VALE DO SÃO FRANCISCO

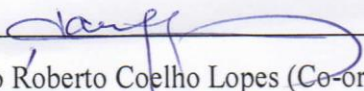
Por
KELLEM ÂNGELA OLIVEIRA DE SOUSA

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA, Área de Concentração (Produção Vegetal)

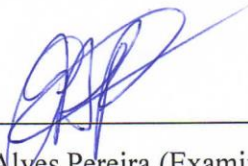
Aprovada em: 15 de Janeiro de 2019



Prof. Dr. Ítalo Herbert Cavalcante Lucena (Orientador)
UNIVASF - CCA



Dr. Paulo Roberto Coelho Lopes (Co-orientador)
Embrapa Semiárido - Petrolina



Prof. Dr. Gustavo Alyes Pereira (Examinador interno)
UFPI - CPCE



Dra. Inez Vilar de Moraes Oliveira (Examinador externo)
VSF Biotecnologia e Diagnose Vegetal - Petrolina

*Aos meus pais, Elias Gomes de Sousa (in
memorian) e Ranolfa Oliveira de Sousa,
pelo exemplo de força, luta e determinação.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida.

À minha mãe Ranolfa Oliveira de Sousa pelo ensinamentos, apoio e incentivo durante toda minha caminhada.

Aos meus irmãos Wallace e Carlos Aurélio, em especial a minha irmã Kátya pelo incentivo e apoio.

À Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas (UFPI/CPCE) e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - Agronomia.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof^o. Dr. Ítalo Herbert Lucena Cavalcante, pela orientação e ensinamentos no decorrer deste trabalho.

Ao meu co-orientador Dr. Paulo Roberto Coelho Lopes, por toda atenção e auxílio, tornando possível a execução desse trabalho.

À Fazenda Sereníssima pelo apoio, desenvolvimento e condução do experimentos.

À Embrapa Semiárido pelo suporte necessário na condução do experimentos.

Ao técnico José Liberalino (Dedé), pelo apoio e acompanhamento na condução do experimentos.

Ao Laboratório de Fisiologia Vegetal da UNIVASF-CCA/Petrolina-PE, para realização das análises do experimentos.

Ao Central de Análises de Fármacos, Medicamentos e Alimentos (CAFMA) da UNIVASF, na pessoa da professora Dra. Larissa Araújo Rolim e sua orientada Emanuella Chiara Valença Pereira, pelo apoio prestado durante a realização de parte das análises do experimentos.

Aos meus amigos Fábio e Gustavo pelo apoio e incentivo

Aos meus amigos que o mestrado me concedeu Jenilton Gomes da Cunha, Jackson Teixeira Lobo, Luan dos Santos Silva, Rosicleia de Carvalho Lopes pelo convívio e amizade.

Aos colegas do curso do mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias
- Agronomia da Universidade Federal do Piauí- Campus Cinobelina Elvas.

Ao grupo de pesquisa FRUTVASF, que contribuíram para a realização deste trabalho.

À todos, muito obrigado!

SUMÁRIO

Resumo Geral	i
General Abstract	ii
Lista de Tabelas	iii
Lista de Figuras	iv
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
CAPÍTULO I. PACLOBUTRAZOL NO CONTROLE DO CRESCIMENTO VEGETATIVO DE PEREIRAS CV. ‘SANTA MARIA’ E ‘HOUSUI’ NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO.....	7
Resumo	8
Abstract.....	9
2.1. Introdução.....	10
2.2. Material e Métodos.....	11
2.3. Resultados e Discussão.....	17
2.3.1. Experimento 1: Cultivar ‘Santa Maria’	17
2.3.2. Experimento 2: Cultivar ‘Housui’	26
2.4. Conclusões.....	34
2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

MANEJO FLORAL DA PEREIRA COM PACLOBUTRAZOL NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

RESUMO GERAL

O cultivo de peras no Brasil é pouco expressivo, o que impossibilita atender a elevada demanda pela fruta. Dessa maneira, a exploração da cultura da pereira em áreas não tradicionais de cultivo constitui oportunidade de expansão e mercado. A região do Submédio do Vale do São Francisco com seu potencial econômico para as áreas irrigadas tem demonstrado possibilidade de cultivo, assegurando bom desempenho agrônomico e colheita em épocas de menores ofertas. Sob condição semiárida tropical, a pereira apresenta crescimento vegetativo vigoroso, considerado um dos principais fatores que ocasiona baixa produtividade, pois influencia negativamente na diferenciação e formação de gemas florais. Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar doses de paclobutrazol aplicadas via solo e foliar no controle vegetativo de pereira das cultivares ‘Santa Maria’ e ‘Housui’ no Submédio do Vale do São Francisco. Os experimentos foram desenvolvidos em um pomar experimental na Fazenda Sereníssima, localizada no município de Lagoa Grande - PE, durante o período de Março de 2017 a Fevereiro de 2018. Foram conduzidos dois experimentos independentes, uma para cada cultivar ‘Santa Maria’ e ‘Housui’. O delineamento experimental foi blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2 x 4, consistindo cinco doses de paclobutrazol (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g de i.a.m⁻¹ linear de copa), duas vias de aplicação (solo e foliar) e quatro períodos de avaliação (30, 60, 90 e 120 dias após aplicação); com quatro repetições e três plantas por parcela. As variáveis avaliadas foram: comprimento e diâmetro da brotação, índices de clorofila *a*, *b* e total, carboidratos solúveis totais em folhas e determinação e quantificação de giberelinas. Os dados foram submetidos à ANAVA pelo teste F e ao teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias, e quando significativo aplicou-se regressão; e para concentração de GAs totais, os resultados foram expressos por equivalência de μg ácido giberélico (EGA₃) por g de amostra. A aplicação de PBZ via solo e foliar, promoveu reduções no crescimento das brotações para ambas cultivares, resultando em plantas mais compactas. Contudo, o efeito da aplicação do PBZ via solo foi efetivo para pereiras cv. ‘Santa Maria’ que obteve maior incremento nos índices de clorofila foliar e no teores de carboidratos solúveis totais foliares; e menor concentração nos níveis de GAs totais equivalente a GA₃ comparado a cv. ‘Housui’.

Palavras-chave: *Pyrus* sp., regulador de crescimento, ácido giberélico, indução floral

FLORAL MANAGEMENT OF PEAR TREE WITH PACLOBUTRAZOLE IN THE SUBMEDIO OF THE SÃO FRANCISCO VALLEY

GENERAL ABSTRACT

The cultivation of pears in Brazil is not very expressive, so it is impossible to provide the great demand for the fruit. In this way, the exploration of the pear tree cultivation in non-traditional areas is an opportunity for expansion and market. The Submedio region of the São Francisco Valley with its economic potential for the irrigated areas is able to be cultivated, ensuring good agronomic performance and harvesting in times of lower supply. Under tropical semi-arid conditions, since the pear tree presents vigorous vegetative growth, this is considered one of the main causes of low productivity, because this fact influence negatively the differentiation and the formation of flowering buds. Considering this, we aim to evaluate the doses of paclobutrazol applied via soil and foliar in the vegetative control of tree pear in the cultivars ‘Santa Maria’ and ‘Housui’ in the Submedio of the São Francisco Valley. The experiments were carried out in an experimental orchard at Fazenda Sereníssima, located in the country of Lagoa Grande – Pernambuco State, Brazil, during the period from March 2017 to February 2018. Two independent experiments were conducted, one for each cultivar ‘Santa Maria’ and ‘Housui’. The experimental design was randomized blocks, in a 5 x 2 x 4 factorial scheme, consisting of five doses of paclobutrazol (0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 g i.a.m⁻¹ linear canopy), two (soil and leaf) and four evaluation periods (30, 60, 90 and 120 days after application); with four replicates and three plants per plot. The variables evaluated were: length and diameter of shoot, *a*, *b* and total chlorophyll indexes, total soluble carbohydrates in leaves and determination and quantification of gibberellins. Data were submitted to ANAVA by the F test and the Tukey test ($p < 0.05$) for comparison of the means, and when they significant, regression was applied; and for concentration of total GAs, the results were expressed by the equivalence of μg gibberellic acid (EGA₃) per g of sample. The application of PBZ via soil and foliar promoted reductions in sprout growth for both cultivars, resulting in more compact plants. However, the effect of PBZ application via soil was effective for pear cv. ‘Santa Maria’, which obtained the highest increase in leaf chlorophyll index and foliar total soluble carbohydrate content; and lower concentration in level of total GAs equivalent to GA₃ compared to cv. ‘Housui’.

Key words: *Pyrus* sp., growth regulator, gibberellic acid, floral induction

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo (0 - 30 e 30 - 60 cm de profundidade), da área antes da implantação do experimento.....12

Tabela 2. Resumo da análise de variância para o comprimento da brotação (CB), diâmetro da brotação (DB), clorofila *a* (Clo *a*), clorofila *b* (Clo *b*), clorofila total (Clo total) e carboidratos solúveis totais foliares (CST) da pereira cv. 'Santa Maria' em função de doses de PBZ (D), vias de aplicação (V) e período de avaliação (P) após a aplicação dos tratamentos.18

Tabela 3. Resumo da análise de variância para o comprimento da brotação (CB), diâmetro da brotação (DB), clorofila *a* (Clo *a*), clorofila *b* (Clo *b*), clorofila total (Clo total) e carboidratos solúveis totais foliares (CST) da pereira cv 'Housui' em função de doses de PBZ (D), vias de aplicação (V) e período de avaliação (P) após a aplicação dos tratamentos.27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Médias das temperaturas máxima, mínima e média do ar, umidade relativa do ar e precipitação registrada durante a condução do experimento.....	12
Figura 2. Pereira cv. ‘Santa Maria’ (A) e cv. ‘Housui’ (B) após a poda	14
Figura 3. Avaliação de crescimento das brotações da pereira cv. ‘Santa Maria’, comprimento da brotação (A) e diâmetro da brotação (B), e leitura do índice de clorofila foliar (C) na pereira cv. ‘Housui’	14
Figura 4. Coleta da gema florífera da pereira cv. ‘Santa Maria’	16
Figura 5: Curva de calibração GA ₃ obtido por CLAE-DAD	16
Figura 6. Comprimento da brotação da pereira cv. ‘Santa Maria’ em função das doses de PBZ e vias de aplicação (A); e em função do período de avaliação e doses de PBZ(B).....	19
Figura 7. Diâmetro da brotação da pereira cv. ‘Santa Maria’ em função das doses de PBZ e vias de aplicação (A); e em função do período de avaliação e doses de PBZ (B).	20
Figura 8. Índice de clorofila <i>b</i> da pereira cv. ‘Santa Maria’ em função período de avaliação, após PBZ.	22
Figura 9. Índice de clorofila <i>a</i> da pereira cv. ‘Santa Maria’ em função do período de avaliação e vias de aplicação, após PBZ.....	22
Figura 10. Índice de clorofila <i>a</i> (A) e clorofila total (B) da pereira cv. ‘Santa Maria’ em função das doses de PBZ e vias de aplicação, após PBZ.....	23
Figura 11. Teores de carboidratos solúveis totais foliares da pereira cv. ‘Santa Maria’ em função das doses de PBZ e vias de aplicação aos 120 dias, após PBZ.....	24
Figura 12. Concentração de GAs totais equivalentes a GA ₃ (μgEGA ₃ .g ⁻¹ MF) em gemas florais de pereira cv. ‘Santa Maria’ sob aplicação via foliar (A) e via solo (B), após PBZ.....	25
Figura 13. Comprimento da brotação da pereira cv. ‘Housui’ em função das doses de PBZ e vias de aplicação (A); e em função do período de avaliação e doses de PBZ (B).....	28
Figura 14. Diâmetro da brotação da pereira cv. ‘Housui’ em função das doses de PBZ e vias de aplicação (A); e em função do período de avaliação e doses de PBZ (B).....	29
Figura 15. Índice de clorofila <i>a</i> da pereira cv. ‘Housui’ em função das doses de PBZ e período de avaliação sob aplicação via solo (A) e via foliar (B), após aplicação de PBZ.	30

- Figura 16.** Índice de clorofila total em função do período de avaliação da cv. ‘Housui’ após PBZ.31
- Figura 17.** Teores de carboidratos solúveis totais foliares da cv. ‘Housui’ em função das vias de aplicação e período de avaliação (A); e entre período de avaliação e doses de PBZ (B), após PBZ32
- Figura 18.** Concentração de GAs totais equivalentes a GA₃ ($\mu\text{gEGA}_3\cdot\text{g}^{-1}$ MF) em gemas florais de pereira cv. ‘Housui’ sob aplicação via solo (A) e via foliar (B), após PBZ.33

1. INTRODUÇÃO GERAL

A pereira (*Pyrus* sp.) pertencente à família da *Rosaceae*, engloba mais de vinte espécies, de origem européia (*Pyrus communis* L.), e asiática (*Pyrus pyrifolia*) (PASA et al., 2011), sendo amplamente cultivada em muitos países, a fruta fresca possui grande aceitação nos mercados nacional e internacional (FIORAVANÇO, 2007). No Brasil, o cultivo da pereira está concentrado na Região Sul, porém, sua produção ainda é considerada pequena e não atende à demanda do mercado nacional, o que torna a pera umas das frutas responsáveis pelo maior montante de importações, chegando a atingir do 90% total da fruta fresca importada (FAORO & ORTH, 2010; RUFATO et al., 2011).

Diante da elevada demanda dessa fruta no Brasil e da reduzida área de produção, estudos têm sido realizados em diferentes regiões no Brasil visando gerar informações que possam dar suporte ao avanço da cultura em regiões não tradicionais de cultivo (OLIVEIRA et al., 2015). Considerada como uma das principais regiões produtoras e exportadoras de frutas frescas, a região do Submédio do Vale do São Francisco têm demonstrado potencial para a expansão dessa frutífera devido às condições edafoclimáticas e uso de irrigação, que garante um bom desempenho agrônômico da cultura, bem como a colheita em épocas diferentes das regiões produtoras de pera, disponibilizando a fruta quando há maior carência no mercado. (LOPES et al., 2013).

Sob condições semiáridas tropicais, as pereiras não paralisam a atividade metabólica durante o ciclo. Expostas a altas temperaturas e irrigação constante, as plantas apresentam crescimento vigoroso e acelerado dos ramos (OLIVEIRA et al., 2015). Fachinello et al. (2008), reportam que quanto mais intensa for à circulação de seiva, maior será o crescimento vegetativo e o vigor nos ramos, enquanto que, com a redução da circulação de seiva, maior quantidade de gemas floríferas são formadas.

O crescimento vigoroso da parte aérea reduz a interceptação da luz no interior da copa (PRIVÉ et al., 2004), afeta a diferenciação e formação de gemas floríferas (HAWERROTH et al., 2012), demonstrando o antagonismo entre desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (IUCHI & LUZ, 2010), assim promovendo a alternância de produção (COSTA et al, 2002), e, conseqüentemente, menor produtividade e redução da qualidade dos frutos. O equilíbrio entre o vigor vegetativo e a frutificação em espécies frutíferas de clima temperado, conforme Sharma et al. (2009), demonstra-se essencial ao aumento da eficiência produtiva e alta qualidade dos frutos.

O controle do crescimento vegetativo é de fundamental importância para o manejo rentável da cultura, visto que em pomares jovens esse controle favorece antecipação da floração e frutificação, e em pomares adultos evita o sombreamento favorecendo a produção (BASAK; RADEMARCHER, 2004). Dessa forma, o uso de reguladores de crescimento vegetal, que atuam na inibição da biossíntese da giberelina, responsáveis pelo alongamento dos ramos/brotos (OWENS & STOVER, 1999) podem constituir uma alternativa para estabelecer melhor relação entre o crescimento vegetativo e reprodutivo.

Dentre os reguladores de crescimento vegetal mais utilizados em frutíferas para o controle do vigor, o paclobutrazol (PBZ) tem se destacado pela sua eficiência. O PBZ, pertence ao grupo dos triazóis, atua inibindo a oxidação do ent-caureno para o ácido ent-caurenoico na segunda etapa da biossíntese das giberelinas (RADEMACHER, 2016), estas responsáveis pelo alongamento e divisão celular nas plantas. Além de controlar o crescimento vegetativo, o PBZ estimula o enraizamento, aumenta o conteúdo de clorofila, a concentração de carboidratos, a síntese da citocinina e o conteúdo do ácido abscísico (FLETCHER et al., 2000; JALEEL et al., 2006).

O PBZ pode ser absorvido através das raízes, tecidos do ramos e folhagem (TONGUMPAI et al., 1991; BURONDKAR & GUNJATE, 1993). Por ser altamente móvel no xilema, o movimento é acrópeto (FERRARI & SERGENT, 1996), e o transporte influenciado pela corrente de transpiração, o que explica a sua maior efetividade nas plantas quando incorporado ao solo. Plantas tratadas via pulverização foliar demonstram menor eficiência do regulador. Segundo Vaz et al. (2015) quando o PBZ é aplicado, o período de contato com a parte aérea é menor; porém, para Bangerth (2006) a forma de transporte do PBZ para folhas e gemas das plantas ainda permanece desconhecida.

Em trabalhos realizado em mangueiras cultivadas sob condição semiárida tropical por Mouco & Albuquerque (2005), o PBZ aplicado via solo, mostrou-se eficiente comparada a aplicação via foliar, contudo, elevadas doses reduziram o comprimento do ramo em 33% comparado à testemunha, e compactaram as panículas. Sherif & Asaad (2014), avaliando efeito do PBZ aplicado via foliar, reportam redução no comprimento e diâmetro das brotações das pereiras cv. 'Le-Conte'.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar doses de paclobutrazol aplicadas via solo e via foliar no controle vegetativo de pereiras cultivares 'Santa Maria' e 'Housui' no Submédio do Vale do São Francisco.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANGERTH, F. Flower induction in perennial fruit trees: still can enigma? **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 727, p. 177-196, 2006.

BASAK, A. Growth and Fruiting of ‘Elstar’ Apple Trees in Response to Prohexadione Calcium Depending on the Rootstock. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 653, p. 117-125, 2004.

BURONDKAR, M. M.; GUNJATE, R. T. Control of vegetative growth and induction of regular and early cropping in “Alphonso” mango with paclobutrazol. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 341, p. 206-215, 1993.

COSTA, G.; ANDREOTTI, C.; SABATINI, E.; BREGOLI, A. M.; BUCCHI, F.; SPADAA, G; MAZZINI, F. The effect of Prohexadione-Ca on vegetative and cropping performance and fire blight control of pear trees. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 596, p. 531-534, 2002.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. Poda das plantas frutíferas. In: FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura: fundamentos e práticas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. p. 93-102.

FAORO, I. D; ORTH, A. I. Qualidade de frutos da pereira-japonesa colhidos em duas regiões de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p. 308-315, 2010.

FERRARI, D. F.; SERGENT, E. A. Promoción de la floración y frutificación en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Haden, com paclobutrazol. **Revista de la Faculdade de Agronomia**, Maracay, v. 22, p. 9-17, 1996.

FIORAVANÇO, J. C. A CULTURA DA PEREIRA NO BRASIL: Situação econômica e entraves para o seu crescimento. **Informações Econômicas**. SP, v.37, n.3, p. 52-60, Mar. 2007.

FLETCHER, R. A.; GILLEY, A.; SANKHLA, N.; DAVIS, T. D. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. **Horticultural Reviews**, Westport, v. 24, p. 55-138, 2000.

HAWERROTH, F. J.; HERTER, F. G.; FACHINELLO, J. C.; PETRI, J. L.; PREZOTTO, M. E.; HAAS, L. B.; PRETTO, A. Aumento da produção de pereira asiática pelo uso de reguladores de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1750-1754, 2011.

IUCHI T; LUZ AR. Crescimento, frutificação, poda e condução da pereira. In: III Reunião Técnica da Cultura da Pereira: Busca pela identidade nacional. 3, 2010, Lages: UDESC **Anais....** p. 96-101.

JALEEL, C. A.; GOPI, R.; MANIVANNAN, P.; KISHOREKUMAR, A.; SANKAR, B.; PANNEERSELVAM, R. Paclobutrazol influences on vegetative growth and floral characteristics of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. . **Indian Journal of Applied & Pure Biology**, v. 21, p. 369-372, 2006.

LOPES, P. R. C., OLIVEIRA, I. D. M., MATOS, R. D. S., CAVALCANTE, I. Caracterização fenológica de pereiras 'Housui' e 'Kousui' cultivadas sob clima Semiárido no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 670-675, Junho 2013.

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

OLIVEIRA, I. V. M; SILVA-MATOS, R. R. S; LOPES, P. R. C. Avaliação fenológica da pereira "Trinfo" cultivada em clima semiárido no Nordeste do Brasil na safra de 2012. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 670-675, 2015.

OWENS, C. L.; STOVER, E. Vegetative growth and flowering of young apple trees in response to prohexadione-calcium. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 7, p. 1194-1196, 1999.

PASA, M. S.; FACHINELLO, J. C.; SCHMITZ, J. D.; SOUZA, A. L. K.; HERTER, F. G. Hábito de frutificação e produção de pereiras sobre diferentes porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 9, p. 998-1005, 2011.

PRIVÉ, J. P.; FAVA, E.; CLINE, J. E.; EMBREE, C.; NICHOLS, D.; BYL, M. Preliminary results on the efficacy of apple trees treated with the growth retardant prohexadione-calcium (Apogee®) in Eastern Canada. **Acta Horticulturae**, Toronto, v. 636, n. 1, p. 137-144, 2004.

RADEMACHER, W. Chemical regulators of gibberellin status and their application in plant production. In: HEDDEN, P.; THOMAS, S. G. (Ed.). **The gibberellins**. Oxford: Willey Black, v.49, p. 359-403, 2016.

RADEMACHER, W. Prohexadione-Ca: Modes of Action of a Multifunctional Plant Bioregulator for Fruit Trees. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.727, p. 97-106, 2004.

RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; BOGO, A.; MACHADO, B. D.; MARCON FILHO, J. L.; LUZ, A. R.; MARCHI, T. Vegetative Aspects of European Pear Scions Cultivars in Combination with Quince Rootstocks in Urupema Santa Catarina State, Brazil. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 909, p. 207-213, 2011.

SHARMA, S.; REHALIA, A.S; SHARMA, S.D. Vegetative growth restriction in pome and stone fruits-A review. **Agricultural Reviews**, v. 30, n. 1, p. 13-23, 2009.

SHERIF, H. M.; ASAAD, S. A. Effect of some plant growth retardants on vegetative growth, spurs and fruiting of 'Le-Conte' pear trees. **British Journal of Applied Science & Technology**, v. 4, n. 26, p. 3785- 3804, 2014.

TONGUMPAI, P.; JUTAMANAEE, K.; SELTHPATHPAKDI, R.; SUNHADRBADHU, S. Variation in level of giberellin-like substances during vegetative growth and flowering of mango cv. KhiewSawoey. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 291, p. 105 - 107, 1991.

VAZ, F. L.; GOMES, T. A.; ROCHA, C. C. A; MOUCO, M. A; GOUVEIA, E. R. Paclobutrazol biodegradation in unsaturated soil in the semi arid Northeast of Brazil. **African Journal of Biotechnology**, Ebene, v. 14, n. 4, p. 298 - 303, 2015.

CAPÍTULO I

PACLOBUTRAZOL NO CONTROLE DO CRESCIMENTO VEGETATIVO DE PEREIRAS CV. 'SANTA MARIA' E 'HOSUI' NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

PACLOBUTRAZOL NO CONTROLE DO CRESCIMENTO VEGETATIVO DE PEREIRAS CV. 'SANTA MARIA' E 'HOUSUI' NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO

RESUMO

O cultivo de peras no Brasil é pouco expressivo, o que impossibilita atender a elevada demanda pela fruta. Dessa maneira, a exploração da cultura da pereira em áreas não tradicionais de cultivo constitui oportunidade de expansão e mercado. A região do Submédio do Vale do São Francisco com seu potencial econômico para as áreas irrigadas tem demonstrado possibilidade de cultivo, assegurando bom desempenho agrônômico e colheita em épocas de menores ofertas. Sob condição semiárida tropical, a pereira apresenta crescimento vegetativo vigoroso, considerado um dos principais fatores que ocasiona baixa produtividade, pois influencia negativamente na diferenciação e formação de gemas florais. Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar doses de paclobutrazol aplicadas via solo e foliar no controle vegetativo de pereira das cultivares 'Santa Maria' e 'Housui' no Submédio do Vale do São Francisco. Os experimentos foram desenvolvidos em um pomar experimental na Fazenda Sereníssima, localizada no município de Lagoa Grande - PE, durante o período de Março de 2017 a Fevereiro de 2018. Foram conduzidos dois experimentos independentes, uma para cada cultivar 'Santa Maria' e 'Housui'. O delineamento experimental foi blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2 x 4, consistindo cinco doses de paclobutrazol (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 g de i.a.m⁻¹ linear de copa), duas vias de aplicação (solo e foliar) e quatro períodos de avaliação (30, 60, 90 e 120 dias após aplicação); com quatro repetições e três plantas por parcela. As variáveis avaliadas foram: comprimento e diâmetro da brotação, índices de clorofila *a*, *b* e total, carboidratos solúveis totais em folhas e determinação e quantificação de giberelinas. Os dados foram submetidos à ANAVA pelo teste F e ao teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias, e quando significativo aplicou-se regressão; e para concentração de GAs totais, os resultados foram expressos por equivalência de μg ácido giberélico (EGA₃) por g de amostra. A aplicação de PBZ via solo e foliar, promoveu reduções no crescimento das brotações para ambas cultivares, resultando em plantas mais compactas. Contudo, o efeito da aplicação do PBZ via solo foi efetivo para pereiras cv. 'Santa Maria' que obteve maior incremento nos índices de clorofila foliar e no teores de carboidratos solúveis totais foliares; e menor concentração nos níveis de GAs totais equivalente a GA₃ comparado a cv. 'Housui'.

Palavras-chave: *Pyrus* sp., regulador de crescimento, ácido giberélico, indução floral

**PACLOBUTRAZOL IN CONTROL OF THE VEGETATIVE GROWTH OF
PEAR TREES CV. ‘SANTA MARIA’ AND ‘HOUSUI’ IN THE SUBMEDIO OF
THE SÃO FRANCISCO VALLEY**

ABSTRACT

The cultivation of pears in Brazil is not very expressive, so it is impossible to provide the great demand for the fruit. In this way, the exploration of the pear tree cultivation in non-traditional areas is an opportunity for expansion and market. The Submedio region of the São Francisco Valley with its economic potential for the irrigated areas is able to be cultivated, ensuring good agronomic performance and harvesting in times of lower supply. Under tropical semi-arid conditions, since the pear tree presents vigorous vegetative growth, this is considered one of the main causes of low productivity, because this fact influence negatively the differentiation and the formation of flowering buds. Considering this, we aim to evaluate the doses of paclobutrazol applied via soil and foliar in the vegetative control of tree pear in the cultivars ‘Santa Maria’ and ‘Housui’ in the Submedio of the São Francisco Valley. The experiments were carried out in an experimental orchard at Fazenda Sereníssima, located in the country of Lagoa Grande – Pernambuco State, Brazil, during the period from March 2017 to February 2018. Two independent experiments were conducted, one for each cultivar ‘Santa Maria’ and ‘Housui’. The experimental design was randomized blocks, in a 5 x 2 x 4 factorial scheme, consisting of five doses of paclobutrazol (0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 g i.a.m⁻¹ linear canopy), two (soil and leaf) and four evaluation periods (30, 60, 90 and 120 days after application); with four replicates and three plants per plot. The variables evaluated were: length and diameter of shoot, *a*, *b* and total chlorophyll indexes, total soluble carbohydrates in leaves and determination and quantification of gibberellins. Data were submitted to ANAVA by the F test and the Tukey test ($p < 0.05$) for comparison of the means, and when they significant, regression was applied; and for concentration of total GAs, the results were expressed by the equivalence of μg gibberellic acid (EGA₃) per g of sample. The application of PBZ via soil and foliar promoted reductions in sprout growth for both cultivars, resulting in more compact plants. However, the effect of PBZ application via soil was effective for pear cv. ‘Santa Maria’, which obtained the highest increase in leaf chlorophyll index and foliar total soluble carbohydrate content; and lower concentration in level of total GAs equivalent to GA₃ compared to cv. ‘Housui’.

Key words: *Pyrus* sp., growth regulator, gibberellic acid, floral induction

2.1. Introdução

A pereira (*Pyrus* sp) é uma frutífera de clima temperado amplamente cultivada em muitos países, cuja produção mundial em 2017 foi de 24.168.309 toneladas, visto que a produção brasileira de peras concentradas na região Sul e Sudeste contribuiu com apenas 0,09% (22.108 toneladas) da produção mundial (FAO, 2018). Desse modo, a cultura da pereira surge como oportunidade de expansão para regiões de cultivo não tradicionais, viabilizando oferta de frutos na entressafra e diversificação da fruticultura.

A região do Submédio do Vale do São Francisco tem demonstrado possibilidade de cultivo da pereira, mas em virtude das condições climáticas e sob irrigação frequente, a pereira apresenta intenso crescimento vegetativo o que interfere no desenvolvimento reprodutivo, e conseqüentemente na produtividade (LOPES & OLIVEIRA, 2011). Segundo Pasa et al. (2011), um dos fatores limitantes para a expansão da pereira é atribuída a problemas de manejo, dentre eles, destaca-se o excessivo vigor das pereiras, promovendo baixa frutificação e irregularidade da produção.

O excessivo crescimento vegetativo das pereiras interferem negativamente na diferenciação e formação de gemas florais, visto que brotos/ramos e folhas competem por carboidratos com as gemas em formação, além do aumento do custo de poda e no controle fitossanitário, conseqüentemente afetando a produtividade e qualidade dos frutos. Portanto, é de fundamental importância para a cultura da pereira, a utilização de práticas culturais que promovam um adequado balanço entre o desenvolvimento vegetativo e a frutificação, contribuindo para o potencial produtivo da cultura. (HAWERROTH et al. 2012; PASA et al.,2011),

A aplicação de reguladores de crescimento, destaca-se como uma das práticas eficientes para o controle do desenvolvimento vegetativo em frutíferas de clima temperado (SHARMA et al., 2009). Os reguladores de crescimento são substâncias químicas utilizados para controlar o crescimento vegetativo de algumas frutíferas de clima temperado, subtropical e tropical (DAVENPORT, 2007).

Dentre os fitorreguladores, o paclobutrazol (PBZ) é bastante utilizado na redução do crescimento vegetativo, promovendo os processos de formação de gemas florais, frutificação e regulação da alternância de produção (SILVA et al., 2003). Pertencente ao grupo dos triazóis, o paclobutrazol (PBZ) atua na inibição da biossíntese das giberelinas na planta através da inibição da formação do ent-caureno, composto

precursor das giberelinas em sua rota de formação, reduzindo as taxas de divisão e expansão celular, promovendo a redução do crescimento vegetativo (ZHENG et al., 2012). Aplicado no solo ou pulverizado via foliar, é absorvido passivamente pelas raízes, caules e folhas e tem movimento acrópeto, movendo-se pelo xilema para folhas e meristemas apicais caulinares (BENETT et al., 2014).

A resposta à aplicação do PBZ, varia em função da espécie, cultivar, estágio fenológico, dosagem e da forma de aplicação (SILVA & FARIA JUNIOR, 2011). O efeito direto do PBZ é na restrição do crescimento vegetativo tornando a planta mais compacta, promove acréscimos nos índices de clorofila (NIZAM & TE-CHATO, 2009), aumento da taxa fotossintética (JALEEL et al., 2007), incremento na concentração de carboidratos e na síntese de citocininas (JALEEL et al., 2006), contribuindo para o desenvolvimento reprodutivo.

Trabalhos desenvolvidos na cultura da mangueira (MOUCO & ALBUQUERQUE, 2005) sob condição semiárida tropical, foi verificado que o PBZ promoveu a supressão nos níveis de GAs, paralisando o crescimento vegetativo. Sherif & Asaad (2014), avaliando efeito do PBZ pulverizado via foliar, reportam redução no comprimento e diâmetro das brotações das pereiras cv. 'Le-Conte'.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar doses de paclobutrazol aplicadas via solo e via foliar no controle vegetativo de pereira das cultivares 'Santa Maria' e 'Housui' no Submédio do Vale do São Francisco.

2.2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em um pomar experimental na Fazenda Sereníssima, localizada no município de Lagoa Grande - PE, situada nas coordenadas geográficas 09°09'51.03" S, 40°07'47.6" W, com altitude média de 375m, no Submédio do Vale do São Francisco, durante o período de março de 2017 a fevereiro de 2018. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como semiárido quente e seco (BswH).

As características químicas e granulométricas do solo da área experimental e os dados referentes às variáveis meteorológicas, (temperatura, umidade relativa do ar e precipitação), coletados na estação meteorológica da Embrapa Semiárido, durante a execução do experimento encontram-se na Tabela 1 e Figura 1, respectivamente.

TABELA 1. Características químicas e físicas do solo (0-30 e 30-60 cm de profundidade), da área antes da implantação do experimento.

Característica do solo	Profundidade do solo			
	Cv. 'Santa Maria'		Cv. 'Housui'	
	0-30 cm	30-60 cm	0-30 cm	30-60 cm
pH	4,6	4,5	6,1	4,8
P	54	51	81	42
	-----mg/dm ³ -----			
	-----cmol/dm ³ -----			
K ⁺	0,35	0,38	0,36	0,38
Ca ²⁺	1,5	1,8	2,6	3,3
Mg ²⁺	1,0	0,3	1,7	1,5
Na ⁺	0,08	0,08	0,10	0,09
S	2,93	2,56	4,76	5,27
H+Al	2,56	2,56	0,96	2,40
T	5,49	5,12	5,72	7,67
Al ³⁺	0,25	0,25	0,0	0,1
	----- % -----			
V	53	50	83	69
SAT Ca ²⁺	27,3	35,2	45,5	43,0
SAT Mg ²⁺	18,2	5,9	29,7	19,6
SAT Na ²⁺	1,5	1,6	1,7	1,2
C.E	0,35	0,45	1,35	0,42
M.O	3,3	3,7	4,8	3,8
C	1,9	2,2	2,8	2,2
Areia	83	69,7	83	68,7
Silte	3	10,60	4	10,40
Argila	12	18,60	11	18,20

V = Saturação por bases (Ca²⁺ Mg²⁺ Na²⁺ K⁺/CTC) x 100; C.E = Condutividade elétrica; M.O = Matéria orgânica.

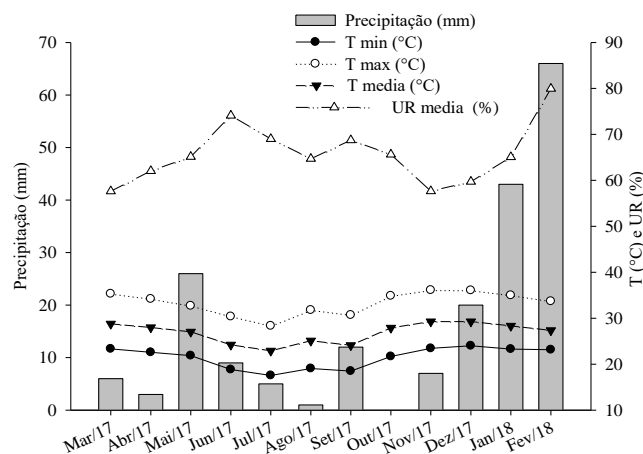


FIGURA 1. Médias das temperaturas máxima, mínima e média do ar, umidade relativa do ar e precipitação registrada durante a condução do experimento.

O pomar em produção foi implantado em fevereiro de 2013, com as cultivares de pereira ‘Housui’ e ‘Santa Maria’ enxertadas em ‘Pirus’ (*Pyrus calleryana* L.), conduzidas em sistema de ‘líder central’, distribuído em fileiras, com espaçamento 4,0 m x 1,25 m, equivalente a 2.000 plantas ha⁻¹. O sistema de irrigação adotado foi por gotejamento com linhas duplas no espaçamento de 50 cm entre gotejadores (fluxo de 2 L h⁻¹). As adubações foram realizadas com base nos resultados da análise de solos, os tratamentos culturais, como controle fitossanitário, e controle de plantas daninhas e os demais, como poda, realizados quando necessários, de acordo com as práticas recomendadas no sistema de produção da pereira (QUEZADA et al., 2003).

Foram conduzidos dois experimentos independentes, um para cada cultivar ‘Santa Maria’ e ‘Housui’, em ambos adotou-se o delineamento em blocos casualizados, com tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5 x 2 x 4, correspondentes a: i) doses de PBZ, D1 = 0,0 (Testemunha); D2 = 0,5; D3 = 1,0; D4 = 1,5 e D5 = 2,0 g i. a. m⁻¹ linear de copa; ii), formas de aplicação (via foliar e via solo) e, iii) período de avaliação (30, 60, 90 e 120 após a aplicação de PBZ) respectivamente, com quatro repetições e três plantas por parcela, totalizando 480 plantas de cada cultivar. As doses foram definidas seguindo as recomendações para a cultura da mangueira, já que não há recomendação para a pereira.

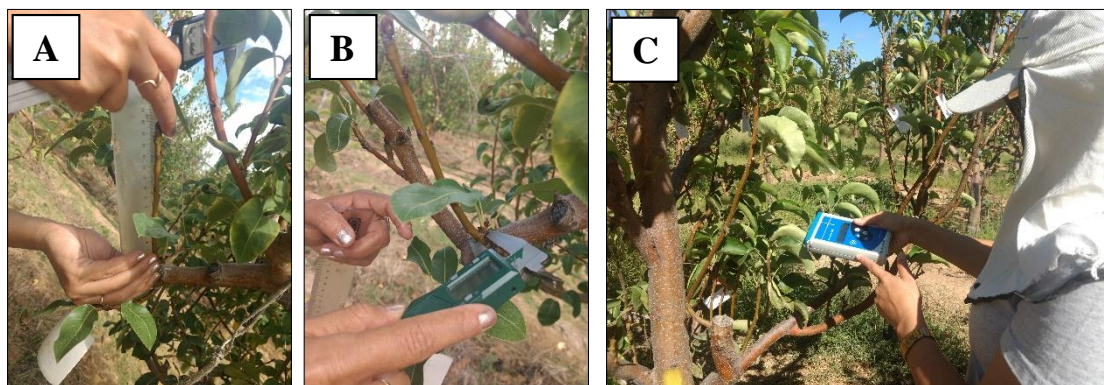
Foram realizadas podas em todas as plantas do pomar (Figura 2A e 2B), e após o surgimento das primeiras brotações uniformes (5 cm), realizou-se a aplicação dos tratamentos. Com as doses estabelecidas, para aplicação via solo, o PBZ foi diluído em água e distribuídos nos sulcos na linha da irrigação, logo após foi acionado o sistema de irrigação para melhor distribuição e absorção pelas raízes; para a aplicação via foliar, foi realizada a pulverização da parte aérea utilizando bomba costal até completo molhamento da planta, as aplicações foram realizadas nos meses de Abril e Maio de 2017, nas cultivares ‘Santa Maria’ e ‘Housui’, respectivamente, aplicado uma única vez. A fonte de paclobutrazol (PBZ) utilizado foi o produto comercial Cultar 250[®] (Syngenta), com 25% de ingrediente ativo (i.a).



Fonte: Sousa, K.A.O.

FIGURA 2: Pereira cv. ‘Santa Maria’ (A) e cv. ‘Housui’ (B) após a poda.

Aos 30, 60, 90 e 120 dias após aplicação do PBZ, foram realizadas as avaliações de comprimento (Figura 3A) e diâmetro da brotação (Figura 3B), índice de clorofila foliar (Figura 3C) e teores de carboidratos solúveis totais foliares de cada cultivar.



Fonte: Sousa, K.A.O.

FIGURA 3: Avaliação de crescimento das brotações da pereira cv. ‘Santa Maria’, comprimento da brotação (A) e diâmetro da brotação (B), e leitura do índice de clorofila foliar (C) na pereira cv. ‘Housui’.

Para mensuração do crescimento das brotações, a planta foi dividida em quatro quadrantes, nos quais foram marcadas brotações na altura mediana da copa, totalizando quatro brotações por planta. As avaliações de comprimento e diâmetro das brotações, foram realizadas com régua graduada (cm) e paquímetro digital (mm), respectivamente.

Para a determinação da concentração dos teores de carboidratos solúveis totais foliares, a coleta das folhas foi realizada conforme recomendação de Basso et al. (2003), coletando-se folhas totalmente expandidas, situadas na região mediana da copa, em seguida foram armazenadas em sacos plásticos e acondicionadas em isopor com gelo e conduzidas para o Laboratório de Fisiologia Vegetal da UNIVASF. A determinação de carboidratos solúveis totais foliares, foi realizada pelo método fenol sulfúrico (DUBOIS et al., 1956). A leitura realizada em espectrofotômetro, em comprimento de onda de 490 nm. Os teores de carboidratos solúveis totais foliares, nas frações, foram obtidos de acordo com as absorvâncias e calculadas em função da curva padrão de glucose. De acordo com os rendimentos previamente obtidos, calculou-se a concentração de carboidratos solúveis totais foliares em $\mu\text{mol.g}^{-1}$ de matéria fresca da amostra.

Os índices de clorofila *a*, *b* e total expressos em ICF (Índice de Clorofila Falker[®]) foram determinados com clorofilômetro (Falker[®], Brasil), em folhas totalmente expandidas, totalizando cinco leituras por planta, realizadas entre 9:00 e 12:00 horas, conforme recomendações de El-Hendawy et al. (2005).

As concentrações de giberelinas foram determinadas e quantificadas em gemas floríferas após a aplicação dos tratamentos, coletadas mensalmente até o momento recomendado para indução floral, que compreende aos 150 dias (Figura 4). As gemas floríferas coletadas foram imediatamente imersas em nitrogênio líquido e conduzidas para o Laboratório de Fisiologia Vegetal da UNIVASF. Utilizaram-se 50 mg de cada amostra macerada, adicionando 1,0 ml de metanol 80% no tubo eppendorf, agitado em vortex por 30 segundos para homogeneizar, após, levou-se para o banho ultra-sônico por 5 minutos, e imediatamente foram centrifugada a 13.000 rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi removido com uma pipeta e transferido para outro eppendorf, foi então realizado a primeira extração. Posteriormente, foram realizadas segunda e terceira extrações no mesmo eppendorf, acrescentando-se apenas 0,5 ml de metanol 80%, em seguida, o sobrenadante foi removido para o mesmo eppendorf da primeira extração, obtendo-se uma única extração. Em seguida, os extratos foram filtrados com filtro de seringa de 0,45 μm e levou-se para o banho ultra-sônico por 3 minutos. Com os extratos prontos, foram transferidos para os vials para a injeção no cromatógrafo.



Fonte: Sousa, K.A.O.

FIGURA 4: Coleta da gema florífera da pereira cv. ‘Santa Maria’.

Para a curva de calibração (Figura 5) utilizou-se uma solução estoque de GA₃ padrão (Sigma-Aldrich). A partir da solução estoque, foram preparadas diluições na faixa de concentração de 2,5 – 50 µg/ml. Cada solução de trabalho foi filtrada com um filtro de seringa de 0,45 µm e sonicada por 5 min depois, 20 µL de cada solução foram injetados. A concentração de GAs totais foi calculado a partir da equação da reta proveniente curva de calibração de GA₃ padrão.

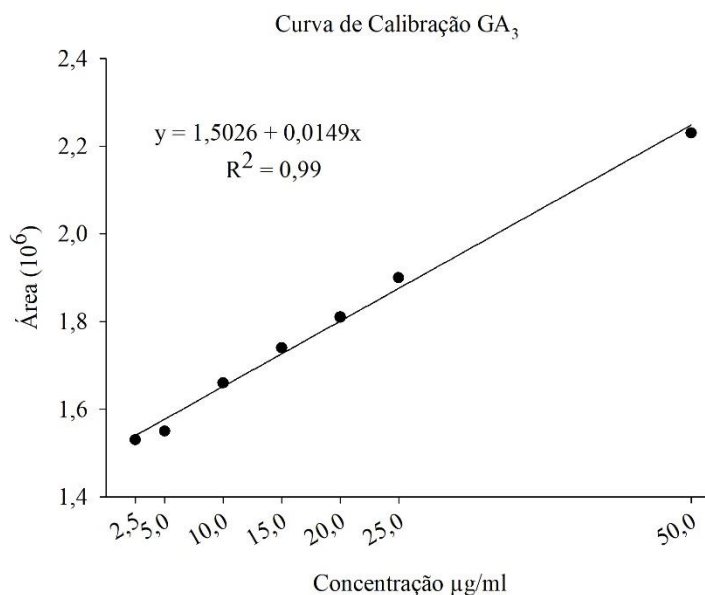


FIGURA 5: Curva de calibração GA₃ obtido por CLAE-DAD.

A determinação e quantificação de GAs totais foi conduzida em um cromatógrafo líquido (modelo Shimadzu[®] LC-20), utilizando coluna C-18 (SUPELCO 150 x 4,6 mm, 5 µm, Ascentis[®] C18, Phenomenex[®]), com proporção de fase de 40:60 (A/B) referente 0,1% de ácido fórmico em água ultrapura e metanol respectivamente, em um fluxo

isocrático 1 ml/min. As amostras foram injetadas com 20µl e monitoradas em 206 nm, conforme a metodologia de Macías et al. (2014) com adaptações. A identificação foi feita a partir da comparação dos tempos de retenção e do espectro com o espectro padrão (Figura 6). Os dados obtidos foram analisados através do software Shimadzu® LC solution 1.0 (Japão).

Os dados de cada cultivar foram submetidos individualmente à análise de variância para diagnóstico de efeitos significativos pelo Teste 'F', com exceção da variável concentração de GAs totais, no qual os resultados foram expressos por equivalência em µg de ácido giberélico (EGA₃) por g de amostra. A partir da significância dos tratamentos, os níveis do fator vias de aplicação foram comparados entre si pelo teste 'F', e os fatores doses de PBZ e período de avaliação foram ajustados ao modelo de regressão significativo, utilizando-se os programas estatísticos R e SIGMAPLOT.

2.3. Resultados e Discussão

2.3.1. Experimento 1: Cultivar 'Santa Maria'

Conforme a análise de variância (**Tabela 2**) verificou-se interação tripla para carboidratos solúveis totais foliares, porém, os fatores isolados apresentaram influência significativa sobre pelo menos uma das variáveis. O período de avaliação afetou significativamente todas as variáveis analisadas, demonstrando que no decorrer do ciclo ocorreram alterações nas características fisiológicas e bioquímicas das plantas, como aumento no conteúdo do índice de clorofila foliar e incremento nos teores de carboidratos solúveis totais foliares, respectivamente.

A interação entre doses de PBZ e vias de aplicação, promoveu respostas significativas para as variáveis de crescimento, clorofila *a* e clorofila total; a interação vias de aplicação e período de avaliação foi significativa para clorofila *a* e teor de carboidratos solúveis totais foliares; e a interação entre doses de PBZ e período de avaliado influenciou apenas as variáveis de crescimento.

TABELA 2. Resumo da análise de variância para o comprimento da brotação (CB), diâmetro da brotação (DB), clorofila a (Clo *a*), clorofila b (Clo *b*), clorofila total (Clo total) e carboidratos solúveis totais foliares (CST) da pereira cv. ‘Santa Maria’ em função de doses de PBZ (D), vias de aplicação (V) e período de avaliação (P) após a aplicação dos tratamentos.

Fonte de Variação	CB (cm)	DB (mm)	Clo <i>a</i>	Clo <i>b</i>	Clo total	CST ($\mu\text{mol.g}^{-1}\text{MF}$)
			ICF			
Via (V)	5,01*	3,62 ^{ns}	12,57**	3,11 ^{ns}	8,13**	1,79 ^{ns}
Solo	27,91a	5,97a	34,31a	9,78a	44,10a	115,76a
Foliar	31,43b	6,19a	33,41b	9,34a	42,75b	122,79a
DMS	3,11	0,23	0,50	0,49	0,93	10,39
Dose (D)	261,02**	159,08 **	1,95 ^{ns}	2,17 ^{ns}	2,31 ^{ns}	0,71 ^{ns}
Período (P)	10,05**	27,76 **	13,47**	12,36**	3,71*	5,14**
D x V	32,50**	12,78**	5,07**	2,14 ^{ns}	3,84**	2,36 ^{ns}
V x P	0,03 ^{ns}	0,98 ^{ns}	5,36**	2,47 ^{ns}	2,50 ^{ns}	17,45**
D x P	3,77**	5,27**	1,29 ^{ns}	1,04 ^{ns}	1,19 ^{ns}	1,68 ^{ns}
P x V x D	0,27 ^{ns}	0,54 ^{ns}	1,79 ^{ns}	1,14 ^{ns}	1,52 ^{ns}	2,84**
CV (%)	33,51	12,21	4,76	16,58	6,87	27,84

CV = coeficiente de variação; DMS = diferença mínima significativa; ^{ns} = não significativo; ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * = significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, são estatisticamente diferentes entre si pelo teste de Tukey.

As variáveis de crescimento foram influenciadas significativamente pela aplicação do PBZ durante todo o período avaliado, evidenciando efeito inibitório, tornando as pereiras cv. ‘Santa Maria’ mais compactas. Resultados semelhantes foram relatados para as culturas da mangueira (MOUCO & ALBUQUERQUE, 2005; YESHITELA et al., 2004), *citrus*, macieira (RADEMACHER, 2016), abacateiro (ADATO, 1990; WHILEY et al., 1992; THORP et al., 1993). A redução no crescimento vegetativo promovido pela aplicação do PBZ é devido a inibição da oxidação do ent-caureno para ácido ent-caurenóico na segunda etapa da biossíntese das giberelinas, responsáveis pela divisão e alongamento celular das plantas (RADEMACHER, 2016).

As plantas tratadas com PBZ apresentaram reduções exponenciais no comprimento das brotações em resposta a interação entre vias de aplicação e doses de PBZ (Figura 6A). Ao comparar com a testemunha, as plantas dos tratamentos que receberam a maior dose 2,0 g i.a.m⁻¹ linear de copa apresentaram reduções de 90% e 77% para aplicação via foliar e via solo, respectivamente. No entanto, o tratamento que recebeu a dose de 1,5 g i.a.m⁻¹ linear de copa sob pulverização foliar, apresentou maior redução de comprimento da brotação em relação a maior dose. A partir desse resultado, é provável que esta maior efetividade do PBZ para aplicação via foliar, seja atribuída ao contato direto nos pontos de crescimentos da parte aérea, considerados locais de síntese das

giberelinas, o que promoveu uma maior redução no comprimento por um determinado período, em seguida, retomando seu crescimento.

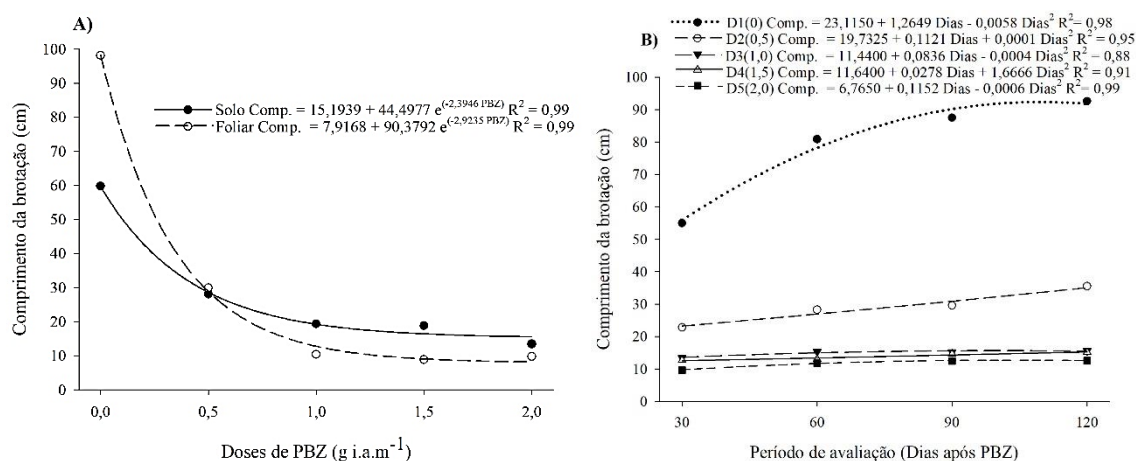


FIGURA 6. Comprimento da brotação da pereira cv. ‘Santa Maria’ em função das doses de PBZ e vias de aplicação (A); e em função do período de avaliação e doses de PBZ (B).

Oliveira et al. (2012), avaliando efeito do PBZ aplicado via foliar e solo, relatam que as maiores reduções no crescimento das plantas foram encontradas logo após a aplicação, para a maior dose sob via foliar, posteriormente reduzindo seu efeito e retomando seu crescimento normal. Vale ressaltar, que a aplicação via foliar necessita de doses elevadas para a redução do crescimento das plantas. Portanto, as tendências apresentadas na figura 5A corroboram com os resultados por Santos et al. (2004) e Cruz et al. (2009), ao afirmarem que concentrações de 500 a 2000 mg L⁻¹ pulverizados via foliar em tangerineiras Poncã, e 200 a 1200 mg planta⁻¹ aplicado via solo em limeira ácida Tahiti, respectivamente, foram eficientes no controle de crescimento das plantas.

Avaliando a ação do PBZ no comprimento das brotações entre as doses e o período de avaliação, o efeito na inibição do crescimento das brotações ajustou-se ao modelo quadrático (Figura 6B). O modo de ação do PBZ ocorreu logo após a sua aplicação, aos 30 dias, conforme as doses dos tratamentos aumentaram menor comprimento da brotação, demonstrando a efetividade em retardar o crescimento e o desenvolvimento das pereiras. Os tratamentos que receberam as doses 2,0 g i.a.m⁻¹ linear de copa (86,44 %); 1,5 g i.a.m⁻¹ linear de copa (83,71%) e 1,0 g i.a.m⁻¹ linear de copa (83,15 %), obtiveram as maiores reduções no comprimento das brotações, no entanto, o tratamento com dose 0,5 g i.a.m⁻¹ linear de copa, obteve a menor redução no comprimento da brotação, com 61,65%, ao final do período avaliado, entretanto, a testemunha obteve

valores superiores. Independente da dose aplicada, o PBZ favoreceu controle do crescimento das brotações.

O efeito inibitório manifestado durante todo o período de avaliação, evidencia a eficiência e a persistência do PBZ na planta, pois, conforme Asin et al. (2007) avaliando a pereira cv ‘Blanquilla’ verificou-se persistência promoveu um longo efeito residual na planta. Entretanto, Silva & Faria Júnior (2011), salientam que a eficácia do PBZ depende da variedade, forma de aplicação e da concentração aplicada.

As doses de PBZ apresentaram interação significativa com o período de avaliação e com via de aplicação para o diâmetro da brotação. As doses crescentes de PBZ aplicadas sob as duas formas de aplicação, proporcionaram redução exponencial no diâmetro das brotações (Figura 7A). As doses dos tratamentos diferiram entre si, para ambas vias de aplicação. Para os tratamentos com PBZ via solo, verificou-se reduções progressivas no diâmetro das brotações à medida que as doses aumentavam, enquanto para aplicação via foliar, as menores reduções no diâmetro da brotação foram verificadas para as doses 1,0 g i.a.m⁻¹ linear de copa e 1,5 g i.a.m⁻¹ linear de copa. O diâmetro das brotações do tratamento com a dose 2,0 g i.a.m⁻¹, apresentaram um incremento de 47,19 % e 39,71 % para via foliar e via solo, respectivamente.

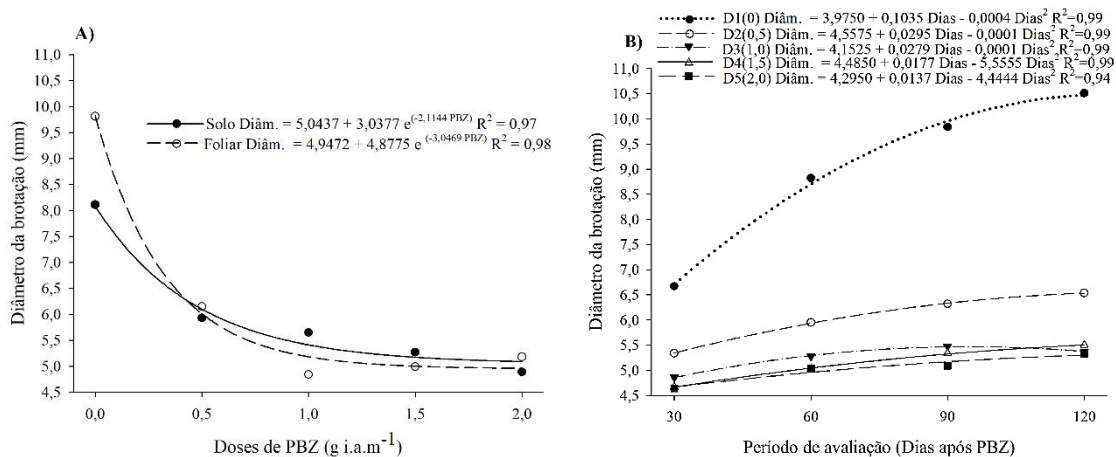


FIGURA 7. Diâmetro da brotação da pereira cv. ‘Santa Maria’ em função das doses de PBZ e vias de aplicação (A); e em função do período de avaliação e doses de PBZ (B).

As reduções no diâmetro da brotação em função das doses de PBZ e o período de avaliação, ajustaram-se ao modelo quadrático (Figura 7B). Durante todo o período avaliado, os diâmetros das brotações das plantas submetidas ao PBZ, apresentaram menores diâmetros médios se comparado ao tratamento controle. Aos 30 dias após o PBZ,

constatou-se o efeito da aplicação de forma acentuada, demonstrando elevada eficiência na redução do diâmetro. Decorridos os 120 dias após o PBZ, o diâmetro das brotações tratadas com a dose $0,5 \text{ g i.a.m}^{-1}$ linear de copa apresentou maior incremento comparado aos demais tratamentos que não diferiram entre si. Resultados similares foram obtidos por Meena et al. (2014) no cajueiro, Mir et al. (2015) na cultura do damasco e Arzani et al. (2009) em pessegueiros.

De modo geral, para comprimento e diâmetro das brotações, as plantas do tratamento controle apresentaram valores superiores aos demais tratamentos para todo o período avaliado, apresentando, inclusive, crescimento vegetativo contínuo. A pereira apresenta crescimento vigoroso, no entanto, a intensidade do vigor varia de acordo com a cultivar (QUEZADA et al., 2003). Pereiras cultivadas em regiões que apresentam elevado regime pluviométrico, altas temperaturas (HAWERROTH, 2012) e submetidas a irrigação frequente (LOPES & OLIVEIRA, 2011), resultam em plantas mais vigorosas. Costa et al. (2004), salientam que ao restringir o crescimento vegetativo das plantas, seja possível aumentar a frutificação ao reduzir a competição dos ramos/brotos em crescimento ativo com a parte reprodutiva da planta.

Quanto aos índices de clorofila foliar, as interações foram significativas entre as doses de PBZ e vias de aplicação para a clorofila *a* e total, entre os níveis de via de aplicação e período avaliado exerceu somente para a clorofila *a*. Individualmente, para vias de aplicação e período de avaliação verificou-se significância, com exceção da clorofila *b*, influenciada apenas pelo período de avaliação.

Na **Tabela 2**, observa-se que durante todo o período avaliado, as plantas tratadas com PBZ, aplicado via solo, foram superiores quando comparadas àquelas pulverizadas via foliar. Quanto à clorofila *b* em função do fator período de avaliação, houve um incremento de 10,56 ICF entre os 30 a 72 dias após o PBZ, com consecutivo declínio, ajustando-se, portanto ao modelo quadrático de distribuição de dados (Figura 8).

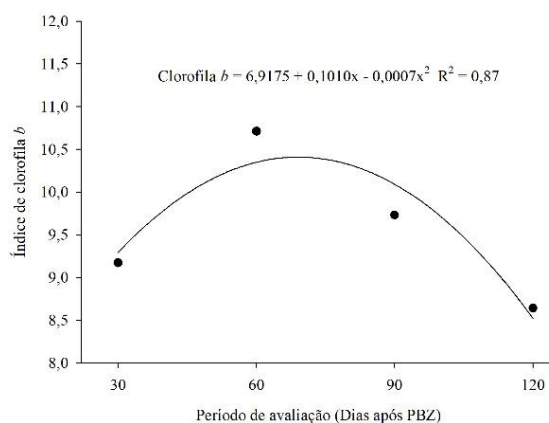


FIGURA 8. Índice de clorofila *b* da pereira cv. ‘Santa Maria’ em função período de avaliação, após PBZ.

A clorofila *a* em resposta à interação vias de aplicação e período de avaliação nas plantas foi influenciada pelos tratamentos com PBZ, destacando-se que a aplicação via solo proporcionou maiores índices de clorofila *a*, com 36,05 ICF ocorrendo de forma gradativa decorridos 120 dias após o PBZ, enquanto para os tratamentos pulverizados via foliar observaram-se oscilações, ao final do período de avaliação houve registro de 33,74 ICF (Figura 9). Observou-se que o PBZ aplicado sob as duas formas de aplicação promovem incremento nos índices de clorofila *a*. Segundo Kerbauy (2004) relata que a clorofila *a* deve está em maiores quantidades, pois de fundamental relevância para as plantas, exercendo papel fundamental no processo fotoquímico da fotossíntese.

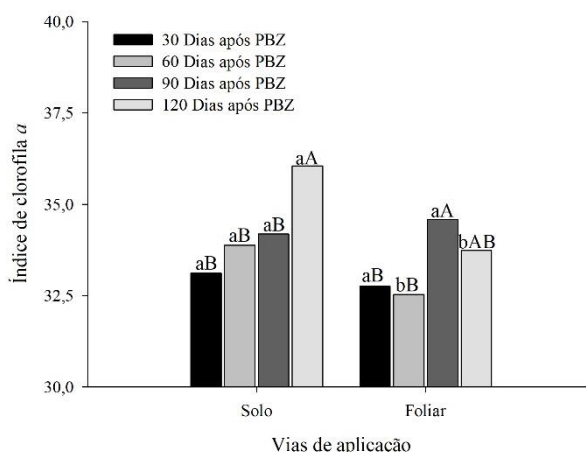


FIGURA 9. Índice de clorofila *a* da pereira cv. ‘Santa Maria’ em função do período de avaliação e vias de aplicação, após PBZ. Letras minúsculas comparam vias de aplicação, letras maiúsculas comparam doses de PBZ para cada vias de aplicação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para clorofila *a* e total em função das doses de PBZ e vias de aplicação, as plantas submetidas ao PBZ aplicado via solo e via foliar, apresentaram distribuição de dados semelhantes (Figura 10A e 10B). Contudo, o tratamento que recebeu aplicação via solo, expressou incremento progressivo das clorofilas *a* e total, em relação via foliar, que teve o menor índice de clorofila. Apesar de não diferirem significativamente a clorofila total em função das doses de PBZ, durante o presente estudo, as folhas apresentavam visualmente a coloração verde mais intenso. Diante dos resultados obtidos, o incremento nos índices de clorofilas atribuído à aplicação do PBZ, contribui para o aumento da capacidade fotossintética em comparação aos tratamentos sem PBZ. Segundo Fletcher et al. (2000), o PBZ promove o aumento do conteúdo de citocinina, e assim, estimula a diferenciação de cloroplasto, e síntese de clorofila, além de prevenir a degradação da clorofila, o que provavelmente tenha ocorrido no presente trabalho.

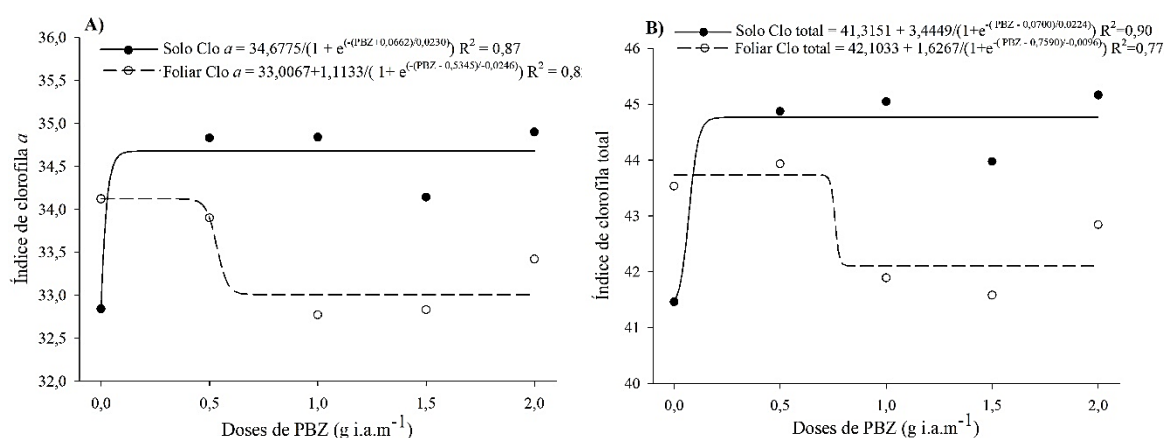


FIGURA 10. Índice de clorofila *a* (A) e clorofila total (B) da pereira cv. ‘Santa Maria’ em função das doses de PBZ e vias de aplicação, após PBZ.

Ao avaliar os teores de carboidratos solúveis totais foliares em função das doses de PBZ, vias de aplicação e período de avaliação, verifica-se que houve variações nos teores de carboidratos solúveis totais foliares ao longo do período (Figura 11). Aos 120 dias após o PBZ os teores de carboidratos solúveis das plantas tratadas com PBZ, foram superiores, se comparado aos resultados obtidos por via foliar, que promoveu um breve incremento seguido de decréscimo progressivo. Lopes et al. (2014), reportam que a época ideal para o manejo da indução floral da pereira sob condição semiárida tropical, é quando sucede a transformação da gema vegetativa para gema floral, após a brotação dos ramos e acúmulo de reservas. De acordo com Prasad et al. (2014) a síntese de

carboidratos é reduzida tão próximo quanto a indução floral, enfatizando que valores médios mais elevados durante este período de tempo podem contribuir para uniformizar o florescimento.

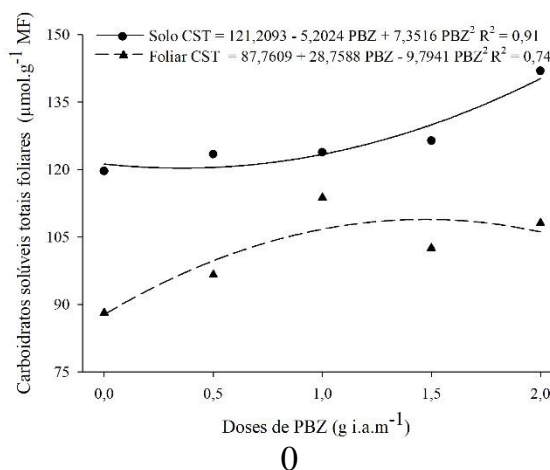


FIGURA 11. Teores de carboidratos solúveis totais foliares da pereira cv. ‘Santa Maria’ em função das doses de PBZ e via de aplicação aos 120 dias, após PBZ.

Portanto, é importante destacar que as maiores concentrações de carboidratos solúveis totais foliares das plantas tratadas, foram $141,91 \mu\text{mol.g}^{-1} \text{MF}$ ($2,0 \text{ g i.a.m}^{-1}$ linear de copa) e $113,77 \mu\text{mol.g}^{-1} \text{MF}$ ($1,0 \text{ g i.a.m}^{-1}$ linear de copa), respectivamente para aplicação via solo e foliar. Espera-se que a planta que dispõe de maior quantidade de carboidratos solúveis, esteja apta a suprir a demanda exigida para o início da indução floral. A partir de trabalhos realizados com mangueira, Sherson et al. (2003), e Cavalcante et al. (2018), concluíram que a disponibilidade de carboidratos solúveis é de fundamental importância no desenvolvimento de gemas durante a dormência e brotação com vistas a um bom florescimento.

As concentrações de giberelinas totais equivalentes a ácido giberélico (GA_3) nas gemas florais da pereira cv. ‘Santa Maria’ variou durante todo o período de avaliação para todos os tratamentos. Aos 30 dias após aplicação, os tratamentos com PBZ sob aplicação via foliar (Figura 12A) apresentaram concentração de giberelinas superiores quando comparados à testemunha, enquanto para a aplicação via solo, (Figura 12B) houve reduções sutis nas concentrações de GAs para as plantas tratadas com as doses $2,0 \text{ g i.a.m}^{-1}$ linear de copa e $1,0 \text{ g i.a.m}^{-1}$ linear de copa, e os tratamentos com doses $0,5 \text{ g i.a.m}^{-1}$ linear de copa e $1,5 \text{ g i.a.m}^{-1}$ linear de copa obtiveram valores superiores comparado a testemunha. Esse resultado demonstra que as atividades das giberelinas ainda estavam

ativas, evidenciando pouco efeito inibitório do PBZ nas pereiras que apresentaram inicialmente maiores concentrações de GAs. Entretanto, é pertinente destacar que, independentemente da forma de aplicação, as maiores inibições de giberelinas entre 30 e 90 dias após o PBZ ocorreram quando os níveis iniciais do hormônio estavam elevados nas plantas, denotando que a efetividade do PBZ está relacionado à disponibilidade do alvo. O PBZ atua no bloqueio da biossíntese do ácido giberélico, e a resposta das plantas varia de acordo com o clima, época de aplicação, idade e vigor da planta, a dose e o modo de aplicação (ALBUQUERQUE et al., 2002; DAVENPORT, 2007).

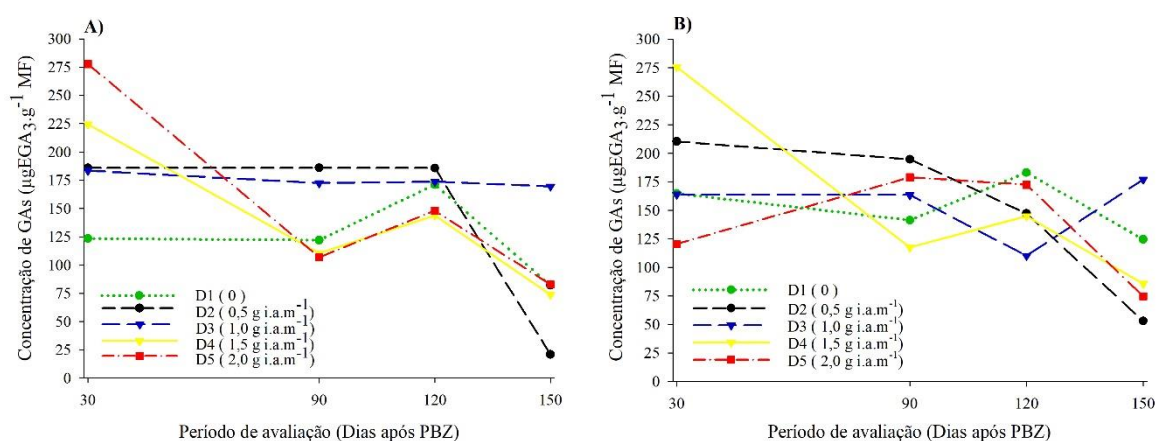


FIGURA 12. Concentração de GAs totais equivalentes a GA₃ ($\mu\text{gEGA}_3 \cdot \text{g}^{-1} \text{MF}$) em gemas florais de pereira cv. ‘Santa Maria’ sob aplicação via foliar (A) e via solo (B), após PBZ.

Independente das vias de aplicação, durante o período de avaliação, nota-se efetividade do PBZ na redução do crescimento da brotação da pereira, mostrando o desempenho em inibir a biossíntese das GAs. As maiores reduções nos níveis de concentração de GAs totais equivalentes a GA₃, foi verificado D1 para as doses 0,5; 1,5 e 2,0 g i.a.m⁻¹ linear de copa, seguido da testemunha, para ambas vias de aplicação; e deu-se aos 120 até 150 dias, período esse recomendado para a realização da indução floral na pereira sob condições semiáridas. Conforme Fletcher et al. (2000), a paralisação no crescimento da brotação promovido pelo PBZ está ligada à inibição da conversão de ent-caureno para ácido ent-caurenoico, resultando na redução dos níveis de ácido giberélico.

A redução do crescimento das brotações é um precursor para o mecanismo da indução floral, este relacionado aos baixos níveis de GAs, promovendo a transição no desenvolvimento do meristema da fase vegetativa à reprodutiva (HUANG et al., 1986). A redução nos níveis de GAs induzido pelo PBZ, promove a mobilização de carboidratos,

essencial para a indução floral, que envolve o desenvolvimento das gemas florais e a iniciação floral. Dessa forma, o promotor florigênico (PF) mediado pelo PBZ, esteja regulado positivamente, e o promotor vegetativo (PV) caracterizado pelos níveis de GAs endógenas, regulado negativamente (NARTVARANANT et al. 2000; DAVENPORT, 2007).

É importante ressaltar, que a biossíntese das GAs é fortemente influenciada pelo fotoperíodo e temperatura, que podem alterar os níveis de GAs. Entretanto, dependendo do estágio e das condições ambientais que a planta se encontra, Upreti et al. (2013), sugerem que o PBZ mesmo suprimindo a produção de GAs pela inibição da oxidação do ent-caureno para o ácido ent-caurenoico, não bloqueia a atividade de qualquer GAs. Segundo Burondkar et al. (2016), o declínio no conteúdo do GA₁ pode ser importante na preparação do botões para indução floral, enquanto o declínio em GA₃, GA₄ e GA₇ pode atuar na iniciação das gemas florais, demonstrando que nem todas as giberelinas desempenham papel semelhante na indução de botões florais.

2.3.2. Experimento 2: Cultivar ‘Housui’

Na **Tabela 3** é apresentado a síntese da análise de variância para as variáveis de crescimento e características fisiológicas avaliadas durante o ciclo da cultura da pereira cv. ‘Housui’. Verifica-se que além do efeito individual dos fatores doses de PBZ, vias de aplicação e período de avaliação para as variáveis de crescimento houve interações significativas entre as doses de PBZ e vias de aplicação, e para interação entre doses de PBZ e período de avaliação.

Em relação aos efeitos isolados para as variáveis fisiológicas, as vias de aplicação promoveram diferença significativa para clorofila *b* e total, e o fator período de avaliação exerceu para clorofila *a*, clorofila total e carboidratos solúveis totais foliares. Considerando as interações para as variáveis fisiológicas, apenas para clorofila *a* houve efeito significativo triplo, enquanto para carboidratos solúveis totais foliares houve efeito significativo entre as doses de PBZ e vias de aplicação, e entre doses de PBZ e período de avaliação.

Os resultados obtidos, demonstram que a redução do comprimento das brotações está relacionada com as formas de aplicação e o modo de ação ao longo do período, evidenciando efetividade do PBZ sobre o vigor das plantas.

TABELA 3. Resumo da análise de variância para o comprimento da brotação (CB), diâmetro da brotação (DB), clorofila *a* (Clo *a*), clorofila *b* (Clo *b*), clorofila total (Clo total) e carboidratos solúveis totais foliares (CST) da pereira cv ‘Housui’ em função de doses de PBZ (D), vias de aplicação (V) e período de avaliação (P) após a aplicação dos tratamentos.

Fonte de Variação	CB (cm)	DB (mm)	Clo <i>a</i>	Clo <i>b</i>	Clo total	CST ($\mu\text{mol.g}^{-1}$ MF)
			ICF			
Via (V)	11,69**	52,05**	2,38 ^{ns}	5,95*	4,39*	0,25 ^{ns}
Solo	18,71a	6,27a	34,13a	9,72b	43,86b	123,34a
Foliar	22,73b	6,96b	34,51a	10,28a	44,79a	120,61a
DMS	2,32	0,18	0,48	0,45	0,87	10,64
Dose (D)	244,46**	247,14**	0,40 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,05 ^{ns}	2,36 ^{ns}
Período (P)	17,38**	58,99**	45,25**	0,09 ^{ns}	13,27**	29,07**
D x V	18,66**	11,74**	0,41 ^{ns}	1,06 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,37 ^{ns}
V x P	0,50 ^{ns}	2,02 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,04 ^{ns}	6,06**
D x P	3,84**	5,78**	1,10 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,97 ^{ns}	1,92*
P x V x D	0,04 ^{ns}	0,37 ^{ns}	2,08*	1,36 ^{ns}	1,76 ^{ns}	1,56 ^{ns}
CV (%)	35,86	9,11	4,48	14,40	6,31	27,86

CV = coeficiente de variação; DMS = diferença mínima significativa; ^{ns} = não significativo; ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * = significativo ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Médias seguidas de letras distintas, nas colunas, são estatisticamente diferentes entre si, pelo teste de Tukey.

Ao avaliar o comprimento das brotações das pereiras em função das doses de PBZ e vias de aplicação, constata-se uma tendência decrescente, à medida que aumentaram as doses (Figura 13A). Os tratamentos com PBZ aplicado via solo e via foliar não diferiram entre si, mas houveram reduções no comprimento das brotações induzidas pelo PBZ, entretanto, diferiu entre as doses, em que as maiores reduções no comprimento das brotações foram verificados nas plantas tratadas com 2,0 g i.a.m⁻¹ linear de copa.

As reduções do comprimento das brotações em função das doses de PBZ e período de avaliação, ajustou-se ao modelo quadrático (Figura 13B). A partir dos 30 dias após aplicação do PBZ, houve redução do crescimento das brotações em todas as plantas dos tratamentos submetidos ao PBZ, enquanto a testemunha, manteve o crescimento contínuo. A partir da segunda avaliação, aos 60 dias após o PBZ, a planta tratada com a dose 0,5 g.i.a m⁻¹ linear de copa apresentou crescimento tênue, enquanto para as demais o comprimento das brotações se manteve inalterado, evidenciando a regulação do PBZ sobre essa variável.

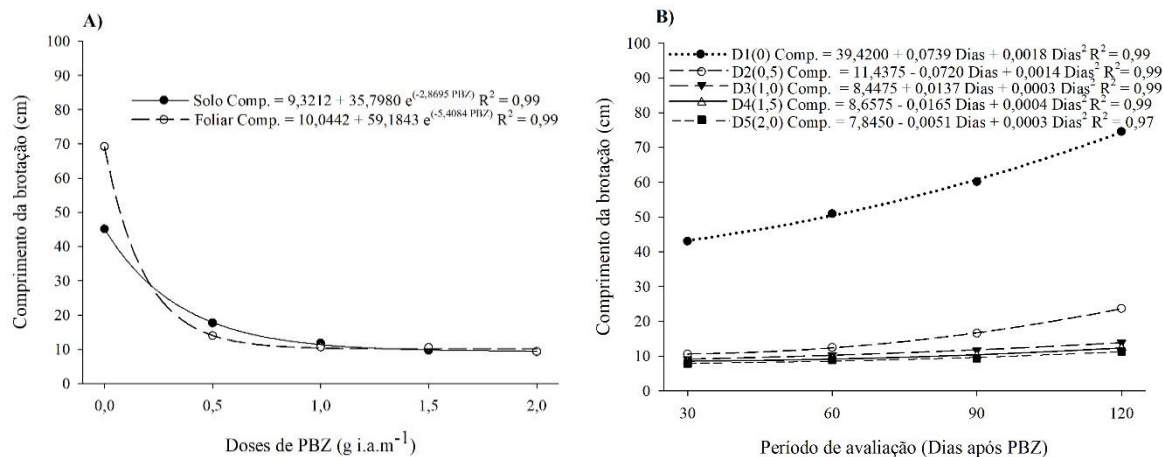


FIGURA 13. Comprimento da brotação da pereira cv. ‘Housui’ em função das doses de PBZ e vias de aplicação (A); e em função do período de avaliação e doses de PBZ (B).

Wongsrisakulkaew et al. (2017) encontraram reduções significativas no comprimento dos brotos da mangueira cv. ‘Namdokmai-Sitongduas’ duas semanas após aplicação do PBZ. Zhu (2004) relatou resultados semelhantes em macieira, comprovando a eficiência do PBZ na paralisação o crescimento das plantas. Protacio et al. (2000) relataram que a redução no comprimento internodal promovido pelo PBZ é resultante dos baixos níveis de GAs.

Tais resultados obtidos a partir dos fatores isolados, configuram efeito significativo para as interações duplas, influenciando na redução do diâmetro da brotação. Diante dos resultados, houve melhor ajuste aos modelos quadrático e exponencial, para doses de PBZ e vias de aplicação, e doses de PBZ e período de avaliação, respectivamente, com coeficientes acima de 0,90 (Figura 14A e 14B). Quanto aos decréscimos observados após as doses crescentes de PBZ, a aplicação via solo registrou o menor incremento no diâmetro da brotação em relação à aplicação via foliar, com 37,07% e 44,11 %, respectivamente.

Durante todo o período de avaliação após a aplicação do PBZ, houve uma tendência à redução do diâmetro das brotações à medida que se aumentou as doses de PBZ. Aos 120 dias após aplicação do PBZ, a maior redução observada no diâmetro da brotação foi obtida pela dose 2,0 g.i.a m⁻¹ linear de copa em comparado à dose 0,5 g.i.a m⁻¹ linear de copa, em 14,20%, entretanto para a testemunha, o incremento foi de 46,69%. Resultados semelhantes foram relatados por Assem (1986) em videiras vermelhas, Sherif & Asaad (2014) em pereiras cv. ‘Le-Conte’ e Meena et al. (2014) em cajueiro. Destaca-

se que a testemunha apresentou valores de diâmetro superiores aos demais tratamentos ao longo do período.

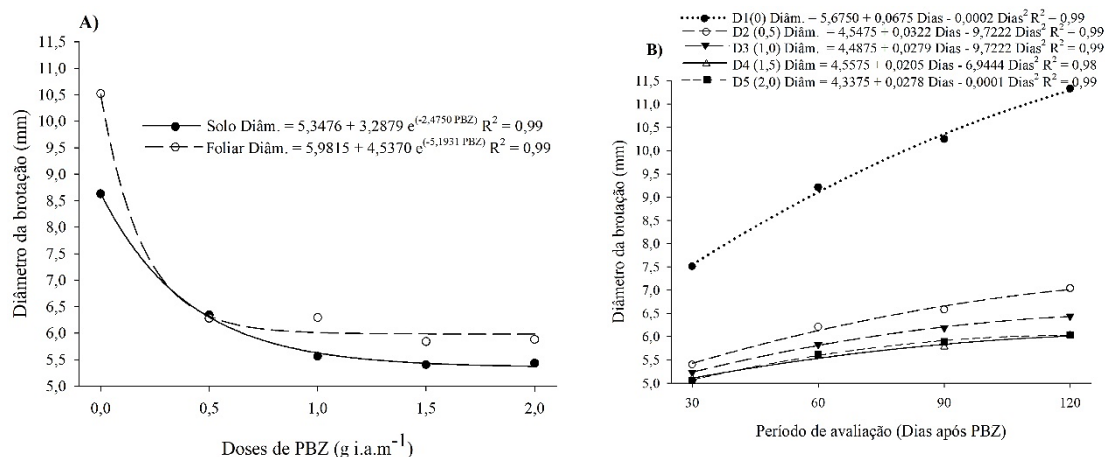


FIGURA 14. Diâmetro da brotação da pereira cv. ‘Housui’ em função das doses de PBZ e vias de aplicação (A); e em função do período de avaliação e doses de PBZ (B).

Independente das doses e as formas de aplicação, as plantas que foram submetidas ao PBZ tiveram o crescimento reduzido, deixando-as mais compactas. Davenport (2007), ressalta que o manejo do crescimento vegetativo é de grande importância na produção de frutíferas, já que, ajustando a brotação excessiva, pode-se estimular a floração e a frutificação precoce em plantas jovens.

Os índices de clorofila *a*, *b* e total das plantas tratadas com PBZ foram incrementados em relação à testemunha, entretanto, não diferiram entre si para as doses de PBZ.

Para o índice de clorofila *a*, houve interação entre doses de PBZ, vias de aplicação e período de avaliação, apresentando efeito quadrático para as vias de aplicação, via solo (Figura 15A) e foliar (Figura 15B), respectivamente. Verificaram-se acréscimos nos índices de clorofila *a* dos 30 e 90 dias de avaliação, quando houveram decréscimos para ambas vias de aplicação. Kerbauy (2004), ressalta que a clorofila *a* é o tipo mais abundante nas plantas e desempenha papel importante no processo fotoquímico da fotossíntese, e constantemente é sintetizada e degradada, podendo ser influenciada por fatores bióticos ou abióticos às plantas.

Já para clorofila *b*, o incremento nos índices foi obtido através das vias de aplicação. As plantas tratadas com PBZ via foliar apresentou a maior média com 10,28 ICF, comparado a plantas que receberam aplicação via solo (**Tabela 3**). O incremento da

clorofila *b* pode ser atribuído como uma característica importante de adaptabilidade para a pereira sob condições tropicais, considerado um pigmento acessório, que atua na absorção de luz e transferindo para o centro de reação, maximizando, assim, a capacidade fotossintética sendo efetiva nas reações fotoquímicas (TAIZ & ZEIGER, 2013). Segundo Pessaraki (2002) a clorofila *b* é um dos pigmentos acessórios que canaliza a luz e transfere a energia para a clorofila *a*, conferindo maior eficiência fotossintética, e sua proporção nas plantas normal de *a/b* é de 3/1.

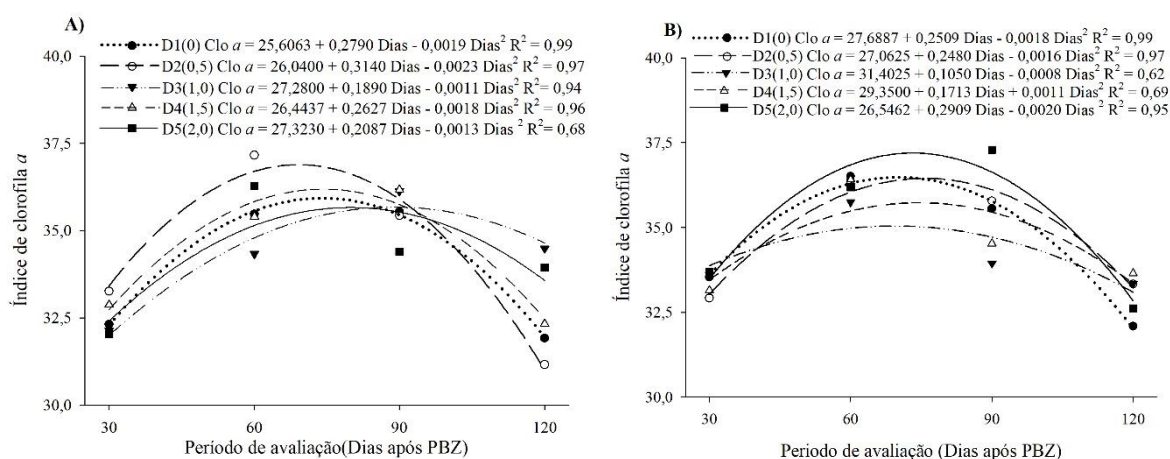


FIGURA 15. Índice de clorofila *a* da pereira cv. ‘Housui’ em função das doses de PBZ e período de avaliação sob aplicação via solo (A) e via foliar (B), após PBZ.

Em relação aos índices de clorofila total, como pode se observar na **Tabela 3**, os fatores vias de aplicação e período de avaliação exerceram influência isoladamente. A maior média foi obtida através das plantas pulverizadas via foliar com 44,79 ICF, comparado a via solo com 43,86 ICF, visto que durante todo período avaliado, entre a segunda e a terceira avaliação, 60 e 90 dias respectivamente (Figura 16), verificou-se acréscimo no índice da clorofila, resultando na maior fixação de carbono para produção de ATP tornando disponível para planta, conforme relata Kerbauy (2004). Khalil (1995) relatou que a concentração de clorofila por unidade de área foliar foi aumentada pela atuação do PBZ devido a uma maior concentração de clorofila em área foliar menor, o que favoreceu o atraso do início da senescência, representada pela baixa taxa de degradação da clorofila.

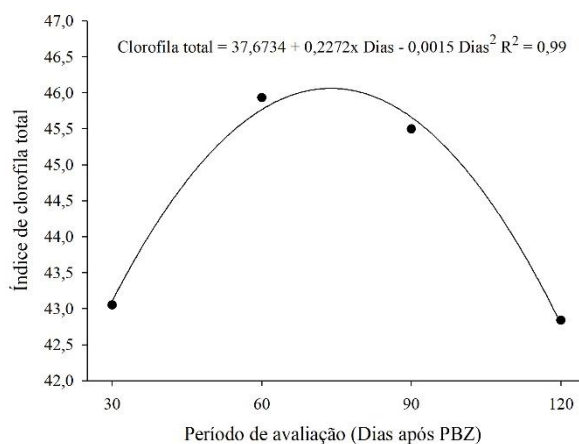


FIGURA 16. Índice de clorofila total da pereira cv. 'Housui' em função de período de avaliação, após PBZ.

Ao avaliar os teores de carboidratos solúveis totais foliares, verifica-se que estes não sofreram significância em função das doses de PBZ e vias de aplicação, sendo significativo apenas para o fator período de avaliação. Para as interações significativas, verificou-se entre as diferentes doses de PBZ e período de avaliação, e entre as vias de aplicação e período de avaliação. O efeito significativo que o período de avaliação exerce sobre os teores de carboidratos solúveis totais foliares permite delinear o comportamento em relação as doses de PBZ e suas formas de aplicação, pois sugere a disponibilidade da concentração de carboidratos solúveis totais foliares de plantas tratadas para o ajuste ao manejo da floração.

Houve variações nos teores de carboidratos solúveis totais foliares nas plantas tratadas em função da vias de aplicação e doses de PBZ no decorrer de todo o período de avaliação, como se pode observar na Figura 17A e 17B, respectivamente. De maneira geral, independentemente da via de aplicação e dose de PBZ, aos 60 dias verificou-se maior acúmulo de fotoassimilados, em seguida observou-se uma redução nos teores no final do período de avaliação, aos 120 dias após aplicação do PBZ. Para esse período, o maior incremento foi verificado somente para o tratamento que recebeu a dose $1,5 \text{ g i.a.m}^{-1}$ linear de copa ($127,43 \mu\text{mol.g}^{-1} \text{ MF}$), comparado aos demais tratamentos e a testemunha. Constata-se ação anti-giberélica do PBZ aos 120 dias após o PBZ, período recomendado para o manejo da indução floral, manifestando-se de maneira reduzida ao armazenar carboidratos solúveis totais foliares.

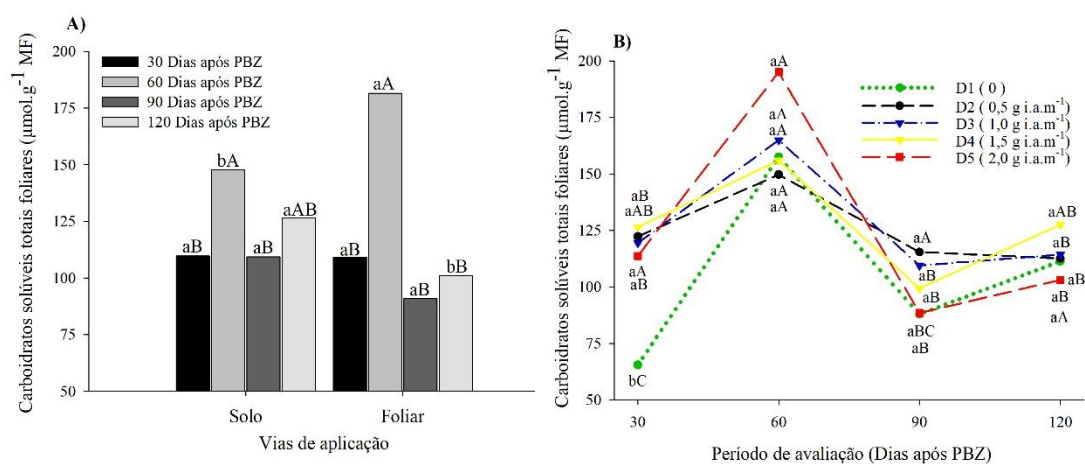


FIGURA 17. Teores de carboidratos solúveis totais foliares da pereira cv. ‘Housui’ em função das vias de aplicação e período de avaliação (A); e entre período de avaliação e doses de PBZ, após PBZ (B). Letras minúsculas comparam vias de aplicação, letras maiúsculas comparam doses de PBZ para cada via de aplicação (16A); e letras minúsculas comparam período de avaliação, letras maiúsculas comparam doses de PBZ para cada período de avaliação (16B). Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A redução no conteúdo de giberelinas favorecendo a formação de gemas florais foi mencionada por Abdel Rahim et al. (2008) em mangueira, Chen (1990) em lichieira e Koshita et al. (1999) em citros, e pode estar relacionado a redução no comprimento internodal e/ou acumulação de carboidratos. Entretanto, a supressão do crescimento da brotação foi induzido pelo PBZ para ambas vias de aplicação, e o decréscimo nos carboidratos solúveis totais foliares devido a mobilização de fotoassimilados das fontes para os drenos, de modo a favorecer a frutificação efetiva através da indução floral.

A concentração de GAs totais equivalentes em ácido giberélico (EGA₃) nas gemas florais da pereira cv ‘Housui’, variou durante todo o período de avaliação para todos os tratamentos. Inicialmente, aos 60 dias após o PBZ, para ambas vias de aplicação, os tratamentos apresentaram níveis de concentração de GAs totais superiores em relação a testemunha.

Após a primeira data de avaliação, as plantas tratadas via solo (Figura 18A) com as doses 0,5 e 1,0 g.i.a m⁻¹ linear de copa reduziram os níveis de concentração de GAs totais gradualmente, enquanto os tratamentos com as doses 1,5 e 2,0 g i a.m⁻¹ linear de copa apresentaram um aumento acentuado seguido de uma redução drástica na última data de avaliação. É provável que essa variação na concentração das GAs totais mediado pelo PBZ para os tratamentos das doses 1,5 e 2,0 g i.a.m⁻¹ linear de copa aos 90 e 120

dias, respectivamente, deve-se ao modo de ação do PBZ e o tipo de GA presente no tecido, pois há ocorrência de diferentes tipos de GAs e que atuam de formas distintas na planta. Fagan et al. (2015), relatam que a biossíntese dos níveis de GAs endógenas podem ser reguladas por feedback, onde GAs controlam sua própria síntese, sendo influenciados por fatores ambientais, como fotoperíodo e temperatura. No entanto, após esse período até a última avaliação, as concentrações de GAs foram mantidas em níveis baixos se comparada ao início do tratamento, tornando as plantas aptas ao manejo da indução floral, e confirmando a eficiência da aplicação do PBZ no solo.

Em relação às plantas tratadas com PBZ sob pulverização foliar (Figura 18B), foi notável a redução nos níveis de concentração de GAs totais no decorrer de todo período de avaliação, com exceção o tratamento que recebeu a dose de 1,0 g.i.a m⁻¹ linear de copa, que após 120 dias apresentou uma tendência crescente nos níveis de GAs, superando a testemunha. Entretanto, verifica-se aumento sutil na concentração das GAs dos demais tratamentos com PBZ, de modo que mantém reduzido em relação a testemunha. Esse resultado, pode ser atribuído ao contato direto do PBZ na superfície das folhas e/ou pontos de crescimentos, considerados locais de síntese das GAs endógenas, assim reduzindo a atividade através da oxidação do ent-caureno a ácido ent-caurenoíco.

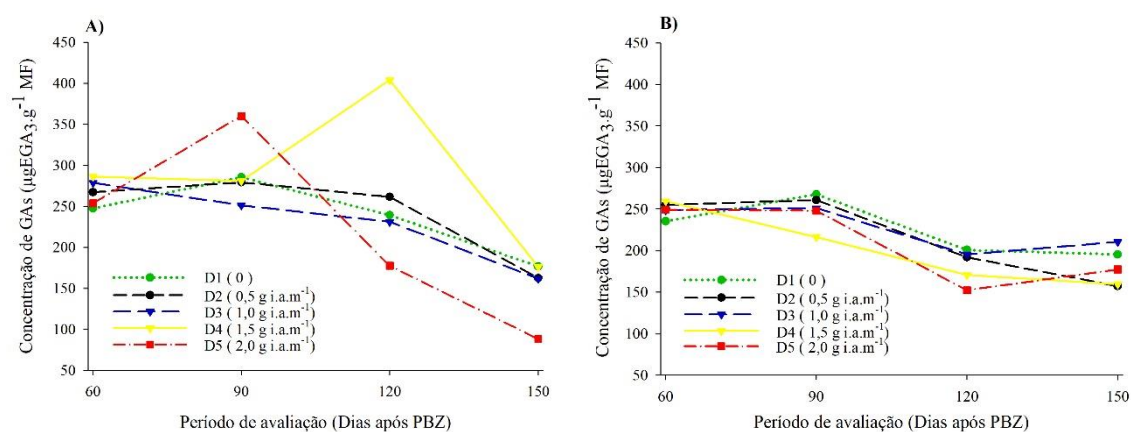


FIGURA 18. Concentração de GAs totais equivalentes a GA₃ (µgEGA₃.g⁻¹ MF) em gemas florais de pereira cv. 'Housui' sob aplicação via solo (A) e via foliar (B), após PBZ.

O PBZ regula o crescimento vegetativo inibindo a biossíntese de GAs pelo bloqueio das enzimas monooxigenases P₄₅₀ impedindo a oxidação do ent-caureno a ácido ent-caurenoíco, precursor do ácido giberélico (FLETCHER et al., 2000; TAIZ &

ZEIGER, 2013). Dessa forma, as reduções nos níveis de concentrações de GAs durante todo o período de avaliação, comprova o desempenho do PBZ em reduzir as atividades das GAs no crescimento das brotações. O período esperado para a indução floral, acontece aos 120 dias e se estende até os 150 dias, e de acordo com Huang et al. (1986) a indução floral é caracterizada pelas mudanças ativas de hormônios, atribuídas a reduções no níveis de GAs, promovendo a transição do desenvolvimento do meristema da fase vegetativa à reprodutiva, considerado um indicador para o início do manejo de indução floral.

A resposta inibitória das plantas mediado pelo PBZ, depende do estágio de crescimento, das concentrações e das condições climáticas da região. Plantas com hábito de crescimento vigoroso, como a pereira, necessita de aplicações de reguladores de crescimento para manter o equilíbrio entre desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. É importante ressaltar que as plantas devem estar em condições favoráveis para que o manejo a ser adotado, seja realizado de forma adequada. Condições ambientais e práticas culturais, como chuva, poda e manejo de irrigação podem influenciar no crescimento e desenvolvimento das plantas. As pereiras submetidas aos tratamentos apresentaram diferentes hábitos de crescimento, não verificando uniformidade no pomar. Tais efeitos foram ocasionados por ocorrências de chuvas inesperadas e alterações no cronograma do sistema de irrigação.

2.4. Conclusões

Sob as condições às quais os experimentos foram realizados é possível concluir que:

A aplicação de PBZ via solo e foliar nas pereiras cultivares ‘Santa Maria’ e ‘Housui’ promove redução no crescimento vegetativo, tornando mais compactas.

O PBZ influencia nos índices de clorofila foliar e nos teores de carboidratos solúveis totais foliares para ambas cultivares de pereiras.

A resposta do PBZ aplicado via solo e foliar foi positiva na inibição da concentração de GAs totais equivalentes a GA₃ para ambas cultivares de pereira.

Mais experimentos serão necessários para uma recomendação de manejo floral da pereira no semiárido nordestino envolvendo o uso de PBZ.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL RAHIM, A. O. S.; ELAMIN, O. M.; BANGERTH, F. K. Effects of paclobutrazol on floral induction and correlated phyto-hormonal changes in grafted seedlings of different mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. **Sudan Journal of Agricultural Research**, Sudan, v. 11, p. 111-120, 2008.
- ADATO, I. Effects of paclobutrazol on avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte. **Scientia Horticulturae**, Amesterdan, v. 45, n. 1, p. 105-115, 1990.
- ALBUQUERQUE, J. A. S. de; MEDINA, V. D.; MOUCO, M. A. do C. Indução floral. In: GENU, P. J. de C.; PINTO, C. A. de Q. **A cultura da mangueira**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, p. 259-276.
- ARZANI, K.; BAHADORI, F.; PIRI, S. Paclobutrazol reduces vegetative growth and enhances flowering and fruiting of mature 'JH Hale' and 'Red Skin' peach trees. **Horticulture Environment and Biotechnology**, Iran, v. 50, n. 2, p. 84-93, 2009.
- ASÍN, L.; ALEGRE, S.; MONTSERRAT, R. Effect of paclobutrazol, prohexadione-Ca, deficit irrigation, summer pruning and root pruning on shoot growth, yield, and return bloom, in a 'Blanquilla' pear orchard. **Scientia Horticulturae**, Amesterdan, v. 113, p.142-148, 2007.
- ASSEM, D. S. Effect of pre-bloom spray and soil applied to paclobutrazol on in Roumi red grapes. **HortScience**, v. 21, n. 3, p.178, 1986.
- BASSO, C.; FREIRE, C. J. S.; SUZUKI, A. Solos, adubação e nutrição. In: CENTELLAS-QUEZADA, A. C.; NAKASU, B. H.; HERTER, F. G. **Pera: produção**. Brasília: Embrapa, 2003, p. 55-67.
- BENETT, K. S. S.; JUNIOR, M. J. D. A. F.; BENETT, C. G. S.; SELEGUINI, A.; LEMOS, O. L. Utilização de paclobutrazol na produção de mudas de tomateiro. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 2, p. 164-169, 2014.
- BURONDKAR, M. M; UPRETI, K. K.; AMBAVANE, A. R.; RAJAN, S.; MAHADIK, S. G.; BHAVE, S. G. Hormonal changes during flowering in response to paclobutrazol application in mango cv. Alphonso under Konkan conditions. **Indian Journal of Plant Physiology**, v. 21, n. 3, p. 306-311, 2016.
- CAVALCANTE, I. H. L; SANTOS, G. N. F; SILVA, M. A.; MARTISN, R. S.; LIMA, A. M. N.; MODESTO, P. I. R.; ALCOBIA, A. M., SILVA, T.R.S.; AMARIZ, R. A. E.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z. A. New approach to induce mango shoot maturation in Brazilian Semi-arid environment. **Journal of Applied Botanny and Food Quality**, v.91, p. 281-286, 2018.
- CHEN, W.S. Endogenous growth substances in the xylem and shoot tip diffusate of lychee in relation to flowering. **HortScience**, v.25, p. 314-315, 1990.

COSTA, G.; SABATINI, E.; SPINELLI, F.; ANDREOTTI, C.; SPADA, G.' MAZZINI, F. Prohexadione -Ca controls vegetative growth and cropping performance in pear. **Acta Horticulturae**, Seoul, v. 653, p. 127-132, 2004.

DA CRUZ, M. D. C. M., DE SIQUEIRA, D. L., SALOMÃO, L. C. C., CECON, P. R. Florescimento de Limeira-ácida 'Tahiti' submetida a estresse hídrico e tratada com paclobutrazol. **Científica**, v. 37, n. 2, p. 53-60, 2009.

DAVENPORT, T.L. Reproductive physiology of mango. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. Campo dos Goytacazes, v.19, n 4, p. 363-376, 2007.

DUBOIS, M; GILLES, K.A; HAMILTON, J.K, REBERS, P.A, SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v.28, n.3, p. 350-356, 1956.

EI-HENDAWY, S. E; HU, Y.; SCHIMIDHALTER, U. Growth, ion content, gas exchange, and water relations of wheat genotypes differing in salt tolerances. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.56, n.2, p.123-134, 2005.

FAGAN, E. B; NETO, D. D; ONO, E. O; RODIGUES, J. D; JUNIOR, A. C. **Fisiologia Vegetal: Reguladores Vegetais**. Ed. Andrei, 2015, p. 300.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT Database-Agricultural Production**. 2018. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 10 dez, 2018.

FLETCHER, R. A.; GILLEY, A.; SANKHLA, N.; DAVIS, T. D. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. **Horticultural Reviews**, Westport, v. 24, p. 55-138, 2000.

HAWERROTH, F.J.; PETRI, J.L.; FACHINELLO, J.C.; HERTER, F.G.; PREZORRO, M.E.; HASS, L.B.; PRETTO, A. Redução da poda hiberna e aumento da produção de pereiras 'Hosui' pelo uso de prohexadiona cálcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 939-947, 2012

HUANG, H., QIAO, X., CAO, S. Studies on the period of physiological differentiation of flower bud in apple trees. **Acta Horticulturae Sinica**, v. 3, p. 006, 1986.

JALEEL, C. A.; KISHOREKUMAR, A.; MANIVANNAN, P.; SANKAR, B.; GOMATHINAYAGAM, M.; GOPI, R.; SOMASUNDARAM, R.; PANNEERSELVAM, R. Alterations in carbohydrate metabolism and enhancement in tuber production in white yam (*Dioscorea rotundata* Poir.) under triadimefon and hexaconazole applications. **Plant Growth Regulation**, Netherlands, v. 53, n. 1, p. 7-16, 2007.

JALEEL, C. A.; GOPI, R.; MANIVANNAN, P.; KISHOREKUMAR, A.; SANKAR, B.; PANNEERSELVAM, R. Paclobutrazol influences on vegetative growth and floral

characteristics of *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. . **Indian Journal Applied & Pure Biology**, v. 21, p. 369-372, 2006.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, p. 452.

KHALIL, I. A. Chlorophyll and carotenoid contents in cereals as affected by growth retardants of triazole series. **Cereal Research Communications**, Szeged, v. 23, p. 183-189, 1995.

KOSHITA, Y., TAKAHARA, T., OGATA, T., GOTO, A. Involvement of endogenous plant hormones (IAA, ABA, GAs) in leaves and flower bud formation of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). **Scientia Horticulturae**, v.79, n. 3-4 p. 185-194, 1999.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. de M. **Possibilidades de cultivo de novas fruteiras no Nordeste: maçã, pêra, caqui e cacau**. In: SEMANA INTERNACIONAL DA FRUTICULTURA E AGROINDÚSTRIA, 18; AGROFLORES, 13, 2011. Fortaleza. Produção rural com sustentabilidade. Fortaleza: Instituto Frutal, 2011.

LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. de M. O cultivo da pereira no Vale do São Francisco. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA TEMPERADA EM REGIÃO SUBTROPICAL, 6, 2014, Avaré, SP. **Anais...** Holambra: Holantec Consultoria.

MACÍAS, J. M., POURNAVAB, R. F.; REYES-VALDÉS, M. H.; BENAVIDES-MENDOZA, A. Development of a rapid and efficient liquid chromatography method for determination of gibberellin A4 in plant tissue, with solid phase extraction for purification and quantification. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, n. 5, p. 573-583, 2014.

MEENA, R. K., ADIGA, J. D., NAYAK, M. G., SAROJ, P. L.; KALAIVANAN, D. Effect of Paclobutrazol on growth and yield of cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Indian Society Pl. Res.**, v.27 n.1 p.11-16, 2014.

MIR, M. M.; BABA, J.A.; UMAR, I. ; RATHER, G. H.; REHMAN, M. U.; BANDAY, S. A.; KUMAR, A.; NAZIR, N. Effect of soil applied paclobutrazol on vegetative and quality attributes of apricot (*Prunus armeniaca* L.). **Green Farming**, Rajasthan, v. 6, n. 4, p. 813-816, 2015.

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

NARTVARANANT, P.; SUBHADRABANDHU, S.; TONGUMPAL, P. Practical aspects in producing off-season mango in Thailand. **Acta Horticulturae**, v. 509: p. 661-668, 2000

NIZAM, K.; TE-CHATO, S. Optimizing of root induction in oil palm plantlets for acclimatization by some potent plant growth regulators (PGRs). **Journal of Agricultural Technology**, Bangkok, v. 5, n. 2, p. 371-383, 2009.

OLIVEIRA, A. F., CRUZ, M. C. M., OLIVEIRA, D. L., MESQUITA, H. A. Paclobutrazol em oliveira submetida a diferentes regimes hídricos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2137-2148, 2012.

PASA, M. S.; FACHINELLO, J. C.; SCHMITZ, J. D.; SOUZA, A. L. K.; HERTER, F. G. Hábito de frutificação e produção de pereiras sobre diferentes porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 9, p. 998 - 1005, 2011.

PESSARAKLI, M. **Handbook of Plant and Crop Physiology**. 2.ed. New York, USA: Marcel Dekker, 2002, p. 997.

PRASAD, S.R.; REDDY, Y.T.N.; UPRETI, K.K.; RAJESHWARA, A.N. Studies on changes in carbohydrate metabolism in regular bearing and “off” season bearing cultivars of mango (*Mangifera indica* L.) during flowering. **International Journal of Fruit Science**, v.14, n.4, p. 437-459, 2014.

PROTACIO, C. M., BUGANTE, R. D., QUINTO, J., MOLINYAWE, G., PAELMO, G. Regulation of flowering in ‘Carabao’ mango tree by paclobutrazol. *Philippine J. Crop Sci.* v. 25, p. 27–33, 2000.

QUEZADA, A. C.; NAKASU, B. H.; HERTER, F. G. **Pêra produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 105 p.

RADEMACHER, W. Chemical regulators of gibberellin status and their application in plant production. In: HEDDEN, P.; THOMAS, S. G. (Ed.). **The gibberellins**. Oxford: Willey Black, 2016 v.49, p. 359-403.

SANTOS, C. H. D; KLAR, A. E.; GRASSI FILHO, H.; RODRIGUES, J. D.; PIERRE, F.C. Indução do florescimento e crescimento de tangerineira 'Poncã'(Citrus reticulata Blanco) em função da irrigação e da aplicação de paclobutrazol. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal p. 8-12, 2004.

SHARMA, S.; REHALIA, A.S; SHARMA, S.D. Vegetative growth restriction in pome and stone fruits – A review. **Agricultural Reviews**, v. 30, p. 13-23, 2009.

SILVA, C. M. M. S.; FAY, E. F.; JONSSON, C. M. Paclobutrazol: regulador de crescimento vegetal. In: SILVA, C.M.M.S.; FAY, E.F. (Eds.). **Impacto ambiental do regulador de crescimento vegetal paclobutrazol**. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, 2003, p.11-16. (Documentos, 30).

SILVA, K. S.; FARIA JÚNIOR, M. J. A. Uso de paclobutrazol como estratégia para redução do porte e da brotação lateral de plantas de tomateiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 539-546, 2011.

SHERIF, H. M.; ASAAD, S. A. Effect of some plant growth retardants on vegetative growth, spurs and fruiting of 'Le-Conte' pear trees. **British Journal of Applied Science & Technology**, v. 4, n. 26, p. 3785, 2014.

SHERSON, S. M.; ALFORD, H. L.; FORBES, S. M.; WALLACE, G.; SMITH, S. M. Roles of cell wall invertases and monosaccharide transporters in the growth and development of *Arabidopsis*. **Journal of Experimental Botany**. v.54, p.525–531, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artemed, 2013. 954p.

THORP, T. G.; SEDGLEY, M. Manipulation of shoot growth patterns in relation to early fruit set in ‘Hass’ avocado (*Persea americana* Mill.). **Scientia Horticulturae**, v. 56, n. 2, p. 147-156, 1993.

UPRETI, K. K.; REDDY, Y. T. N.; PRASAD, S. R. S; BINDU, G.V.; JAYARAM, H. L.; RAJAN, S. Hormonal changes in response to paclobutrazol induced early flowering in mango cv. Totapuri. **Scientia Horticulturae**, v. 150, p.414 - 418, 2013.

WHILEY, A. W.; SARANAH, J.; WOLSTENHOLME, B. N. Effect of paclobutrazol bloom sprays on fruit yield and quality of cv. Hass avocado growing in subtropical climates. In: **Proc. of Second World Avocado Congress**. p. 227 - 232, 1992.

WONGSRISAKULKAEW, Y.; BOONPRAKOB, U.; SETHPAKDEE, R.; JUNTAWONG, N. Effect of paclobutrazol concentrations and time of foliar application on flowering of ‘Namdokmai-Sitong’ Mango. **International Journal of Geomate**, Japan, v. 12, n.30, p. 41 - 45

YESHITELA, T., ROBBERTSE, P. J.; STASSEN, P. J. C. Paclobutrazol suppressed vegetative growth and improved yield as well as fruit quality of ‘Tommy Atkins’ mango (*Mangifera indica*) in Ethiopia. **Journal of Crop and Horticultural Science**, New Zealand, v. 32, p. 281-293. 2004.

ZHENG, R.; WU, Y.; XIA, Y. Chlorocholine chloride and paclobutrazol treatments promote carbohydrate accumulation in bulbs of *Lilium* Oriental hybrids ‘Sorbone’. **Journal of Zhejiang University**, v. 13, n. 2, p. 136-144, 2012.

ZHU, L.-H.; PEPPEL, A.V.; LI, X.Y.; WELANDER, M. Changes of leaf water potential and endogenous cytokinins in young apple trees treated with or without paclobutrazol under drought conditions. **Scientia Horticulturae**, Amesterdan, v. 99, p. 133 - 141, 2004.