

**unesp**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

**DOUTORADO**

**USO DE PACLOBUTRAZOL NA PRODUÇÃO DE MUDAS,  
NO CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS  
DE TOMATEIRO EM AMBIENTE PROTEGIDO**

**ALEXSANDER SELEGUINI**

**Ilha Solteira - SP**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**ALEXSANDER SELEGUINI**

Engenheiro Agrônomo

**USO DE PACLOBUTRAZOL NA PRODUÇÃO DE MUDAS,  
NO CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS  
DE TOMATEIRO EM AMBIENTE PROTEGIDO**

**Orientador:**

**Prof. Dr. Max José de Araújo Faria Júnior**

**Tese apresentada à Faculdade de  
Engenharia - UNESP – Campus de Ilha  
Solteira, para obtenção do título de Doutor  
em Agronomia. Especialidade: Sistemas de  
Produção.**

**ILHA SOLTEIRA - SP  
DEZEMBRO - 2007**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação/Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP-Ilha Solteira

S464u Seleguini, Alexander.  
Uso de paclobutrazol na produção de mudas, no crescimento, produção e qualidade de frutos de tomateiro em ambiente protegido / Alexander Seleguini. .. Ilha Solteira : [s.n.], 2007  
100 f. : il., (Algumas color.)

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2007

Orientador: Max José de Araújo Faria Júnior  
Bibliografia: p. 88-100

1. Reguladores de crescimento. 2. Tomate – Mudas - Qualidade. 3. Crescimento (Plantas).  
4. Tomate - Cultivo. 5. Tomate – Produção. 6. Estufa (Plantas). 7. Frutas – Qualidade.  
8. Frutas – Conservação.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Ilha Solteira

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: USO DE PACLOBUTRAZOL NA PRODUÇÃO DE MUDAS, NO CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE TOMATEIRO EM AMBIENTE PROTEGIDO**

**AUTOR: ALEXSANDER SELEGUINI**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. MAX JOSÉ DE ARAÚJO FARIA JÚNIOR**

**DATA DA REALIZAÇÃO: 05 de novembro de 2007**

**Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em AGRONOMIA pela Comissão Examinadora:**



**MAX JOSÉ DE ARAÚJO FARIA JÚNIOR**

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



**SHIZUO SENO**

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



**JACIRA DOS SANTOS ISEPON**

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira



**ARLETE MARCHI TAVARES DE MELO**

Divisão de Horticultura / Instituto Agrônomo de Campinas



**MARIE YAMAMOTO REGHIM**

Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade / Universidade Estadual de Ponta Grossa

*Aos meus amados pais FIDELCINA DE  
CARVALHO SELEGUINI e ANTÔNIO  
SELEGUINI que sempre me apoiaram e  
incentivaram incondicionalmente, aos quais tanto  
devo e tão pouco pude até agora retribuir.*

## *DEDICO*

*Aos meus irmãos, Andréia,  
Anderson e André  
Aos meus sobrinhos Alan, Allana,  
Milena, Ariane e Otávio  
A minha noiva, Gabriella*

## *OFERECO*

*DIGNO ÉS, DEUS PAI E CRISTO JESUS, MEU SALVADOR, DE  
RECEBER A GLÓRIA E A HONRA!*

*“Porque dele, e por ele, e para ele, são todas as coisas;  
glória, pois, a ele eternamente. Amém.”*

*Romanos 11:36.*

## AGRADECIMENTOS

*Antes de tudo, quero agradecer a Deus porque a Ele devemos glória, honra e louvor acima de tudo e de todos.*

*À Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Ilha Solteira pelo Ensino de qualidade;*

*Ao mestre, orientador e grande amigo prof. Dr. Max José de Araújo Faria Júnior por acreditar no meu trabalho, pelos conselhos e apoio incondicional;*

*Ao amigo de coração grandioso, Prof. Dr. Shizuo Seno, pela atenção dispensada, ajuda pessoal e inúmeras oportunidades oferecidas.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de Bolsa de Estudos;*

*Aos professores Aparecida Conceição Boliani, Regina Monteiro de Castilho, Jacira dos Santos Isepon, Kuniko Iwamoto Haga, José Luis Susumu Sazaki, Francisco Maximino Fernandes pelo convívio, ensinamentos e conselhos proferidos.*

*À Arlete Marchi Tavares de Melo e Marie Yamamoto Reghin (membros da banca examinadora) pela atenção dispensada e sugestões.*

*Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa ("Pomar") Auceniro Pereira de Sousa Senna, Edson Alves da Rocha, Cláudio Alves de Oliveira e Francisco Magalhães Pereira, pelos auxílios e ensinamentos e acima de tudo pela amizade gerada, nesses anos de convivência;*

*Aos funcionários da Biblioteca e da Seção de Pós-graduação da UNESP, Câmpus de Ilha Solteira, em especial à Adelaide Amaral dos Santos Passipieri, Onilda Naves de Oliveira Akasaki, Maria de Fátima Sabino, Sandra Maria Clemente de Souza e João Josué Barbosa pela prontidão e atenção dispensadas;*

*À Empresa Sakata Seed Sudamerica pela doação das sementes;*

*Ao amigo Talles Eduardo Borges dos Santos pela amizade inestimável e agradável convívio;*

*Ao amigo Odair Lacerda Lemos pela ajuda, convivência, e companheirismo no decorrer do curso;*

*Aos amigos de convívio diário Flávia, Mércia, Eliozeias, Débora, Daniela, Katiane, Cleiton, Márcia e Eliana pelos laços de amizade que nos unem;*

*A todos os colegas do curso de Pós-graduação, pela convivência harmoniosa;*

*À minha família por todo amor e carinho;*

*À minha noiva Gabriella Pereira dos Santos, pelo amor e dedicação e sua avó Deise pelo carinho e incentivo;*

*A todos que ajudaram de alguma forma meus sinceros agradecimentos.*

*A Ti, Senhor, novamente, porque tudo começa e termina em Ti.*

*O MEU MUITO OBRIGADO!!!*

## RESUMO

### **Uso de paclobutrazol na produção de mudas, no crescimento, produção e qualidade de frutos de tomateiro em ambiente protegido**

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de três concentrações (0, 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>) e dois métodos de aplicação (embebição de sementes e rega de plântulas) de paclobutrazol (PBZ) na produção de mudas, no desenvolvimento e produção de plantas, bem como na qualidade físico-química e vida de prateleira de frutos de tomateiro, híbrido longa vida AF 7631. O trabalho foi conduzido na Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Ilha Solteira, Estado de São Paulo, Brasil, de setembro de 2006 a março de 2007. As embebições de sementes com 50 e 100 mg L<sup>-1</sup> de PBZ inibiram e atrasaram a emergência de plântulas, mas foram ineficientes na redução da altura das plântulas. Entretanto, a aplicação do regulador, via rega, nas mesmas concentrações, aos 15 dias após a semeadura, controlou o desenvolvimento da parte aérea, como demonstrado pelos menores valores médios de altura, área foliar e massa de matéria seca de parte aérea das plântulas, determinando, ainda, o aumento do diâmetro da haste e do desenvolvimento do sistema radicular das plântulas. Após o transplântio das mudas em ambiente protegido, observou-se que os métodos de aplicação e o incremento das concentrações de PBZ não influenciaram significativamente a produtividade. O tratamento das mudas via rega, com concentrações crescentes de PBZ, reduziu linearmente a altura das plantas, a taxa de crescimento absoluto, a altura de inserção da primeira inflorescência e a massa de matéria seca de folhas e hastes. Independentemente do método de aplicação de PBZ, o aumento das concentrações reduziu significativamente o vigor das brotações laterais e aumentou a produção de frutos pequenos. Ainda, as regas das mudas com 50 e 100 mg L<sup>-1</sup> de PBZ, aos 15 dias após a semeadura, não alteraram a vida de prateleira dos frutos, porém, com o aumento das concentrações de PBZ, foram reduzidas a perda de massa fresca, a firmeza e a acidez titulável (AT) de frutos, após 20 dias de armazenamento. Os conteúdos de sólidos solúveis (SS) e de vitamina C e a relação SS/AT não se alteraram com o aumento das concentrações de PBZ, no mesmo período.

**Palavras-chave:** *Solanum lycopersicum* L., regulador de crescimento, controle de crescimento, métodos de aplicação, concentrações; vida de prateleira.

## ABSTRACT

### **Effect of paclobutrazol on seedlings production, on plant growth and yield, and on fruits quality of tomato crop in protected environment**

The aim of the present work was to evaluate the effects of three solution concentrations (0, 50, 100 mg L<sup>-1</sup>) and two methods of application (seed imbibition and drench of seedlings) of paclobutrazol (PBZ), on seedlings production, plant development and yield, as well as physico-chemical quality and shelf-life of tomato fruits, hybrid AF 7631. The experiment was conducted out at São Paulo State University, UNESP, campus of Ilha Solteira, São Paulo State, Brazil, from September of 2006 to March of 2007. It was found that the seeds imbibitions with PBZ, at 50 and 100 mg L<sup>-1</sup>, inhibited or delayed the seedlings emergence, as well as it was ineffective in reducing the height of the seedlings. However, the use of growth regulator drenches, in the same concentrations, at the 15<sup>th</sup> day after the sowing, was effective in controlling the plant development, as showed by the lowest means of seedlings height, leaf area and dry mass, and it still contributed to the increase in the stem diameter, measured at the base of the hypocotyls, and in the development of seedlings roots of tomatoes. After the seedlings transplant to the greenhouse, it was observed that the methods of application, as well as plant growth regulator concentration, did not affected significantly the yield. The seedling drenches, with increasing PBZ concentrations, induced linear decrease in the plant height, in the absolute growth rate, in the height of the first inflorescence and in the dry matter mass of leaves, shoots and stem. It was also observed that, independently of the method of application, the increase in PBZ solution concentrations significantly reduced the side shoots vigour and increased the yield of fruits classified as small size. Further more, the drenches of PBZ on tomato seedlings, in concentrations of 50 and 100 mg L<sup>-1</sup>, did not change the shelf-life of fruits, but increasing concentrations of PBZ decreased the loss of fresh mass, the titratable acidity (TA) and the firmness of fruit. The soluble solids contents (SS), vitamin C and the ratio SS/TA did not change with increasing concentrations of PBZ, after a period of storage of 20 days, at room conditions.

**Key words:** *Solanum lycopersicum* L., plant growth regulator, growth control, methods of application, solution, concentrations, shelf-life

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

- TABELA 1 - Valores médios de percentagem de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência (IVE), obtidos para sementes do híbrido de tomateiro AF 7631, em ambiente protegido, em função da embebição de sementes com soluções crescentes de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007..... 48
- TABELA 2 - Valores médios de altura de plântulas aos 15 e 30 DAS, taxa de crescimento absoluto da altura entre 15-30 DAS ( $\text{mm dia}^{-1}$ ) e diâmetro da haste na base do hipocótilo aos 30 DAS, obtidos para mudas de tomateiro, híbrido AF 7631, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2006..... 50
- TABELA 3 - Valores médios da relação entre diâmetro da haste e altura de plantas e área foliar por planta aos 30 DAS, obtidas para mudas de tomateiro, híbrido AF 7631, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007..... 51
- TABELA 4 - Valores médios da matéria seca de parte aérea (MAS), matéria seca de raízes (MSR), matéria seca total (MST), da relação MSR/MAS e da razão de área foliar (RAF) aos 30 DAS, obtidas para mudas de tomateiro, híbrido AF 7631, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007..... 52

### CAPÍTULO 3

- TABELA 1 - Resultados da análise de fertilidade do solo da área de cultivo protegido, na camada de 0 a 0,20 m. Ilha Solteira (SP), 2006. .... 58
- TABELA 2 - Esquema de análise de variância proposto para o ensaio. .... 61

- TABELA 3 - Valores médios mensais dos totais diários da densidade de fluxo da radiação global, número de dias com valores inferiores ao limite trófico, valores médios mensais de temperaturas (°C), umidades relativas do ar (%) máxima e mínima e temperaturas máxima e mínima absoluta observados dentro do abrigo, no período de 25/10/2006 a 23/02/2007. Ilha Solteira (SP). ..... 65
- TABELA 4 - Valores médios de altura de plantas (cm) aos 17, 34, 51 e 65 DAT, obtidos para o híbrido de tomate AF 7631, produzido em ambiente protegido, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007. .... 67
- TABELA 5 - Valores médios de taxa de crescimento absoluto da altura entre os intervalos de 25 e 34, 34 e 51 e 51 e 65 DAT, obtidos para o híbrido de tomate AF 7631, produzido em ambiente protegido, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007..... 67
- TABELA 6 - Valores médios de diâmetro da haste na base do colo de plantas avaliados aos 17, 34, 51 e 65 DAT e taxa de crescimento absoluto do diâmetro, obtidos para o híbrido de tomate AF 7631, produzido em ambiente protegido, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007. .... 68
- TABELA 7 - Valores médios da relação entre diâmetro da haste de planta e altura de plantas aos 17, 34, 51 e 65 DAT, obtidos para o híbrido de tomate AF 7631, produzido em ambiente protegido, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007..... 69
- TABELA 8 - Valores médios de altura de inserção da primeira inflorescência e massa de matéria seca de folhas e hastes, obtidos para o híbrido de tomate AF 7631, produzido em ambiente protegido, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007..... 71

- TABELA 9 - Valores médios de número de internódios até a altura de inserção da 1ª inflorescência (NIPI) e número e massa de matéria seca de brotos laterais, obtidos para o híbrido de tomate AF 7631, produzido em ambiente protegido, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007..... 72
- TABELA 10 - Produtividade total, número total de frutos por área, massa média de fruto e eficiência de conversão da radiação global incidente em matéria fresca de frutos, obtidos para o híbrido de tomate AF 7631, produzido em ambiente protegido, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007..... 74
- TABELA 11 - Distribuição percentual da produção (em massa), de acordo com a classificação dos frutos por tamanho, obtidas para o híbrido de tomate AF 7631, produzido em ambiente protegido, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007..... 75

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- FIGURA 1 - Esquema simplificado dos passos da biossíntese de GA e os pontos de inibição através de retardantes de crescimento de planta (X, x = maior e menor atividade, respectivamente). Adaptado de Rademacher (2000) e Kende e Zeevaart (1997).....25
- FIGURA 2 - Representação da estrutura química do paclobutrazol ([[(2RS-3RS) - 1-(4-clorofenil) 4,4-dimetil-2-(1,2,4-triazol-1-y)-pentan-3-ol]). Fonte: RADEMACHER (2000). .....27

### CAPÍTULO 2

- FIGURA 1 - Esquema de disposição das parcelas nas bandejas. Ilha Solteira (SP), 2006.....47
- FIGURA 2 - Mudanças de tomateiro 'AF 7631' aos 30 DAS, obtidas em função de concentrações e métodos de aplicação de PBZ. Ilha Solteira (SP), 2006.....53

### CAPÍTULO 3

- FIGURA 1 - Vista geral das plantas de tomateiro, híbrido AF 7631, no ambiente protegido, aos 17 dias após o transplante, produzido em função de concentrações e métodos de aplicação de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2006.....58
- FIGURA 2 - Vista da estação climatológica automática utilizada no experimento. Ilha Solteira (SP), 2006. ....62
- FIGURA 3 - Variação na densidade de fluxo da radiação global, em ambiente protegido, no período de 25/10/2006 a 23/02/2007, em Ilha Solteira (SP). ....63
- FIGURA 4 - Variação das temperaturas mínimas, médias e máximas do ar, em ambiente protegido, entre 25/10/2006 e 23/02/2007, em Ilha Solteira (SP). ....64
- FIGURA 5 - Variação da umidade relativa mínima, média e máxima do ar, em ambiente protegido, entre 25/10/2006 e 23/02/2007. Ilha Solteira (SP).....65

## CAPÍTULO 4

- FIGURA 1 - Vista geral dos frutos de tomate longa vida 'AF 7631' acondicionados nas caixas de papelão, durante o armazenamento. Ilha Solteira (SP), 2007. ....80
- FIGURA 2 - Perda de massa fresca (a), firmeza de polpa (b), sólidos solúveis (c), acidez titulável (d), relação SS/AT (e) e vitamina C (f) de frutos de tomate longa vida 'AF 7631' em função de concentrações de paclobutrazol, aplicado aos 15 dias após a semeadura, via rega de mudas. Ilha Solteira (SP), 2007. ....83
- FIGURA 3 - Perda de massa fresca (a), firmeza de polpa (b), sólidos solúveis (c), acidez titulável (d), relação SS/AT (e) e vitamina C (f) de frutos de tomate longa vida 'AF 7631' em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente. Ilha Solteira (SP), 2007. ....85

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	15
2.	CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	17
2.1.	CULTURA DO TOMATEIRO.....	17
2.1.1.	Características gerais .....	17
2.1.2.	Exigências climáticas da planta .....	19
2.1.3.	Cultivo em ambiente protegido .....	22
2.2.	PACLOBUTRAZOL.....	23
2.2.1.	O paclobutrazol no contexto dos reguladores de crescimento de plantas .....	23
2.2.2.	Características físico-químicas do PBZ .....	27
2.2.3.	Modo de ação do PBZ .....	28
2.2.4.	Absorção e translocação do PBZ.....	29
2.2.5.	Métodos de aplicação do PBZ em plantas .....	29
2.2.6.	Efeitos da aplicação do PBZ em plantas .....	34
3.	CAPÍTULO II - EFEITO DO PACLOBUTRAZOL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATEIRO ESTAQUEADO .....	42
3.1.	INTRODUÇÃO .....	43
3.2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	44
3.3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	47
3.4.	CONCLUSÕES .....	54
4.	CAPÍTULO III - INFLUÊNCIA DO PACLOBUTRAZOL NO CRESCIMENTO DE PLANTAS E PRODUÇÃO DE TOMATE EM AMBIENTE PROTEGIDO .....	55
4.1.	INTRODUÇÃO .....	56
4.2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	57
4.2.1.	Caracterização da área experimental.....	57

<b>4.2.2.</b>	<b>Caracterização do experimento.....</b>	<b>59</b>
<b>4.2.3.</b>	<b>Instalação e condução do experimento.....</b>	<b>59</b>
<b>4.2.4.</b>	<b>Avaliação.....</b>	<b>60</b>
4.2.4.1.	Avaliação fitotécnica.....	60
4.2.4.2.	Avaliação microclimática .....	62
<b>4.3.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>63</b>
<b>4.3.1.</b>	<b>Avaliação microclimática.....</b>	<b>63</b>
<b>4.3.1.</b>	<b>Avaliação fitotécnica .....</b>	<b>66</b>
<b>4.4.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>75</b>
<b>5.</b>	<b>CAPÍTULO IV - QUALIDADE PÓS-COLHEITA E VIDA DE PRATELEIRA DE TOMATE LONGA VIDA EM FUNÇÃO DO TRATAMENTO DE PLANTAS COM PACLOBUTRAZOL.....</b>	<b>76</b>
<b>5.1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>77</b>
<b>5.2.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>79</b>
<b>5.3.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>81</b>
<b>5.4.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>86</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>87</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>88</b>

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é considerado a olerácea mais importante, sustentando o primeiro lugar em volume e valor econômico da produção. Em 2005, o país produziu cerca de 3,4 milhões de toneladas, o que representou 2,8% da produção mundial e o colocou como o nono produtor mundial desta hortaliça (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAOSTAT, 2007). São Paulo é um dos três principais Estados produtores de tomate, com produção de mais de 830 mil toneladas de frutos, em 2006, sendo 62,0% dessa produção de tomateiro estaqueado, o que o torna o principal produtor de tomates, nesse seguimento de produção. As principais regiões paulistas de cultivo de tomate estaqueado são Sorocaba e Campinas, que produzem juntas mais de 80,0% do tomate de mesa do Estado (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA, 2007).

Por ser uma planta que apresenta sensibilidade a altas temperaturas, o seu cultivo, na maioria das regiões produtoras do país, é realizado durante os meses com temperaturas mais amenas do ano. Por essa razão, a oferta do produto não é uniforme ao longo do ano, ocorrendo períodos característicos de safra e entressafra. Nos meses mais quentes do ano a oferta é reduzida e os preços são elevados.

O grande desafio das pesquisas tem sido aumentar a produtividade da cultura, mantendo a qualidade do produto final, principalmente, nos períodos de escassez do produto. Nesse sentido, algumas técnicas de cultivo podem ser empregadas para promover o aumento da produtividade e melhoria de qualidade de

frutos, entre as quais a utilização do cultivo protegido. Em regiões tropicais, tem sido efetivo nas épocas mais quentes, melhorando a qualidade e a produtividade, pelo simples controle dos efeitos negativos das precipitações diretas sobre a cultura. Entretanto, esses ganhos ficam muito aquém dos encontrados no cultivo nas épocas convencionais de plantio.

Nesse contexto, o emprego de reguladores de crescimento pode ser uma ferramenta a mais para a otimização de cultivos em ambiente protegido. Alguns estudos realizados em plantas de tomateiro têm apresentado resultados promissores, principalmente os relacionados com a utilização do paclobutrazol (BEROVA; ZLATEV, 2000, GIOVINAZZO; SOUZA-MACHADO, 2001, SOUZA-MACHADO et al., 1999, ASAO et al., 1996).

O paclobutrazol ([[(2RS-3RS) - 1-(4-clorofenil) 4,4-dimetil-2-(1,2,4-triazol-1-y)-pentan-3-ol]]) é um composto do grupo dos triazóis, que inibe a passagem do ent-caureno a ácido ent-caurenóico, inibindo a biossíntese de ácido giberélico (FLETCHER et al., 2000).

Na cultura do tomateiro, seus efeitos têm sido estudados, principalmente, no condicionamento químico de mudas, propiciando a obtenção de mudas uniformes e mais tolerantes a estresses abióticos e bióticos. A campo, a utilização do paclobutrazol tem possibilitado uma efetiva alteração no desenvolvimento da planta com reduções expressivas na altura de plantas, todavia, o efeito no florescimento e produtividade tem sido contraditório.

Nas condições brasileiras, existem poucas pesquisas sobre a utilização do paclobutrazol em tomateiro. Vislumbram-se possibilidades de incremento de produtividade da cultura em ambiente protegido, seja diretamente, pela aplicação do paclobutrazol, ou indiretamente, pelos benefícios decorrentes das alterações no manejo da cultura.

Diante do exposto, desenvolveu-se esse trabalho com o objetivo de verificar os efeitos de métodos e concentrações de paclobutrazol na produção de mudas em bandejas, no crescimento e desenvolvimento de plantas e no rendimento e qualidade de frutos de tomate longa vida 'AF 7631' no cultivo protegido de primavera/verão de Ilha Solteira-SP.

## **2. CAPÍTULO I - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. CULTURA DO TOMATEIRO**

#### **2.1.1. Características gerais**

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) pertence a família solanaceae, tem como provável centro de origem os Andes, América do Sul, na região compreendida entre o Norte do Chile e o Sul do Equador (0 a 23° de latitude Sul) e Ilhas Galápagos (PAPODOPOULOS, 1991, RICK; HOLLE, 1990, PERALTA; SPOONER, 2000).

A versatilidade do uso do tomate contribuiu para a sua importância no mundo. É consumido cru ou processado, na forma de suco, molho, pasta e desidratado (FONTES; SILVA, 2005). Segundo estatísticas (FAOSTAT, 2007) em 2005, foram produzidos no mundo, entre tomate estaqueado, de consumo *in natura* e tomate rasteiro, para processamento industrial, mais de 126 milhões de toneladas de frutos, em aproximadamente 4,6 milhões de hectares. Os dez principais países produtores, China, Estados Unidos, Turquia, Índia, Egito, Itália, Irã, Espanha, Brasil e México produziram, quase  $\frac{3}{4}$  do volume de tomate cultivado no mundo (somente a produção chinesa representa 25% do total mundial).

As plantas de tomate são descritas como herbáceas, perenes, autopolinizáveis e quase que universalmente cultivadas como cultura anual (PAPADOPOULOS, 1991, MAROTO, 1995, FILGUEIRA, 2003, FONTES; SILVA, 2005). A maior parte do sistema radicular está situada até 35 cm de profundidade,

sendo mais superficial para plantas transplantadas (TRANI et al., 1994). As folhas são alternadas, com cerca de 11 a 32 cm de comprimento, do tipo composta e inserem-se a partir dos nós.

A planta apresenta dois hábitos de crescimento distintos, que condicionam o tipo de cultivo. O hábito tipo indeterminado é aquele que acontece na maioria das cultivares apropriada para a produção de frutos para mesa, que são tutoradas e podadas, com caule atingindo mais de 2,5m de altura. Ocorre dominância da gema apical sobre as gemas laterais, que se desenvolvem menos. O crescimento vegetativo da planta é vigoroso e contínuo. O hábito tipo determinado ocorre, principalmente, nas cultivares destinadas à produção de matéria-prima para a agroindústria, conduzidas em cultura rasteira. As hastes atingem 1,0 m, no máximo, terminando com um cacho de flores. Há desenvolvimento vegetativo menos vigoroso, as hastes crescem mais uniformemente e a planta assume a forma de uma moita (MAROTO, 1995, JONES JUNIOR, 1999, FILGUEIRA, 2000).

No tomateiro de crescimento tipo indeterminado, após a emissão de sete a doze folhas, o ponto de crescimento da planta é diferenciado e ocorre o aparecimento da primeira inflorescência que dará origem ao primeiro cacho de frutos da planta; a partir daí, ocorre o desenvolvimento do caule e de duas a quatro folhas seguido de um novo cacho e, assim, sucessivamente, de modo que, após a emissão do primeiro cacho floral até o final do ciclo da planta, as fases vegetativa e reprodutiva ocorrem simultaneamente (PAPADOPOULOS, 1991).

A floração do tomate se processa na forma de inflorescências tipo racimo, sendo que cada inflorescência pode conter de três a dez flores, mas em algumas ocasiões podem chegar a 50 (MAROTO, 1995). O fruto é uma baga com dois a doze lóculos que contêm muitas sementes. O tamanho e a forma do fruto são afetados pelo grau da polinização, que determina por sua vez, o número de sementes que enchem cada lóculo. A maioria das cultivares produzem frutos de coloração vermelha, quando amadurecidos, devido à predominância do licopeno (PAPADOPOULOS, 1991, JONES JUNIOR, 1999).

De acordo com Fontes e Silva (2005) os frutos de tomate são constituídos por aproximadamente 95% de água, sendo também boa fonte de ácido fólico, vitamina C e potássio. Dos nutrientes, os mais abundantes são os carotenóides, sendo o licopeno o mais destacado, seguido da pró-vitamina A. O tomate contém ainda, outros compostos importantes como a vitamina E, a vitamina K e os

flavonóides. Têm baixo teor de energia, cerca de 20 Kcal/100g de fruto. O sabor do tomate é dado, principalmente, pelos teores de açúcar (frutose, glicose, sacarose) e ácidos orgânicos (málico e cítrico).

Os recursos genéticos do tomateiro têm sido exaustivamente explorados em todo o mundo. No mercado, são encontradas centenas de cultivares com as mais diversas características (GIORDANO; SILVA; BARBOSA, 2000). No Brasil, são também inúmeras as cultivares, algumas produzindo frutos para mesa e outras matérias-primas para a agroindústria. Atualmente, as cultivares plantadas podem ser didaticamente reunidas em cinco grupos ou tipos: Santa Cruz, Salada, Agroindustrial, Cereja e Italiano. Os dois últimos grupos são cultivares para mesa introduzidos no Brasil, durante a década de 1990 e seus plantios estão em franca expansão (FILGUEIRA, 2003).

O grupo Santa Cruz, representado pela cultivar Santa Clara, que foi a cultivar mais plantada na década de 1990, é o que predomina na cultura tutorada pela notável resistência dos frutos ao manuseio. A presença de dois lóculos nas cultivares mais antigas e até três nas modernas é característica marcante. O grupo Salada não apresenta a relevância econômica em relação ao grupo Santa Cruz, embora seja preferido por certos consumidores, para consumo ao natural. Esse grupo engloba cultivares de porte indeterminado e determinado. O grupo Agroindustrial exige um tipo especial de fruto produzido em cultura rasteira, sem tratamentos culturais sofisticados, objetivando minimizar os custos de produção. Para esse tipo de tomate é mais relevante a produção por área, do que a produção de cada planta.

### **2.1.2. Exigências climáticas da planta**

Atualmente, o tomateiro é considerado uma planta cosmopolita, uma vez que é bastante tolerante a uma ampla variação dos fatores climáticos, podendo desenvolver-se em regiões de clima tropical de altitude, subtropical e temperado (SILVA et al., 1994). Entretanto, segundo Goto (1995), ainda assim, não tolera temperaturas extremas de frio e calor. As temperaturas extremas interferem na atuação dos hormônios da planta e, conseqüentemente, podem influenciar

negativamente na formação da flor e do grão de pólen, na germinação do grão de pólen, no crescimento do tubo polínico, na fixação, coloração e amadurecimento dos frutos. Cada uma dessas fases, tem faixas de temperaturas ótimas para a ação dos hormônios (LOPES; STRIPARI, 1998).

Segundo Papadopoulos (1991) a temperatura do ar é o principal componente ambiental, que influencia o crescimento vegetativo, o desenvolvimento da inflorescência e a fixação, amadurecimento e qualidade dos frutos.

Um dos componentes-chave da produtividade do tomateiro é a taxa de fixação de frutos. Trata-se de um processo complexo e dependente, dentre outros fatores, da temperatura do ar, principalmente a noturna, cuja faixa ótima, segundo Melo (1991) é de 15-20 °C. Para Jones Junior (1999), a faixa é mais ampla, com variação de 13 a 24 °C. Temperaturas noturnas fora dessa faixa podem provocar abortamento e queda de flores, resultando na produção deficiente de pólen viável, o que condiciona baixa polinização e conseqüentemente, reduzida fertilização. Entretanto, as cultivares de tomate exibem ampla variação quanto à habilidade de fixar frutos sob condições de alta temperatura (MELO, 1991).

A temperatura afeta, também, a coloração do fruto durante o amadurecimento. A temperatura ótima para a formação do licopeno situa-se em torno de 24 °C; acima de 30 °C, o fruto torna-se amarelado e acima de 40 °C, o fruto permanece com a coloração verde (MINAMI; HAAG, 1989).

Para Figueira (2000), o tomateiro requer temperaturas diurnas amenas e noturnas menores, com diferença de 6 a 8 °C entre elas, sendo indicadas como ótimas, as temperaturas de 21 a 28°C (dia) e 15 a 20 °C (noite) variando em razão da idade da planta e cultivar.

Embora a temperatura do ar exerça influência decisiva no desenvolvimento normal da planta, a temperatura do solo e do dossel também podem influenciar o desenvolvimento da cultura. Segundo Abdelhafeez et al. (1971) citados por Martins (1992), o efeito da temperatura do solo é mais evidente na fase vegetativa, principalmente, no início do ciclo. Temperaturas do solo entre 21 e 30 °C, propiciam o crescimento normal do tomateiro. Quanto à temperatura do dossel, que é determinada pela combinação de temperatura do ar, umidade relativa e taxa de transpiração da planta, a faixa considerada ótima situa-se entre 20 e 22 °C (JONES JUNIOR, 1999).

Outro fator que exerce influência no desenvolvimento do tomateiro é a intensidade e a qualidade da luz solar. A duração maior da luminosidade aumenta a taxa de produção de folhas e, de maneira geral, diminui o número de flores, porém, o aumento de intensidade diminui o número de folhas e aumenta o número de flores (LOPES; STRIPARI, 1998, PAPADOPOULOS, 1991). De acordo com Jones Junior (1999), quando há excesso de radiação na faixa do azul e pouca radiação na faixa do vermelho, o crescimento é diminuto, as plantas ficam compactas e com folhagem escura; se, ao contrário, houver predominância da radiação na faixa do vermelho, as plantas estiolam e alongam os entrenós.

Jones Junior (1999) citou que o ponto de saturação fotossintética para tomate encontra-se entre 600 e 800  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , o que não é muito diferente de outras plantas tipo  $C_3$ . Para plantas  $C_3$ , a taxa fotossintética é linear, de 250 a 900  $\text{MJ m}^{-2}$  e o coeficiente de conversão de radiação solar é, aproximadamente, 1,8 g de matéria seca por megajoule de radiação solar total. A planta de tomate pode crescer bem em luz contínua entre 400 e 500  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

A produção de frutos está diretamente relacionada à radiação solar incidente. Cockshull et al. (1992) encontraram em cultivo em condições de alta latitude e tecnologia, no Reino Unido, rendimento de fruto, em massa fresca, de, aproximadamente, 2,0 kg para cada 100 MJ de radiação solar incidente. Nas condições tropicais de Ilha Solteira (SP), Anton (2004) e Hora (2003) verificaram, respectivamente, no cultivo de inverno, rendimentos de 0,60 e 0,64 kg para os mesmos 100 MJ de radiação solar incidente.

De acordo com Papadopoulos (1991), os efeitos da umidade relativa do ar no desempenho da cultura não estão muito bem compreendidos. A cultura pode resistir a uma ampla faixa de umidade relativa, desde muito baixa a muito alta, contanto que as mudanças não sejam drásticas ou freqüentes.

A alta umidade relativa do ar (UR) favorece o aparecimento de doenças e provoca menor desenvolvimento das plantas, resultado da menor transpiração e absorção de água e nutrientes. Baixa UR e ocorrência de altas temperaturas provocam o aumento da transpiração e o abortamento de flores devido à polinização deficiente (LOPES; STRIPARI, 1998). Makishima e Carrijo (1998) relataram que a UR ideal para minimizar problemas fitossanitários e aumentos de produtividade situa-se entre 50 e 70%.

### 2.1.3. Cultivo em ambiente protegido

A origem e o desenvolvimento da casa-de-vegetação ocorreram em países do hemisfério Norte, em função de suas necessidades e dificuldades na produção invernal. As maiores conquistas no uso do ambiente protegido, iniciado no século passado, foram oriundas da utilização do vidro. Porém, na década de 1930, surgiu o polietileno e, com ele, uma nova e versátil opção de cultivo em ambiente protegido (MARTINS, 1991). Com esses materiais, tornou-se possível a construção de diferentes estruturas de proteção. As mais complexas podem ser dotadas de acessórios e equipamentos que permitem o controle do microclima interno (temperatura, luminosidade e fotoperíodo) e as mais simples, podem reduzir os efeitos danosos de chuvas, granizos, ventos ou ataques de insetos. Diante disso, o cultivo protegido ampliou-se rapidamente pelo mundo, principalmente de hortaliças, flores, plantas ornamentais, fruteiras e produção de mudas. E o tomateiro, por sua importância econômica e sensibilidade, foi a espécie mais favorecida, sendo, atualmente, a cultura mais difundida e cultivada em ambiente protegido no mundo.

No Brasil, o cultivo protegido de tomateiro pode ser realizado em todas as regiões. Nos cultivos de inverno, principalmente no Sul e no Sudeste, e em regiões de altitude, tem como objetivo amenizar o efeito das baixas temperaturas que tanto interferem no desenvolvimento e produtividade das plantas, e no verão, para proteção contra chuvas. Nas demais regiões, o cultivo em ambiente protegido visa à proteção das plantas contra chuvas.

A presença de uma cobertura causa alterações desejáveis e indesejáveis nas condições climáticas, em relação à área externa: a radiação e a movimentação do ar são reduzidas, a temperatura e a pressão de vapor d'água aumentam e as flutuações nas concentrações de dióxido de carbono são muito mais sensíveis. Cada uma dessas alterações tem seu próprio impacto no crescimento, produção e qualidade das culturas conduzidas em ambiente protegido, com algumas delas sendo até prejudiciais (BAKKER, 1995).

Vários trabalhos têm demonstrado a eficiência da cobertura plástica no incremento da produção (HORINO et al., 1987, HORINO; PESSOA, 1989, REIS et al., 1991, MARTINS, 1992) e qualidade de frutos (LIMA; HAMERSHMIDT, 1986,

SELEGUINI, 2005), quando comparada com o cultivo convencional em campo aberto.

No Brasil, apesar da produção e produtividade do tomateiro terem evoluído nos últimos anos, o mercado sempre foi caracterizado pela sazonalidade na oferta. Na entressafra (fevereiro a maio), são comercializados frutos de baixa qualidade a preços elevados, devido às dificuldades de se estabelecer e manter a cultura no campo nos meses de verão, visto que a planta apresenta sensibilidade às condições de alta temperatura e umidade (AMBRÓSIO; NAGAI, 1991). Diante disso, o cultivo em ambiente protegido tem sido amplamente pesquisado e incentivado visando o aumento de produtividade e a melhoria na qualidade do fruto, principalmente na entressafra, o que pode contribuir para a diminuição da sazonalidade da oferta.

## **2.2. PACLOBUTRAZOL**

### **2.2.1. O paclobutrazol no contexto dos reguladores de crescimento de plantas**

Em plantas, assim como nos animais, muitos processos bioquímicos e fisiológicos são controlados por hormônios. Os hormônios são produzidos em um sítio da planta e translocados para outros sítios para alterar o crescimento e o desenvolvimento. O hormônio natural e outras substâncias são essencialmente "mensageiros químicos", influenciando, em muitas partes, no desenvolvimento da planta (TAIZ; ZAIGER, 1998).

Hormônio vegetal é um composto orgânico de ocorrência natural, produzido na planta, o qual, em baixa concentração, promove, inibe ou modifica processos morfológicos e fisiológicos do vegetal. Regulador de crescimento possui as mesmas propriedades, sendo, porém, exógeno, incluindo as formas natural ou sintética. Quando aplicados nas plantas, influencia no seu crescimento e desenvolvimento. Os cinco grupos de hormônios naturais de plantas conhecidos são: auxinas (IAA, IBA, ANA) giberelinas (GAs em várias formas), citocininas (zeatina, cinetina, 6-BA), etileno (etefon) e ácido abscísico (ABA); atualmente, estudam-se as poliaminas, os brassinoesteróides e outros grupos (KENDE; ZEEVAART, 1997).

Entre os hormônios de plantas, as giberelinas (GAs) são o grupo que mais influenciam na altura de planta. Foram descobertas quando plantas de arroz, infectadas com *Gibberella fujikuro*, mostraram crescimento excessivo. Mais tarde, a substância foi isolada e nomeada como ácido giberélico (GA<sub>3</sub>). Desde então, as giberelinas têm sido extensivamente estudadas e muitas formas diferentes foram identificadas, incluindo formas inativas e ativas. Importantes respostas fisiológicas são atribuídas à regulação por giberelinas: germinação de sementes, crescimento do caule, floração, dormência, expressão do sexo, senescência e formação e crescimento do fruto (SRIVASTAVA, 2002).

Para Metivier (1986), os efeitos mais notáveis das giberelinas aparecem no crescimento, especialmente no alongamento do caule. O crescimento foliar pode ser aumentado em muitas espécies, induzindo, também, à diferenciação da zona cambial e do xilema. Taiz e Zaiger (1998) sugeriram que as giberelinas aumentam a alongação e a divisão celular, o que é evidenciado pelo aumento do comprimento e número de células em resposta à aplicação desse hormônio.

Os retardantes de crescimento de plantas são compostos sintéticos que reduzem o alongamento de caule, sem mudar os padrões de desenvolvimento ou causar fitotoxicidade. Isso é conseguido, principalmente, com a redução do alongamento de células, mas, também, com a diminuição da taxa de divisão celular. Nos seus efeitos na estrutura morfológica das plantas, os retardantes de crescimento são antagônicos às giberelinas e auxinas (RADEMACHER, 2000).

Segundo Rademacher (2000), os retardantes de crescimento de plantas é o grupo comercial, mais importante de reguladores de crescimento de plantas. No entanto, quando comparados a herbicidas, inseticidas e fungicidas, têm papel relativamente secundário e representam pouco das vendas mundiais de substâncias químicas protetoras de plantas. São classificados em dois grupos principais: liberadores de etileno, como o ethephon e inibidores da biossíntese de GA.

Os inibidores usados na biossíntese de GA são agrupados por Rademacher (2000) em quatro classes, sendo cada uma específica para as enzimas que catalisam os passos da biossíntese de GA: a) compostos tipo *onium*, b) compostos com *N-heterocíclico* (tipo-triazóis), c) imitadores estruturais do ácido 2-oxoglutárico, e d) *16,17-dihydroGAs*. Na Figura 1, é apresentado um esquema dos passos da biossíntese de GA e os pontos de inibição dos quatro grupos de retardantes de

crescimento de planta. À esquerda, estão apresentadas as estruturas de alguns intermediários importantes.

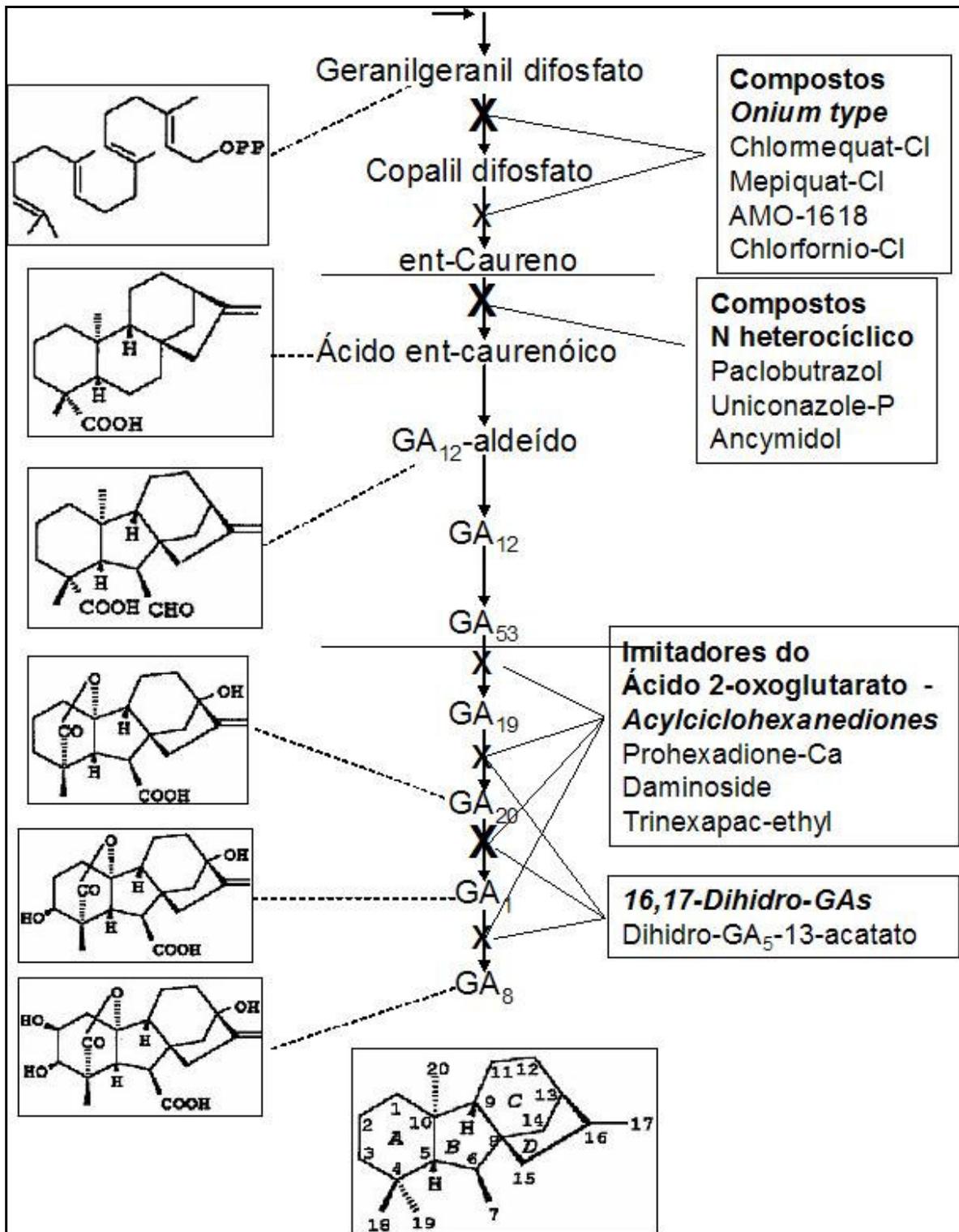


FIGURA 1 - Esquema simplificado dos passos da biossíntese de GA e os pontos de inibição através de retardantes de crescimento de planta (X, x = maior e menor atividade, respectivamente). Adaptado de Rademacher (2000) e Kende e Zeevaart (1997).

Produtos da classe de compostos tipo *onium* bloqueiam a síntese de ent-caureno a partir de Geranyl geranyl difosfato (GGPP). O amônio quaternário (cloreto de chlormequat ou cloreto de chlorocolina ou CCC e AMO-1618) é um exemplo desse tipo de composto. A segunda classe consiste em compostos contendo *N-heterocíclico*, como o ancymidol (pirimidina), *tetrcyclacis* (norbornanodiazetina) e compostos do tipo triazol (paclobutrazol e uniconazole). Esses compostos inibem a oxidação de ent-caureno para ácido ent-caurenóico através da alteração da atividade das mono-oxigenases P450. Usualmente, os efeitos desses compostos podem ser revertidos com a aplicação de GAs. O terceiro grupo, os *acylcyclohexanediones*, inibem a enzima 2-oxoglutarato dioxigenase no estágio 3 da biossíntese de GA. *Acylcyclohexanediones*, como a prohexadione-Ca e o trinexapac-etil (um sal e um éster, respectivamente), são estruturalmente semelhantes ao ácido 2-oxoglutarato e é sugerido que inibem a atividade da dioxigenase, competindo pelo local que o liga ao co-substrato 2-oxoglutarato. A outra classe de compostos inibidores da biossíntese de GA são os *16,17-dihidro-GAs*, que foram descobertos recentemente. Existem evidências de que sua atividade ocorre devido à inibição das dioxigenases que catalisam as últimas fases do metabolismo do GA, particularmente a hidroxilação 3 $\beta$ .

Os inibidores da biossíntese de GA inibem a atividade geral de muitas classes de enzimas (monooxigenases, dioxigenases), conseqüentemente, não são inibidores específicos da biossíntese de GA. Por exemplo, as monooxigenases P450 são uma família muito grande de enzimas que catalisam oxidações de muitas outras rotas metabólicas, além da biossíntese de GA, e é possível que os compostos tipo-triazol possam inibir isoformas específicas da enzima. Os triazóis são conhecidos por afetar o metabolismo do ácido abscísico e brassinoesteróides (RADEMACHER, 2000).

## 2.2.2. Características físico-químicas do PBZ

O PBZ ([[(2RS-3RS) - 1-(4-clorofenil) 4,4-dimetil-2-(1,2,4-triazol-1-y)-pentan-3-ol]] (Figura 2) ou empiricamente  $C_{15}H_{20}ClN_3O$  é um composto do grupo químico dos triazóis, que são caracterizados por possuir estrutura em anel contendo três átomos de nitrogênio, clorofenil e cadeias laterais de carbono (FLETCHER et al., 2000).

Segundo Worthing e Hance (1994), o composto é um sólido branco cristalino, com 293,5 de massa molecular, densidade de  $1,22 \text{ g mL}^{-1}$ , é estável a temperaturas superiores a  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  por pelo menos seis meses, apresenta ebulição a  $165\text{-}166 \text{ }^\circ\text{C}$  e sua solubilidade em água é de  $35 \text{ mg L}^{-1}$ . É resistente à hidrólise (pH 4-9) e não é degradado pela luz U.V. (pH 7, 10 dias). De maneira geral, considera-se que a meia vida ( $DT_{50}$ ) do PBZ no solo é de cerca de seis a 12 meses. Entretanto, esse tempo pode variar em função do solo e das condições climáticas da região. Em solo franco-argiloso calcário (pH 8,8, 14% M.O.), o PBZ apresentou  $DT_{50}$  menor que 42 dias, e, em um solo franco-arenoso (pH 6,8, 4% M.O.), a  $DT_{50}$  foi maior que 140 dias.

Segundo Davis, Steffens e Sankhla (1988), o PBZ tem uma baixa mobilidade no solo e a mesma depende do movimento da água e do coeficiente de adsorção do solo. Por essa razão, a absorção através do sistema radicular depende da proximidade do produto com a raiz.

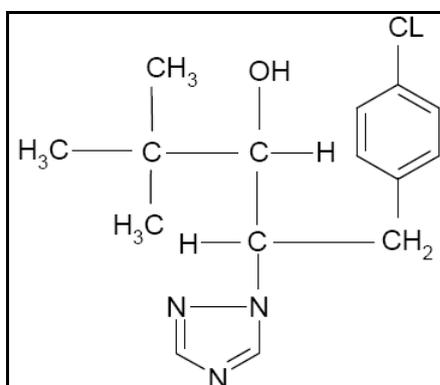


FIGURA 2 - Representação da estrutura química do paclobutrazol ([[(2RS-3RS) - 1-(4-clorofenil) 4,4-dimetil-2-(1,2,4-triazol-1-y)-pentan-3-ol]]).  
Fonte: RADEMACHER (2000).

### 2.2.3. Modo de ação do PBZ

Os triazóis são um grupo de compostos altamente ativos de reguladores de crescimento, cuja atividade foi descoberta durante um programa de triagem de fungicidas, na década de 1970 (DAVIS; CURRY, 1991). A atividade do PBZ parece ter uma relação com seu arranjo estereoquímico dos substituintes da cadeia de carbono. O PBZ, normalmente, consiste de dois enantiômeros, nas formas 2R, 3R e 2S, 3S (HEDDEN; GRAEBE, 1985). A forma 2S, 3S exibe uma atividade marcante na regulação do crescimento de plantas e é um obstáculo mais específico na biossíntese de GA. Ao contrário, 2R, 3R é mais ativa na inibição da biossíntese de esteróides, atribuindo uma aparente atividade fungicida (RADEMACHER, 2000, HEDDEN; GRAEBE, 1985).

Os triazóis inibem a biossíntese de GA pelo bloqueio da atividade das enzimas monooxigenases P450 no retículo endoplasmático. Essas enzimas promovem a oxidação de ent-caureno a ácido ent-caurenóico e, por consequência, GA<sub>12</sub>-aldeído, que é a primeira giberelina formada em todas as plantas, sendo a precursora de todas as outras giberelinas (KENDE; ZEEVAART, 1997). Esse processo resulta em redução dos níveis de todas as formas de GAs (FLETCHER et al., 2000) causando reduções na taxa de alongação e divisão celular, sem ocasionar citotoxicidade (SYMONS, 1989). Os triazóis também podem alterar os níveis de ácido abscísico (ABA), etileno, citocininas (FLETCHER et al., 2000) e auxinas (DAVIS; CURRY, 1991).

A consequência morfológica direta da inibição da biossíntese de GA é a redução do crescimento vegetativo. Os efeitos secundários refletem na alteração da força-dreno dentro da planta ocorrendo como consequência, maior partição de assimilados. Esse fato pode contribuir para o crescimento reprodutivo, favorecendo a formação de gemas floríferas, formação e crescimento do fruto (LEVER, 1986).

#### **2.2.4. Absorção e translocação do PBZ**

O paclobutrazol é absorvido mais eficientemente pelas raízes do que por outras partes da planta. Por essa razão, é preconizada sua aplicação no solo, onde é absorvido pelas raízes e translocado principalmente pelo fluxo transpiracional (via xilemática) até os pontos de crescimento vegetativo (WANG; SUN; FAUST, 1986, HAMID; WILLIAMS, 1997a, QUINLAN; RICHARDSON, 1986). Estudos de Witchard (1997 a, b) sugeriram que o PBZ não é exclusivamente móvel no xilema e que a via floemática existe como mecanismo de transporte secundário em *Pistachia chinensis* e *Ricinus communis*.

Segundo Wang, Sun e Faust (1986), a manutenção da umidade adequada no solo, fornecida pela precipitação natural ou irrigação, assim como temperatura e umidade do ar adequadas aumentaram a taxa de transpiração e conseqüentemente, a absorção e o transporte nas plantas.

Para Latimer, Scoggins e Banko (2001), os triazóis são também, absorvidos por hastes e pecíolos das plantas. A absorção através dos tecidos de brotos jovens pode ser favorecida mediante a adição de surfactantes, com um conseqüente melhoramento do nível e uniformidade dos efeitos buscados. Porém, a escolha do surfactante é crítica, esses podem induzir à fitotoxicidade nas folhas e frutos e o efeito passa a ser desfavorável (SYMONS, 1989).

#### **2.2.5. Métodos de aplicação do PBZ em plantas**

Devido às suas características físico-químicas e seu modo de ação, o PBZ pode ser aplicado às plantas através das raízes, folhas, troncos, ramos ou de órgãos de propagação, como sementes, bulbos e tubérculos.

De acordo com Davis, Steffens e Sankhla (1988), na aplicação via raízes, os reguladores de crescimento são adicionados diretamente ao solo/substrato. A desvantagem desse método é a alta retenção do produto pelo meio de crescimento, principalmente, se ricos em argila ou matéria orgânica. A retenção limita o contato do regulador de crescimento com as raízes e pode conduzir à contaminação do campo,

uma vez que a taxa de gradação dos triazóis nos solos é relativamente lenta. Essas perdas reduzem a eficácia e aumentam o custo das aplicações.

Segundo Symons (1989), o tamanho da planta, o padrão de enraizamento, a distribuição de água e as propriedades físicas e químicas do solo, são fatores que podem alterar a conveniência da aplicação ao meio de crescimento. Uma vantagem das aplicações ao solo é que existe a possibilidade de que sejam minimizados os resíduos químicos nos frutos, devido ao transporte do produto ser ascendente, junto com a corrente transpiracional.

A depender da cultura, são muitos os métodos de vinculação dos reguladores ao solo. Em plantas de menor porte, produzidas no solo ou em recipientes e na produção de mudas em bandejas, um modo muito comum é a rega ou embebição do solo/substrato com solução contendo PBZ. A rega mantém, por um período mais longo, a atividade do produto do que as aplicações por pulverização (BARRETT, 1994). Além disso, proporcionam altura de plantas mais uniformes e utiliza menores concentrações do regulador de crescimento.

Em geral, na rega do meio de cultivo, a absorção do produto é radicular. Entretanto, principalmente quando se utilizam sistema de irrigação por microaspersão, comum na produção de mudas, a solução entra em contato com a parte aérea, e pode a ser absorvida pelas folhas e/ou caules/hastes.

As aspersões foliares são consideradas o segundo método mais efetivo para a aplicação de PBZ. Tais aplicações têm a vantagem de superar as limitações geradas pelo ambiente solo-raiz e o atraso na absorção radicular resultante das aplicações no solo. Podem, além disso, ser coordenadas com a fenologia da planta, assegurando uma rápida resposta ao produto (SYMONS, 1989).

Segundo Quinlan e Richardson (1986), em condições de campo, para espécies arbóreas, somente uma pequena percentagem do produto aplicado alcança os alvos pretendidos. A baixa eficiência em atingir o alvo e a pouca translocação do produto, a partir das folhas, indica a necessidade de uma boa uniformidade de aplicação. Muitas vezes, segundo Davis, Steffens e Sankhla (1988), é necessária a aplicação de altas concentrações das substâncias químicas, principalmente quando se trabalha com espécies de porte arbóreo. Hamid e Williams (1997a) afirmaram que pulverizações laterais nos brotos com soluções de PBZ podem não ter nenhum efeito no crescimento do caule principal. Outra limitação apresentada por esse método de aplicação é a deriva do produto, que pode

ocasionar problemas a plantas vizinhas.

De acordo com Latimer, Scoggins e Banko (2001), na aplicação do regulador ao solo ou ao meio de crescimento a dose aplicada à planta é função da concentração da solução (mg de ingrediente ativo L<sup>-1</sup>) e do volume aplicado. Em pulverizações foliares, todas as plantas devem ser tratadas em função de um volume especificado de PBZ por área e não às plantas individuais. Em plantas ornamentais envasadas, a pulverização foliar é usada mais freqüentemente que a rega do meio de crescimento, presumivelmente pelos custos operacionais mais altos envolvidos com a aplicação em grande escala.

A aplicação via injeção de soluções no caule (tronco/ramos) de plantas é outro método de exposição do PBZ às plantas, principalmente em espécies frutíferas e/ou florestais arbóreas. Segundo Symons (1989), esse método oferece muitas vantagens em relação às técnicas de aplicação foliar convencionais. Entretanto, devido à baixa solubilidade do PBZ em água, podem causar respostas errôneas e lentas nas partes das plantas situadas um tanto distantes do ponto de injeção, particularmente, em árvores de grande porte. Singh (2001) encontrou somente a metade do PBZ em tecidos do xilema e floema, próximos do local da injeção, depois de 27 dias da aplicação em macieiras e apenas 23% nos ramos onde a inibição do crescimento foi mais evidente; assim, menos de um quarto do PBZ injetado foi envolvido efetivamente na inibição do crescimento. Pelos dados, observou-se que apenas 8% do PBZ foram detectados nas raízes, logo depois da injeção. Essa quantidade não mudou depois de 27 dias, o que sugere que o PBZ nas raízes foi resultado da pressão da injeção e que o transporte basípetalo não ocorreu.

Para Davis, Steffens e Sankhla (1988), tanto a aplicação no solo como a foliar podem requerer o uso de soluções altamente concentradas de reguladores de crescimento, o que pode conduzir à produção de colheita com níveis elevados do resíduo. Os resíduos de reguladores de crescimento nas raízes e nos brotos de culturas comestíveis são perigosos à saúde humana, fato que restringe seu uso em vegetais.

Segundo Fletcher et al. (2000), o tratamento de sementes em pré-semeadura é um caminho alternativo de aplicação de reguladores de crescimento às plantas e vêm sendo aprimorado e adaptado a várias espécies vegetais. Implica na embebição da estrutura em soluções contendo o regulador de crescimento por um número específico de horas, a depender da tolerância, seguido por um período de

secagem à temperatura ambiente. O tratamento de outros órgãos propagativos como bulbos, rizomas, tubérculos e estacas, também tem sido pesquisado.

Esse método tem numerosos benefícios em comparação aos procedimentos convencionais, sendo simples, de baixo custo, reduz a concentração da substância química usada, tem pequena ou nenhuma persistência na semente, e mínima difusão no ambiente (FLETCHER et al., 2000).

O tratamento de sementes com os reguladores de crescimento tem sido usado para alterar o crescimento de plantas e induzir resistência a condições de estresse (FLETCHER et al., 2000). Na produção de mudas de hortaliças, como tomate estaqueado, tomate para processamento industrial, brássicas, pimentão e cucurbitáceas o método pode ser empregado visando o condicionamento do crescimento. Trata-se de uma estimulação química ou física, ou um estresse suave aplicado às mudas, visando regular o crescimento e a qualidade das mudas (LATIMER, 1991). Além de regular o crescimento das plântulas, o condicionamento aumenta a resistência das mesmas a estresses ambientais bem como a determinadas doenças (BOVI; MINAMI, 1999).

Em alho, o efeito do tratamento dos bulbilhos por meio de imersão em soluções contendo PBZ, vem sendo estudado no controle do pseudoperfilhamento, tendo reflexos no desenvolvimento da planta e na produção (RESENDE; SOUZA, 2002, RESENDE et al., 1999).

Pasian e Bennett (2001) estudaram o efeito da embebição de sementes de tomate, gerânio e cravo-de-defunto por 6, 16 e 24 h em soluções contendo 0, 500 e 1000 mg L<sup>-1</sup> de PBZ, seguido de um período de 16 horas de secagem à 25°C. Verificaram que o aumento das concentrações de PBZ reduziu a germinação de sementes, em laboratório, em todos os casos, exceto para gerânio com 16 horas de embebição e cravo-de-defunto por 6 h de embebição. O aumento das concentrações de PBZ não afetou a percentagem de mudas úteis de gerânio e cravo-de-defunto, quando as sementes foram embebidas por 6 e 16 h. Entretanto, na embebição por 24 h, a percentagem de mudas úteis reduziu com o aumento das concentrações de PBZ. A percentagem de mudas úteis de tomate não foi afetada nem pelo tempo de embebição nem pela maior concentração de PBZ. Em todos os períodos de avaliação, a altura das mudas foi reduzida significativamente com o aumento da concentração de PBZ. Em sementes embebidas em solução contendo 1000 mg L<sup>-1</sup> de PBZ por 6, 16 e 24 h, as alturas de muda de tomate foram reduzidas,

respectivamente, em 31%, 31%, e 40%, enquanto que, para as mudas de cravo-de-defunto, as reduções foram de 30%, 38% e 41% e, para o gerânio, de 61%, 37% e 76%.

Pill e Gunter (2001) verificaram que o condicionamento de sementes de cravo-de-defunto em solução de 1000 mg L<sup>-1</sup> de PBZ foi mais eficiente que a rega ou aplicação foliar. Também, concluíram que, no tratamento das sementes houve menor efeito residual no crescimento de mudas comparado com a rega do meio de crescimento e pulverização foliar. Em trabalho prévio, os autores demonstraram que o PBZ, aplicado às sementes, afetou a altura final das mudas. Entretanto, a redução do crescimento foi temporária e aos 35 dias após a semeadura, as mudas das sementes tratadas e o controle tinham a mesma altura.

Os problemas comuns encontrados ao tratar sementes com os reguladores de crescimento é a redução ou ausência da germinação e o atraso na emergência de plântulas. Em sementes de maçã, a germinação foi inibida por solução de PBZ nas concentrações de 3 a 7 mg L<sup>-1</sup> (MÄGE; POWELL, 1990). As sementes de maçã tratadas com 7 mg L<sup>-1</sup> de PBZ apresentaram inibição de 35% na germinação e atraso de dois dias na germinação.

De acordo com Pill e Gunter (2001), o efeito inibitório da embebição de sementes em soluções contendo PBZ pode estar associado com a penetração do regulador de crescimento nas sementes causando toxicidade ao embrião. O mecanismo consiste em reduzir índices de GA a níveis insuficientes para a germinação e o crescimento da plântula. De acordo com essa hipótese, o tratamento ideal da semente deve permitir que os reguladores de crescimento penetrem nas sementes em quantidades suficientes para reduzir o crescimento da plântula, mas não impedir a emergência da radícula.

A hipótese alternativa sugere que os reguladores de crescimento são melhor absorvidos pelos revestimentos da semente e penetram pouco dentro delas. Após a semeadura, o ingrediente ativo difunde, provavelmente, da casca da semente para o meio de crescimento e então, é absorvido pela raiz após a germinação e emergência. No caso de tratamentos em que sementes permanecem na solução de PBZ por períodos muito longos, é possível que uma maior quantidade se movimente dentro da semente, podendo até prejudicar a germinação. De acordo com essa hipótese, a ação do regulador de crescimento ocorre após a germinação, e os revestimentos da semente agem como veículo que conduz o regulador (PASIAN;

BENNETT, 2001). Assim, o tratamento ideal da semente deve manter os reguladores de crescimento fora do embrião.

Dois parâmetros importantes que afetam a taxa e o volume de regulador penetrado na semente é a duração do tratamento e a natureza do solvente em que os reguladores de crescimento são dissolvidos (álcool, acetona ou água). Os solventes orgânicos podem carregar o produto através da cascas da semente, por volatilizarem rapidamente, e distribuem o regulador no seu interior mais uniformemente em comparação às soluções com água (HUNG; FRITZ; WATERS, 1992).

As condições de secagem posterior ao tratamento das sementes, também influenciam os resultados do tratamento. De acordo com Pamuk et al. (2002), o modo de secagem influencia a uniformidade e a espessura da cobertura da semente com o regulador e, pode, conseqüentemente, influenciar a disponibilidade de reguladores de crescimento às plântulas. Um longo contato semente-solução facilita a adesão do produto com a superfície. Contrariamente, um curto período de embebição aliado à rápida secagem impossibilita a penetração do regulador nas sementes.

#### **2.2.6. Efeitos da aplicação do PBZ em plantas**

Desde o seu descobrimento, o PBZ tem sido amplamente estudado na agricultura e seus efeitos têm sido relatados em inúmeras espécies vegetais, com diferentes padrões de crescimento, obtendo-se resultados que vão muito além da simples redução do alongamento do caule em resposta à inibição da biossíntese de GA.

Entre todos os grupos de plantas cultivadas, as plantas ornamentais, parecem ter sido o segmento que mais se beneficiou dos avanços advindos da utilização dos inibidores da biossíntese de GA. A aplicação desses compostos visa adequar o produto ao mercado, que é extremamente exigente quanto ao porte e padrão de desenvolvimento, exigindo plantas compactas e exuberantes (folhas e/ou flores). Avanços nesse sentido, com expressivas reduções na elongação do caule com a utilização de PBZ, têm sido reportados para diferentes espécies: girassol -

*Helianthus annuus* (ALMEIDA; PEREIRA, 1996, MATEUS, 2005, WHIPKER; DASOJU, 1998), couve ornamental - *Brassica oleracea* var. *acephala* (GIBSON; WHIPKER, 2001); coração-de-maria - *Dicentra spectabilis* (KIM; HERTOUGH; NELSON, 1999), poinsétia - *Euphorbia pulcherrima* (FAUST; KORCZYNSKI; KLEIN, 2001), Lantana - *Lantana camara* (RUTTER, 1996), *Osteospermum ecklonis* (GIBSON; WHIPKER, 2003), Dália – *Dahlia variabilis* (WHIPKER; HAMMER, 1997); zínia - *Zinnia elegans* (PINTO et al., 2005) entre outras.

Outro segmento beneficiado é o da manutenção de gramados e margens e/ou canteiros centrais de rodovias, onde a aplicação de inibidores da biossíntese de giberelinas restringe o crescimento das plantas evitando grandes custos com a poda manual ou mecânica (TAIZ; ZAIGER, 1998).

Em grandes culturas, como cereais e algumas oleaginosas, as pesquisas têm objetivado a restrição do alongamento do caule, pelo encurtamento dos entrenós, visando minimizar o acamamento de plantas, que tanto dificulta a colheita mecânica. Cereais como o trigo (GUOPING, 1997), o arroz (DAS; SARKAR; ISMAI, 2005), o milho (KHALIL; HIDAYAT-UR-RAHMANB, 1995), entre outras culturas, têm sido alvo das pesquisas, principalmente na Europa e Estados Unidos.

Em frutíferas são diversas as experiências realizadas usando PBZ, e evidenciam, de maneira geral, efeitos positivos na produtividade, qualidade de frutos e alteração do padrão de desenvolvimento de plantas, em relação a alongamento do caule, floração e frutificação. Segundo Souza-Machado, Pitblado e May (1999), mundialmente, o PBZ como um regulador de crescimento de planta é registrado para uso em poucas culturas frutíferas, entre as quais se destacam o pessegueiro, a nectarineira, a ameixeira, a cerejeira, o damasqueiro, a macieira e a mangueira. No Brasil, a única espécie frutífera que possui o registro de autorização de utilização do PBZ é a mangueira. Atualmente, nas regiões de clima tropical, principalmente, na zona semi-árida do Nordeste brasileiro, o uso do PBZ é uma prática comum e propicia a produção de manga o ano todo. Muitos estudos, como os de Salazar-Garcia e Vasquez-Valdivia (1997); Fonseca, Castro Neto e Ledo (2005); Reis, Castro Neto e Soares (2000), Yeshitela, Robbertse e Stassen (2004) têm colaborado para a difusão dessa tecnologia. Os efeitos da aplicação do PBZ, também, têm sido relatados em outras fruteiras, como o maracujazeiro amarelo (ATAÍDE et al., 2006), a videira (BOTELHO et al., 2004), a tangerineira (SIQUEIRA; BARCENA; ESPOSTI, 2004); a macieira (KHURSHID et al., 1997a, b).

Os estudos visando à utilização de retardantes de crescimento em hortaliças são poucos e restritos a um pequeno número de espécies. Resultados promissores de pesquisas têm sido encontrados para alho, batata e tomate.

Em um experimento objetivando avaliar os efeitos da aplicação de 0, 2, 4 e 6 kg de PBZ ha<sup>-1</sup>, via pulverização foliar ou rega de plantas, na cultura da batata, cultivada em condições tropicais, Tekalign e Hammes (2005) verificaram que nenhum dos parâmetros de crescimento estudado foi afetado pelo método de aplicação de PBZ. Entretanto, a aplicação do PBZ propiciou reduções significativas no índice de área foliar, taxa de crescimento da cultura e produção de biomassa total e aumentou o peso específico da folha, a taxa de crescimento do tubérculo, a taxa de assimilação líquida e o coeficiente de assimilação. Em todas as fases de colheita, o PBZ reduziu a partição de assimilados das folhas, talos, raízes e estolões e aumentou a distribuição para os tubérculos. Embora o PBZ tenha reduzido a biomassa total, melhorou a produtividade de batata sob condições tropicais pelo redirecionamento dos assimilados para os tubérculos.

O impacto do tratamento com hexaconazol e PBZ, na anatomia de folhas de batata chinesa (*Solenostemon rotundifolius*) foi estudado por Kishorekumar et al. (2006). Os autores aplicaram, aos 80, 100 e 140 dias após o plantio (DAP), 10 mg L<sup>-1</sup> planta<sup>-1</sup> de hexaconazol e PBZ, via rega do solo, e as folhas avaliadas foram coletadas aos 90, 120 e 150 DAP, sendo amostradas aquelas emitidas após o tratamento das plantas com os reguladores. Verificaram que a aplicação dos triazóis afetou o comprimento e a largura dos poros estomatais, o tamanho do poro estomatal, as espessuras da epiderme superior e inferior e o número de estômatos, células paliçádicas e esponjosas e cloroplastos. Os autores concluíram que a aplicação ponderada de triazóis como hexaconazol e PBZ pode ser uma ferramenta útil para redução da taxa de transpiração e podem ser úteis para ativar mecanismos de escape de seca em plantas como *S. rotundifolius*.

Mini-tubérculos de batatas, cultivar Norland, foram cultivados por Bandara, Tanino e Waterer (1998) em recipientes de 1,5 litros, em ambiente protegido sob influência da aplicação foliar, aos 21 DAP, de 1,5 mM de PBZ. Verificaram que hastes de plantas tratadas ficaram 39% mais curtas e aumentou em 330% o número de tubérculos comerciais (maiores que uma grama) por planta, entretanto, reduziu em 44% a produção de tubérculos comerciais.

No cultivo de alho, o PBZ tem sido testado objetivando aumentar a produtividade e controlar o pseudoperfilhamento de bulbos. A produtividade total e comercial de bulbos, percentagem de bulbos pseudoperfilhados e número de bulbilhos por bulbo não foram afetados pelo uso de PBZ (RESENDE et al. 1999). No entanto, os autores observaram que a imersão dos bulbos em soluções contendo PBZ proporcionou grande incremento na produção de bulbos graúdos e reduziu a percentagem de bulbos de menor tamanho, a altura e o número de folhas entre 60 e 90 DAP. Resende e Souza (2002) estudaram o efeito da imersão (uma hora, seguido de secagem à sombra por 24 horas) de alhos vernalizados da cultivar Quitéria em soluções contendo PBZ nas doses de 0, 500, 1000 e 1500 mg L<sup>-1</sup>. Concluíram que, com o aumento das concentrações de PBZ, houve redução na altura das plantas e no número de folhas por planta aos 60 e 90 DAP. A produtividade total, comercial de bulbos e a massa média de bulbos foram máximas com a imersão em 725, 778 e 744 mg L<sup>-1</sup> de PBZ, respectivamente. A relação entre a percentagem de bulbos pseudoperfilhados e as doses de PBZ foi quadrática, e a maior redução na percentagem de pseudoperfilhamento foi propiciada pela doses de 1163 mg L<sup>-1</sup> do produto.

Hamid e Williams (1997b) trataram plantas de ervilhas ornamentais (*Swainsona formosa*), cultivadas em vasos contendo três folhas verdadeiras (30 DAP) com diferentes doses de PBZ (0; 0,1; 1,0; 10; 20 e 50 mg/planta), diluídos em 50 mL de água, aplicados via pulverização foliar até completo escorrimento com o restante da solução sendo aplicada ao solo. Verificaram que o aumento das doses proporcionou reduções significativas na altura de plantas, número de folhas, comprimento de entrenós, quantidade e comprimento de hastes laterais e matérias fresca e seca de hastes e raízes. Entretanto, o aumento das doses elevou consideravelmente o número de dias do plantio até a abertura do primeiro botão floral e floração plena. Verificaram, ainda, que indiretamente, as plantas tratadas com PBZ apresentaram folhas com aspecto mais verde e foram mais resistentes a pragas e ao estresse hídrico.

Em tomateiro, estudos visando à utilização de inibidores da biossíntese de GA são incipientes, principalmente os voltados para o desempenho da cultura em campo. O interesse maior está voltado à utilização na produção de mudas, pelo condicionamento do crescimento, visando regular o crescimento e a qualidade das mudas. Um dos problemas comumente observados na produção de mudas é o

rápido desenvolvimento da parte aérea, podendo ocorrer o estiolamento, com formação de mudas alongadas, frágeis e com poucas raízes. Mudas estioladas tendem a ser menos resistentes aos estresses ambientais ou a determinadas doenças, principalmente por ocasião do transplântio. Além disso, em culturas como o tomate industrial, mudas alongadas causam problemas no sistema de distribuição da transplantadeira mecânica, que pode resultar em falhas no transplântio.

Nascimento, Salvalagio e Silva (2003), estudando o efeito da aplicação foliar de soluções aquosas a 0,2% de PBZ, uniconazole e ethefon em mudas de tomateiro de 14 dias, verificaram que todos os produtos testados retardaram o crescimento das plantas. O PBZ reduziu em 35% a altura das plantas, em 50% a massa de matéria seca da parte aérea e em 30% a massa de matéria seca do sistema radicular, avaliados aos 24 dias. Os autores reverteram a inibição causada pelo PBZ com a aplicação de 100 ppm de GA.

Algumas substâncias químicas exógenas, como o PBZ, podem suavizar o efeito de estresses severos na produção de mudas de plantas, em condições extremas de frio, calor ou de falta de água. Still e Pill (2004) estudaram, em tomateiro 'Marglobe', o efeito da embebição de sementes (24 h a 22 °C) e o pré-condicionamento (-1,0 MPa por 7 dias a 22 °C) com 50 mg L<sup>-1</sup> de PBZ e o tratamento de mudas via pulverização foliar (10 mg L<sup>-1</sup> aos 14 dias após a semeadura-DAS), no desenvolvimento da muda e nas respostas fisiológicas decorrentes do tratamento e da combinação de estresses por altas temperaturas (4h a 50 °C) e déficit hídrico (período de 14 dias com ciclos de seca até murchamento severo) iniciados 24 DAS. Observaram que tanto a embebição de sementes como a pulverização foliar proporcionaram reduções semelhantes na altura de caule e massa de matéria seca de caule e raízes, avaliadas antes da indução do estresse (23 das). A redução no desenvolvimento da muda, mediado pelo PBZ, foi atribuída à maior tolerância ao estresse por seca e altas temperaturas como refletido nas respostas fisiológicas verificadas após os estresses como aumento do crescimento, maior potencial de pressão do xilema da folha, baixa perda de eletrólitos pela folha e baixo perda de clorofila total da folha. Os autores sugeriram que essa maior resistência às condições adversas está correlacionada com aumentos dos níveis de ácido abscísico em plantas tratadas com PBZ.

Segundo Fletcher et al. (2000), o aumento no conteúdo de clorofila é atribuído à capacidade dos triazóis de aumentar os níveis de citocininas e assim

estimular a biossíntese de clorofila. Por sua vez, para Khalil e Hidayat-Ur-Rahmanb (1995) essa resposta é resultado do adensamento dos cloroplastos provocado pela redução da área foliar.

Souza-Machado et al. (1999) testaram a resistência à geada de plantas de três cultivares de tomate de mesa oriundas de sementes embebidas em 50 mg L<sup>-1</sup> de PBZ. As mudas foram transplantadas em 07/05, época propícia à ocorrência de baixas temperaturas e geadas no Canadá. Verificaram que apesar das mudas terem sido severamente afetadas pelo frio e pela geada, as mudas tratadas das cultivares Basketvee e Verona apresentaram cerca de 73 e 87% de sobrevivência, respectivamente, comparada com somente 51 e 44% de sobrevivência das mudas oriundas de sementes não tratadas. A cultivar Veepik demonstrou ser mais suscetível à geada, com sobrevivência de 38% das mudas tratadas e 7% das testemunhas.

Esses mesmos autores avaliaram o efeito do estresse hídrico (seca em mudas oriundas de sementes tratadas e não tratadas com PBZ - 50mg L<sup>-1</sup>) em cinco cultivares de tomate para processamento industrial. Mudas das cinco cultivares foram induzidas ao déficit hídrico até o completo murchamento de todas as mudas. Posteriormente, foram irrigadas e observadas quanto à retomada do desenvolvimento e sintomas visuais de necroses. Verificou-se que independentemente das cultivares, as mudas oriundas de sementes tratadas apresentaram maior tolerância à seca do que mudas sem tratamento.

Ainda, Souza-Machado et al. (1999), não encontraram alterações no rendimento das cultivares tratadas com PBZ. Entretanto, verificaram precocidade de florescimento e de maturação de frutos de plantas oriundas de sementes tratadas. Segundo os autores, o início da colheita foi antecipado em 7 a 10 dias, o que representaria um acréscimo de 14% no período de processamento de frutos na região de Ontário, Canadá.

Heuvel et al. (2000) observaram, ao tratar plantas de tomate selvagem com PBZ, que a pulverização das plantas na concentração de 10 mM proporcionou maior redução na altura de plantas e tamanho da folha do que quando pulverizadas com solução 0,1 mM. Evidenciaram, também, que as folhas das plantas tratadas exibiram uma coloração verde escura mais pronunciada que plantas testemunhas.

Fos et al. (2001), avaliaram o efeito da aplicação isolada ou conjunta de PBZ (5 µg) e GA<sub>3</sub> (2 µg) em ovários não polinizados (20 µL ovário<sup>-1</sup>), de linhagens de

tomateiros partenocárpicos. Observaram que somente um terço dos ovários tratados com solução de PBZ fixou frutos. No tratamento com GA<sub>3</sub> e no testemunha, 100% dos ovários fixaram frutos; o efeito inibitório do PBZ foi invertido com a aplicação simultânea de GA<sub>3</sub>. Verificaram, ainda, que os frutos oriundos de ovários tratados com PBZ, apresentaram significativamente menores valores médios de diâmetro e massa fresca.

Na França, foi avaliado o tratamento de sementes com PBZ (50 mg L<sup>-1</sup>) em diversas cultivares de tomate para processamento industrial. Observou-se que a percentagem de emergência de sementes não tratadas alcançou mais de 98% para todas as cultivares testadas, enquanto que para as sementes tratadas os percentuais foram de 88%, 85% e 75%, respectivamente, para as cultivares Fancysset, Montégo e Pavia. Além da redução da emergência, algumas mudas exibiram hipocótilos anormais (tortos e com baixo vigor). Após sete semanas, mudas de sementes tratadas apresentaram 43% redução na altura e aumentos de 13%, 4%, 5% e 6% no diâmetro da haste, percentagem de matéria seca de haste, raízes e planta inteira, respectivamente (GIOVINAZZO; SOUZA-MACHADO, 2001). Os autores verificaram, ainda, maior precocidade de florescimento, produtividade de frutos comercializáveis e massa média de fruto, nas parcelas oriundas de sementes tratadas com PBZ. O aumento médio, considerando todas as cultivares, foi de 13%, para produtividade e 9% para massa média de frutos.

Os efeitos da aplicação foliar de PBZ (12,5 ou 100 mg L<sup>-1</sup>) e uniconazol (1,25 ou 2,5 mg L<sup>-1</sup>) e da poda de raiz no crescimento e produção de tomateiro cultivado em hidroponia, foram estudados no Japão por Asao et al. (1996). Os autores verificaram que, comparada com as plantas-controle, o crescimento das mudas foi suprimido pelos retardantes de crescimento, principalmente 100 mg L<sup>-1</sup> de PBZ e pela poda da raiz. Todos os tratamentos com reguladores de crescimento diminuíram o número de nós, anteciparam a antese, diminuíram o comprimento das hastes e anteciparam a colheita em mais de duas semanas. A massa média dos frutos e teor de sólidos solúveis não foram influenciados pelos tratamentos realizados.

Berova e Zlatev (2000) compararam as aplicações de PBZ via solo (1,0 mg L<sup>-1</sup>) e pulverização foliar (25,0 mg L<sup>-1</sup>) com tratamento sem aplicação de PBZ, no crescimento vegetativo, características fisiológicas e rendimento de frutos de tomateiro cv. Precador. Verificaram que a aplicação do PBZ imediatamente após

o transplântio das mudas, proporcionou redução na altura de plantas e incrementou a espessura da haste da planta e formação de raízes, avaliadas aos 45 dias após o tratamento. Ambos os métodos de aplicação do PBZ favoreceram o aumento da atividade fotossintética, com aumento médio de 12% e 25%, nas avaliações realizadas na terceira e quinta folhas, respectivamente. Também foram evidenciados aumentos significativos, de 15% e 22%, no conteúdo de clorofila total e clorofila *a*, respectivamente, na terceira folha. Plantas tratadas com PBZ apresentaram redução considerável no potencial hídrico e, segundo os autores, essa redução foi favorável à formação de raízes e conseqüentemente, melhorou a taxa de utilização da água das plantas tratadas. A aplicação do PBZ antecipou a formação de frutos, o que resultou no aumento da produção nas primeiras cinco colheitas em 7,4% (foliar) e 26,9% (solo). A aplicação do triazol no solo propiciou produtividade total de 61,89 t ha<sup>-1</sup>, aumento significativo da ordem de 13,2% em relação ao controle. A aplicação foliar reduziu a produtividade em 9,6%. Os autores não encontraram, de acordo com as concentrações e o modo de aplicação, quaisquer resíduos do regulador nos frutos, sendo, portanto, considerado do ponto de vista fitossanitário, inofensivo à saúde humana.

Os resultados relatados pelos diferentes autores sugerem que pode ser interessante aliar os benefícios do cultivo protegido com o uso do PBZ na cultura do tomateiro. No entanto, são necessários estudos, nas condições climáticas brasileiras, com os mais variados genótipos, buscando verificar o efeito das formas, concentrações, modos e épocas de aplicação do regulador no crescimento e desenvolvimento, floração, frutificação, produtividade e qualidade de frutos.

A redução da altura de plantas, conseguida com o emprego do PBZ vislumbra-se também como uma excelente alternativa de manipulação da densidade de plantio, ajustando-se a população de plantas ao máximo rendimento produtivo, maximizando, assim, o retorno por unidade de área, que é muito relevante em ambiente protegido.

### 3. CAPÍTULO II - EFEITO DO PACLOBUTRAZOL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE TOMATEIRO ESTAQUEADO

**RESUMO:** Avaliou-se o efeito de métodos (tratamento de sementes e rega de plântulas) e concentrações de paclobutrazol - PBZ (0, 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>) na emergência e no desenvolvimento de plântulas de tomateiro estaqueado, híbrido AF 7631. As sementes foram embebidas entre papel de filtro, por 24 horas, a 25 °C, seguido de um período de secagem por 1 hora à temperatura ambiente. No método de rega, utilizou-se semeadura convencional e aos 15 dias após a semeadura (DAS), procedeu-se à aspersão de 5 mL por célula das diferentes concentrações de PBZ, sendo a quantidade suficiente para um bom molhamento de folhas e substrato. Verificou-se que a embebição de sementes com PBZ, por 24 horas em 50 e 100 mg L<sup>-1</sup> de PBZ, inibiu e atrasou a emergência de plântulas e foi ineficiente na redução da altura das plântulas. Entretanto, a aplicação do regulador, nas mesmas concentrações, em plântulas, via rega, aos 15 DAS, foram eficaz no controle do desenvolvimento da parte aérea, demonstrada pelos menores valores médios de altura, área foliar e massa de matéria seca de parte aérea. A aplicação através da rega das mudas favoreceu, ainda, o aumento do diâmetro da haste na base do hipocótilo e o desenvolvimento do sistema radicular.

### 3.1. INTRODUÇÃO

A regularidade de oferta de hortaliças ao longo do ano é um dos principais desafios atuais da olericultura. Para tanto, sistemas de produção com tecnologia mais sofisticada estão sendo cada vez mais empregados, como os cultivos em ambiente protegido, hidropônico e em substrato. Face à complexidade crescente desses sistemas de produção, a etapa referente à produção de mudas tende a ser feita por produtores especializados, que atuam como fornecedores de mudas para aqueles dedicados à produção final. Esse segmento da olericultura está fortemente desenvolvido em outros países. No Brasil, horticultores especializados nessa atividade estão surgindo em vários Estados e demandando informações quanto à produção e manejo de mudas de diferentes espécies hortícolas.

Um dos problemas comumente observados na produção de mudas é o rápido desenvolvimento da parte aérea, que pode provocar estiolamento, com formação de mudas alongadas, frágeis e com poucas raízes. Além disso, plantas estioladas tendem a ser menos resistentes aos estresses ambientais ou a determinadas doenças, principalmente por ocasião do transplântio. Uma das práticas que vem sendo utilizada em outros países é o condicionamento do crescimento, com estimulação química ou física, ou estresse suave aplicado às mudas, visando regular o crescimento e a qualidade das mudas (LATIMER, 1991). Além de regular o crescimento das plântulas, o condicionamento aumenta a resistência das mesmas a estresses ambientais, bem como a determinadas doenças (BOVI; MINAMI, 1999).

O condicionamento químico consiste no emprego de reguladores de crescimento, aplicados às mudas via pulverização foliar ou rega com solução contendo o regulador de crescimento, os quais propiciam eficiente controle do crescimento. As desvantagens comuns da aplicação dos reguladores de crescimento via rega do substrato de crescimento e via foliar são, respectivamente, decorrentes das perdas do regulador pela adsorção do solo ou substrato e pela deriva, que aumentam os custos associados com o uso e a segurança da aplicação. Ainda, tanto a aplicação no solo como a foliar podem requerer o uso de soluções altamente concentradas de reguladores de crescimento, o que pode conduzir ao acúmulo de resíduos nas culturas. Tais resíduos acumulados em raízes e brotos de culturas

comestíveis são perigosos à saúde humana, fato que restringe o uso dos reguladores em plantas alimentícias (DAVIS; STEFFENS; SANKHLA, 1988).

Segundo Fletcher et al. (2000), o tratamento de sementes em pré-semeadura é um caminho alternativo de aplicação de reguladores de crescimento às plantas, e vêm sendo aprimorado e adaptado a várias espécies vegetais. Implica na embebição da semente em solução contendo o regulador por tempo determinado, dependendo de sua tolerância, seguido por um período de secagem à temperatura ambiente. Entretanto, alguns efeitos indesejáveis podem ser mencionados, os quais incluem a redução e o atraso da emergência de plântulas (PILL; GUNTER, 2001). De acordo com Bewley e Black (1994), reguladores de crescimento, como o PBZ, reduzem o conteúdo de GA nas sementes, que regulam a elongação e a divisão da célula durante o crescimento da radícula e do caule.

O tratamento de sementes com reguladores de crescimento foi efetivo no controle da altura de mudas de calêndula, gerânio e tomate (PASIAN; BENNETT, 2001, PILL; GÜNTER, 2001, NASCIMENTO; SALVALAGIO; SILVA, 2003). Vários estudos, no entanto, também tem indicado várias desvantagens, do tratamento de sementes com PBZ que incluem demora e redução na emergência da muda (GIOVINAZZO; SOUZA-MACHADO, 2001, PASIAN; BENNETT, 2001).

Face ao exposto e considerando a carência de informações, principalmente no Brasil, quanto ao emprego do PBZ na produção de mudas, objetivou-se, nesse trabalho, avaliar o efeito de métodos e concentrações de PBZ na emergência e desenvolvimento e qualidade de mudas de tomateiro estaqueado.

### **3.2. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia - UNESP, no município de Ilha Solteira-SP, sob estrutura para cultivo protegido com orientação leste-oeste, teto em forma de arco, coberto com filme de polietileno transparente de 75 $\mu$ m de espessura e tela de sombreamento de 50%.

Estudou-se os efeitos de três concentrações de PBZ (0, 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>), e dois métodos de aplicação (tratamento de sementes e rega de plântulas) na

emergência de plântulas e produção de mudas de tomateiro longa vida, híbrido AF 7631, da empresa Sakata Seed Sudamerica.

Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial, com quatro repetições. As parcelas foram dispostas em bandejas de poliestireno expandido com 200 células, sendo que cada bandeja comportou três parcelas com 40 células cada (Figura 1). As posições das bandejas na bancada foram periodicamente alteradas.

As sementes foram embebidas por 24 horas sob temperatura de 25 °C. Para a embebição, as sementes foram acondicionadas entre folhas de papel de filtro, em recipientes tipo gerbox. Procedeu-se, em seguida à aplicação de quantidade de solução, nas concentrações estabelecidas, correspondente a 2,5 vezes a massa do conjunto papel de filtro e sementes. Depois de embebidas, as sementes foram secas à temperatura ambiente em papel de filtro por 1 hora.

Para a aplicação nas mudas, fez-se a semeadura de maneira convencional. As bandejas foram preenchidas em 20/09/2006, com substrato comercial plantmax, apropriado para a produção de mudas e a semeadura ocorreu no dia seguinte, em 21/09/2006, colocando-se uma semente por célula, sendo cobertas com o próprio substrato. Aos 15 DAS procedeu-se à aspersão de 5 mL por célula das diferentes soluções de PBZ, sendo a quantidade suficiente para um bom molhamento das folhas e do substrato.

As mudas foram irrigadas três vezes ao dia, às 9, 13 e 17 horas. Em 16/10/2006, receberam uma fertirrigação com solução completa de macro e micronutrientes, em 18/10/2006, realizou-se uma adubação nitrogenada (0,3% de uréia).

As soluções de paclobutrazol utilizadas foram preparadas a partir do produto comercial, contendo 15% do ingrediente ativo (m/m). Inicialmente, foi preparada uma solução padrão a 1%, diluindo-se 6,66g do produto comercial em 100 mL de álcool, em seguida, para obtenção das concentrações desejadas de 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>, foram feitas diluições dessa solução padrão em água destilada.

Na primeira etapa, para verificar o efeito do tratamento das sementes com o PBZ, a emergência foi avaliada a cada dois dias, do 5º ao 15º dia após a semeadura, para fins do cálculo do índice de velocidade de emergência, sendo utilizada a fórmula descrita por Maguirre (1962), em que:

$$IVE = E1/D1 + E2/D2 + \dots + En/Dn$$

Em que:

IVE = Índice de Velocidade de Emergência;

E1, E2, ..., Em = nº de plântulas emergidas, observadas no intervalo da 1ª, 2ª, ..., última contagem;

D1, D2, ..., Dn = nº de dias de semeadura à 1ª, 2ª, ..., última contagem.

Na segunda etapa, para avaliar o efeito dos métodos e das concentrações de PBZ no crescimento e qualidade das mudas, foram avaliadas, as seguintes variáveis:

a) altura de plântulas, aos 15 e 30 DAS;

b) diâmetro da haste na base do hipocótilo;

c) taxa de crescimento absoluto (TCA) para altura de plantas, entre os intervalos de avaliações, conforme apresentado por Benincasa (1988), em que:

$$TCA = (A_2 - A_1) / (t_2 - t_1)$$

Em que:

TCA = taxa de crescimento absoluto;

A<sub>1</sub> e A<sub>2</sub> = altura da planta de duas amostragens sucessivas; e

t<sub>1</sub> e t<sub>2</sub> = intervalos de amostragens.

d) relação diâmetro/altura de plântulas;

e) matérias secas de parte aérea, das raízes e total,

f) relação entre massa de matéria seca de raízes e massa de matéria seca da parte aérea;

g) área foliar (determinada utilizando um scanner de mesa, da marca Genius, modelo ColorPage Vivid-Pro II e o software IMAGE TOOL) e;

h) razão de área foliar (RAF) conforme método de Benincasa (1988), em que, RAF é a razão entre área foliar (área responsável pela interceptação de energia luminosa e CO<sub>2</sub>) e a matéria seca total (resultado da fotossíntese).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos níveis do fator “métodos de aplicação” comparadas pelo teste de Tukey (p < 0,05) e as médias dos níveis do fator “concentrações” submetidas à análise de regressão polinomial.



FIGURA 1 - Esquema de disposição das parcelas nas bandejas. Ilha Solteira (SP), 2006.

### 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo do tratamento das sementes com diferentes concentrações de PBZ sobre a percentagem de emergência de plântulas em todas as contagens realizadas e no índice de velocidade de emergência. Tanto a percentagem de emergência de plântulas como o índice de velocidade de emergência decresceram linearmente com o aumento das doses de PBZ (Tabela 1). No 15º DAS, somente 83% e 65% das sementes tratadas, com 50 e 100 mg L<sup>-1</sup> de PBZ, respectivamente, tinham originado plântulas normais, comparados com os mais de 90% dos tratamentos testemunhas (embebição em água e sem embebição). Esses resultados foram semelhantes àqueles obtidos por Mäge e Powell (1990), que verificaram inibição na germinação de sementes de maçã tratadas com PBZ. Pasion e Bennett (2001) também constataram que a germinação, em laboratório, de sementes de tomate, gerânio e cravo-de-defunto foram reduzidas como o aumento das concentrações de PBZ.

De acordo com Pill e Gunter (2001) e Pasion e Bennett (2001), o efeito inibitório da embebição de sementes em soluções contendo PBZ pode estar associado com a penetração do regulador de crescimento dentro das sementes, causando toxicidade ao embrião. O mecanismo consiste em reduzir índices de GA a

níveis insuficientes para a germinação e o crescimento da plântula. Hung; Fritz e Waters (1992) sugeriram que o aumento das concentrações e dos tempos de exposição das sementes ao regulador contribuem para o aumento na taxa de penetração dos reguladores dentro das sementes e conseqüente redução da germinação.

TABELA 1 - Valores médios de percentagem de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência (IVE), obtidos para sementes do híbrido de tomateiro AF 7631, em ambiente protegido, em função da embebição de sementes com soluções crescentes de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007.

Concentração PBZ (mg L <sup>-1</sup> )	Emergência de plântulas (%)						IVE
	5 DAS	7 DAS	9 DAS	11 DAS	13 DAS	15 DAS	
0	66,25	81,87	85,63	90,00	90,00	90,00	22,21
50	1,25	37,50	55,63	78,75	82,50	83,13	12,33
100	0,00	19,38	36,25	62,50	64,37	65,63	8,72
R. Linear	** <sup>(1)</sup>	** <sup>(3)</sup>	** <sup>(4)</sup>	** <sup>(5)</sup>	** <sup>(6)</sup>	** <sup>(7)</sup>	** <sup>(8)</sup>
R. Quadrática	* <sup>(2)</sup>	NS	NS	NS	NS	NS	** <sup>(9)</sup>
Controle (sem embebição)	27,50	86,04	91,25	93,13	93,75	95,63	20,00
CV (%)	27,22	18,85	12,48	4,95	4,17	3,85	8,01

\* \*\*, NS: significativo a p<0,01, 0,05 e não significativo, respectivamente.

<sup>(1)</sup>Y=55,625-0,6625 R<sup>2</sup>=0,76; <sup>(2)</sup>Y=66,25-1,9375X+0,01275X<sup>2</sup> R<sup>2</sup>=1,00; <sup>(3)</sup>Y=7,5-0,625 R<sup>2</sup>=0,94; <sup>(4)</sup>Y=83,8542-0,49375X R<sup>2</sup>=0,98;

<sup>(5)</sup>Y=0,8333-0,275X R<sup>2</sup>=0,99; <sup>(6)</sup>Y=91,25-0,25X R<sup>2</sup>=0,93; <sup>(7)</sup>Y=91,7708-0,2438X R<sup>2</sup>=0,94; <sup>(8)</sup>Y=0,1243-0,000091 R<sup>2</sup>=0,85;

<sup>(9)</sup>Y=0,125350-0,00022+0,0000013X<sup>2</sup> R<sup>2</sup>=1,00.

A germinação de apenas 65%, ou seja, a inviabilidade de 35% das sementes com a embebição por 24 horas em 100 mg L<sup>-1</sup> (Tabela 1) de PBZ pode comprometer o emprego comercial do tratamento, principalmente, quando se utilizam sementes melhoradas de alto custo de aquisição, como no caso de híbridos longa-vida, cujo valor pode exceder a cem dólares por mil sementes.

Nos dois períodos de amostragem (15 e 30 DAS), foram verificadas reduções significativas do crescimento da muda em altura, em função do aumento das concentrações de PBZ (Tabela 2 e Figura 2). Aos 15 DAS, as plântulas obtidas de sementes embebidas com PBZ, nas concentrações de 50 e 100 mg L<sup>-1</sup> foram significativamente menores que as testemunhas. Esses decréscimos, provavelmente, ocorreram devido ao atraso na emergência das sementes embebidas com PBZ. Aos 30 DAS, independentemente do método de aplicação do

PBZ, o aumento das doses de PBZ, de 0 para 50 ou 100 mg L<sup>-1</sup>, reduziu em 35% o crescimento de plântulas. Reduções semelhantes foram constatadas por Pasion e Bennett (2001), para mudas de tomate, gerânio e cravo-de-defunto oriundas de sementes condicionadas com PBZ.

Fisiologicamente, a redução na altura das plantas promovida pelo uso do PBZ está ligada à inibição da conversão de ent-caureno para ácido de ent-caurenóico na biossíntese de GA, que resulta em redução nos níveis de todas as formas de ácidos giberélicos, o que leva a reduções na taxa de alongação e divisão celular (FLETCHER et al., 2000).

A taxa de crescimento absoluto (TCA) de plântulas avaliadas entre 15 e 30 DAS, quando da aplicação via rega de plântulas, decresceu linearmente com o aumento das concentrações de PBZ. A TCA de plântulas tratadas com 50 mg L<sup>-1</sup> de PBZ, aos 15 DAS, via rega, apresentou valor médio diário de 2,06 mm, significativamente inferior ao obtido por plântulas originadas de sementes condicionadas com os mesmos 50 mg L<sup>-1</sup> de PBZ, que cresceram 3,70 mm dia<sup>-1</sup>, representando redução de 44% (Tabela 2). Mesma tendência, também, foi verificada dentro da maior concentração de PBZ (100 mg L<sup>-1</sup>), no entanto a redução alcançou mais de 75% na TCA.

Comportamento inverso àquele observado para TCA, foi constatado na avaliação da área foliar (Tabela 3). Verificou-se que, para dose de 50 mg L<sup>-1</sup> de PBZ, a área foliar por plântula foi maior quando o PBZ foi aplicado via rega das mudas (26,71 cm<sup>2</sup> plântula<sup>-1</sup>), em comparação ao tratamento por embebição de sementes (19,42 cm<sup>2</sup> plântula<sup>-1</sup>). Contrariamente, na maior dose de PBZ, constatou-se que a maior aérea foliar (27,76 cm<sup>2</sup> plântula<sup>-1</sup>) foi obtida em plântulas das parcelas em que as sementes foram embebidas com o triazol, com média significativamente superior à obtida pelas plântulas tratadas via rega (22,16 cm<sup>2</sup> plântula<sup>-1</sup>).

TABELA 2 - Valores médios de altura de plântulas aos 15 e 30 DAS, taxa de crescimento absoluto da altura entre 15-30 DAS (mm dia<sup>-1</sup>) e diâmetro da haste na base do hipocótilo aos 30 DAS, obtidos para mudas de tomateiro, híbrido AF 7631, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2006.

Concentração PBZ (mg L <sup>-1</sup> )	Altura da plantas aos 15 DAS		Altura da planta aos 30 DAS	Taxa de crescimento absoluto da altura		Diâmetro da haste aos 30 DAS
	Emb.Ste.	Rega Muda		Emb.Ste.	Rega Muda	
	-----cm-----			-----mm dia <sup>-1</sup> -----		-----mm-----
0	6,53 a	5,94 a	13,52	4,59 a	2,37 a	2,77
50	3,21 b	5,21 a	8,82	3,70 a	2,06 b	2,57
100	2,87 b	5,08 a	8,73	4,97 a	1,37 b	2,74
R. Linear	** <sup>(1)</sup>	NS	** <sup>(3)</sup>	NS	** <sup>(5)</sup>	NS
R. Quadrática	** <sup>(2)</sup>	NS	** <sup>(4)</sup>	NS	NS	NS
CV (%)	9,17		15,74	27,12		5,92

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, dentro de cada período de avaliação, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

\*, \*\*, NS: significativo a  $p < 0,01$ ,  $0,05$  e não significativo, respectivamente.

<sup>(1)</sup> $Y=6,02916-0,03658X$   $R^2=0,82$ ; <sup>(2)</sup> $Y=6,525-0,09608X+0,000595X^2$   $R^2=1,00$ ; <sup>(3)</sup> $Y=12,6564-0,04795X$   $R^2=0,72$ ;

<sup>(4)</sup> $Y=13,525-0,15218X+0,001042$   $R^2=1,00$ ; <sup>(5)</sup> $Y=4,73216-0,03758X$   $R^2=0,88$ ;

Para o diâmetro da haste na base do hipocótilo não foram observados efeitos significativos dos métodos e das concentrações de aplicação de PBZ (Tabela 2 e Figura 2). Todavia, o aumento da concentração do regulador aplicado às plântulas aos 15 DAS aumentou linearmente a relação entre o diâmetro da haste e altura de plântulas. Assim, em relação à altura das plântulas, houve aumentos significativos do diâmetro da haste. Entre os métodos de aplicação, verificou-se que, a aplicação do PBZ, via rega favoreceu mais o aumento da relação diâmetro/altura de plântulas que o tratamento via embebição de sementes. O condicionamento químico das mudas com o PBZ, quando provocou um menor crescimento das mudas, favoreceu o aumento da espessura das hastes, numa relação inversa, reforçando que há um menor e maior desenvolvimento, respectivamente, da altura de planta e do diâmetro da haste das mudas.

TABELA 3 - Valores médios da relação entre diâmetro da haste e altura de plantas e área foliar por planta aos 30 DAS, obtidas para mudas de tomateiro, híbrido AF 7631, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007.

Concentração PBZ (mg L <sup>-1</sup> )	Relação entre diâmetro e altura da haste de plântulas		Área foliar (cm <sup>2</sup> plântula <sup>-1</sup> )	
	Emb.Ste.	Rega Muda	Emb.Ste.	Rega Muda
0	0,209 a	0,210 a	31,82 a	31,50 a
50	0,284 b	0,321 a	19,42 b	26,71 a
100	0,269 b	0,384 a	27,76 b	22,16 a
R. Linear	NS	** <sup>(1)</sup>	NS	** <sup>(3)</sup>
R. Quadrática	NS	NS	** <sup>(2)</sup>	NS
CV (%)	9,56		5,28	

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, dentro de cada característica estudada, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

\*, \*\*, NS: significativo a p<0,01, 0,05 e não significativo, respectivamente.

<sup>(1)</sup>Y=0,21644+0,001755X R<sup>2</sup>=0,97; <sup>(2)</sup>Y=31,824-0,4554X+0,004148X<sup>2</sup> R<sup>2</sup>=1,00; <sup>(3)</sup>Y=31,4617-0,09332X R<sup>2</sup>=1,00.

De maneira geral, independentemente do método de aplicação do PBZ, o aumento das concentrações reduziu significativamente a massa de matéria seca de parte aérea e aumentou significativamente a massa de matéria seca de raízes. Já, a relação entre massa de matéria seca de raízes e massa de matéria seca de parte aérea indicou que, com a aplicação do PBZ, ocorreu menor desenvolvimento da parte aérea e maior desenvolvimento de raízes (Tabela 4 e Figura 2). Os resultados confirmam os obtidos por Latimer et al. (1991), com pepino, de que o condicionamento, geralmente, promove redução mais acentuada no crescimento da parte aérea comparado às raízes.

Embora não quantificado, observou-se que plântulas tratadas com PBZ, independentemente do método, exibiram coloração verde mais pronunciada que plantas controle (sem PBZ). Observações semelhantes foram também relatadas por Hamid e Williams (1997a), Heuvel et al. (2000) e Berova e Zlatev (2000). Essa característica é atribuída, em parte, ao aumento da síntese de clorofila favorecida pelo PBZ e indiretamente, pela redução no tamanho das células, que faz com que ocorra à concentração da clorofila na célula. Por essa e outras características é sugerido, também, que o PBZ aumenta a eficiência fotossintética (DAVIS; STEFFENS; SANKHLA, 1988, BEROVA; ZLATEV, 2000). Entretanto, nesse trabalho, isso não pode ser evidenciado, uma vez que a razão de área foliar (RAF),

que é a área foliar útil para a fotossíntese, não foi influenciada pelos tratamentos estabelecidos. De maneira geral, independentemente das concentrações e dos métodos de aplicação de PBZ, foram necessários, em média, 137 cm<sup>2</sup> de área foliar para produzir um grama de matéria seca.

TABELA 4 - Valores médios da matéria seca de parte aérea (MAS), matéria seca de raízes (MSR), matéria seca total (MST), da relação MSR/MAS e da razão de área foliar (RAF) aos 30 DAS, obtidas para mudas de tomateiro, híbrido AF 7631, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007.

	MSA	MSR	MST	MSR/MSA	RAF
	-----g plântula <sup>-1</sup> -----				cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup>
Método de aplicação					
Emb.ste.	0,154 a	0,031 b	0,185 a	0,248 b	144,6 a
Rega muda	0,142 a	0,069 a	0,210 a	0,557 a	130,1 a
Concentração PBZ (mg L <sup>-1</sup> )					
0	0,200	0,0375	0,237	0,187	136,13
50	0,123	0,0512	0,174	0,403	135,14
100	0,121	0,0608	0,182	0,616	140,80
R. Linear	** <sup>(1)</sup>	* <sup>(3)</sup>	** <sup>(4)</sup>	** <sup>(6)</sup>	NS
R. Quadrática	** <sup>(2)</sup>	NS	* <sup>(5)</sup>	NS	NS
CV(%)	17,90	46,14	16,87	13,74	16,60

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, para cada fator estudado, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

\*, \*\*, NS: significativo a p<0,01, 0,05 e não significativo, respectivamente.

<sup>(1)</sup>Y=0,18721-0,000785X R<sup>2</sup>=0,77; <sup>(2)</sup>Y=30,1998-0,00229X+0,000015X<sup>2</sup> R<sup>2</sup>=1,00; <sup>(3)</sup>Y=0,03820-0,000233X R<sup>2</sup>=0,99;

<sup>(4)</sup>Y=0,2254-0,0005524X R<sup>2</sup>=0,64; <sup>(5)</sup>Y=0,2373-0,001978X+0,000014X<sup>2</sup> R<sup>2</sup>=1,00; <sup>(6)</sup>Y=0,1878+0,0043X R<sup>2</sup>=1,00.



FIGURA 2 - Mudanças de tomateiro 'AF 7631' aos 30 DAS, obtidas em função de concentrações e métodos de aplicação de PBZ. Ilha Solteira (SP), 2006.

### 3.4. CONCLUSÕES

A embebição de sementes com PBZ, por 24 horas em 50 e 100 mg L<sup>-1</sup> de PBZ inibiu e atrasou a emergência de plântulas e foi ineficiente na redução da altura das plântulas.

Entretanto, a aplicação do regulador, nas mesmas concentrações, em plântulas, via rega, aos 15 DAS, foi efetiva no controle do desenvolvimento da parte aérea. Isso foi demonstrada pelos menores valores médios de altura, área foliar e massa de matéria seca de parte aérea; favoreceu o aumento do diâmetro da haste na base do hipocótilo e o desenvolvimento do sistema radicular.

#### **4. CAPÍTULO III - INFLUÊNCIA DO PACLOBUTRAZOL NO CRESCIMENTO DE PLANTAS E PRODUÇÃO DE TOMATE EM AMBIENTE PROTEGIDO**

**RESUMO:** Objetivou-se estudar, para o híbrido AF 7631 o efeito de três concentrações de paclobutrazol (0, 50 e 100 mg *ia* L<sup>-1</sup>) e dois métodos de aplicação (embebição de sementes e aplicação em mudas), sobre o desenvolvimento de plantas, produção e qualidade de frutos de tomateiro, em ambiente protegido, no período de primavera/verão. O ensaio foi conduzido de outubro de 2006 a março de 2007, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP - Ilha Solteira (SP). Os métodos de aplicação e o incremento das concentrações de PBZ não alteraram significativamente a produtividade, entretanto, o tratamento das mudas, via rega, 15 dias após a semeadura, com concentrações crescentes de PBZ induziu reduções lineares na altura de plantas avaliadas aos 17, 34, 51 e 65 dias após o transplante (DAT), na taxa de crescimento absoluto da altura no intervalo entre o 17 e 34 DAT, na altura de inserção de primeiro cacho e massa de matéria seca de folhas e hastes. Independentemente do método de aplicação de PBZ, o aumento das concentrações reduziu significativamente o vigor das brotações laterais e aumentou a produção de frutos pequenos. As condições climáticas, principalmente a temperatura, impossibilitaram a expressão do máximo potencial produtivo da cultura.

## 4.1. INTRODUÇÃO

O tomate é uma hortaliça com alto valor comercial e enorme importância mundial, devido a grande quantidade de divisas que gera aos países que o produzem. Em 2005, a produção brasileira de tomate alcançou cerca de 3,3 milhões de toneladas, em uma área cultivada de aproximadamente 58,4 mil hectares (FAOSTAT, 2007). Os Estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais são os principais produtores nacionais, respondendo por mais de 60% da produção. O Estado de São Paulo contribui com cerca de 21% da produção brasileira em uma área cultivada estimada em 11,3 mil hectares (HARADA et al., 2006).

O Brasil possui a entressafra da maioria das hortaliças durante o verão e em função desta oferta irregular, a cotação mais elevada ocorre, também, nesse período. Desta forma, diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos na busca por novas tecnologias que proporcionem boa produção durante esses períodos.

Dentre as técnicas empregadas, o cultivo em ambiente protegido ameniza essa dificuldade, porém, as altas temperaturas internas dos abrigos, em regiões tropicais, ainda, é um fator limitante à expressão do máximo potencial produtivo dos cultivos.

Na cultura do tomateiro estaqueado, uma das características que mais se tem tentado controlar é o crescimento vegetativo, com o intuito de se obter plantas de menor altura e mais compactas, permitindo plantios mais adensados, o que no cultivo protegido é de grande interesse, uma vez que, dada a maior inversão de capital, o que se deseja é a utilização intensiva da área coberta, de forma a otimizar a relação custo / benefício.

Em várias espécies vegetais, o emprego de retardantes de crescimento tem alcançado bons resultados, reduzindo o crescimento vegetativo. Entre os retardantes de crescimento conhecidos, o paclobutrazol [(2RS, 3RS) -1- (4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl) pentan-3-ol], do grupo dos triazóis, é uma das substâncias químicas mais ativas e afeta várias espécies de planta, o qual atua inibindo a biossíntese de giberelinas (GA), bloqueando as reações de oxidação na passagem de ent-caureno para ácido ent-caurenóico (FLETCHER et al., 2000, ALMEIDA; PEREIRA, 1996).

Além da inibição da biossíntese de GA, indiretamente, o paclobutrazol (PBZ), também, aumenta a eficiência fotossintética das plantas (DAVIS; STEFFENS; SANKHLA, 1988, BEROVA; ZLATEV, 2000), a síntese de clorofila (BEROVA; ZLATEV, 2000, FLETCHER et al., 2000), propicia resistência à seca e a altas temperaturas (STILL; PILL, 2004, KRAUS; FLETCHER, 1994), causam mudanças morfológicas e anatômicas nos diferentes órgãos das plantas (BEROVA; ZLATEV, 2000, SOUZA-MACHADO et al., 1999), além de modificar a partição de assimilados (FLETCHER et al., 2000, TEKALIGN; HAMMES, 2005).

Diante disso, a utilização do PBZ apresenta-se como uma alternativa de emprego na cultura do tomate estaqueado, cultivado em regiões quentes, em ambiente protegido, visando o controle do crescimento vegetativo. Porém, a definição do método de aplicação, estágio de desenvolvimento e as concentrações da solução de aplicação devem ser temas de estudos criteriosos, de modo que se possa contar com indicações precisas aos produtores.

O presente trabalho teve como objetivo estudar o efeito de concentrações de PBZ (0, 50 e 100 mg  $l^{-1}$ ) sob dois métodos de aplicação (embebição de sementes e tratamento de mudas), sobre o desenvolvimento de plantas, produção e qualidade de frutos de tomateiro, em ambiente protegido.

## **4.2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.2.1. Caracterização da área experimental**

O experimento foi conduzido de outubro de 2006 a fevereiro de 2007, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia - UNESP, localizada no município de Ilha Solteira (SP), a 20° 22' de latitude Sul, 51° 22' de longitude Oeste e altitude de 330 m, no interior uma estrutura para cultivo protegido com orientação leste-oeste, com dimensões de 5,4 x 30,0 m, pé-direito de 2,3 m, teto em forma de arco, coberto com filme de polietileno transparente de 75  $\mu$ m de espessura e fechamento lateral, até 1,5 m de altura, com tela de sombreamento de 50% (Figura 1).

O clima da região é do tipo Aw, segundo classificação de Köppen, apresentando temperatura média anual de 25°C, precipitação total anual de 1330 mm e umidade relativa média de 66%, como citado por CENTURION (1982).



FIGURA 1 - Vista geral das plantas de tomateiro, híbrido AF 7631, no ambiente protegido, aos 17 dias após o transplante, produzido em função de concentrações e métodos de aplicação de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2006.

O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho, Eutrófico, conforme nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 1999). Os resultados da análise química do solo da área experimental estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 - Resultados da análise de fertilidade do solo da área de cultivo protegido, na camada de 0 a 0,20 m. Ilha Solteira (SP), 2006.

P resina	M.O.	pH CaCl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>		-----mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						%
191	34	5,8	7,1	89	25	18	121,7	139,7	87

Análise realizada pelo Laboratório de Fertilidade do solo da Faculdade de Engenharia, Unesp, Campus de Ilha Solteira.

#### 4.2.2. Caracterização do experimento

Estudaram-se os efeitos de três concentrações de PBZ (0, 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>), e dois métodos de aplicação (embebição de sementes e tratamento de mudas) no desenvolvimento e produção de tomateiro longa vida, híbrido AF 7631, em ambiente protegido, na primavera/verão de Ilha Solteira-SP.

O híbrido AF 7631 é do tipo indeterminado, de ciclo médio precoce, com alta tolerância a oídio e resistente à *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* raça 1 e 2, *Tomato mosaic virus* (ToMV), nematóides e viroses (V, N, TSWV).

Adotou-se o delineamento em blocos ao acaso, no esquema fatorial, com quatro repetições. As parcelas foram compostas por 12 plantas e o espaçamento foi de 1,10 m entre fileiras e 0,4 m entre plantas.

As sementes foram embebidas por 24 horas sob temperatura de 25 °C. Para a embebição, as sementes foram acondicionadas entre folhas de papel de filtro, em recipientes tipo gerbox. Procedeu-se, em seguida à aplicação de quantidade de solução, nas concentrações estabelecidas, correspondente a 2,5 vezes a massa do conjunto papel de filtro e sementes. Depois de embebidas, as sementes foram secas à temperatura ambiente sob papel de filtro por 1 hora.

Para a aplicação nas mudas, fez-se a semeadura de maneira convencional. As bandejas foram preenchidas em 20/09/2006, com substrato comercial plantmax, apropriado para a produção de mudas e a semeadura ocorreu no dia seguinte, em 21/09/2006, colocando-se uma semente por célula, sendo cobertas com o próprio substrato. Aos 15 DAS procedeu-se à aspersão de 5 mL por célula das diferentes soluções de PBZ, sendo a quantidade suficiente para um bom molhamento das folhas e do substrato.

#### 4.2.3. Instalação e condução do experimento

A semeadura, em todos os tratamentos, foi realizada em 21/09/2006, em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, utilizando-se substrato

organomineral comercial e o transplântio das mudas foi realizado em 24/10/2006 (33 dias após a semeadura - DAS).

Os canteiros foram confeccionados com dimensões de 0,5 m de largura, 30,0 m de comprimento e 0,15 m de altura e a adubação consistiu na aplicação de 6 g m<sup>-2</sup> de N, 25 g m<sup>-2</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 7,5 g m<sup>-2</sup> de K<sub>2</sub>O e 2,0 L m<sup>-2</sup> de composto orgânico, de acordo com recomendações de Raji et al. (1997). Realizou-se, ainda, aos 13 dias após o transplântio (DAT), uma adubação de cobertura, aplicando-se 5,0 g planta<sup>-1</sup> de N e aos 23 DAT, 1,2 g planta<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O.

As plantas foram conduzidas com haste única e foi adotado o sistema de tutoramento em espaldeira. Todas as plantas foram despontadas (poda apical) acima da terceira folha surgida após o sétimo racimo emitido.

Para irrigação da cultura foram empregadas fitas gotejadoras com vazão nominal de 3,8 L h<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup>, a 70 kPa de pressão de serviço, com emissores a cada 0,30 m. A cultura foi irrigada durante todo o ciclo, inicialmente, em três turnos diários de 10 minutos, que passaram a quatro turnos de 10 minutos, a partir do início da frutificação.

Durante o período experimental foram feitas capinas manuais nas parcelas, bem como os tratamentos fitossanitários necessários para o controle de pragas e doenças.

A colheita foi realizada semanalmente, iniciando-se aos 61 DAT (24/12/2006) e estendeu-se até 119 DAT (23/02/2007), quando foram colhidos todos os frutos maduros e os que se encontravam no início de maturação.

#### **4.2.4. Avaliação**

##### **4.2.4.1. Avaliação fitotécnica**

Os parâmetros fitotécnicos avaliados foram:

- a) altura de plantas, aos 17, 34, 51 e 65 DAT;
- b) diâmetro de haste no colo da planta aos 17, 34, 51 e 65 DAT;
- c) taxas de crescimento absoluto da altura e do diâmetro de plantas, entre os intervalos de avaliações, conforme apresentado por Benincasa (1988);

- d) relação entre diâmetro da haste e altura da planta nos períodos de avaliação;
- e) altura média de inserção da primeira inflorescência;
- f) número médio de internódios até a inserção da primeira inflorescência;
- g) massa média de matéria seca de folhas e haste por planta, avaliadas após a última colheita;
- h) massa de matéria seca e número médio de brotos laterais emitidos por planta;
- i) número médio de frutos por área;
- j) massa de matéria fresca média do fruto;
- k) produtividade;
- l) distribuição dos frutos por classe de tamanho em função do diâmetro transversal ( $\emptyset$ ), em: pequenos ( $\emptyset < 50$  mm), médios ( $50 \text{ mm} \leq \emptyset \leq 70$  mm) e grandes ( $\emptyset > 70$  mm);
- m) eficiência de conversão da radiação solar global incidente em matéria fresca de frutos (EC) (COCKSHULL et al., 1992), dada pela seguinte equação:

$$EC = MF/Rg_i$$

Em que MF é a massa da matéria fresca de frutos ( $\text{g m}^{-2}$ ) e  $Rg_i$  é a intensidade de fluxo de radiação solar global diária incidente no interior do ambiente protegido durante todo o ciclo da cultura ( $\text{MJ m}^{-2}$ ).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias dos níveis do fator “métodos de aplicação” comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e as médias dos níveis do fator “concentrações” submetidas à análise de regressão polinomial.

TABELA 2 - Esquema de análise de variância proposto para o ensaio.

CAUSA DA VARIAÇÃO	G.L.
Blocos	3
Concentração de PBZ (C)	2
Método de aplicação (M)	1
Interação (C) x (M)	2
Resíduo	15
Total	23

#### 4.2.4.2. Avaliação microclimática

Realizou-se no decorrer do experimento avaliações de microclima, obtendo-se a densidade de fluxo de radiação global, temperatura e umidade relativa do ar.

No interior do ambiente protegido, para obtenção dos dados de radiação, foram utilizados piranômetros com célula de silício, modelo SP Lite, da Sci-Tec Instruments, com respostas a comprimentos de onda entre 400 e 1100 nm, com valor máximo de resposta em 900 nm, instalados no centro da estufa, a 2 m de altura. Para determinação da temperatura e umidade relativa do ar, foram empregados sensores modelo HMP45C, da Vaisala, com faixa de leitura entre - 40 e 60 °C, com acurácia variando de  $\pm 0,2$  a  $\pm 0,5$  °C, entre 20 °C e os extremos de leitura; e entre 0 e 100%, com acurácia de  $\pm 2\%$ , entre 0 e 90%, e de  $\pm 3\%$ , de 90 a 100% de umidade relativa, instalados em abrigos apropriados para proteção contra incidência direta da radiação solar. Todos os registros foram efetuados por um sistema de aquisição de dados multicanais CR10X, da Campbell Scientific. Na Figura 2, está apresentada a montagem da estação no abrigo.



FIGURA 2 - Vista da estação climatológica automática utilizada no experimento. Ilha Solteira (SP), 2006.

### 4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.3.1. Avaliação microclimática

Verificou-se que a densidade de fluxo de radiação solar global dentro do ambiente protegido variou, ao longo do cultivo do tomateiro, de um valor mínimo absoluto diário de  $2,8 \text{ MJ m}^{-2}$ , ocorrido no dia 16/01/2007, a um máximo diário de  $22,2 \text{ MJ m}^{-2}$  ocorrido em 11/11/2006, com média diária de incidência de radiação de  $15,4 \text{ MJ m}^{-2}$  (Figura 3 e Tabela 3).

Conforme Martins et al. (1999), a radiação solar é o principal fator que limita o rendimento das espécies, tanto em campo aberto como em ambientes protegidos, admitindo-se uma energia radiante em torno de  $8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  como limite trófico para que a maioria das plantas possa produzir assimilados para sua manutenção. Esse valor não foi alcançado em apenas 6 dias dos 121 dias de cultivo, o que representou menos de 5% do período de cultivo (Figura 3 e Tabela 3).

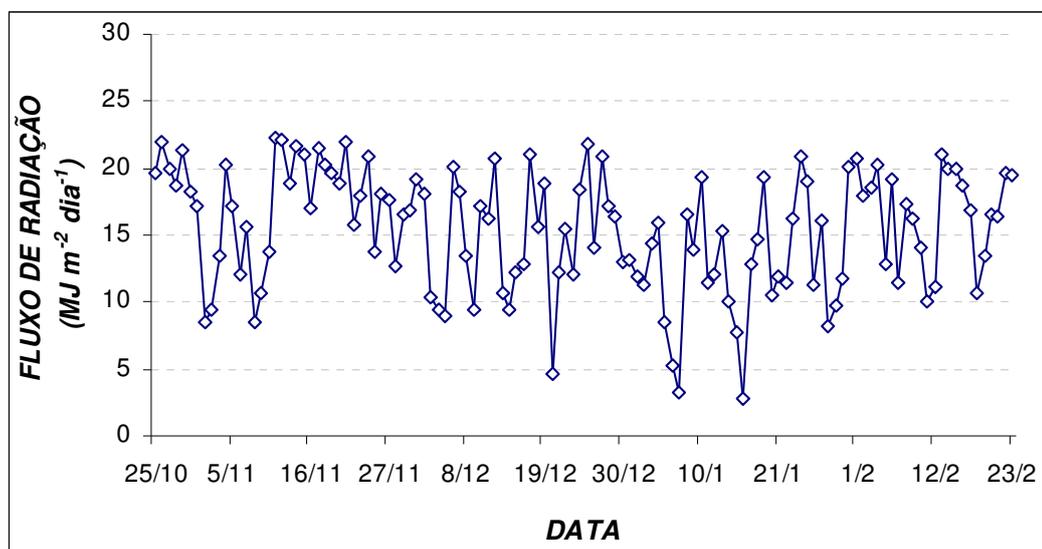


FIGURA 3 - Variação na densidade de fluxo da radiação global, em ambiente protegido, no período de 25/10/2006 a 23/02/2007, em Ilha Solteira (SP).

No que se refere à temperatura do ar, avaliada no interior do ambiente protegido, ao longo do ciclo da cultura, observou-se que a temperatura mínima do ar variou entre  $17,4$  e  $24,5$  °C, com média de  $22,7$  °C; para as médias, os valores oscilaram de  $22,5$  °C a  $31,0$  °C, com média de  $27,4$  °C, e as máximas variaram de  $25,8$  °C a  $39,9$  °C com média de  $34,7$  °C (Figura 4 e Tabela 3).

De modo geral, no que se refere à temperatura ótima necessária para o bom desenvolvimento da cultura do tomateiro, verificou-se que a temperatura média obtida ao longo do ciclo da cultura, de 25/10/2006 a 23/02/2007, de 27,4 °C, encontra-se no limite superior da faixa favorável ao cultivo do tomateiro, para suas diferentes fases fenológicas. Além disso, as temperaturas máximas registradas durante o período (Figura 4), estiveram, em mais de 97% dos dias acima dos valores indicados por Filgueira (2000), como adequados à cultura.

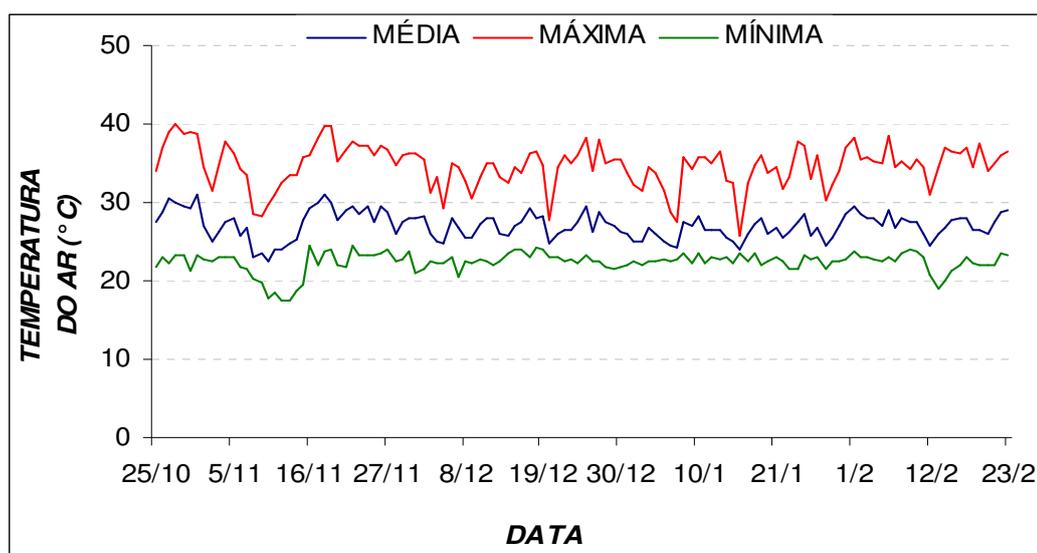


FIGURA 4 - Variação das temperaturas mínimas, médias e máximas do ar, em ambiente protegido, entre 25/10/2006 e 23/02/2007, em Ilha Solteira (SP).

O valor médio de umidade relativa do ar, no período de 25/10/2006 a 23/02/2007, foi de 71,3% no interior do abrigo. A variação da umidade relativa máxima do ar foi de 69,0 a 96,1%, com média de 90,6% e as mínimas variaram entre 20,9 a 84,4%, com média de 43,2% (Figura 5 e Tabela 3)

Umidades elevadas em cultivo protegido, como as observadas no período do ensaio, podem causar efeitos indesejáveis, como a condensação na face interna do filme plástico de cobertura, nos horários de temperaturas mais baixas, que implica na redução da transmitância da radiação solar, prejudicando a disponibilidade de energia aos cultivos, além de favorecer o surgimento e o desenvolvimento de doenças e desordens fisiológicas nas plantas (SERRANO CERMEÑO, 1994, HANAN, 1998).

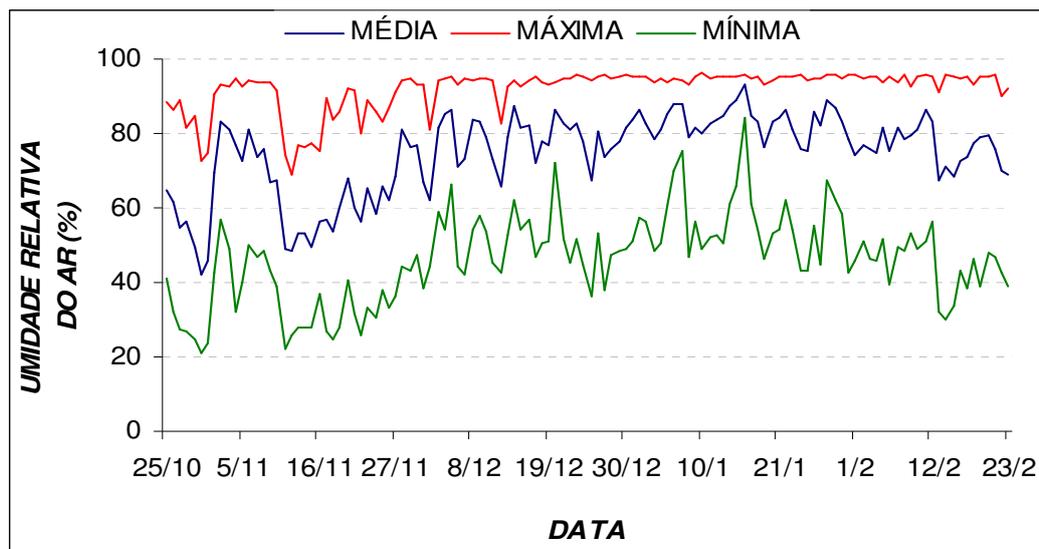


FIGURA 5 - Variação da umidade relativa mínima, média e máxima do ar, em ambiente protegido, entre 25/10/2006 e 23/02/2007. Ilha Solteira (SP).

TABELA 3 - Valores médios mensais dos totais diários da densidade de fluxo da radiação global, número de dias com valores inferiores ao limite trófico, valores médios mensais de temperaturas ( $^{\circ}\text{C}$ ), umidades relativas do ar (%) máxima e mínima e temperaturas máxima e mínima absoluta observados dentro do abrigo, no período de 25/10/2006 a 23/02/2007. Ilha Solteira (SP).

Mês	Radiação Solar ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ )	Nº de dias abaixo do limite trófico	Temperaturas do ar ( $^{\circ}\text{C}$ )				Umidade Relativa do Ar (%)	
			Máxima		Mínima		Máxima	Mínima
			Média	Absoluta	Média	Absoluta		
Out <sup>(1)</sup>	19,6	0	38,0	39,9	22,6	21,2	82,5	28,2
Nov	16,8	0	35,0	39,8	22,7	17,4	87,3	36,7
Dez	14,9	1	34,3	37,9	22,6	20,4	93,6	50,5
Jan	12,7	5	33,5	37,8	22,7	21,5	95,0	56,1
Fev <sup>(2)</sup>	16,6	0	35,6	38,4	22,7	19	94,4	44,6
Média	15,4	6	35,3	-	22,7	-	90,6	43,2

<sup>(1)</sup> a partir de 25/10/06 <sup>(2)</sup> até 23/02/07

### 4.3.1. Avaliação fitotécnica

Independentemente das datas de amostragem, a aspersão da solução de PBZ em plântulas, aos 15 DAS, promoveu maior redução na altura das plantas de tomate comparadas àquelas oriundas de sementes embebidas em PBZ (Tabela 4).

Em relação às concentrações de PBZ, não se verificou efeitos significativos sobre a altura da planta, na aplicação via embebição de sementes, para nenhuma das datas de amostragem. Resultados divergentes foram obtidos por Pasian e Bennett (2001) que sugeriram que nas sementes tratadas com PBZ, o ingrediente ativo difunde, provavelmente, da casca da semente para o meio de crescimento e, então, é absorvido pela raiz após a germinação e emergência. No caso de tratamentos em que sementes permanecem na solução de PBZ por períodos mais longos, é possível que uma maior quantidade de PBZ se movimente dentro da semente, podendo prejudicar a germinação.

Todavia, o uso de concentrações crescentes de PBZ, via aspersão das mudas, determinaram reduções significativas na altura das plantas de tomate em todas as datas de avaliação (Tabela 4). Em termos percentuais, comparando-se a altura de plantas das parcelas do tratamento testemunha ( $0 \text{ mg L}^{-1}$ ) com as do tratamento com  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de PBZ, verificou-se reduções de 55% aos 17 DAT, 44% aos 34 DAT, 27% aos 51 DAT e 15% aos 65 DAT. Resultados semelhantes foram observados por Berova e Zlatev (2000).

O menor porte das plantas, obtido com a aplicação de concentrações crescentes de PBZ nas mudas, ocorreu devido a reduções significativas na taxa de crescimento absoluto (TCA), observadas nos estádios iniciais de desenvolvimento. No primeiro intervalo de amostragem (17 a 34 DAT), o PBZ aplicado nas mudas induziu redução significativa da TCA, de  $2,95 \text{ cm dia}^{-1}$  (controle) para  $1,80 \text{ cm dia}^{-1}$  ( $100 \text{ mg L}^{-1}$ ), em média. Porém, durante o segundo (34-51 DAT) e terceiro (51-65 DAT) intervalos, foram registrados valores de TCA semelhantes entre as concentrações estudadas (Tabela 5).

TABELA 4 - Valores médios de altura de plantas (cm) aos 17, 34, 51 e 65 DAT, obtidos para o híbrido de tomate AF 7631, produzido em ambiente protegido, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007.

PBZ (mg L <sup>-1</sup> )	Altura de plantas (cm)							
	17 DAT		34 DAT		51 DAT		65 DAT	
	Emb. ste.	Rega muda	Emb. ste.	Rega muda	Emb. ste.	Rega muda	Emb. ste.	Rega muda
0	20,92 a	21,92 a	73,06 a	72,06 a	136,08 a	135,58 a	171,17 a	180,79 a
50	19,08 a	11,92 b	69,25 a	51,38 b	133,58 a	116,92 b	179,82 a	167,82 b
100	19,50 a	9,75 b	74,38 b	40,31 b	138,67 a	098,75 b	182,89 a	152,83 b
R. Linear	NS	** <sup>(1)</sup>	NS	** <sup>(2)</sup>	NS	** <sup>(3)</sup>	NS	** <sup>(4)</sup>
R. Quadrática	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	15,45		8,57		5,72		7,52	

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, dentro de cada período de avaliação, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

\* \*\*, NS: significativo a  $p < 0,01$ ,  $0,05$  e não significativo, respectivamente.

<sup>(1)</sup> $Y = 20,6 - 0,1217X$   $R^2 = 0,88$ ; <sup>(2)</sup> $Y = 70,4583 - 0,3175X$   $R^2 = 0,97$ ; <sup>(3)</sup> $Y = 135,501167 - 0,36835X$   $R^2 = 1,00$ ; <sup>(4)</sup> $Y = 181,1275 - 0,2796X$   $R^2 = 0,99$

TABELA 5 - Valores médios de taxa de crescimento absoluto da altura entre os intervalos de 25 e 34, 34 e 51 e 51 e 65 DAT, obtidos para o híbrido de tomate AF 7631, produzido em ambiente protegido, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007.

PBZ (mg L <sup>-1</sup> )	Taxa de crescimento absoluto (cm dia <sup>-1</sup> )					
	17 - 34 DAT		34 - 51 DAT		51 - 65 DAT	
	Emb. ste	Rega muda	Emb. ste	Rega muda	Emb. ste	Rega muda
0	3,07 a	2,95 a	3,71	3,74	2,34	3,01
50	2,95 a	2,32 b	3,79	3,86	3,08	3,40
100	3,23 a	1,80 b	3,78	3,44	2,95	3,61
R. Linear	NS	** <sup>(1)</sup>	NS	NS	NS	NS
R. Quadrática	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	8,56		6,34		23,54	

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, dentro de cada intervalo de avaliação, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

\* \*\*, NS: significativo a  $p < 0,01$ ,  $0,05$  e não significativo, respectivamente.

<sup>(1)</sup> $Y = 2,9325 - 0,01155X$   $R^2 = 0,99$ ; <sup>(2)</sup> $Y = 0,11269 + 0,001006X$   $R^2 = 0,96$ .

A aplicação do PBZ via rega de mudas, aos 15 DAS, favoreceu o desenvolvimento da haste de plantas de tomateiro, em espessura, apesar de, notadamente, isso somente ter ocorrido aos 51 e 65 DAT (Tabela 6), ocorreram

também, nos demais períodos de avaliação, isso porque, a relação entre diâmetro da haste e altura de plantas foi maior nas plantas obtidas a partir de mudas tratadas por aspersão em comparação àquelas crescidas de sementes embebidas com PBZ (Tabelas 7). A relação diâmetro de haste/altura de plantas aumentou linearmente com o aumento nas concentrações de PBZ, em todas as datas de amostragem, o que evidencia que, relativamente, ocorreram aumentos no diâmetro da haste, com o aumento das concentrações de PBZ em todas as datas de amostragem (Tabela 7). Resultados semelhantes foram encontrados por Berova e Zlatev (2000).

Esse comportamento pode ser interessante, por conferir as plantas maior resistência, às quebras de hastes, quer seja, pela pressão exercida por altas cargas de frutos ou decorrentes de ventos ou a combinação dos dois fatores. Papadopoulos (1991) sugeriu que uma planta deveria ter uma espessura da haste de 10 mm, medida 15 cm abaixo do ponto de crescimento. Hastes mais espessas são indicação de excesso de crescimento vegetativo, associado com reduzida fixação de frutos e baixa produtividade. Hastes menos espessas são indicação de excesso de crescimento reprodutivo, o qual conduz a déficit de carboidrato, crescimento lento, e conseqüentemente, baixa produtividade.

TABELA 6 - Valores médios de diâmetro da haste na base do colo de plantas avaliados aos 17, 34, 51 e 65 DAT e taxa de crescimento absoluto do diâmetro, obtidos para o híbrido de tomate AF 7631, produzido em ambiente protegido, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007.

FATOR	Diâmetro da haste (mm)				Taxa de crescimento absoluto (mm dia <sup>-1</sup> )		
	17 DAT	34 DAT	51 DAT	65 DAT	17-34 DAT	34-51 DAT	34-65 DAT
<b>Método de aplicação</b>							
Emb.ste	4,03 a	8,84 a	10,78 b	13,13 b	0,283 a	0,114 b	0,156 a
Rega muda	3,90 a	8,15 a	11,75 a	14,31 a	0,250 a	0,212 a	0,170 a
<b>Concentração de PBZ (mg L<sup>-1</sup>)</b>							
0	3,87	8,44	11,05	12,65	0,269	0,154	0,107
50	4,03	8,23	11,46	14,10	0,247	0,190	0,175
100	4,00	8,83	11,30	14,41	0,284	0,146	0,207
R. Linear	NS	NS	NS	** <sup>(1)</sup>	NS	NS	* <sup>(2)</sup>
R. Quadrática	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV(%)	10,54	8,49	8,35	8,28	14,42	38,69	53,83

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, para cada fator estudado, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

\* \*\*, NS: significativo a p<0,01, 0,05 e não significativo, respectivamente.

<sup>(1)</sup>Y=12,8408+0,01755X R<sup>2</sup>=0,88; <sup>(2)</sup>Y=0,11269+0,001006X R<sup>2</sup>=0,96

TABELA 7 - Valores médios da relação entre diâmetro da haste de planta e altura de plantas aos 17, 34, 51 e 65 DAT, obtidos para o híbrido de tomate AF 7631, produzido em ambiente protegido, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007.

PBZ (mg L <sup>-1</sup> )	Relação entre diâmetro da haste e altura de plantas							
	17 DAT		34 DAT		51 DAT		65 DAT	
	Emb. ste	Rega muda	Emb. ste	Rega muda	Emb. ste	Rega muda	Emb. ste	Rega muda
0	0,196 a	0,172 a	0,118 a	0,116 a	0,081 a	0,082 a	0,073 a	0,071 a
50	0,204 b	0,357 a	0,122 b	0,157 a	0,081 b	0,105 a	0,074 b	0,089 a
100	0,219 b	0,402 a	0,134 b	0,199 a	0,076 b	0,122 a	0,075 b	0,099 a
R. Linear	NS	** <sup>(1)</sup>	NS	** <sup>(2)</sup>	NS	** <sup>(3)</sup>	NS	** <sup>(4)</sup>
R. Quadrática	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	17,8		7,87		9,85		10,09	

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, dentro de cada período de avaliação, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

\*, \*\*, NS: significativo a p<0,01, 0,05 e não significativo, respectivamente.

<sup>(1)</sup>Y=0,1953+0,0023X R<sup>2</sup>=0,89; <sup>(2)</sup>Y=0,1157+0,0008325X R<sup>2</sup>=1,00; <sup>(3)</sup>Y=0,08265+0,00040X R<sup>2</sup>=0,99; <sup>(4)</sup>Y=0,07228+0,000286X R<sup>2</sup>=0,98

A ação ananicante do PBZ deveu-se ao encurtamento dos internódios da planta e não à redução do número de internódios, uma vez que o incremento das concentrações de PBZ via tratamento de mudas reduziu linearmente a altura de inserção da primeira inflorescência (Tabela 8), sem, no entanto, alterar o número de nós ou internódios emitidos (Tabela 9). De acordo com Berova e Zlatev (2000), o efeito mais notável de PBZ é a compressão dos internódios que resulta em plantas compactas e pequenas.

Para massa de matéria seca de folhas e hastes, avaliadas ao final da última colheita de frutos, verificaram-se, diferenças significativas somente entre os métodos de aplicação do regulador, quando comparados dentro da maior concentração de PBZ, com a aplicação via rega, determinando médias de massa de matéria seca significativamente inferiores (Tabela 8).

O aumento da concentração de PBZ via aplicação nas mudas, determinou decréscimos lineares significativos na massa de matéria seca de folhas e das hastes, conforme Tabela 8. Plantas tratadas com  $50 \text{ mg L}^{-1}$  de PBZ tiveram redução de 13% na massa de matéria seca de folhas e de 14 % na de hastes, valores que se elevaram a 23% e 22%, respectivamente, quando a concentração utilizada foi de  $100 \text{ mg L}^{-1}$  de PBZ (Tabela 8).

Vários autores têm evidenciado correlação positiva entre massa de matéria seca de folhas e área foliar, o que permite inferir que ocorreram, também, reduções significativas na área foliar de plantas em função do aumento das concentrações de PBZ, via tratamento de mudas. Resultados semelhantes foram verificados para batata (TEKALIGN; HAMMES, 2005) e cacau (VALLE; ALMEIDA, 1991). Essa resposta é consequência da redução na proliferação e crescimento de células devido à inibição da biossíntese de GA provocada pela ação do PBZ.

TABELA 8 - Valores médios de altura de inserção da primeira inflorescência e massa de matéria seca de folhas e hastes, obtidos para o híbrido de tomate AF 7631, produzido em ambiente protegido, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007.

PBZ (mg L <sup>-1</sup> )	Altura de inserção da primeira inflorescência (cm)		Matéria seca (g planta <sup>-1</sup> )			
			Folhas		Hastes	
	Emb. ste.	Rega muda	Emb. ste.	Rega muda	Emb. ste.	Rega muda
0	43,17 a	42,50 a	131,97 a	127,28 a	63,12 a	65,11 a
50	38,08 a	31,42 b	110,13 a	110,32 a	57,53 a	56,11 a
100	38,08 a	26,25 b	132,64 a	97,50 b	72,27 a	50,59 b
R. Linear	NS	** <sup>(1)</sup>	NS	** <sup>(3)</sup>	NS	NS
R. Quadrática	NS	NS	* <sup>(2)</sup>	NS	* <sup>(4)</sup>	NS
CV (%)	10,54		5,64		5,17	

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, dentro de cada característica estudada, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

\*, \*\*, NS: significativo a  $p < 0,01$ ,  $0,05$  e não significativo, respectivamente.

<sup>(1)</sup> $Y=42,3196-0,0508X$   $R^2=0,75$ ; <sup>(2)</sup> $Y=131,97-0,8803X+0,0089X^2$   $R^2=1,00$ ; <sup>(3)</sup> $Y=126,59-0,2978X$   $R^2=0,99$ ; <sup>(4)</sup> $Y=63,12-0,31151X+0,0041X^2$   $R^2=1,00$

Comparando-se os métodos de aplicação de PBZ, constatou-se que a aplicação nas mudas reduziu significativamente a massa de matéria seca e o número de brotos laterais emitidos por planta. Ainda, o número e a massa de matéria seca dos brotos decresceram com o aumento das concentrações de PBZ (Tabela 9). A utilização do regulador de crescimento, nas concentrações de 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>, independentemente do método de aplicação, determinou reduções no número de brotos laterais, em média, de 15% e 16%, respectivamente. Em termos de matéria seca, a redução na brotação lateral com uso de PBZ foi de 11% e 13%, respectivamente, para as concentrações de 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>.

TABELA 9 - Valores médios de número de internódios até a altura de inserção da 1ª inflorescência (NIPI) e número e massa de matéria seca de brotos laterais, obtidos para o híbrido de tomate AF 7631, produzido em ambiente protegido, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007.

FATOR	NIPI	Brotação lateral	
		Número (nº planta <sup>-1</sup> )	Matéria Seca (g planta <sup>-1</sup> )
Método de aplicação			
Emb. ste.	8,43 a	73,25 a	84,90 a
Rega Muda	8,36 a	67,42 b	68,23 b
Concentração de PBZ (mg L <sup>-1</sup> )			
0	8,40	78,50	83,03
50	8,35	66,75	74,11
100	8,44	65,75	72,55
R. Linear	NS	** <sup>(1)</sup>	* <sup>(3)</sup>
R. Quadrática	NS	* <sup>(2)</sup>	NS
CV(%)	4,99	7,46	10,70

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, para cada fator estudado, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

\* \*\*, NS: significativo a p<0,01, 0,05 e não significativo, respectivamente.

<sup>(1)</sup>Y=76,7083-0,1275X R<sup>2</sup>=0,81; <sup>(2)</sup>Y=78,50-0,3425X+0,00215X<sup>2</sup> R<sup>2</sup>=1,0; <sup>(3)</sup>Y=81,8019-0,1048X R<sup>2</sup>=0,86.

No que se refere à produtividade, ao número de frutos por área, à massa média de matéria fresca do fruto e à eficiência na conversão da radiação solar (Tabela 10), verificou-se que não houve efeito significativo dos métodos e concentrações de PBZ. Esses resultados divergem dos obtidos por Giovinazzo e Souza-Machado (2001) e Berova e Zlatev (2000) que verificaram aumentos de produtividade decorrentes da aplicação do PBZ.

Independentemente dos tratamentos, a produtividade média foi de 6,28 kg m<sup>-2</sup>, cerca de 63 t ha<sup>-1</sup>, ficando bem próxima à média de produtividade de tomate de mesa do Estado de São Paulo, que foi, em 2006, segundos dados do Instituto de Economia Agrícola, de 60 t ha<sup>-1</sup> (IEA, 2007), porém, o rendimento foi menor que o esperado para a região, conforme trabalhos de Anton (2004), Seleguini, Seno e Faria Júnior (2003, 2006).

O menor rendimento produtivo pode ser explicado pelas altas temperaturas verificadas durante a condução do experimento (Figura 4 e Tabela 3). Observou-se

que as temperaturas máximas variaram de 25,8 a 39,9 °C, com média de 34,7 °C e as mínimas de 17,0 a 24,5 °C, com média de 22,4 °C, acima das ideais, como discutido por Lopes e Stripari (1998) e Melo (1991). Segundo esses autores, tais condições provocam abortamento e queda de flores e frutos. O número médio de frutos produzidos por área, 42 frutos m<sup>-2</sup> (Tabela 10), foi inferior ao verificado, respectivamente por Anton (2004), Hora (2003) e Seleguini, Seno e Faria Júnior (2003), cujos valores médios foram respectivamente, 51,3, 55,6 e 61,8 frutos m<sup>-2</sup>, em Ilha Solteira.

Embora, o aumento das concentrações de PBZ não tenha favorecido o incremento em produtividade, as modificações na arquitetura da planta, de formato mais compacto, e a redução da área foliar podem, conseqüentemente, favorecer o aumento da densidade de plantas até um índice de área foliar ótimo para a cultura. Com isso, a produtividade poderia ser incrementada pelo aumento do número de frutos por área, maximizando o retorno por unidade de área, que é muito relevante em ambiente protegido.

Independentemente dos tratamentos, foram obtidos frutos, em média, com massa de matéria fresca entre 145 e 150 g (Tabela 10). Todavia, as condições de cultivo podem não ter permitido a expressão do máximo potencial produtivo, em termos qualitativos, uma vez que as elevadas temperaturas máximas observadas, no período, podem ter impedido a formação de frutos maiores, pois, conforme Makishima e Carrijo (1998), valores acima de 32 °C inibem o desenvolvimento do fruto.

A eficiência da conversão de radiação solar global situou-se em torno de 3,34 g de matéria fresca de fruto por megajoule (MJ) de radiação solar incidente, cerca de metade dos valores encontrados por Anton (2004) e Hora (2003), em Ilha Solteira. Entretanto, vale ressaltar que ambos os experimentos foram conduzidos na época normal de produção de tomateiro na região (inverno), quando ocorrem, notadamente menores níveis de radiação solar incidente e temperaturas mais amenas, na faixa recomendada para a cultura.

TABELA 10 - Produtividade total, número total de frutos por área, massa média de fruto e eficiência de conversão da radiação global incidente em matéria fresca de frutos, obtidos para o híbrido de tomate AF 7631, produzido em ambiente protegido, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007.

FATOR	Produtividade (kg m <sup>-2</sup> )	Número de frutos (frutos m <sup>-2</sup> )	Massa média de matéria fresca do fruto (g)	Eficiência de conversão da radiação solar global (g MJ <sup>-1</sup> )
Método de aplicação				
Emb. ste.	6,25 a	41,62 a	150,21 a	3,33 a
Rega Muda.	6,28 a	42,79 a	146,68 a	3,35 a
PBZ (mg L <sup>-1</sup> )				
0	6,14	41,23	148,83	3,28
50	6,39	42,20	151,49	3,40
100	6,26	43,18	145,02	3,33
R. Linear	NS	NS	NS	NS
R. Quadrática	NS	NS	NS	NS
CV(%)	18,43	15,92	4,81	18,40

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, para cada fator estudado, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).  
\*, \*\*, NS: significativo a p<0,01, 0,05 e não significativo, respectivamente.

Quanto à distribuição percentual de frutos por classe de tamanho (Tabela 11), verificou-se de maneira geral que, independentemente dos tratamentos, a maioria dos frutos (75%) foi classificado como de tamanho médio (diâmetro entre 60 e 70 mm). Plantas oriundas de sementes embebidas com solução de PBZ produziram significativamente mais frutos grandes e menos frutos médios comparados àquelas tratadas com PBZ via rega das mudas, dentro das concentrações de 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>.

O aumento das concentrações de PBZ, aplicadas sobre as mudas propiciou decréscimos e acréscimos lineares significativos, no percentual de produção de frutos grandes e médios, respectivamente. Independentemente, do método de aplicação de PBZ, o aumento das concentrações incrementou a produção percentual de frutos pequenos (Tabela 11).

TABELA 11 - Distribuição percentual da produção (em massa), de acordo com a classificação dos frutos por tamanho, obtidas para o híbrido de tomate AF 7631, produzido em ambiente protegido, em função de métodos de aplicação e concentrações de paclobutrazol. Ilha Solteira (SP), 2007.

PBZ (mg L <sup>-1</sup> )	Grande		Médio		Pequeno
	Emb. ste	Reg.Muda	Emb. ste	Reg.Muda	
-----%-----					
0	4,04 a (15,90)	4,22 a (17,32)	8,62 a (73,80)	8,51 a (71,85)	3,26 (10,14)
50	4,32 a (18,17)	3,13 b (09,32)	8,38 b (69,65)	8,91 a (78,97)	3,42 (11,19)
100	4,03 a (15,75)	2,17 b (04,19)	8,55 b (72,54)	9,05 a (81,57)	3,59 (12,38)
R. Linear	NS	** <sup>(1)</sup>	NS	** <sup>(2)</sup>	* <sup>(3)</sup>
R. Quadrática	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	17,27		2,93		6,81

Médias seguidas de mesma letra nas linhas, dentro de cada classe de tamanho, para cada fator estudado, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

\* , \*\* , NS: significativo a p<0,01, 0,05 e não significativo, respectivamente.

<sup>(1)</sup>Y=4,20161-0,02055X R<sup>2</sup>=0,99; <sup>(2)</sup>Y=8,54967+0,00553X R<sup>2</sup>=0,93; <sup>(3)</sup>Y=3,25889+0,00328X R<sup>2</sup>=0,99

- Dados transformados em raiz de x+0,5.

- Valores entre parênteses em percentagem, apenas para ilustração.

#### 4.4. CONCLUSÕES

Os métodos de aplicação e o incremento das concentrações de PBZ não alteraram significativamente a produtividade. Entretanto, o tratamento das mudas, via rega, 15 DAS, com concentrações crescentes de PBZ induziu a reduções lineares na altura da planta avaliada aos 17, 34, 51 e 65 DAT, na taxa de crescimento absoluto da altura no intervalo entre o 17 e 34 DAT, na altura de inserção de primeiro cacho e massa de matéria seca de folhas e hastes. Independentemente do método de aplicação de PBZ, o aumento das concentrações reduziu significativamente o vigor das brotações laterais e aumentou a produção de frutos pequenos. As condições climáticas, principalmente, a temperatura impossibilitaram a expressão do máximo potencial produtivo da cultura.

## 5. CAPÍTULO IV - QUALIDADE PÓS-COLHEITA E VIDA DE PRATELEIRA DE TOMATE LONGA VIDA EM FUNÇÃO DO TRATAMENTO DE PLANTAS COM PACLOBUTRAZOL

**RESUMO:** Avaliou-se as características físico-químicas e vida de prateleira dos frutos de tomate obtidos de plantas tratadas com paclobutrazol - PBZ (0, 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>) via rega de mudas, aos 15 dias após a semeadura. Os frutos foram analisados imediatamente após a colheita e após cinco, dez, quinze e vinte dias de armazenamento, em condições ambientais. A eficiência dos tratamentos e a qualidade dos frutos foram determinadas através dos parâmetros perda de massa fresca, firmeza da polpa, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), vitamina C e 'relação SS/AT. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5 (três concentrações de paclobutrazol x cinco tempos de armazenamento). As aplicações de paclobutrazol em mudas de tomateiro, aos 15 dias após a semeadura, nas concentrações de 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>, não alteraram a vida de prateleira dos frutos do tomate longa vida 'AF 7631'. O aumento das doses de PBZ propiciou menor perda de massa fresca de frutos e menor firmeza e acidez de frutos. Os conteúdos de sólidos solúveis e de vitamina C e a relação SS/AT não se alteraram com o aumento das doses de PBZ. Os frutos de tomate, independentemente, das concentrações chegaram aos vinte dias de armazenamento, em condição de temperatura e umidade relativa ambiente, em boas condições para o consumo, mesmo tendo perdido considerável massa fresca, acidez e firmeza de frutos.

## 5.1. INTRODUÇÃO

De maneira geral, a aplicação de reguladores de crescimento influenciam todas as fases do desenvolvimento de uma planta, incluindo o florescimento, o desenvolvimento e a maturação de frutos e sementes (PRESSMAN; SHAKED, 1988, HAN; KIM, 1999). Várias pesquisas têm demonstrado a eficiência da aplicação foliar ou via solo de PBZ na redução do crescimento e desenvolvimento vegetativo de diversas espécies de plantas (ALMEIDA; PEREIRA, 1996, REIS; CASTRO NETO e SOARES, 2000, GIOVINAZZO; SOUZA-MACHADO, 2001, BEROVA; ZLATEV, 2000) com reflexos também no florescimento (YESHITELA; ROBBERTSE; STASSEN, 2004, FONSECA; CASTRO NETO; LEDO, 2005, REIS; CASTRO NETO; SOARES, 2000, BEROVA; ZLATEV, 2000) e na produtividade (YESHITELA; ROBBERTSE; STASSEN, 2004, GIOVINAZZO; SOUZA-MACHADO, 2001, BEROVA; ZLATEV, 2000, REIS; CASTRO NETO; SOARES, 2000), todavia os efeitos na qualidade dos frutos ainda não estão claros, com alguns resultados divergentes.

Segundo Fletcher et al., (2000), triazóis como o PBZ, inibem a conversão de ent-caureno para ácido ent-caurenóico na biossíntese de GA, que resulta em redução nos níveis de todas as formas de GAs, causando reduções na taxa de alongação e divisão celular, sem ocasionar citotoxicidade. Existem relatos que indicam que o PBZ pode alterar os níveis de outros hormônios, como o ácido abscísico, o etileno, as citocininas (FLETCHER et al., 2000) e auxinas (DAVIS; CURRY, 1991), além de outras características fisiológicas, como a síntese de clorofila (STILL; PILL, 2004, BEROVA; ZLATEV, 2000) e a partição de fotoassimilados (TEKALIGN; HAMMES, 2005). Diante disso, a aplicação do PBZ poderia, indiretamente, influenciar algumas das qualidades físicas e químicas e a vida de prateleira de frutos produzidos por plantas tratadas. Além disso, segundo Wang, Sun e Faust (1986); Hamid e Williams (1997a) e Quinlan e Richardson (1986), o PBZ absorvido pelas raízes é translocado, principalmente, via fluxo transpiracional, pelo xilema. Contudo, estudos com *Pistachia chinensis* e *Ricinus communis* (WITCHARD, 1997 a, b), sugeriram que poderia existir um mecanismo secundário de transporte floemático, que poderia levar o produto aos frutos.

Os resultados de pesquisas existentes, quanto à influência da aplicação do PBZ na qualidade de frutos são poucos e restritos a espécies de porte arbóreo. Yeshitela, Robbertse e Stassen (2004) verificaram aumentos significativos no conteúdo de sólidos solúveis totais, açúcares redutores e açúcar total, aliado a redução de acidez de frutos de mangueira “Tommy Atkins” tratada com PBZ, em comparação a frutos de plantas não tratadas. Em maçãs produzidas de árvores tratadas com PBZ, Khurshid et al. (1997b) verificaram aumentos não significativos no teor de sólidos solúveis, estimados em 7% no primeiro ano e 11% no segundo. Também a firmeza da polpa foi aumentada em frutos oriundos de plantas tratadas com PBZ. Christov, Tsvetkov e Kovachev (1995), também, verificaram melhorias significativas na qualidade de uvas, de plantas tratadas com PBZ. Observaram aumentos de até 10% no conteúdo de sólidos solúveis totais e reduções de até 20% na acidez. Já, Jacyna e Dodds (1995) não verificaram alterações na qualidade de frutos, no que tange aos níveis de sólidos solúveis, acidez e firmeza da polpa de frutos de damasqueiro tratados com PBZ. O mesmo foi obtido por Curry e Williams (1986), com frutos de maçã e pêra e por Mendonça et al. (2002) com manga.

Outro ponto importante que pode estar relacionado com a manutenção da qualidade dos frutos é a ação antifúngica atribuída ao PBZ, uma vez que é estruturalmente similar aos fungicidas do grupo triazol (DEAS; CLIFFORD, 1984).

Em plantas anuais, as pesquisas não têm dado importância aos efeitos do emprego do PBZ nas qualidades físicas e químicas dos frutos produzidos. Em tomateiros, esse aspecto ganha importância, uma vez que o tomate é um fruto climatérico e apresenta modificações expressivas durante o amadurecimento, que culmina na alteração da cor, na firmeza da polpa, no *flavour* e no aroma. Além disso, um hormônio de planta, o etileno, está diretamente envolvido no desenvolvimento desses eventos. Segundo Grierson e Kader (1986), o amadurecimento do tomate é um processo bioquímico complexo no qual a clorofila e o conteúdo de amido do fruto diminuem e aumentam os níveis de licopeno e da enzima poligalacturonase, responsável pelo amolecimento dos frutos. Com o início do processo de maturação, a respiração (síntese e liberação de CO<sub>2</sub>) e a geração de etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) aumentam, com picos após 10 dias e posterior decréscimo.

Assim, objetivou-se, com esse estudo, verificar o efeito do tratamento de plantas com concentrações crescentes de PBZ, aplicadas em mudas, aos 15 dias

após a semeadura, no armazenamento e nas características físicas e químicas de frutos de tomateiro longa vida, híbrido AF 7631.

## 5.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o mês de fevereiro de 2007, no laboratório de Tecnologia de Alimentos, da Faculdade de Engenharia, UNESP, Câmpus de Ilha Solteira – SP, situada a 20 ° 22 ' Sul e 51 ° 22 ' Oeste e altitude de 330 m.

O cultivo do tomateiro foi realizado em ambiente protegido, em estufa modelo arco, com pé direto de 2,3 m de altura, 5,4 m de largura e 30 m de comprimento, coberta com polietileno transparente de 75 µm de espessura e fechamento lateral, até 1,5m de altura, com tela de 50% de sombreamento.

O híbrido de tomateiro utilizado foi o 'AF 7136', da empresa Sakata Seed Sudamerica. Foi semeado em 21/09/2006 em bandejas de poliestireno de 200 células, contendo substrato comercial. Os tratamentos das mudas com PBZ nas concentrações de 0, 50 e 100 mg L<sup>-1</sup> foram realizados aos 15 dias após semeadura (DAS), através da aspersão de 5 mL de solução de PBZ por muda, sendo o volume suficiente para um bom molhamento das folhas e do substrato. O transplântio foi realizado aos 34 DAS (25/10/2006).

A colheita foi realizada de forma manual, aos 100 dias após o transplântio, retirando-se o pedúnculo e os cálices para que não houvesse lesões por atrito. O critério utilizado para determinar o ponto de colheita dos frutos foi à coloração da epiderme. Após a colheita, os frutos dos três tratamentos foram transportados ao laboratório de tecnologia de alimentos, onde passaram por limpeza com o auxílio de um pano seco, para retirada de umidade e outros resíduos superficiais. Passaram também, por seleção manual, descartando-se os frutos portadores de imperfeições facilmente detectáveis e desuniformidade de maturação, dando preferência a frutos pintados (com ápice amarelecendo) e colorido (tomate com a cor entre pintado e com mais de 90% da cor final), de acordo com as normas do Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura (COMPANHIA DE ENTREPÓS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO - CEAGESP, 2003). Em seguida, foram

colocados em bandejas de papelão onde foram mantidos em temperatura ambiente ( $26 \pm 3$  °C e umidade relativa do ar de  $75 \pm 5\%$ ) até o final do experimento (Figura 1).



FIGURA 1 - Vista geral dos frutos de tomate longa vida “AF 7631” acondicionados nas caixas de papelão, durante o armazenamento. Ilha Solteira (SP), 2007.

Os frutos foram analisados imediatamente após a colheita e após cinco, dez, quinze e vinte dias de prateleira, em condições ambientais. A eficiência dos tratamentos e a qualidade dos frutos foram determinadas através dos parâmetros físicos: perda de massa fresca e firmeza da polpa; e parâmetros químicos: acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), vitamina C e relação entre SS/AT.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $3 \times 5$  (três concentrações de PBZ x cinco períodos de armazenamento), com três repetições, no qual cada repetição consistiu de três frutos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias analisadas através de regressão polinomial.

A perda percentual de massa fresca foi determinada através da diferença entre a massa fresca inicial dos frutos nas unidades experimentais e a massa no dia da amostragem, em relação à massa inicial. A firmeza da polpa foi medida em dois lados opostos da superfície longitudinal de cada fruto, pela utilização de um

texturômetro modelo FT 327 com ponteira de 8 mm e os valores foram expressos em libras.

A acidez titulável (AT), expressa em gramas de ácido cítrico por 100 g de polpa, e o teor de vitamina C, expresso em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa foram determinados por titulometria de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (1985). Os teores de sólidos solúveis (SS), expressos em ° Brix, foram determinados por refratometria.

### 5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que não houve efeito da interação entre os fatores concentrações de PBZ e tempo de armazenamento, para todas as características químicas e físicas avaliadas. Os resultados indicam que a aplicação de PBZ via tratamento das mudas não influenciou a vida de prateleira dos frutos de tomateiro longa vida 'AF 7631'. Tanto frutos produzidos sem PBZ, como os produzidos com 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>, aplicados nas mudas, apresentaram comportamento semelhante durante o armazenamento (Figura 2). Esse comportamento pode sugerir que o PBZ não tenha alterado a produção do etileno e/ou a respiração dos frutos de tomateiro, capazes de induzir mudanças significativas na sua conservação.

Independentemente do tempo de armazenamento, a perda de massa fresca, a firmeza de polpa e a acidez titulável de frutos foram alteradas significativamente com o aumento das concentrações do PBZ, aplicados nas mudas. Por sua vez, as características químicas sólidos solúveis, vitamina C e a relação SS/AT não foram influenciadas pelas concentrações de PBZ (Figura 2).

Frutos produzidos de plantas tratadas com 50 e 100 mg L<sup>-1</sup> de PBZ, se sobressaíram, apresentando menor perda de massa fresca e menor acidez comparados aos frutos obtidos de plantas sem tratamento com PBZ (Figura 2 a, c). Já, para firmeza de polpa, constatou-se que frutos oriundos de plantas controle, sem aplicação de PBZ, apresentaram maior firmeza que frutos de plantas tratadas com 50 e 100 mg L<sup>-1</sup> (Figura 2 b).

Reduções no nível de acidez de frutos também foram verificados por Yeshitela, Robbertse e Stassen (2004), com manga e por Christov, Tsvetkov,

Kovachev (1995), com uva, entretanto, em ambos os experimentos, foram observados, também, aumentos no conteúdo dos sólidos solúveis. Khurshid et al. (1997b) notaram incrementos não significativos no teor de sólidos solúveis e aumento na firmeza de frutos oriundos de plantas tratadas com PBZ. Jacyna e Dodds (1995) não verificaram alterações na qualidade de frutos, no que tange aos níveis de sólidos solúveis, acidez e firmeza da polpa de frutos de damasqueiro tratados com PBZ. O mesmo foi observado por Curry e Williams (1986), com frutos de maçã e pêra, e por Mendonça et al. (2002) com manga.

Ramirez et al. (2005) verificaram que a aplicação, em tomateiro com 12 folhas verdadeiras, de outro inibidor da biossíntese de ácido giberélico, a prohexadiona cálcio, proporcionou aumentos no conteúdo de sólidos solúveis totais e na firmeza do fruto. ASAO et al. (1996) não observaram alterações no conteúdo de sólidos solúveis de frutos de tomateiro, quando mudas de tomateiro, com duas folhas verdadeiras foram tratadas via pulverização foliar com PBZ (12,5 e 100 mg L<sup>-1</sup>).

Os possíveis efeitos atribuídos ao PBZ, na qualidade de frutos podem ser ocasionados, indiretamente, por consequência das modificações na fisiologia da planta. Yeshitela, Robbertse e Stassen (2004) sugeriram que as alterações ocorridas na qualidade de frutos de manga “Tommy Atkins” proporcionadas pelo uso do PBZ, podem estar relacionadas com partição de assimilados na planta, uma vez que a demanda assimilativa é unidirecional ao fruto em desenvolvimento. Por causa da grande supressão do crescimento vegetativo, as árvores tratadas tiveram os atributos de qualidade aumentados.

Os efeitos diretos do PBZ nos frutos, provavelmente seriam maiores se a aplicação fosse dirigida aos frutos ou que quantidades expressivas fossem translocadas aos frutos. Entretanto, a translocação dos triazóis é principalmente via xilemática e a análise de resíduo em frutos de plantas tratadas com PBZ evidenciam isso. Prive et al. (1989) verificaram que os resíduos de PBZ em frutos de maçãs tratadas com PBZ sempre ficaram abaixo dos limites detectáveis (0,01 mg g peso fresco<sup>-1</sup>). Berova e Zlatev (2000) observaram que somente 0,007 µg de PBZ g<sup>-1</sup> de massa fresca foram encontradas em frutos de tomate desenvolvidos de plantas tratadas com 1 mg L<sup>-1</sup> de PBZ aplicado via rega do solo, no dia do transplântio.

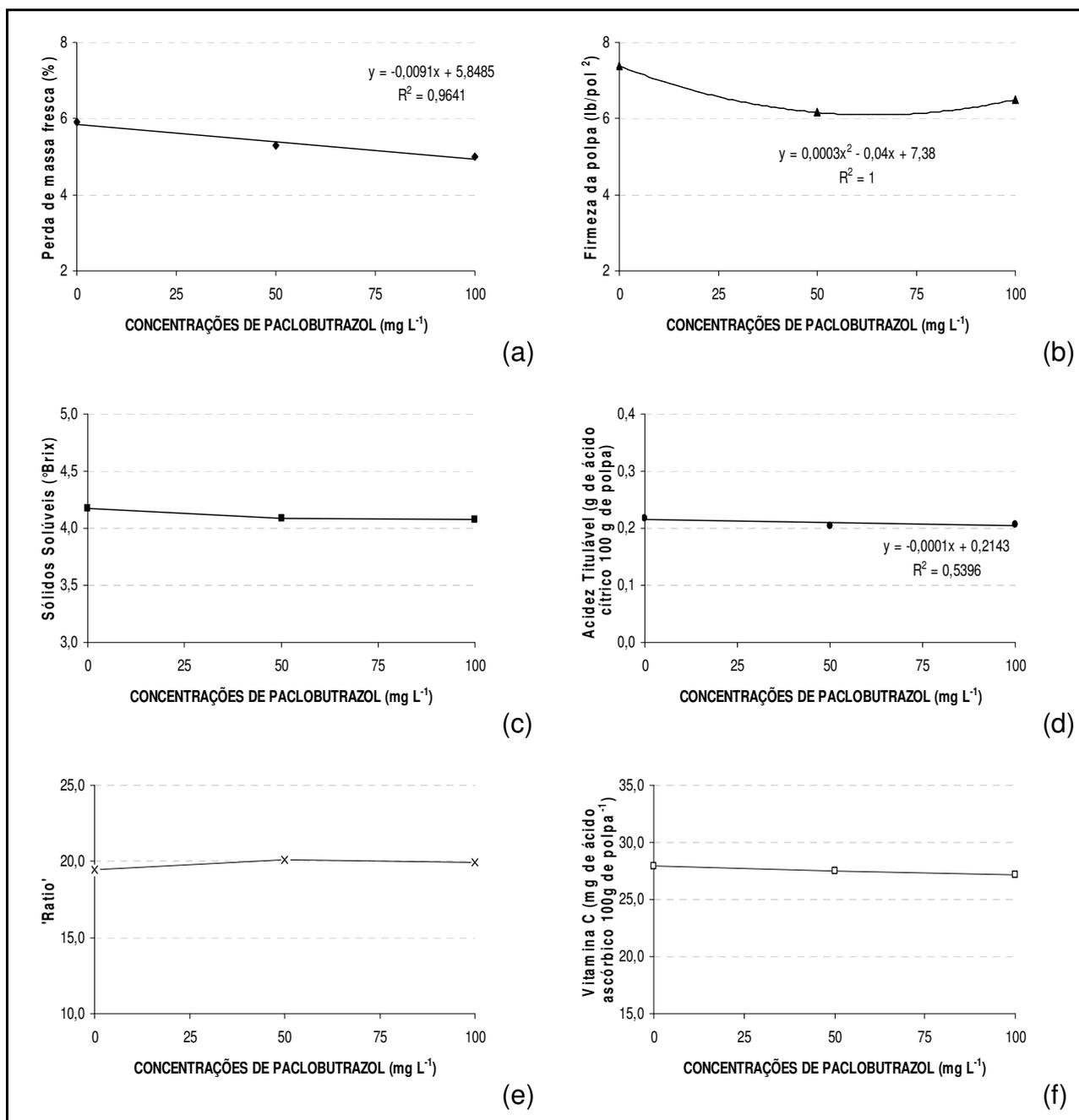


FIGURA 2 - Perda de massa fresca (a), firmeza de polpa (b), sólidos solúveis (c), acidez titulável (d), relação SS/AT (e) e vitamina C (f) de frutos de tomate longa vida 'AF 7631' em função de concentrações de paclobutrazol, aplicado aos 15 dias após a semeadura, via rega de mudas. Ilha Solteira (SP), 2007.

Quanto ao tempo de armazenamento pós-colheita, observaram-se reduções significativas na massa fresca e na firmeza de frutos ao longo do armazenamento. Após 20 dias de armazenamento, a perda de massa fresca de frutos foi estimada em 11% (Figura 3 a) e a de firmeza em 21% (Figura 3 b). Segundo Bhowmik e Pan (1992), a perda de peso do tomate durante o armazenamento ocorre principalmente devido a

dois fatores: a transpiração e a respiração. A transpiração, que é a maior responsável pela perda de peso, é o mecanismo pelo qual a água é perdida devido à diferença de pressão de vapor d'água entre a atmosfera circundante e a superfície do fruto. A diferença de pressão de vapor é função da temperatura, pressão atmosférica e umidade relativa do ar. A respiração, por sua vez, também causa redução no peso, pois átomos de carbono são perdidos do fruto toda vez que uma molécula de  $\text{CO}_2$  é produzida e perdida para a atmosfera.

De acordo com Chitarra e Chitarra (1990), a perda de firmeza do fruto é devida a alterações nas características dos polissacarídeos da parede celular, cujos principais componentes são substâncias pécticas.

O conteúdo de sólidos solúveis aumentou significativamente durante o armazenamento. Partindo de um teor médio de 3,90 °Brix no dia da colheita, alcançou 4,1 ° Brix após 20 dias de armazenamento em condições ambientes (Figura 3 c). Esse comportamento pode ser explicado tanto pela hidrólise do amido a açúcares redutores (frutose e glicose) que ocorre durante o amadurecimento (DALAL et al., 1965), como também, pela perda de água que contribui para a concentração dos sólidos solúveis.

A acidez titulável foi reduzida linearmente com aumento no tempo de armazenamento. O teor observado no dia da colheita, de 0,234% de ácido cítrico na polpa, decaiu a 0,198% após 20 dias de armazenamento, o que representou redução de mais de 15% na quantidade de ácido cítrico (Figura 3 d). Essa redução é explicável pelo metabolismo climatérico do tomate, que faz com que os ácidos orgânicos sejam utilizados na respiração (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

O aumento dos sólidos solúveis e a redução da acidez com o aumento do armazenamento possibilitaram um aumento significativo na relação SS/AT e tem sido correlacionado como um índice de sabor dos frutos (SAIMBHI et al., 1995). Um valor alto dessa relação está correlacionada com um gosto doce insípido e um baixo valor correlacionada com um pronunciado sabor ácido (BISOGLI; ARMBRUSTER e BRECHT, 1976). Segundo Kader et al. (1978), o tomate para consumo *in natura* é considerado de excelente 'sabor' quando apresenta relação SS/AT superior a 10. Para todas as avaliações, as relações foram superiores a 10, estando portanto, adequados ao consumo 'in natura' (Figura 3 e).

O conteúdo de vitamina C ajustou-se a uma regressão de segundo grau, com o aumento no tempo de armazenamento (dias), crescendo do dia da colheita até um máximo valor estimado em 32 mg, aos 11 dias, com posterior redução nos períodos

subseqüentes (Figura 3 f). Segundo Hobson e Davies (1971), os dados sobre o comportamento do ácido ascórbico durante a maturação de tomate são inconsistentes. Alguns autores afirmam que há pouca mudança no conteúdo desse ácido, enquanto que outros, como Dalal et al. (1965), evidenciaram aumento do conteúdo de ácido ascórbico com a maturação do fruto.

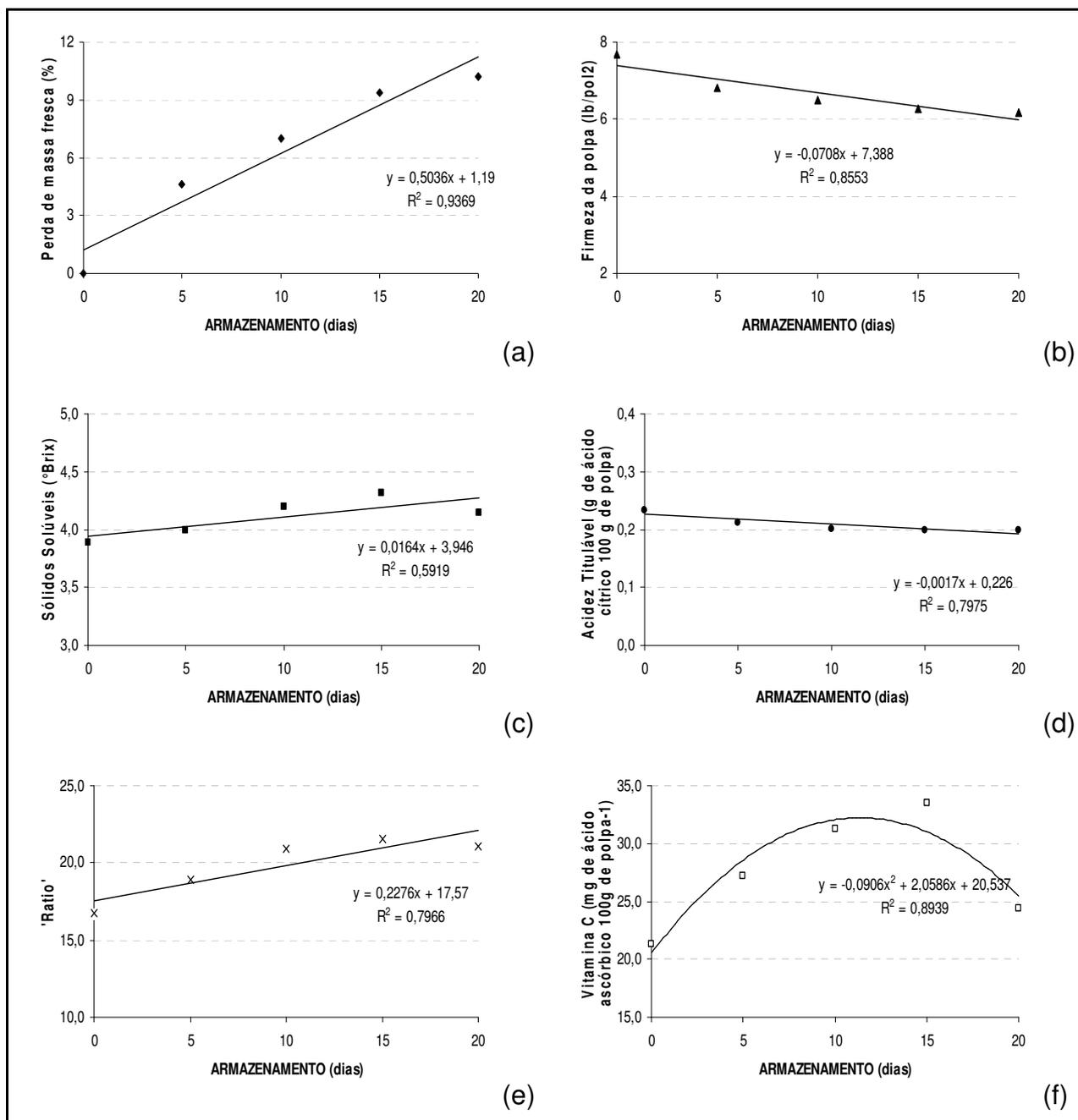


FIGURA 3 - Perda de massa fresca (a), firmeza de polpa (b), sólidos solúveis (c), acidez titulável (d), relação SS/AT (e) e vitamina C (f) de frutos de tomate longa vida 'AF 7631' em função do tempo de armazenamento em temperatura ambiente. Ilha Solteira (SP), 2007.

#### 5.4. CONCLUSÕES

A aplicação de paclobutrazol em mudas de tomateiro, aos 15 dias após a semeadura, nas concentrações de 50 e 100 mg L<sup>-1</sup>, não alterou a vida de prateleira dos frutos de tomate longa vida 'AF 7631'. O aumento das doses de PBZ propiciou menor perda de massa fresca de frutos e menor firmeza e acidez de frutos. O conteúdo de sólidos solúveis e de vitamina C e a relação SS/AT não se alteraram com o aumento das doses de PBZ. Os frutos de tomate, independentemente, das concentrações chegaram aos 20 dias de armazenamento, em condições ambientes, em boas condições para o consumo, mesmo tendo perdido considerável massa fresca, acidez e firmeza de frutos.

## 6. CONCLUSÕES GERAIS

Dos resultados obtidos e nas condições em que se desenvolveu o trabalho, pode-se concluir que:

- a) a embebição de sementes com 50 e 100 mg L<sup>-1</sup> de PBZ inibiu e atrasou a emergência de plântulas, e foi ineficiente na redução da altura das plântulas;
- b) a aplicação do regulador, via rega, nas mesmas concentrações, aos 15 dias após a semeadura, controlou o desenvolvimento da parte aérea, como demonstrado pelos menores valores médios de altura, área foliar e massa de matéria seca de parte aérea das plântulas, determinando, ainda, o aumento do diâmetro da haste e do desenvolvimento do sistema radicular das plântulas;
- c) o tratamento das mudas, via rega, com concentrações crescentes de PBZ, reduziu linearmente a altura das plantas, a taxa de crescimento absoluto, a altura de inserção da primeira inflorescência e a massa de matéria seca de folhas e hastes;
- d) independentemente do método de aplicação de PBZ, o aumento das concentrações reduziu significativamente o vigor das brotações laterais e aumentou a produção de frutos pequenos.
- e) os métodos de aplicação e o incremento das concentrações de PBZ não influenciaram significativamente a produtividade;
- f) as regas das mudas com 50 e 100 mg L<sup>-1</sup> de PBZ, aos 15 dias após a semeadura, não alteraram a vida de prateleira dos frutos, porém, com o aumento das concentrações de PBZ, foram reduzidas a perda de massa fresca, a firmeza e a acidez titulável (AT) de frutos, após 20 dias de armazenamento.
- g) os conteúdos de sólidos solúveis (SS) e de vitamina C e a relação SS/AT não se alteraram com o aumento das concentrações de PBZ, no mesmo período.

## 7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J.A.S.; PEREIRA, M.F.D.A. Efeito de GA<sub>3</sub> e paclobutrazol no desenvolvimento vegetativo do girassol. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v.9, n.1. p.55-60, 1996.

AMBRÓSIO, L.A.; NAGAI, H. Sazonalidade dos preços das classes de tomate, no atacado em São Paulo, nos períodos de 1983/1986 e 1987/1990. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.9, n.1, p.30, 1991.

ANTON, A.S. **Sistemas de cultivo do tomateiro, em ambiente protegido, associados ao uso de diferentes coberturas plásticas do solo**. 2004. 58f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2004.

ASAO, T.; ITO, N; HOSOKI, T; OHTA, K; ENDO, K. Effects of plant growth retardants and root pruning on growth and yield of tomato cultured hydroponically at high temperature during summer. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v.65, n.1, p.89-94, 1996.

ATAÍDE, E.M.; RUGGIERO, C.; OLIVEIRA, J.C.; RODRIGUES, J.D.; OLIVEIRA, H.J. Efeito do paclobutrazol e de ácido giberélico na indução floral do maracujazeiro-amarelo em condições de entressafra. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.160-163, 2006.

BAKKER, J.C. Greenhouse climate control: constraints and limitations. **Acta Horticulturae**, The Hague, n.399, p.25-35, 1995.

BANDARA, M.S.; TANINO, K.K.; WATERER, D.R. Effect of pot size and timing of plant growth regulator treatments on growth and tuber yield in greenhouse-grown Norland and Russet Burbank potatoes. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, v.17, n.2, p. 75–79, 1998.

BARRETT, J.E. Tips on growing marketing hanging baskets. In: \_\_\_\_\_. **Growth regulators**, Columbus: Ohio Florists' Association, 1994, p.43-46.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**, Jaboticabal: FCAV-UNESP, 1988. 41p.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and Germination**. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BEROVA, M.; ZLATEV, Z. Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.30, n.2, p.117-123, 2000.

BHOWMIK, S.R.; PAN, A.J.C. Shelf life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. **Journal of Food Science**, Chicago, v.57, n.4, p.948-953, 1992.

BISOONI, C.A.; ARMBRUSTER, G.; BRECHT, P.E. Quality comparisons of room ripened and field ripened tomato fruits. **Journal of Food Science**, Chicago, 1976, v.41, n.2, p.333-338, 1976.

BOTELHO, R.V.; PIRES, E.J.P.; TERRA, M.M.; MERCER, R.M.; KERNISKI, S. Efeitos do paclobutrazol na fertilidade de gemas e no crescimento dos ramos de videiras cv Rubi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 345-347, 2004.

BOVI, J.E.; MINAMI, K. Condicionamentos mecânicos de mudas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.97-101, 1999.

CENTURION, J.F. Balanço hídrico na região de Ilha Solteira. **Científica**, Jaboticabal, v.10, n.1, p.57-61, 1982.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293p.

CHRISTOV, C.; TSVETKOV, I.; KOVACHEV, V. Use of paclobutrazol to control vegetative growth and improve fruiting efficiency of grapevines (*Vitis vinifera* L.). **Bulgarian Journal of Plant Physiology**, Sofia, v.21, n.4, p.64–71. 1995. Disponível em: <[http://www.bio21.bas.bg/ipp/gapbfiles/v-21/95\\_4\\_64-71.pdf](http://www.bio21.bas.bg/ipp/gapbfiles/v-21/95_4_64-71.pdf)>. Acesso em: 19 ago.2007.

COCKSHULL, K.E.; GRAVES, C.J.; CAVE, C.R.J. The influence of shading on yield of glasshouse tomatoes. **Journal of Horticultural Science**, London, v.67, n.1, p.11-24, 1992.

COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO - CEAGESP. Programa brasileiro para modernização da horticultura. **Normas de classificação do tomate**: centro de qualidade em horticultura. São Paulo: CQH/CEAGESP. 2003. (CQH. Documentos, 26).

CURRY, E.A.; WILLIAMS, M.W. Effect of paclobutrazol on fruit quality: apple, pear and cherry. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.179, n.2, p.743-753, 1986.

DALAL, K.B.; SALUNKHE, D.K.; BOE, A.A.; OLSON, L.E. Certain physiological and biochemical changes in the developing tomato fruit (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Journal of Food Science**, Chicago, v.30, n.3, p.504-508, 1965.

DAS, K.K.; SARKAR, R.K.; ISMAI, A.M. Elongation ability and non-structural carbohydrate levels in relation to submergence tolerance in rice. **Plant Science**, Limerick, v.168, p.131-136, 2005.

DAVIS, T.; CURRY, E. Chemical regulation of vegetative growth. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v.10, n.2, p.151-158, 1991.

DAVIS, T.D.; STEFFENS, G.L.; SANKHLA, N. Triazole plant growth regulators. **Horticultural Reviews**, New York, v.10, p. 63-105, 1988.

DEAS, A.H.B.; CLIFFORD, D.R. Reductive and oxidative metabolism of triazolymethanes by two basidiomycete fungi. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, New York, v.22, n.3, p.276-284, 1984.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p. (Centro Nacional de Pesquisa de Solos).

FAUST, J.E.; KORCZYNSKI, P.C.; KLEIN, R. Effects of paclobutrazol drench application date on poinsettia height and flowering. **HortTechnology**, Alexandria, v.11, n.4, p.557-560, 2001.

FILGUEIRA, F.A.R. Solanáceas II – tomate: a hortaliça cosmopolita. In: \_\_\_\_\_. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.189-234.

FILGUEIRA, F.A.R. Tomaticultura. In: \_\_\_\_\_. **Solanácea: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló**. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. p.1-141.

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

FONSECA, N.; CASTRO NETO, M.T.; LEDO, C.A.S. Paclobutrazol e estresse hídrico no florescimento e produção da mangueira (*Mangifera indica*) 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.21-24, 2005.

FONTES, C.R.; SILVA, D.J.H. Cultura do tomate. In: FONTES, P.C.R. (Ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa, MG: Departamento de Fitotecnia – Setor de Olericultura, 2005, p.457-475.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS-FAOSTAT. Database Resultes. [s.l.: s.n., 2007?]. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 01 ago. 2007.

FOS, M.; PROAÑO, K.; NUEZ, F.; GARCÍA-MARTÍNEZ, J.L. Role of gibberellins in parthenocarpic fruit development induced by the genetic system pat-3/pat-4 in tomato. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.111, n.4, p.545–550, 2001.

GIBSON, J.L.; WHIPKER, B.E. Ornamental cabbage and kale growth responses to daminozide, paclobutrazol e uniconazole. **HortTechnology**, Alexandria, v.11, n.2, p.226-230, 2001.

GIBSON, J.L.; WHIPKER, B.E. Efficacy of plant growth regulators on the growth of vigorous osteospermum cultivars. **HortTechnology**, Alexandria, v.13, n.1, p.132-135, 2003.

GIORDANO, L.B.; SILVA, J.B.C.; BARBOSA, V. Escolha de cultivares e plantio. In: SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia, 2000. p.36-59.

GIOVINAZZO, R.; SOUZA-MACHADO, V. Paclobutrazol responses with processing tomato in France. **Acta horticultrae**, The Hague, n.542, p.355-358, 2001.

GOTO, R. Manejo nutricional no cultivo de hortaliças em estufas. In: ENCONTRO DE HORTALIÇAS, 9, ENCONTRO DE PLASTICULTURA DA REGIAO SUL, 6, 1994, Maringá. **Palestras e trabalhos apresentados...**, Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1995, p.11-18.

GRIERSON, D.; KADER, A.A. Fruit ripening and quality. In: ATHERTON, J.G.; RUDICH, J. (Eds.). **The tomato crop: a scientific basis for improvement**. New York: Chapman & Hall, 1986, p.241-280.

GUOPING, Z. Gibberellic acid<sub>3</sub> modifies some growth and physiologic effects of paclobutrazol (PP333) on wheat. **Journal of plant growth regulation**, New York, v.16, n.1, p.21-25, 1997.

HAMID, M.M.; WILLIAMS, R.R. Effect of different types and concentrations of plant growth retardants on Sturt's desert pea (*Swainsona formosa*). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.71, n.1, p.79-85, 1997a.

HAMID, M.M.; WILLIAMS, R.R. Translocation of paclobutrazol and gibberellic acid in Sturt's desert pea (*Swainsona formosa*). **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.23, n.3, p.167-171, 1997b. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/ru6351756v1161v8/fulltext.pdf>>. Acesso em: 10 set.2007.

HAN, I.S.; KIM, J.G. Effects of growth regulators on growth, flowering, and germination of harvested seeds in *Clinopodium chinense* var. *parviflorum*. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Seul, v.40, n.6, p.765-768, 1999.

HANAN, J.J. **Greenhouses: advanced technology for protected horticulture**. Boca Raton: CRC Press, 1998. 684p.

HARADA, E.; NEHMI, I.M.D.; FERRAZ, J.V.; SILVA, M.L.M.; NEHMI FILHO, V.A. (Coods.). Tomate. In: \_\_\_\_\_. **AGRIANUAL 2007: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP – Consultoria Comércio, 2006. p.490-496.

HEDDEN, P.; GRAEBE, J.E. Inhibition of gibberellin biosynthesis by paclobutrazol in cell-free homogenates of *Cucurbita maxima* endosperm and *Malus pumila* embryos. **Journal of plant growth regulation**, New York, v.4, n.2, p.111-122, 1985.

HEUVEL, K.J.P.T. van den; HEIJNEN, P.H.F.; BARENDSE, G.W.M, WULLEMS, G.J. Expression of two gibberellin-regulated cDNAs during early flower development in tomato (*Solanum lycopersicon*). Effect of grafting and paclobutrazol. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.108, n.1, p.95-100, 2000. Disponível em: <<http://www.blackwell-synergy.com/action/showPdf?submitPDF=Full+Text+PDF+%28166+KB%29&doi=10.1034%2Fj.1399-3054.2000.108001095.x&cookieSet=1>>. Acesso em: 02 out.2007.

HOBSON, G.E.; DAVIES, J.N. The tomato. In: HULME, A.C. **The Biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, v.2, 1971, p.437-475.

HORA, R.C. **Aplicação de luz na faixa do vermelho-extremo em mudas e diferentes sistemas de condução do tomateiro cultivado em ambiente protegido**. Ilha Solteira, 2003. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Sistema de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

HORINO, Y.; MAKISHIMA, N.; REIS, N.V.B.; CORDEIRO, C.M.T. Produção de tomate e pepino sob cobertura de plástico para proteção contra a chuva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.5, n.1, p.61, 1987.

HORINO, Y.; PESSOA, H.B.S.V. Avaliação de cultivares de tomate sob proteção plástica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.7, n.1, p.57, 1989.

HUNG, P.E.; FRITZ, V.A.; WATERS, L. Infusion of shrunken-2 sweet corn seed with organic solvents: effects on germination and vigor. **Hortscience**, Alexandria, v.27, p. 467-470, 1992.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3ª ed. São Paulo: IMESP, 1985. v.1. 533p. .

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Base de dados do IEA. [s.l.: s.n., 2007?]. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 16 jun, 2007.

JACYNA, T.; DODDS, K.G. Some effects of soil-applied paclobutrazol on performance of 'Sundrop' apricot (*Prunus armeniaca* L.) trees and on residue in the soil. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v.23, n.3, p.323-329, 1995. Disponível em: <<http://www.rsnz.org/publish/nzjchs/1995/108.pdf>>. Acesso em: 14 ago 2007.

JONES, J.B.Jr. **Tomato plant culture: in the field, greenhouse, and home garden**. Boca Raton: CRC Press, 1999, 224p.

KADER, A.A.; MORRIS, L.L.; STEVENS, M.A.; ALBRIGHT-HOLTON, M. Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some post harvest handling procedures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.113, n.1, p.6-13, 1978.

KENDE, H.; ZEEVAART, J.A.D. The five "classical" plant hormones. **The Plant Cell**, Rockville v.9, p.1197-1210, 1997. Disponível em: <<http://www.plantcell.org/cgi/reprint/9/7/1197.pdf>>. Acesso em: 12 ago.2007.

KHALIL, I.A.; HIDAYAT-UR-RAHMANB. Effect of paclobutrazol on growth, chloroplast pigments and sterol biosynthesis of maize (*Zea mays* L.). **Plant Science**, Limerick, v.105, n.1, p.15-21, 1995.

KHURSHID, T.; McNEIL, D.L.; TROUGHT, M.C.T.; HILL, G.D. The response of Young 'Braeburn' and 'Oregon Spur Delicious' apple trees growing under an ultra-high density planting system to soil-applied paclobutrazol: I. Effect on reproductive and vegetative growth. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.72, n.1, p.11-24, 1997a.

KHURSHID, T.; McNEIL, D.L.; TROUGHT, M.C.T, HILL, G.D. The response of young 'Braeburn' and 'Oregon Spur Delicious' apple trees growing under an ultrahigh density planting system to soil-applied paclobutrazol II. Effect on fruit quality at harvest and during storage. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.71, n.3, p.189-196, 1997b.

KIM, S.H.; HERTOUGH, A.A.; NELSON, P.V. Effects of plant growth regulators applied as sprays or media drenches on forcing of dutch-grown bleeding heart as a flowering potted plant. **HortTechnology**, Alexandria, v.9, n.4, p.629-633, 1999.

KISHOREKUMAR, A.; JALEEL, C.A.; MANIVANNAN, P.; SANKAR, B.; SRIDHARAN, R.; SOMASUNDARAM, R.; PANNEERSELVAM, R. Differential effects of hexaconazole and paclobutrazol on the foliage characteristics of chinese potato (*Solenostemon rotundifolius* Poir.; J.K. Morton). **Acta Biologica Szegediensis**, Szeged, v.50, n.3-4, p.127-129, 2006. Disponível em: <<http://www.sci.u-szeged.hu/ABS/2006/Acta%20HPb/50127.pdf>>. Acesso em: 28 set.2007.

KRAUS, T.E.; FLETCHER, R.A. Paclobutrazol protects wheat seedlings from heat and paraquat injury. Is detoxification of active oxygen involved? **Plant Cell Physiology**, Kyoto, v.35, n.1, p.45-52, 1994.

LATIMER, J.G. Mechanical conditioning for control of growth and quality of vegetable transplants. **HortScience**, Alexandria, v.26, n.12, p.1456-1461, 1991.

LATIMER, J.G.; SCOGGINS, H.L.; BANKO, T.J. **Using plant growth regulators on containerized herbaceous perennials.** Blacksburg: Virginia Tech Publication, 2001. p. 430-103. Disponível em: < <http://www.ext.vt.edu/pubs/greenhouse/430-103/430-103.pdf> >. Acesso em: 01 out.2007.

LEVER, B.G. 'Cultar' - a technical overview. **Acta Horticulturae**, The Hague n.179, p.459-466, 1986.

LIMA, N.G.F.; HARMERSCHIMIDT, I. As culturas de tomate e alface em estufa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.4, n.1, p.59, 1986.

LOPES, M.C.; STRIPARI, P.C. A cultura do tomateiro. In: GOTO, R.; TIVELLI, S. W. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais.** São Paulo: Fundação Editora UNESP, 1998. p.257-304.

MÄGE, F.; POWELL, L. Inhibition of stratification and germination of apple seeds by paclobutrazol. **HortScience**, Alexandria, v.25, n.5, p.577-577, 1990.

MAGUIRRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MAKISHIMA, N.; CARRIJO, O.A. **Cultivo protegido do tomateiro.** Brasília: EMBRAPA-CNPB, 1998, 18p. (EMBRAPA-CNPB. Circular Técnica da Embrapa Hortaliças, 13).

MAROTO, J.V. Hortalizas aprovechables por sus frutos: Tomate In:\_\_\_\_. **Horticultura herbacea especial**, Madrid: Mundi-Prensa, 1995, p.355-399.

MARTINS, G. Produção de tomate em ambiente protegido. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE, 2, 1991, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1991. p.219-230.

MARTINS, G. **Uso de casa-de-vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão.** Jaboticabal, 1992. 65f. Tese (Doutorado em Agronomia, Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1992.

MARTINS, S.R.; FERNANDES, H.S.; ASSIS, F.N.; MENDEZ, M.E.G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos; a experiência brasileira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.200/201, p.15-23, 1999.

MATEUS, C.M.A. **Utilização de malha para manipulação do espectro solar e paclobutrazol no cultivo de girassol ornamental, em ambiente protegido.** Ilha Solteira, 2005. 57f. Trabalho de graduação (Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

MELO, P.C.T. Distúrbios em tomateiro: suas causas e prevenções. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE TOMATE, 2, 1991, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1991. p.212-218.

MENDONÇA, V.; ARAUJO NETO, S.E.; RAMOS, J.D.; PIO, R.; SOUZA, P. A. Produção e qualidade da manga 'Tommy Atkins' após aplicação de paclobutrazol. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v.2, n.38, p.39-149, 2002:

METIVIER, J.R. Giberelinas. In: FERRI, M.G. **Fisiologia vegetal.** São Paulo: EDUSP, 1986, v.2, p.129-161.

MINAMI, K.; HAAG, H. P. **O tomateiro.** Campinas: Fundação Cargil, 1989. 397p.

NASCIMENTO, W.M.; SALVALAGIO, R.; SILVA, J.B.C. Condicionamento químico do crescimento de mudas de tomate. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, julho, 2003 – Suplemento CD.

PAMUK, G.S.; OLSSON, T.; BERGSTENAND, U.; LINDBERG, H. Evaluation of polymer coating on Scots Pine (*Pinus sylvestris*) seeds using scanning electron microscopy. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.30, n.1, p.167-176, 2002.

PAPADOPOULOS, A.P. **Growing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media.** Ottawa: Agriculture Canadá Publication, 1991, 79p. Disponível em: <<http://www.hydro-gardens.com/PDF%20Files/Growing%20GH%20Tomates.PDF>>. Acesso em: 01 ago.2007.

PASIAN, C. C.; BENNETT, M. Paclobutrazol soaked marigold, geranium, and tomato seeds produce short seedlings. **HortScience**, Alexandria, v.36, n.4, p.721-731, 2001.

PERALTA, I.E.; SPOONER, D.M. Classification of wild tomatoes: a review. **Kurtziana**, Cordoba, v.28, n.1, p.45-54, 2000.

PILL, W.G.; GUNTER, J.A. Emergence and shoot growth of cosmos and marigold from paclobutrazol-treated seed. **Journal of Environmental Horticulture**, Washington, v.19, n.1, p.11-14, 2001.

PINTO, A.C.R.; RODRIGUES, T.J.D.; LEITE, I.C.; BARBOSA, J.C. Growth retardants on development and ornamental quality of potted 'Lilliput' *Zinnia elegans* Jacq.. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.4, p.337-345, 2005.

PRESSMAN, E.; SHAKED, R. Germination of annual celery *Apium graveolens* seeds inhibition by paclobutrazol and its reversal by gibberellins and benzyladenine. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.73, n.3, p.323-326, 1998.

PRIVE, J.P.; ELFVING, D.C.; PROCTOR, J.T.A. Paclobutrazol, gibberellin, and cytokinin effects on growth, development, and histology of apple pedicels and fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.114, n.2, p.273-278, 1989

QUINLAN, J.D., RICHARDSON, P.J. Uptake and translocation of paclobutrazol and implications for orchard use. **Acta Horticulturae**, The Hague, v.179, p.443-451, 1986.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular**, Palo Alto, v.51, p.501-531, 2000. Disponível em: <<http://arjournals.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.arplant.51.1.501>>. Acesso em: 10 ago. 2007.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo / Fundação IAC, 1996, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RAMIREZ, H.; MANJARREZ, R.M.P.; MENDOZA, A.B.; LÓPEZ, A.S.; TORRES, V.R.; DAVILA, J.H. Efectos de prohexadiona – Ca em tomate y su relación com la variación de la concentración de giberelinas y citocininas. **Revista Chapingo. Serie horticultura**, Chapingo, v.11, n.2, p.283-290, 2005. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/609/60911215.pdf>>. Acesso em: 12 set. 2007.

REIS, N.V.B.; HORINO, Y.; OLIVEIRA, C.A.S.; BOITEUX, L.S. Influência dos parâmetros agrotecnológicos sobre a produção de nove genótipos de tomate plantados a céu aberto e sob proteção de estufas plásticas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.9, n.1, p.55, 1991.

REIS, V.C.S.; CASTRO NETO, M.T.; SOARES, J.M. Efeito da aplicação foliar do paclobutrazol na floração e frutificação da mangueira (*Mangifera indica* L. ) cv. 'Tommy Atkins'. **Magistra**, Cruz das Almas, v.12, n.1-2, p.11-18, 2000.

RESENDE, G.M. de, SOUZA, R.J. de. Efeito de doses de paclobutrazol na cultura do alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.5, p.637-641, 2002.

RESENDE, G.M.; COSTA, N.D.; MELO, N.F.; SOUZA, R.J. Efeitos do paclobutrazol em diferentes concentrações e períodos de imersão na cultura do alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.635-639, 1999.

RICK, C.M.; HOLLE, M. Andean *Lycopersicon esculentum* var. *cerasifirme*: genetic variation and its evolutionary significance. **Economic Botany**, Bronx, v.44, supl.3, p.69-78, 1990.

RUTTER, J.M. Paclobutrazol application method influences growth and flowering of 'New Gold' Lantana. **HortTechnology**, Alexandria, v.6, n.1, p.19-20, 1996.

SAIMBHI, M.S.; CHEEMA, D.S.; SINGH, S.; NANDPURI, K.S. Physicochemical characteristics of some tomato hybrids. **Tropical Sciences**, London, v.35, p.9-12, 1995.

SALAZAR-GARCIA, S.; VAZQUEZ-VALDIVIA, V. Physiological persistence of paclobutrazol on the 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica* L. ) under rainfed conditions. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.72, n.2, p.339-345, 1997.

SELEGUINI, A. **Híbridos de tomate industrial cultivados em ambiente protegido e campo, visando produção de frutos para mesa**. 2005. 56f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

SELEGUINI, A.; SENO, S.; FARIA JÚNIOR, M.J.A. Espaçamento entre plantas e número de racimos para tomateiro em ambiente protegido. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.28, n.3, p.359-363, 2006.

SELEGUINI, A.; SENO, S.; FARIA JÚNIOR, M.J.A. Número de hastes e racimos por planta de tomateiro de crescimento indeterminado, em condições de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, supl.2, 2003 (CR-ROM).

SERRANO CERMEÑO, Z. **Construcción de invernaderos**. Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1994. 445p.

SILVA, J.B.C.; GIORDANO, L.B.; BOITEUX, L.S. et al. **Cultivo do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para industrialização**. Brasília: Embrapa/CNPH, 1994. 36p. (Embrapa/CNPH. Instruções técnicas, 12).

SINGH, D.K. **Triazole compounds in horticulture**. Udipur, New Delhi: Agrotech Publishing Academy, 2001. 120p.

SIQUEIRA, D.L.; BARCENA, J.L.G.; ESPOSTI, M.D.D. Florescimento de tangerineiras Satsuma 'Owari' tratadas com paclobutrazol, anelamento do caule e baixa temperatura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.406-409, Dezembro 2004.

SOUZA-MACHADO, V.; PITBLADO, R.; ALI, A.; MAY, P. Paclobutrazol in tomato (*Lycopersicon esculentum*) for improved tolerance to early transplanting and earlier harvest maturity. **Acta Horticulturae**, The Hague, n.487, p.139-143, 1999.

SRIVASTAVA, L.M. Gibberellins. In: \_\_\_\_\_. **Plant growth and development: hormones and the environment**. Oxford: Academic Press, 2002, p.171-190.

STILL, J.R.; PILL, W.G. Growth and stress tolerance of tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in response to seed treatment with paclobutrazol. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Ashford, v.79, n.2, p.197-203, 2004.

SYMONS, P.R.R. **Paclobutrazol**: its application and effect on aspects of plant morphology, anatomy, biochemistry and physiology. Pietermaritzburg, Department of Horticultural Science, University of Natal. 1989. 82p.

TAIZ, L.; ZAIGER, E. **Plant physiology**. 2 ed. Palo Alto, Readward City: The Benjamin/Cummings, 1998. 564p.

TEKALIGN, T.; HAMMES, P.S. Growth and biomass production in potato grown in the hot tropics as influenced by paclobutrazol. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v.35, n.1, p.37-46, 2005. Disponível em: <[www.springerlink.com/index/Q211313HGRH6532P.pdf](http://www.springerlink.com/index/Q211313HGRH6532P.pdf)>. Acesso em: 23 ago.2007.

TRANI, P.E.; NUCCI, T.A.; MINAMI, K.; HAAG, H.P. **Nutrição mineral e adubação do tomateiro**. Campinas: IAC, 1994. 67p. (IAC. Boletim técnico, 151)

VALLE, R.R.; ALMEIDA, A. Growth reduction effects of paclobutrazol applied at different cacao seedling stages. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.11/12, p.1911-1917, 1991.

WANG, S.Y.; SUN, T.; FAUST, M. Translocation of paclobutrazol, a gibberellin biosynthesis. Inhibitor in apple seedlings. **Plant Physiology**, Minneapolis, v..82, n.1, p.11-14, 1986. Disponível em: < <http://www.plantphysiol.org/cgi/reprint/82/1/11>>. Acesso 25 set.2007.

WARNOCK, S.J. Natural habitats of *Lycopersicon* species. **HortScience**, Alexandria, v.26, n.5, p.466-471, 1991.

WHIPKER, B.E.; DASOJU, S. Potted sunflower growth and flowering responses to foliar applications of diaminozide, paclobutrazol e uniconazole. **HortTechnology**, Alexandria, v.8, n.1, p.86-88, 1998.

WHIPKER, B.E.; HAMMER, P.A. Efficacy of ancymidol, paclobutrazol e uniconazole on growth of tuberous-rooted dahlias. **HortTechnology**, Alexandria, v.7, n.3, p.269-272, 1997.

WITCHARD, M.A. Simplified technique for detection of paclobutrazol in plant Ssp extracts, using HPLC. **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, n.16, n.4, p.213-214, 1997a. Disponível em: <[www.springerlink.com/index/B7649YYRVCG8FTK5.pdf](http://www.springerlink.com/index/B7649YYRVCG8FTK5.pdf)>. Acesso em: 03 ago.2007.

WITCHARD, M. Paclobutrazol Is Phloem Mobile in Castor Oil Plant (*Ricinus communis* L.). **Journal of Plant Growth Regulation**, New York, n.16, n.4, p.215-217, 1997b. Disponível em: <[www.springerlink.com/index/PHYBK8T6H3Q85RH9.pdf](http://www.springerlink.com/index/PHYBK8T6H3Q85RH9.pdf)>. Acesso em: 03 ago.2007.

WORTHING, C.R.; HANCE, R.H. (Ed.). **The pesticide manual**. 11.ed. Farnham: The British Crop Protection Council, 1994. p.765- 766.

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. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v.32, n.3, p.281-293, 2004.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)