

**ANIELA PILAR CAMPOS DE MELO**

**PELICULIZAÇÃO DE SEMENTES DE TOMATE  
ASSOCIADA AO PACLOBUTRAZOL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador:  
**Prof. Dr. Alexander Seleguini**

Co-orientadora:  
**Prof.(a) Dr.(a) Valquíria da Rocha Santos Veloso**

Goiânia, GO – Brasil  
2013

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)**

**De Melo, Aniela Pilar Campos.**

**Peliculização de sementes de tomate associada ao paclobutrazol[manuscrito] / Aniela Pilar Campos de Melo. - 2013.**

**xv, 78 f., figs, tabs.**

**Orientador: Prof. Dr. Alexander Seleguini; Co-orientadora: Prof.(a) Dr.(a) Valquíria da Rocha Santos Veloso**

**Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, 2013.**

**Bibliografia.**

**Inclui lista de figuras e tabelas.**

Permitida a reprodução, total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - o autor.



**Termo de Ciência e de Autorização para Disponibilizar as Teses e Dissertações Eletrônicas (TEDE) na  
Biblioteca Digital da UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás-UFG a disponibilizar gratuitamente através da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações – BDTD/UFG, sem resarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei nº 9610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:  Dissertação  Tese**

**2. Identificação da Tese ou Dissertação:**

Autor(a):	Aniela Pilar Campos de Melo		
CPF:	026.856.991-63	E-mail:	aniela_pcdmelo@hotmail.com
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página? <input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não			
Vínculo Empregatício do(a) Autor(a):			
Agência de fomento:	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	Sigla:	CNPq
País:	Brasil	UF:	DF
CNPJ:	33654831-0001/36		
Título:	Películização de sementes de tomate associada ao paclobutrazol		
Palavras-chave:	Recoberimento de sementes, regulador de crescimento, potencial fisiológico de sementes e produção de mudas		
Título em outra língua:	Film coating of tomato seeds of the associated paclobutrazol		
Palavras-chave em outra língua:	Film coating, growth regulator, seed physiological potential, production of seedling		
Área de concentração:	Produção Vegetal		
Data defesa:	06 de março de 2013		
Programa de Pós-Graduação:	Em Agronomia		
Orientador(a):	Dr. Alexander Seleguini		
CPF:	295.107.898-60	E-mail:	aseleguini@gmail.com
Co-orientador(a):	Dra. Valquíria da Rocha Santos Veloso		
CPF:	158.041.861-91	E-mail:	valquiriadaufg@gmail.com
Co-orientador(a):			
CPF:			

**3. Informações de acesso ao documento:**

Liberação para disponibilização?<sup>1</sup>  total  parcial

Em caso de disponibilização parcial, assinale as permissões:

Capítulos. Especifique: **Somente capítulo 1.**

Outras restrições: \_\_\_\_\_

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF não-criptográfico da tese ou dissertação.

O Sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

<sup>1</sup> Em caso de restrição, esta poderá ser mantida por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Todo resumo e metadados ficarão sempre disponibilizados.

**ANIELA PILAR CAMPOS DE MELO**

**TÍTULO: “Películização de sementes de tomate associada ao paclobutrazol”.**

Dissertação DEFENDIDA em 06 de março de 2013, e APROVADA pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

Prof. Dr. Paulo Marçal Fernandes  
EA/UFG

Prof. Dr. Francisco Guilhien Gomes Junior  
ESALQ/USP.

Prof. Dr. Alexander Seleguini  
Presidente/Orientador – EA/UFG

Goiânia - Goiás  
Brasil

*“Você não sabe  
O quanto eu caminhei  
Pra chegar até aqui  
Percorri milhas e milhas  
Antes de dormir  
Eu nem cochilei  
Os mais belos montes  
Escalei  
Nas noites escuras  
De frio chorei, ei, ei  
Ei! Ei! Ei! Ei!...”*

*A vida ensina  
E o tempo traz o tom  
Pra nascer uma canção  
Com a fé do dia a dia  
Encontro a solução  
Encontro a solução...”*

Bino Farias, Lazão, Da Gama e Toni Garrido

***DEDICO***

Às minhas irmãs Aline e Ariane pelo amor, carinho, apoio e alegria infinitos.

***OFEREÇO***

Aos meus pais Ariovaldo e Maria de Fátima, exemplos constantes de amor, dedicação e superação.

Não teria chegado até aqui sem vocês. Meu amor e gratidão eternos.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por iluminar meus passos, meu caminho, minha vida. Obrigado por ter a oportunidade da magnífica experiência do viver.

À minha família, aos meus pais Ariovaldo e Maria de Fátima e minhas irmãs Aline e Ariane, agradeço pelo amor, paciência, carinho, apoio, cuidado, compreensão, zelo e companheirismo em todos os momentos.

Aos meus amores Nicole, Amelie, Miguel e Bianca por fazerem parte da minha vida.

À Alessandra Haddad, Maggy Falluh e Rodolfo Bertoldo por chegar com saúde até aqui.

Ao CNPq pela concessão de bolsa. Aos meus pais, agradeço pelo apoio financeiro na condução da pesquisa. A Incotec pelo fornecimento do polímero de revestimento.

Ao Prof. Alexander Seleguini pela orientação dispensada, o constante incentivo, a paciência e a excelente correção dos trabalhos.

A minha querida Profa. e co-orientadora Valquíria da Rocha Santos Veloso pelo carinho, oportunidades e apoio nas horas mais difíceis. Em especial, pelo ambiente tranquilo e aconchegante do Laboratório de Identificação de Insetos

Ao Doutor Francisco Guilhien Gomes Junior e ao Prof. Paulo Marçal Fernandes pela disponibilidade de participação na banca, generosidade em compartilhar conhecimento, educação e as valiosas contribuições para a melhoria da dissertação. Muito grata!

À Jaqueline Magalhães Pereira pelos ensinamentos compartilhados, as oportunidades de participação nos trabalhos, às conversas motivadoras e a atenção em todos os momentos.

À Karina Cordeiro Albernaz, pela amizade, carinho, atenção, aprendizado e por me mostrar uma visão mais humana no ambiente acadêmico.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação Wellington Motta por ser educado, atencioso e solidário com os alunos.

Aos meus colegas de pós-graduação (Carol Wisintainer, Alex, Aurélio Neto, Ricardo “Shapiro-Wilk”, Ana Paula Pelosi, Carlos Roberto e Yanuzi) pelo convívio bem-humorado e amigável. Em especial, a Fernanda Martins Faria (Vizinha) pelas conversas legais e a ajuda com a irrigação das mudas nos feriados e finais de semana.

Aos professores Ronaldo Veloso Naves e José Alexandre Barrigossi pelas especiais aulas de Fruticultura e Ecologia de Insetos, respectivamente.

À Jardel Barbosa dos Santos por ter permitido a utilização da estufa do setor de Manejo Integrado de Pragas para a produção de mudas. Ao professor Marcos Gomes da Cunha pelo uso da B.O.D. no Laboratório de Fitopatologia.

Aos meus brothers do Laboratório de Identificação de Insetos: Pedro Vitor Passos Souza, Lara Leal Figueiredo, Ohana Rodrigues e Nauara Lamaro pela ajuda e convívio leve e descontraído.

À Todos vocês, meu muito obrigado!

“Quem olha para fora sonha. Quem olha para dentro desperta” Carl Jung

“O que sabemos é uma gota. O que não sabemos é um oceano” Isaac Newton

“Os homens são como vinhos: o tempo azeda os maus e apruma os bons” Cícero

“Para falar ao vento bastam palavras. Para falar ao coração é preciso obras”

Padre Antônio Vieira

“O segredo é não correr atrás das borboletas. É cuidar do jardim para que elas venham até você” Mario Quintana

**“Compreendi que tudo em nossas vidas, todas as coisas que gastam tanto do nosso tempo e da nossa energia para construir, tudo é passageiro, tudo é feito de areia; o que permanece é só o relacionamento que temos com as outras pessoas. Mais cedo ou mais tarde, uma onda virá e destruirá ou apagará o que levamos tanto tempo para construir. E quando isso acontecer, somente aquele que tiver as mãos de outro alguém para segurar, será capaz de rir e recomeçar”.**

William Shakespeare

“No meio do caminho tinha uma pedra. Tinha uma pedra no meio do caminho”

Carlos Drummond de Andrade

“Existem 3 jeitos de fazer as coisas: o jeito certo, o jeito errado e o meu jeito, que é igual ao jeito errado só que mais rápido” Homer Simpson

“Existem 3 espécies de mentiras: as mentiras, as mentiras deslavadas e as estatísticas”

Disraeli

“... Oppa Gangnam Style...” Psy

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>12</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>14</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>17</b>
2.1 A CULTURA DO TOMATE .....	17
2.2 PACLOBUTRAZOL .....	18
2.3 PELICULIZAÇÃO .....	26
<b>3 PELICULIZAÇÃO DE SEMENTES DE TOMATE: IMPLICAÇÕES NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS .....</b>	<b>28</b>
RESUMO .....	28
ABSTRACT.....	28
3.1 INTRODUÇÃO .....	29
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	30
3.2.1 Avaliação do potencial fisiológico de sementes .....	30
3.2.2 Avaliação do crescimento de mudas .....	31
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
3.4 CONCLUSÕES .....	35
3.5 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS .....	35
<b>4 PELICULIZAÇÃO DE SEMENTES DE TOMATE ASSOCIADO AO PACLOBUTRAZOL .....</b>	<b>39</b>
RESUMO .....	39
ABSTRACT.....	39
4.1 INTRODUÇÃO .....	40
4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	41
4.2.1 Avaliação do potencial fisiológico de sementes .....	42
4.2.2 Avaliação do crescimento de mudas .....	43
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	44
4.4 CONCLUSÕES .....	48
4.5 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS .....	48
<b>5 CONDICIONAMENTO DE SEMENTES DE TOMATE COM PACLOBUTRAZOL E POLÍMERO DE REVESTIMENTO: EFEITOS NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS .....</b>	<b>53</b>
RESUMO .....	53
ABSTRACT.....	54

5.1	INTRODUÇÃO .....	54
5.2	MATERIAL E MÉTODOS .....	55
5.2.1	Avaliação do potencial fisiológico de sementes .....	56
5.2.2	Avaliação do crescimento de mudas .....	57
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	57
5.4	CONCLUSÕES .....	58
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>60</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>61</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Efeitos morfológicos, fisiológicos ou metabólicos do paclobutrazol em variadas espécies vegetais.....	20
<b>Tabela 2.1.</b>	Potencial fisiológico de sementes de tomate peliculizadas com o polímero Disco AG Red L-203 <sup>®</sup> (Goiânia, 2012).....	37
<b>Tabela 2.2.</b>	Massa de matéria fresca total (MFT), massa de matéria seca total (MST), massa de matéria seca de parte aérea (MSPA), massa de matéria seca de raiz (MSR), relação entre massa de matéria seca de parte aérea e massa de matéria seca de raiz (RMSPA/MSR), altura de parte aérea (AP) e diâmetro de hipocótilo (DH) de mudas de tomate oriundas de sementes peliculizadas com o polímero Disco AG Red L-203 <sup>®</sup> (Goiânia, 2012) .....	38
<b>Tabela 3.1.</b>	Potencial fisiológico de sementes de tomate (cultivar Kada Gigante) peliculizadas com paclobutrazol (Goiânia, 2012) .....	50
<b>Tabela 3.2.</b>	Diâmetro de hipocótilo (DH), altura de parte aérea (AP), relação entre diâmetro de hipocótilo e altura de parte aérea (DH/AP), taxa de crescimento absoluto (TCA), área foliar (AF), área radicular (AR) e comprimento radicular (CR) de mudas de tomate (cultivar kada gigante) oriundas de sementes peliculizadas com paclobutrazol (Goiânia, 2012) .....	51
<b>Tabela 3.3.</b>	Massa de matéria fresca total (MFT), massa de matéria seca total (MST), massa de matéria seca de raiz (MSR), massa de matéria seca de parte aérea (MSPA), relação entre massa de matéria seca de raiz e massa de matéria seca de parte aérea (RMSR/MSPA), razão de área foliar (RAF) e teor de clorofila (C) de mudas de tomate (cultivar Kada Gigante) oriundas de sementes peliculizadas com paclobutrazol (Goiânia, 2012).....	52
<b>Tabela 4.1.</b>	Germinação (%G), primeira contagem (PCG), emergência de plântulas (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de tomate (cultivar Kada Gigante) oriundas de sementes submetidas a tratamentos pré-germinativos (Goiânia, 2012) .....	59
<b>Tabela 4.2.</b>	Diâmetro de hipocótilo (DH), altura de parte aérea (AP), relação entre diâmetro de hipocótilo e altura de parte aérea (DH/AP), área foliar (AF) e matéria seca total (MST) de mudas de tomate (cultivar Kada Gigante) em função do uso de tratamentos pré-germinativos nas sementes (Goiânia, 2012).....	59

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Germinação (1A) e primeira contagem de germinação (1B) de sementes de tomate, cultivares Santa Clara e Kada Gigante, em função de concentrações do polímero Disco AG Red L-203® (Goiânia, 2012).....	36
<b>Figura 2.</b>	Condutividade elétrica de sementes de tomate (cultivar Kada Gigante) peliculizadas com paclobutrazol (Goiânia, 2012).....	49

## RESUMO

MELO, A. P. C. **Peliculização de sementes de tomate associada ao paclobutrazol.** 2013. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.<sup>1</sup>

O tratamento de sementes com paclobutrazol deve ser aprimorado e tecnologias de recobrimento, como a peliculização, podem ser promissoras para aplicar uniformemente fixar este regulador no tegumento das sementes sem permitir um contato prejudicial ao embrião. Assim, o objetivo do presente trabalho consistiu em avaliar a viabilidade técnica da peliculização de sementes de tomate associada ao paclobutrazol sob o comportamento fisiológico de sementes e as implicações no crescimento de mudas. A pesquisa foi conduzida no Laboratório do Setor de Horticultura e em casa de vegetação do Setor de Manejo Integrado de Pragas da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, de março a outubro de 2012. Foram conduzidos três experimentos. Primeiramente, os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2 x 4, sendo duas cultivares (Santa Clara e Kada Gigante) e quatro concentrações do polímero Disco AG Red L-203<sup>®</sup> (0, 50, 100 e 150 mL kg<sup>-1</sup> de semente) para definição da melhor dose de polímero de revestimento. No segundo, com a dose de polímero estabelecida, o potencial adesivo da peliculização para o tratamento de sementes com paclobutrazol foi determinado por meio de um arranjo fatorial 2 x 4, sendo presença ou ausência do polímero de revestimento Disco AG Red L-203<sup>®</sup> (0 e 150 mL kg<sup>-1</sup> semente) e quatro concentrações de paclobutrazol - PBZ (0, 35, 70 e 105 mg L<sup>-1</sup>). No terceiro, o condicionamento de sementes de tomate com PBZ (50 mg L<sup>-1</sup>) e polímero de revestimento Disco AG Red L-203<sup>®</sup> (150 mL kg<sup>-1</sup> de semente) foram avaliados. A peliculização prejudicou a germinação de sementes da cultivar Santa Clara. A cultivar Kada Gigante obteve um desempenho superior a Santa Clara quanto à emergência de plântulas. O uso de polímero hidrofílico (150 mL kg<sup>-1</sup> de semente) aumentou 4% a emergência de plântulas, em relação ao controle. O PBZ propiciou reduções de 27% na germinação, 8% na emergência de plântulas, 19% na altura de parte aérea, 20% na área foliar e aumento de 24% na detecção de clorofila, em relação ao controle. A embebição de sementes com PBZ, mesmo com a presença do polímero de revestimento, prejudicou a velocidade de germinação e a emergência de plântulas. Conclui-se que o efeito da peliculização na germinação de sementes de tomate depende da cultivar utilizada. O potencial fisiológico pode ser incrementado pelo uso de polímeros de revestimento, sendo que isto não ocorre para a produção de mudas. O PBZ é eficiente no condicionamento da altura de mudas, mas prejudica a germinação e o vigor de sementes. A peliculização como veículo para fixação do PBZ não é indicada devido à manutenção da redução da emergência de plântulas.

*Palavras-chave:* recobrimento de sementes, regulador de crescimento, potencial fisiológico de sementes, produção de mudas.

---

<sup>1</sup> Orientador: Prof. Dr. Alexander Seleguini. EA-UFG.

Co-Orientadora: Profa. Dra. Valquíria da Rocha Santos Veloso. EA-UFG.

## ABSTRACT

MELO, A. P. C. **Film coating of tomato seeds of the associated paclobutrazol.** 2013. 78 f. Dissertation (Master in Agronomy: Crop Production) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.<sup>1</sup>

Seed treatment with paclobutrazol should be enhanced and coating technologies, such as film coating can be applied uniformly and promising to fix this regulator in the seed coat without allowing a contact damaging the embryo. Thus, the objective of this study was to evaluate the technical feasibility of the film coating tomato seeds with paclobutrazol on seed physiological potential and the implications on the growth of seedlings. The research was carried out in the Laboratory of the “Setor de Horticultura” and at nursery seedling of “Setor de Manejo Integrado de Pragas” of “Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos” from March to October 2012. Three experiments were conducted. First, to define the best dosage of polymer coating, the treatments were arranged in a 2 x 4 factorial, with two cultivars (Santa Clara and Kada Gigante) and four concentrations of polymer Disc AG Red L-203® (0, 50, 100 and 150 mL kg<sup>-1</sup> seed). In the second, with the polymer concentration established, the potential adhesive film coating for seed treatment with paclobutrazol was determined through a 2 x 4 factorial arrangement, presence or absence of the coating polymer Disc AG Red L-203® (0 and 150 mL kg<sup>-1</sup> seed) and four paclobutrazol concentration PBZ (0, 35, 70 and 105 mg L<sup>-1</sup>). In the third, the tomato seed conditioning with PBZ (50 mg L<sup>-1</sup>) and coating polymer Disc AG Red L-203® (150 mL kg<sup>-1</sup> seed) were evaluated. The film coating promotes negative effects on germination of cultivar Santa Clara. The cultivate Kada Gigante obtained a superior performance to Santa Clara as the emergence of seedlings. The use of hydrophilic polymer (150 mL kg<sup>-1</sup> seed) increased 4% seedling emergence compared to control. The PBZ resulted in reductions in 27% germination, 8% seedling emergence, 19% seedling height, 20% leaf area and in increase in the detection of chlorophyll of 24%, compared to control. Imbibition of seeds with PBZ, even with the presence of the polymer coating, harmed the speed of germination and seedling emergence. In conclusion, the effect of film coating on the germination of tomato seeds depends on the cultivar. The seed physiological potential can increased by the use of polymer coating, although it does not occur for the production of seedlings. PBZ is effective in seedling growth control, but affect the germination and seed vigor. The film coating as a vehicle for fixation of paclobutrazol is not indicated due to maintenance of reduced seedling emergence.

*Key words:* seed coating, growth regulators, seed physiological potential, production of seedling

---

<sup>1</sup> Adviser: Prof. Dr. Alexander Seleguini. EA-UFG.

Co-Adviser: Profa. Dra. Valquíria da Rocha Santos Veloso. EA-UFG.

## 1 INTRODUÇÃO

O sucesso da tomaticultura depende de inúmeros fatores que vão desde a escolha do campo de produção à aceitação do consumidor nas gôndolas dos mercados. Neste cenário a produção de mudas é fundamental para a viabilidade produtiva da cadeia. As mudas devem ser originárias de sementes de alta qualidade e produzidas preferencialmente sob ambiente protegido.

Uma das principais problemáticas observadas na produção de mudas é o estiolamento da parte aérea devido ao excesso de crescimento vegetativo. Esse desequilíbrio ocasiona a formação de mudas frágeis, alongadas e mais suscetíveis a estresses bióticos e abióticos no transplantio (Seleguini, 2007). O condicionamento químico com reguladores de crescimento é uma alternativa viável, e para solucionar esse problema o paclobutrazol destaca-se nesse contexto (Latimer, 1991).

O paclobutrazol é um retardante de crescimento primariamente reconhecido como inibidor de biossíntese de giberelinas (Rademacher, 2000). Na produção de mudas hortícolas, este regulador de crescimento causa diminuição da altura de hipocótilo, menor elongamento dos internódios e maior resistência a estresses abióticos e bióticos, favorecendo o transplantio e o estabelecimento de plântulas no campo (Davis & Curris, 1991; Setia et al., 1996; Rademacher, 2000).

A aplicação de paclobutrazol por meio de pulverizações foliares e/ou molhamento de substrato pode ocasionar a acumulação de resíduos em partes vegetais comercializáveis, principalmente em frutos (Srivastava & Ram, 1999; Yeshitela et al., 2004). Quando a veiculação do paclobutrazol ocorre por meio do tratamento de sementes, verifica-se a adequação satisfatória na altura de plântulas e os teores residuais em frutos não ultrapassam os níveis de segurança estabelecidos por agências internacionais como a FAO (Magnitsky et al., 2006 b). No entanto, efeitos deletérios na germinação de sementes e na emergência de plântulas são observados devido ao efeito anti-giberelina no embrião (Pill & Gunter, 2001). Assim, o tratamento de sementes com paclobutrazol deve ser aprimorado e tecnologias de recobrimento, como a peliculização, podem ser promissoras

para aplicar uniformemente e fixar este regulador no tegumento das sementes sem permitir um contato prejudicial ao embrião.

Desta forma, avaliou-se neste trabalho a viabilidade técnica da peliculização de sementes de tomate associada ao paclobutrazol sob o comportamento fisiológico de sementes e as implicações no crescimento de mudas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A CULTURA DO TOMATE

Originário da América do Sul, o tomate (*Solanum lycopersicon* L.) é a segunda hortaliça em importância econômica no mundo, ficando atrás somente da batata (Silva et al., 2007). Nas últimas duas décadas, a produção média foi estimada em 108 milhões de toneladas anuais. De 1996 a 2009, México e Espanha alternaram-se como maiores produtores, sendo que em 2010 a China alçou este posto e concentra atualmente 26% da produção mundial (FAO, 2013).

No Brasil, a cultura do tomate destaca-se no cenário econômico e social. Seu cultivo ocorre em todas as regiões do país. Em 2010, a produção brasileira foi de 1,5 milhões de toneladas, em uma área de 67 mil hectares, e produtividade de 60 t ha<sup>-1</sup> (FAO, 2013). A tomaticultura, para mesa e industrial, abriga em sua cadeia 10 mil produtores, 60 mil famílias de trabalhadores e efetivo de mais de 200 mil pessoas (Silva et al., 2007).

A produção do tomate para mesa concentra-se nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (Camargo & Camargo Filho, 2008). As cultivares utilizadas possuem crescimento indeterminado, vigoroso e continuo, sendo o tutoramento e a poda fundamentais para a produção (Filgueira, 2000). No Brasil, as cultivares mais plantadas deste segmento pertencem a quatro grupos: Santa Cruz, Cereja, Italiano e Salada (Filgueira, 2003).

O sucesso da tomaticultura depende de inúmeros fatores que vão desde a escolha do campo de produção à aceitação do consumidor nas gôndolas dos mercados. Neste cenário a produção de mudas é fundamental para a viabilidade produtiva da cadeia. As mudas devem ser originárias de sementes de alta qualidade e produzidas preferencialmente sob ambiente protegido.

Uma das principais problemáticas observadas na produção de mudas é o estiolamento da parte aérea devido ao excesso de crescimento vegetativo. Esse desequilíbrio ocasiona a formação de mudas frágeis, alongadas e mais suscetíveis a estresses bióticos e abióticos no transplantio (Seleguini, 2007). O condicionamento

químico com reguladores de crescimento é uma alternativa viável e para contornar esse problema o paclobutrazol destaca-se nesse cenário (Latimer, 1991).

## 2.2 PACLOBUTRAZOL

O paclobutrazol possui a seguinte nomenclatura química: (2 *RS*, 3 *RS*)-1-(4-Chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1*H*-1,2,4-triazol-1-yl)pentan-3-ol. Informações a respeito das propriedades físico-químicas da molécula são descritas por Worthing & Hance (1994).

Pertence a classe dos reguladores de crescimento e ao grupo dos inibidores de biossíntese de giberelinas (Rademacher, 2000). Essa inibição consiste no bloqueio da atividade das enzimas citocromo P450 monooxigenases no retículo endoplasmático que impedem a formação de GA<sub>12</sub>-aldeído, primeira giberelina ativa no metabolismo vegetal e precursora de todas as outras (Kende & Zeevaart, 1997). Consequentemente, há redução dos níveis de todas as formas livres de ácido giberélico (Symons, 1989; Fletcher et al., 2000).

As monooxigenases participam de inúmeras rotas bioquímicas, portanto a sua inibição resulta em vários efeitos secundários no metabolismo. Verifica-se o aumento nos teores de citocinina, ácido abscísico e auxina e, diminuição dos níveis de etileno (Davis & Curry, 1991; Fletcher et al., 2000). Além disso, propicia maior resistência a estresses bióticos e abióticos devido à maior eficiência na regulação da absorção dos íons K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e Cl<sup>-</sup> nas células (Hajihashemi et al., 2007; Sharma et al., 2011), menor degradação de clorofila (Still & Pill, 2004; Baninasab & Ghobadi, 2011), redução de fotoinibição (Baninasab & Ghobadi, 2011) e aumento nos teores de prolina, superóxido dismutase, catalase e peroxidase (Sharma et al., 2011; Baninasab & Ghobadi, 2011).

As consequências morfológicas destas inúmeras alterações bioquímicas comumente são a redução do crescimento vegetativo e o favorecimento do crescimento reprodutivo, devido à maior partição de fotoassimilados (Quinlan, 1981; Lever et al., 1986). As principais aplicações práticas ocorrem na produção de plantas ornamentais, pela compactação e manutenção das características de flores e folhas e no manejo da altura de gramados esportivos, diminuindo os custos derivados de cortes constantes, como em campos de golfe, futebol e tênis (Ferrel et al., 2003; McCarty et al., 2004; Maciel et al., 2011). Na Copa do Mundo de Futebol dos Estados Unidos em 1994, alguns jogos ocorreram no estádio Pontiac Silverdome, em Detroit, onde houve testes com o

paclobutrazol para esta finalidade (Rogers & Stier, 1993).

O paclobutrazol pode ser aplicado às plantas através das raízes, folhas, troncos, ramos ou de órgãos de propagação, como sementes, bulbos e tubérculos (Seleguini, 2007). As raízes são os órgãos mais eficientes na absorção, sendo que na planta a translocação ocorre predominantemente por meio do xilema, embora o transporte floemático possa acontecer (Magnitsky et al., 2006 b). Os principais métodos de aplicação são molhamento de substrato e pulverização foliar. Além desses, a injeção no tronco é utilizada para situações específicas, e o tratamento de sementes tem ganhado força nos últimos anos.

Segundo Davis et al. (1988), para otimizar a absorção pelas raízes, o paclobutrazol é adicionado diretamente ao meio de crescimento. No entanto, a alta retenção do produto em solos ricos em argila ou matéria orgânica diminui a eficácia e aumenta o custo de aplicação. Já as aspersões foliares são muito efetivas justamente por superarem as limitações geradas pelo ambiente solo-raiz e o atraso na absorção radicular resultantes das aplicações no solo (Symons, 1989).

As pulverizações foliares e nos meios de crescimento comumente são conduzidas com o uso de soluções altamente concentradas, o que pode provocar acumulação de resíduos em partes vegetais comercializáveis (Davis et al., 1988; Singh & Ram, 2000; Sharma & Awasthi, 2005). Quando a veiculação ocorre por meio do tratamento de sementes, verifica-se que os teores residuais em frutos, por exemplo, alcançam os níveis de segurança estabelecidos por agências internacionais como a FAO (Magnitsky et al., 2006 b).

O tratamento de sementes com paclobutrazol ocorre por embebição e é dependente de variáveis ligadas às sementes, tempo de embebição e pós-embebição, secagem e concentração (Fletcher et al., 2000). Pasian & Bennett (2001) e Magnitskiy et al. (2006 a) afirmam que o tratamento de sementes com paclobutrazol é eficiente quando o mantém fora do embrião, fixado no tegumento sem prejudicar a germinação e/ou emergência.

Desde o seu descobrimento, na década de 1970, os efeitos do paclobutrazol têm sido relatados em inúmeras espécies vegetais (Seleguini, 2007). E, como pode se observar na Tabela 1, os resultados vão além do controle do crescimento da parte aérea em função da inibição da biossíntese de giberelinas.

**Tabela 1.** Efeitos morfológicos, fisiológicos ou metabólicos da aplicação do paclobutrazol em diversas espécies vegetais.

Nome Comum	Nome Científico	Modo de Aplicação	Efeitos morfológicos, fisiológicos ou metabólicos
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i> L. var. comosus	Pulverização Foliar	Inibição da diferenciação floral natural (Antunes et al., 2008 a). Inalteração dos parâmetros físicos dos frutos. Antecipação do período de colheita (Antunes et al., 2008 b).
Açafrão da Cochinchina	<i>Curcuma alismatifolia</i> Gagnep.	Molhamento Substrato	Redução da altura da parte aérea, do número de folhas e comprimento da haste floral sem atraso ao ciclo de produção (Pinto et al., 2006).
Algodão	<i>Gossypium hirsutum</i> L.	In vitro / Molhamento Solo	Redução da incidência de <i>Verticillium dahliae</i> Kleb. (Cimen et al., 2004).
Alho	<i>Allium sativum</i> L.	Embebição bulbilhos	Redução da altura e do número de folhas (Resende et al., 1999). Redução da porcentagem de bulbos pseudoperfilhados (Resende et al., 2002).
Amor-perfeito	<i>Viola wittrockiana</i> L.	Embebição Sementes	Redução da altura e emergência de plântulas (Magnistkiy et al., 2006 a).
Arroz	<i>Oryza sativa</i> L.	Pulverização Foliar	Redução do acamamento (Street et al., 1986).
Banana	<i>Musa</i> spp.	In vitro	Estímulo ao enraizamento de explantes “FHIA 01” e aumento da intensidade da coloração verde (Souza et al., 2010 a).
Batata	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Pulverização Foliar	Aumento da acumulação de grânulos de amido nos tubérculos, espessura das folhas e diâmetro de caule e raiz (Tsegaw et al., 2005).
Berinjela	<i>Solanum melongena</i> L.	Pulverização Foliar	Incremento na biomassa de raiz e parte aérea (Ruvalcaba et al., 2007).
Brinco de Princesa	<i>Fuchsia x hybrida</i>	Molhamento Substrato	Sem efeitos na forma da planta (Roberts et al., 1990).
Caládio	<i>Caladium x hortulanum</i>	Molhamento Substrato	Redução na altura de parte aérea (Barrett et al., 1995).
Cereja-doce	<i>Prunus avium</i> L.	Injeção no Tronco	Aumento do crescimento de frutos (Facteau & Chestnut, 1991).

**Tabela 1.** Continuação ...

Nome Comum	Nome Científico	Modo de Aplicação	Efeitos morfológicos, fisiológicos ou metabólicos
Copo-de-leite	<i>Zantedeschia elliotiana</i> W. Wats <i>Z. rehmannii</i> Engl.	Molhamento Substrato	Limitação na produção de flores (Corr & Widmer, 1991).
Cosmos	<i>Cosmos bipinnatus</i> Cav.	Embebição Sementes	Redução da altura e emergência de plântulas (Pill & Gunter, 2001).
Crisântemo	<i>Dendranthema x grandiflorum</i>	Molhamento Substrato	Antecipação do florescimento (Gilbertz, 1992).
Crista de galos	<i>Celosia cristata</i> L.	Embebição Sementes	Nenhum efeito na emergência de plântulas (Magnistkiy et al., 2006 a).
Crotalária	<i>Crotalaria juncea</i> L.	Pulverização Foliar	Redução na altura e produtividade (Kappes et al., 2011).
Feijão de Mung	<i>Vigna radiata</i> L.	Pulverização Foliar	Aumento nos teores de clorofila, carboidratos, prolina e enzimas anti-oxidantes (Saleh, 2007).
Gardênia	<i>Gardenia jasminoides</i> Ellis	Molhamento Substrato	Diminuição do tamanho e do número de botões florais por planta (Kamoutsis et al., 1999).
Gerânio	<i>Pelargonium x hortorum</i> L.H. Bailey	Pulverização Foliar	Supressão do crescimento. Obtenção de plantas com conformação ideal para o envasamento. Florescimento precoce (Cox, 1991)
		Embebição de Sementes	Redução da germinação (Pasian & Bennett, 2001).
Girassol	<i>Helianthus annuus</i> L.	Molhamento Substrato	Redução da altura de parte aérea e do diâmetro dos capítulos. Doses elevadas deformam as plantas (Wanderley et al., 2007). Retardamento da floração. Redução da altura das plantas, sem diminuição dos capítulos (Mateus et al., 2009).
Goiaba	<i>Psidium guajava</i> L.	Pulverização Foliar	Limitação do crescimento vegetativo acompanhado do aumento do diâmetro do tronco (Brar, 2010).
Goivo-Encantado	<i>Matthiola incana</i> L.R.BR.	Molhamento Substrato	Compactação da inflorescência e prolongamento do período de prateleira (Ecker et al., 1992).

**Tabela 1.** Continuação ...

Nome Comum	Nome Científico	Modo de Aplicação	Efeitos morfológicos, fisiológicos ou metabólicos
Grama Bentgrass	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Pulverização Foliar	Não causa efeito fitotóxico, nem efeito residual (Kaminski et al., 2004).
Grama-Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i> x <i>C.transraaleensis</i>	Pulverização Foliar	Redução da densidade caulinar (McCullough et al., 2005).
Hera	<i>Hedera helix</i> L.	Meio de Cultura	Sem efeitos no crescimento e enraizamento (Geneve, 1990).
Hibisco	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	Molhamento Solo	Redução da altura da planta e área foliar. Aumento do conteúdo de clorofila e do número de botões florais. Atraso no florescimento (Nazarudin, 2012).
Jaca	<i>Durio zibethinus</i>	Molhamento Solo	Aumento da produtividade. Controle da indução floral (Tri et al., 2011).
Karna khatta	<i>Citrus karna</i> Raf.	Molhamento Substrato / Pulverização Foliar	Redução do índice de injúria à membrana. Aumento do conteúdo relativo de água, da taxa fotossintética e do teor de pigmentos em condições de estresse salino (Sharma et al., 2011).
Limão Volkmeriano	<i>Citrus volkameriana</i> Pasq.	Molhamento Substrato	Redução do comprimento dos entrenós, diâmetro de caule e área foliar. Aumento da massa foliar específica e unidade SPAD (Siqueira et al., 2008).
Limeira Ácida “Tahiti”	<i>Citrus latifolia</i> Tanaka	Molhamento Substrato	Redução dos teores foliares de carboidratos. Maior florescimento (Cruz et al., 2007).
Maça	<i>Malus domestica</i> Borkh.	Embebição Sementes	Inibição da germinação e dos estágios da estratificação (Mage & Powell, 1990).
		Pulverização Foliar	Aumento do tamanho dos frutos e controle do crescimento caulinar (El-Khoreiby et al., 1990).

**Tabela 1.** Continuação ...

Nome Comum	Nome Científico	Modo de Aplicação	Efeitos morfológicos, fisiológicos ou metabólicos
Manga	<i>Mangifera indica</i> L.	Molhamento Solo	cv. Tommy Atkins – Aumento do florescimento e do número de frutos por planta (Mendonça et al., 2001). Promoção da floração em qualquer época do ano, nas condições tropicais semi-áridas (Mouco et al., 2008). cv. Manila – Antecipação da floração. Maior conteúdo de sólidos solúveis totais, menor acidez total, menor firmeza e maior perda de peso dos frutos (Rebolledo-Martínez et al., 2008). cv. Kent – Redução no comprimento do fluxo vegetativo (Mouco et al., 2011).
Maracujá-Amarelo	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> DEG.	Molhamento Solo	Redução do comprimento dos ramos e aumento do número de botões florais (Ataíde et al., 2006).
Maria-sem-vergonha	<i>Impatiens walleriana</i> Hook f.	Molhamento Substrato	Diminuição da altura. A eficácia do paclobutrazol depende do tipo de substrato utilizado (Klock, 1998).
Marigold	<i>Tagetes patilla</i> L.	Embebição de Sementes	cv. Bonanza Gold - Nenhum efeito na emergência de plântulas (Pill & Gunter, 2001). Redução da germinação (Pasian & Bennett, 2001).
Morango	<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.	Pulverização Foliar	Supressão do crescimento vegetativo. Maior produtividade e aumento da capacidade fotossintética (Deyton et al., 1991).
Pepino	<i>Cucumis sativus</i> L.	Embebição Sementes / Pulverização Foliar	cv. Super Aston – Aumento da tolerância a estresse térmico (Baninasab & Ghobadi, 2011).
		Embebição Sementes	cv. Poinsett 76SR – Nenhum efeito na emergência. Redução de 40% no tamanho do fruto. Não houve detecção de resíduos no fruto (Magnistkiy, et al., 2006 b).

**Tabela 1.** Continuação...

Nome Comum	Nome Científico	Modo de Aplicação	Efeitos morfológicos, fisiológicos ou metabólicos
Petúnia	<i>Petunia x hybrida</i>	Pulverização Foliar	Redução da altura do caule. Diferentes concentrações provocam proporções distintas entre as colorações das flores: azul, branca e vermelha (Francescangeli & Zagabria, 2008).
		Embebição Sementes	Redução da altura de parte aérea (Fletcher & Hofstra, 1990; Gilley & Fletcher, 1997).
Quaresmeira	<i>Tibouchina urvilleana</i> DC	Molhamento Substrato	Melhora na forma da planta e eliminação da necessidade de poda contínua. Aumento do tamanho da flor e inibição do desenvolvimento do caule (Roberts et al., 1990).
Rododendro	<i>Rhododendron catawbiense</i> Michx.	Molhamento Substrato	Aplicação antes do transplantio controla o crescimento (Gent, 2004).
Sésamo da Alemanha	<i>Camelina sativa</i> L.	Molhamento Solo	Maior quantidade de sementes e produtividade de óleo. Maior conteúdo de clorofila (Kumar et al., 2012).
Tomate	<i>Solanum lycopersicon</i> L.	Embebição Sementes	cv. Sun 6108 – Nenhum efeito na emergência de plântulas. Frutos sem resíduo (Magnitskiy et al., 2006). Redução da altura de plântulas e da germinação (Pasian & Bennett, 2001).
			cv. Margoble – Nenhum efeito na germinação e emergência. Redução da altura, peso seco de raiz e de caule de plântulas (Still & Pill, 2004).
			cv. Better Boy – Prevenção do estiolamento de mudas (Brigard et al., 2006).
Tremoço-de-flor-azul	<i>Lupinus varius</i> L.	Molhamento Substrato/Pulverização Foliar	Aumento do diâmetro do caule e do número de inflorescências. Redução da altura de parte aérea (Karaguzel et al., 2004).

**Tabela 1.** Continuação...

Nome Comum	Nome Científico	Modo de Aplicação	Efeitos morfológicos, fisiológicos ou metabólicos
Trigo	<i>Triticum aestivum</i> L.	Pulverização Foliar	Aumento na tolerância à salinidade (Hajihashemi et al., 2007). A ação sobre a altura das plantas é independente da época de aplicação (Espíndula et al., 2009). Respostas pouco expressivas no colmo e seus componentes (Espíndula et al., 2010). Sem efeitos na germinação e no vigor de sementes (Souza et al., 2010 b).
Tulipa	<i>Tulipa gesneriana</i> L.	Molhamento Substrato	Prevenção do excesso de crescimento vegetativo. Sem efeito na morfologia e coloração floral (McDaniel, 1990).
Uva	<i>Vitis</i> spp.	Molhamento Substrato	cv. Seyval blanc – Redução da área foliar e aumento do peso e retenção foliar. Diminuição da senescência foliar. Sem efeitos no tamanho do fruto (Hunter & Proctor, 1992).
		Pulverização Foliar	cv. Rubi – Redução do diâmetro dos internódios e comprimentos dos ramos (Botelho et al., 2004).
Verbena	<i>Verbena x hybrida</i> Voss.	Embebição Sementes	Redução da altura e emergência de plântulas (Magnistkiy et al., 2006 a).
Zinia	<i>Zinnia elegans</i> JACQ.	Molhamento Substrato	Redução da altura e do comprimento dos ramos laterais (Pinto et al., 2005).

## 2.3 PELICULIZAÇÃO

O tratamento de sementes denominado peliculização consiste na aplicação de agentes ou substâncias químicas ou biológicas às sementes. As tecnologias de revestimento potencializam a incorporação e fixação dos produtos às superfícies das sementes (Taylor et al., 2001). Na Grã-Bretanha, as primeiras películas de revestimento foram desenvolvidas pela indústria de sementes de cereais na década de 1930. O uso comercial do recobrimento de sementes iniciou-se em 1960 para a produção de mudas na Europa. Nos Estados Unidos, 95 mil hectares já foram plantados com sementes recobertas e a cultura mais beneficiada foi a alface (Kaufman, 1991).

A peletização (*seed pellet*) e a peliculização (*film coating*) são os dois métodos mais usados e trabalhados pelas indústrias de sementes (Butler, 1993; Sampaio & Sampaio, 2009). A peletização consiste na deposição de camadas de materiais inertes que podem alterar a forma e o tamanho da semente (Taylor et al., 2001). Na peliculização, materiais ativos são distribuídos às sementes sem ocasionar mudanças na forma e no tamanho. Alguns polímeros podem exibir mudanças na permeabilidade à água em função da temperatura, favorecendo a antecipação do plantio em condições de inverno (Ni, 2001; Taylor et al., 1997; Willenborg et al., 2004).

As películas de revestimento permitem às sementes uma maior fluidez e eficiência na semeadura, emergência satisfatória e uniforme em variadas condições ambientais, melhor incorporação e fixação de agrotóxicos, culminando em maior eficiência no tratamento de sementes (Kaufman, 1991; Taylor et al., 1998; Ni, 2001; Pires et al., 2004; Trentini et al., 2005; Lima et al., 2006; Basavaraj et al., 2008; Jacob et al., 2009; Pereira et al., 2010; Ludwig et al., 2011; Avelar et al., 2012). Além disso, verifica-se a possibilidade da diferenciação de sementes de alto valor devido aos corantes usados, repulsão a pássaros, roedores e insetos e redução da poeira, fornecendo melhor segurança aos operadores (Ni, 2001; Smith, 1997; Sampaio & Sampaio, 2009; Zeng & Mei, 2011).

As diversas finalidades da peliculização vêm sendo relatadas por diversos autores para várias culturas: alface (Diniz et al., 2006), algodão (Lima et al., 2006; Zeng & Mei, 2011), arroz (Thobunluepop et al., 2008; Zeng & Shi, 2008), beterraba (Duan & Burris, 1997), brócolos (Tanada-Palmu et al., 2005), canola (Willenborg et al., 2004), cárтamo (Dizaj, 2010), cenoura (Hölbгig et al., 2010), milho (Pereira et al., 2005), salsa (Tanada-Palmu et al., 2005), soja (Trentini et al., 2005; Evangelista et al., 2007; Pereira et

al., 2009; Pereira et al., 2010; Gesch et al., 2012) e verbena (Magnitskiy et al., 2006 a). As respostas a esses materiais de recobrimento são variadas e depende de características de cada espécie (Trentini et al., 2005).

### **3 PELICULIZAÇÃO DE SEMENTES DE TOMATE: IMPLICAÇÕES NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS**

#### **RESUMO**

A utilização de sementes de alta qualidade é primordial para o sucesso na produção de mudas de tomate. O recobrimento de sementes permite uma emergência satisfatória e uniforme em diversas condições ambientais. O objetivo da presente pesquisa foi determinar os efeitos da peliculização no potencial fisiológico de sementes de tomate e as implicações no crescimento de mudas. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, sendo duas cultivares (Santa Clara e Kada Gigante) e quatro concentrações do polímero Disco AG Red L-203<sup>®</sup> (0, 50, 100 e 150 mL kg<sup>-1</sup> de semente). A interação entre os fatores (cultivar x concentrações de polímero) ocorreu somente para as variáveis germinação e primeira contagem. A peliculização prejudicou a germinação de sementes da cultivar Santa Clara. A cultivar Kada Gigante obteve um desempenho superior a Santa Clara quanto à emergência de plântulas. O uso de polímero hidrofílico (150 mL kg<sup>-1</sup> de semente) aumentou 4% a emergência de plântulas em relação ao controle. O efeito da peliculização na germinação de sementes de tomate depende da cultivar utilizada. O potencial fisiológico é incrementado pelo uso de polímeros de revestimento, sendo que isto não ocorre para a produção de mudas.

*Palavras-chave:* *Solanum lycopersicum* L., recobrimento de sementes, polímeros de revestimento.

**FILM COATING OF TOMATO SEEDS: IMPLICATIONS ON THE SEED PHYSIOLOGICAL POTENTIAL AND SEEDLING PRODUCTION**

#### **ABSTRACT**

The use of high quality seeds is paramount to success in the production of tomato seedlings. Seed coating can enhance the performance germination and seedling emergence. The objective of this research was to determine the effects of the film coating on the physiological potential of tomato seeds and its implications on the seedling growth. A randomized experiment design was applied in a factorial 2x4 scheme, two cultivars (Santa Clara and Kada Gigante) and four concentrations of polymer Disco AG Red L-203<sup>®</sup> (0, 50, 100 and 150 mL kg<sup>-1</sup>). The interaction between factors (cultivar x polymer concentrations) occurred only for variables germination and germination first count. The film coating promotes negative effects on germination of cultivar Santa Clara. The cultivar Kada Gigante obtained a superior performance to Santa Clara as the emergence of seedlings. The use of hydrophilic polymer (150 mL kg<sup>-1</sup> seed) increased 4% seedling emergence compared to control. The effect of film coating on the germination of tomato seeds depends on the cultivar. The seed physiological potential is increased by the use of polymer coating, although it does not occur for the production of seedlings.

**Key Words:** *Solanum lycopersicum* L, seed coating, coating polymers

### 3.1 INTRODUÇÃO

A produção de mudas é uma fase crucial no ciclo de produção do tomateiro (Jones Jr, 1999). Mudas mal formadas e debilitadas comprometem o desenvolvimento futuro da cultura, aumentando seu ciclo e em muitos casos, ocasionando perdas de produção (Minami, 1995; Souza & Ferreira, 1997). Logo, a base para a obtenção de mudas vigorosas consiste no uso de sementes de alta qualidade.

A qualidade de sementes está ligada a atributos físicos, genéticos, fitossanitários e fisiológicos (McDonald & Copeland, 1997). O potencial fisiológico é caracterizado por meio da germinação (viabilidade) e do vigor. Sementes vigorosas apresentam aptidão para uma emergência rápida e uniforme e o desenvolvimento de plântulas normais sob diversas condições ambientais (AOSA, 2009).

A peletização (*seed pellet*) e a peliculização (*film coating*) são os principais tratamentos utilizados para o recobrimento de sementes (Sampaio & Sampaio, 2009). Os polímeros de revestimento potencializam o desempenho germinativo, a diferenciação de materiais de alto valor devido aos corantes empregados e o tratamento de sementes (Ni,

2001; Smith, 1997; Medeiros et al., 2004; Trentini et al., 2005; Lima et al., 2006; Bays et al., 2007; Pereira et al., 2007; Zeng & Mei, 2011; Avelar et al., 2012). Além disso, verifica-se a possibilidade de repulsão à pássaros, roedores e insetos e redução da poeira, fornecendo melhor segurança aos operadores (Sampaio & Sampaio, 2009).

Diante do exposto, objetivou-se determinar os efeitos da peliculização no potencial fisiológico de sementes de tomate e as implicações no crescimento de mudas.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório do Setor de Horticultura e em casa de vegetação da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos – EA/UFG. Avaliaram-se as respostas de sementes de cultivares de tomate a concentrações crescentes de polímero de revestimento.

Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, sendo duas cultivares (Santa Clara e Kada Gigante) e quatro concentrações do polímero Disco AG Red L-203<sup>®</sup> (Incotec Holding BV, Enkhuizen, Países Baixos) (0, 50, 100 e 150 mL kg<sup>-1</sup> de semente). As quantidades da película de revestimento foram diluídas em 15 mL de água destilada. Foram utilizadas três gramas de sementes por tratamento. A adesão do polímero às sementes ocorreu por agitação (Mesa Agitadora Orbital de Bancada, NT 145) em erlenmeyer de vidro, por 5 minutos a 80 rpm. Posteriormente, as sementes foram secas em papel de filtro por 24 horas a 22°C. O grau de umidade foi determinado por meio do método de estufa a 105° C, por 24 horas, sendo utilizadas duas subamostras de 50 sementes (Barros et al., 2002; Brasil, 2009).

#### 3.2.1 Avaliação do Potencial Fisiológico de Sementes

- **Teste de germinação:** 200 sementes (quatro repetições de 50 sementes, por tratamento) foram semeadas em caixas de poliestireno – gerbox (11 x 11 x 3,5 cm), sobre três camadas de papel germitest. O substrato foi umedecido com água destilada equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca. As caixas foram mantidas em câmara incubadora B.O.D a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas. As avaliações consistiram na identificação de plântulas normais aos cinco (**primeira contagem de germinação**) e 14 dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

- **Condutividade elétrica:** foram usadas quatro repetições de 50 sementes pesadas com precisão de 0,0001g e colocadas para embeber em copos plásticos (100 mL) contendo 75 mL de água destilada, durante 24 horas a 25°C (ISTA, 1995). A medição de condutividade elétrica foi efetuada por meio de condutivímetro portátil (PHTEK CD203) e os resultados foram expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ .

- **Teste de Frio sem "terra":** conduzido conforme recomendações de ISTA (1995) e Rodo et al. (1998). Quatro repetições de 50 sementes foram distribuídas em substrato rolo de papel toalha umedecido com água destilada, equivalente a 2,5 a massa do papel seco. Após a semeadura, os rolos foram colocados em sacos plásticos e permaneceram a 10°C em câmara de resfriamento por sete dias. Depois, foram transferidos para câmara incubadora B.O.D a 25°C onde permaneceram por mais sete dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

- **Emergência de plântulas em casa de vegetação:** realizou-se a semeadura em bandejas de isopor de 288 células ( $10 \text{ cm}^3 \text{ célula}^{-1}$ ), preenchidas com substrato Qualifibra®, distribuindo-se uma semente por célula. Foram utilizadas quatro repetições de 36 sementes. As bandejas foram mantidas em ambiente protegido. A irrigação aconteceu diariamente nos períodos da manhã e da tarde. A emergência de plântulas foi avaliada a cada dois dias, do quinto ao décimo quinto dia após a semeadura, para cálculo do índice de velocidade de emergência (Maguire, 1962).

### 3.2.2 Avaliação do crescimento de mudas

Aos 28 dias após a semeadura procedeu-se a análise de crescimento das mudas produzidas para determinação de: massa de matéria fresca total (g); massa de matéria seca total, parte aérea e radicular (mg); altura de parte aérea (cm) e diâmetro de hipocótilo (mm). Calculou-se a razão entre massa de matéria seca de parte aérea e massa de matéria seca de raiz. Amostraram-se de cada parcela oito mudas, e estas foram pesadas em balança analítica (precisão de 0,001 g) para obtenção de massa fresca total. Posteriormente, as mudas foram acondicionadas em sacos de papel e submetidas ao método estufa (60°C, 72 h) para determinação da massa seca de parte aérea e sistema radicular (Benincasa, 2003). A altura de parte aérea e o diâmetro de hipocótilo foram obtidos com auxílio de régua graduada em milímetros e paquímetro digital, respectivamente.

Inicialmente, os dados obtidos foram submetidos aos testes de Lilliefors (Normalidade) e Barlett (Homogeneidade de variância) para verificar as pressuposições da análise da variância. Todos estes requisitos foram atendidos e, portanto, os dados não foram transformados. A significância dos efeitos dos tratamentos foi determinada pelo Teste F, sendo que para o fator “doses de polímero” foram ajustadas regressões polinomiais.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As interações entre os fatores (cultivar x concentrações de polímero) ocorreram para as variáveis: germinação ( $p = 0,0436$ ) e primeira contagem de germinação ( $p = 0,0327$ ) (Tabela 2.1 e 2.2). As demais variáveis foram analisadas considerando as médias de cada fator.

As cultivares Santa Clara e Kada Gigante apresentaram teor de água nas sementes de 6,77% e 6,41%, respectivamente. Barros et al. (2002) em avaliações de potencial fisiológico de lotes de sementes da cultivar Santa Clara observaram teores de água variando de 6,2 a 6,8%.

O grau de umidade das sementes não foi influenciado pelo polímero de revestimento ( $F=0,1674$ ;  $p>0,05$ ). Pereira et al. (2011) observaram que sementes de soja peliculizadas não apresentaram diferenças no teor de água devido ao pequeno volume de produto empregado e o estabelecimento da condição de equilíbrio higroscópico das sementes com a umidade relativa do ar.

Nas Figuras 1A e 1B observa-se a interação entre os fatores estudados para as variáveis relacionadas à germinação e primeira contagem de germinação. A influência da peliculização sobre estas variáveis está condicionada a cultivar utilizada. Para a cultivar Santa Clara observa-se efeitos negativos decorrentes de concentrações crescentes do polímero tanto na velocidade de germinação quanto na porcentagem final. Na ausência do polímero de revestimento, a taxa de germinação da cultivar Kada Gigante foi superior a Santa Clara. No entanto, para a cultivar Kada Gigante, a dose do polímero de  $50 \text{ mL kg}^{-1}$  foi prejudicial à formação de plântulas normais na primeira contagem da germinação. Esta concentração atrasou e prejudicou o vigor e a germinação devido à dificuldade das sementes em captar umidade no substrato (Sampaio & Sampaio, 2009; Avelar et al., 2011).

Desta forma, em condições ótimas para germinação verifica-se que o polímero interage diferentemente com o tegumento das sementes.

A emergência de plântulas iniciou-se aos cinco dias após a semeadura, tanto de sementes nuas quanto revestidas. As cultivares apresentaram comportamentos semelhantes em relação ao índice de velocidade de emergência ( $p = 0,1295$ ), mas distintos quanto à porcentagem de emergência de plântulas (Tabela 2.1). Sampaio et al. (2008) e Barbosa et al. (2011) verificaram que sementes da cultivar Kada Gigante apresentaram emergência elevada, alcançando até 97%.

A peliculização ocasionou um incremento na porcentagem de emergência (Tabela 2.1). Possivelmente isso ocorreu devido a uma regulação da velocidade de embebição e da diminuição dos danos decorrentes deste processo (Taylor et al., 1998; Evangelista et al., 2007). Além disso, o polímero não propiciou a formação de barreiras para a difusão do oxigênio e/ou mudança na permeabilidade do tegumento (Duan & Burris, 1997; Chachalis & Smith, 2001; Willenborg et al., 2004; Magnitskiy et al., 2006 a).

A utilização de películas de recobrimento por meio da técnica de *film coating* causa consequências diversas na emergência de plântulas. Efeitos positivos foram observados em arroz (Thobunluepop et al., 2008; Zeng & Shi, 2008) e soja (Evangelista et al., 2007; Gesch et al., 2012), negativos em beterraba (Duan & Burris, 1997), canola (Willenborg et al., 2004), verbena (Magnitskiy et al., 2006 a) e cárтamo (Dizaj, 2010) e, neutros em milho doce (Wilson & Geneve, 2004), milho (Pereira et al., 2005), algodão (Lima et al., 2006), alface (Diniz et al., 2006), soja (Pereira et al., 2009) e cenoura (Hölbгig et al., 2010). Estas respostas distintas estão ligadas principalmente ao tipo de material de recobrimento e características de cada espécie (Trentini et al., 2005; Evangelista et al., 2007).

A porcentagem de emergência de plântulas normais apresentou comportamento cúbico em relação a concentrações crescentes de polímero no Teste de Frio (Tabela 2.1). A dose de  $100 \text{ mL kg}^{-1}$  não reduziu os danos decorrentes da embebição em condições do binômio temperatura subótima - alto grau de umidade. Isso culminou em maior perda de solutos celulares, desorganização das membranas celulares e consequentemente menor vigor (Marcos Filho et al., 2005).

Evangelista et al. (2007) observaram que a peliculização de sementes de soja com os polímeros Disco AG L-201<sup>®</sup> e Disco AG L-204<sup>®</sup> reduziu a porcentagem de plântulas normais no teste de frio. Lima et al. (2006) inferiram que as películas AG201 e

TGBP 1080 não protegeram sementes de algodão dos danos decorrentes de baixas temperaturas. Respostas positivas mais acentuadas ao teste de frio à peliculização são mais frequentes quando se utilizam os polímeros SB2000 e Intellimer, que exibem impermeabilidade a água em baixas temperaturas (Ni, 2001).

Para o teste de condutividade elétrica, diferenças foram encontradas entre as cultivares Kada Gigante e Santa Clara ( $p < 0,001$ ) (Tabela 2.1). Os valores observados foram muito superiores aos relatados por Barbosa et al. (2011),  $7,5 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  para Kada Gigante, e Sá (1999),  $10,38 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  para Santa Clara. Altas leituras de condutividade elétrica normalmente são sugestivas de sementes menos vigorosas, devido à desorganização do sistema de membranas (Marcos Filho & Novembre, 2009). No entanto, os contrastes aqui observados estão ligados principalmente ao genótipo, aos lotes adquiridos, e, não necessariamente representaram baixo potencial fisiológico, visto que, a taxa de germinação das duas cultivares foi superior a 86% (Tabela 2.1), enquanto o padrão oficial de comercialização exige 75% (BRASIL, 1986).

As dosagens do polímero de revestimento não influenciaram a liberação de solutos durante o teste de condutividade elétrica (Tabela 2.1). Tal aspecto é mais um indicativo que a peliculização não alterou a permeabilidade do tegumento das sementes de tomate em relação à entrada de água e/ou a difusão de solutos. Além disso, pode-se inferir que o polímero não foi liberado para a solução, o que poderia comprometer o uso do teste. Evangelista et al. (2007), Basavaraj et al (2008) e Manjunatha et al. (2008) também não verificaram alterações na condutividade elétrica de sementes de soja, cebola e pimenta, respectivamente, quando recobertas por polímeros hidrofílicos.

A peliculização não afetou o crescimento de mudas de tomate (Tabela 2.2). Trentini et al. (2005) observaram que a peliculização de sementes de soja com o polímero Disco AG L-205<sup>®</sup> não alterou a altura de plantas, altura de primeira vagem, número de vagens por planta, peso de vagens e produção. O recobrimento de sementes com quitosana e gelatina não afetou a acumulação de massa de matéria fresca e seca de plântulas de brócolos e salsa (Tanada-Palmu et al., 2005). Hölbig et al. (2010), em avaliação do desempenho fisiológico de sementes de cenoura recobertas pelo polímero Colorseed ( $50 \text{ mL kg}^{-1}$ ), não constataram alterações no desenvolvimento de plântulas. Pereira et al. (2010) relatam que o revestimento de sementes com o polímero Disco AG L-204<sup>®</sup> não interferiu na nodulação e o crescimento de plantas de soja.

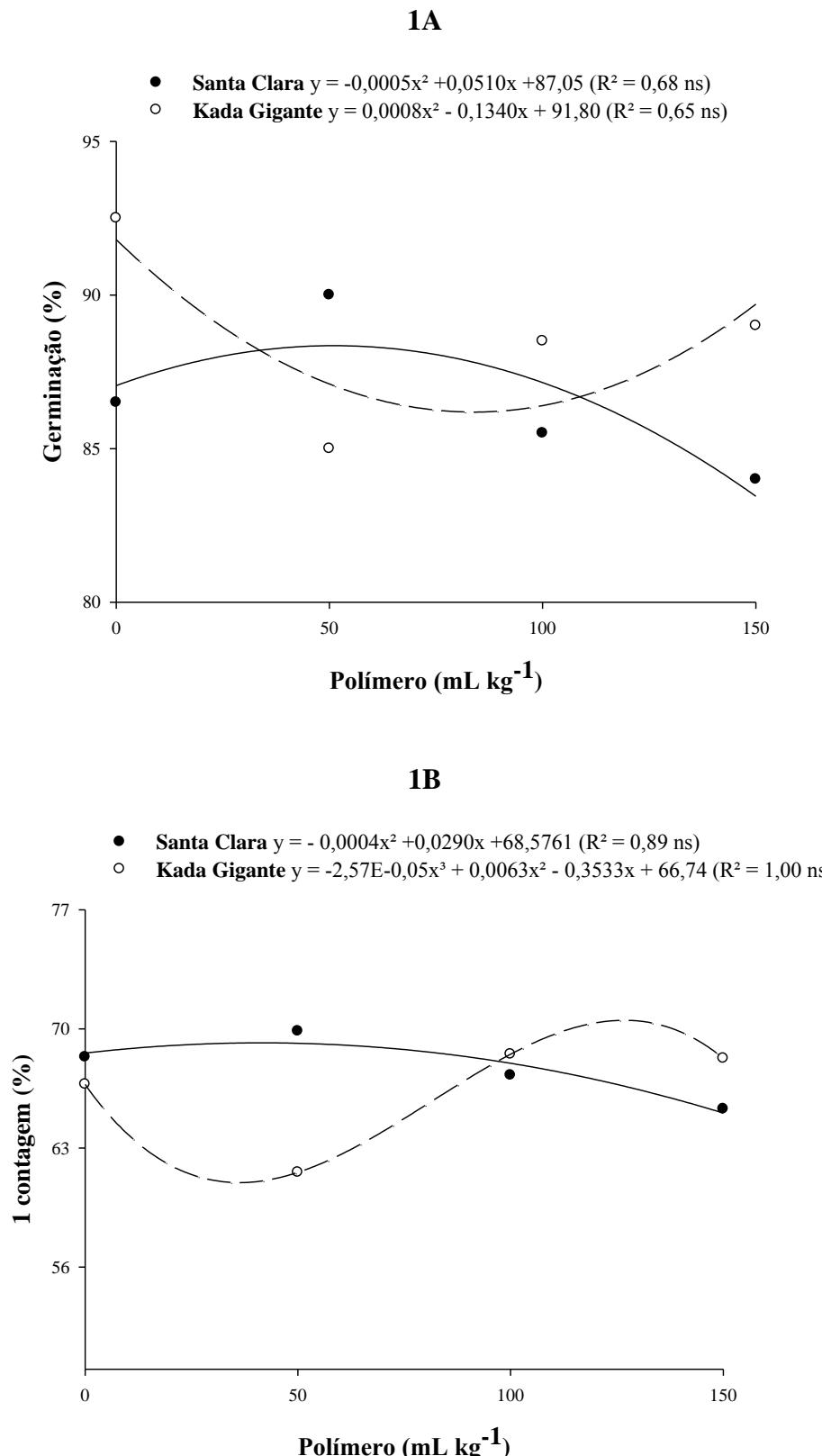
Observou-se efeitos significativos para cultivares somente para as variáveis massa de matéria seca de raiz e relação massa de matéria seca de parte aérea / massa de matéria seca de raiz (Tabela 2.2). A cultivar Santa Clara apresentou maior acumulação de massa de matéria seca de raiz 22% que Kada Gigante. Entretanto, as mudas da cultivar Kada Gigante apresentaram uma relação entre massa de matéria seca de parte aérea e massa de matéria seca de raiz 35% maior que Santa Clara. Estas variações estão ligadas principalmente aos efeitos genéticos dos materiais estudados.

### 3.4 CONCLUSÕES

O efeito da peliculização na germinação de sementes de tomate depende da cultivar utilizada. O potencial fisiológico é incrementado pelo uso de polímeros de revestimento, sendo que isto não ocorre para a produção de mudas.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

Com base no primeiro experimento realizado optou-se pela dosagem de 150 mL kg<sup>-1</sup> de semente para a associação do polímero de revestimento ao paclobutrazol. Além disso, a cultivar escolhida foi Kada Gigante pela emergência elevada e discrepância no crescimento da parte aérea em relação ao sistema radicular.



**Figura 1.** Germinação (1A) e primeira contagem de germinação (1B) de sementes de tomate, cultivares Santa Clara e Kada Gigante, em função de concentrações do polímero Disco AG Red L-203® (Goiânia, 2012).

**Tabela 2.1.** Potencial fisiológico de sementes de tomate, cultivares Santa Clara e Kada Gigante, peliculizadas com o polímero Disco AG Red L-203® (Goiânia, 2012).

Tratamentos	Germinação (%)	Primeira contagem de germinação (%)	Teste de frio (%)	Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )	Emergência de plântulas (%)	Índice de velocidade de emergência
<b>Cultivar (C)</b>						
Santa Clara	86	68	37	62,51	88	15,75
Kada Gigante	89	66	30	131,85	96	16,57
Teste F	2,55 ns	1,13 ns	12,48**	111,17**	50,82**	2,46 ns
<b>Polímero (P)</b>						
0	89	68	35	98,77	91	16,37
50	87	66	35	85,16	89	15,63
100	87	68	27	101,31	93	16,03
150	86	67	36	103,48	94	16,62
Teste F	0,87 ns	0,51 ns	3,35 *	1,57 ns	3,60 *	0,69 ns
Régressão	-	-	C	-	L	-
<b>Teste F (C x P)</b>	<b>3,14*</b>	<b>3,44*</b>	<b>2,08 ns</b>	<b>2,31 ns</b>	<b>0,83 ns</b>	<b>0,09 ns</b>
CV (%)	4,54	5,64	18,52	19,14	3,59	9,02

\* significativo ( $p<0,05$ ); \*\* significativo ( $p<0,01$ ); ns – não significativo; L – Modelo Linear; C – Modelo Cúbico

**Tabela 2.2.** Massa de matéria fresca total (MFT), massa de matéria seca total (MST), massa de matéria seca de parte aérea (MSPA), massa de matéria seca de raiz (MSR), relação entre massa de matéria seca de parte aérea e massa de matéria seca de raiz (RMSPA/MSR), altura de parte aérea (AP) e diâmetro de hipocótilo (DH) de mudas de tomate oriundas de sementes peliculizadas com o polímero Disco AG Red L-203® (Goiânia, 2012).

Tratamentos	MFT (g planta <sup>-1</sup> )	MST (mg planta <sup>-1</sup> )	MSPA (mg planta <sup>-1</sup> )	MSR (mg planta <sup>-1</sup> )	RMSPA/MSR	AP (cm planta <sup>-1</sup> )	DH (mm planta <sup>-1</sup> )
<b>Cultivar (C)</b>							
Santa Clara	0,56	84,08	61,82	22,26	2,77	6,46	1,88
Kada Gigante	0,46	77,42	59,70	17,72	3,38	6,53	1,70
Teste F	8,90**	3,20 ns	0,52 ns	24,12**	43,70**	0,04 ns	14,26**
<b>Polímero (P)</b>							
0	0,53	83,54	63,17	20,37	3,12	6,73	1,79
50	0,48	81,35	61,74	19,60	3,22	6,51	1,77
100	0,50	79,34	59,37	19,96	2,99	6,25	1,80
150	0,54	78,78	58,74	20,03	2,98	6,50	1,81
Teste F	0,46 ns	0,33 ns	0,49 ns	0,11 ns	1,59 ns	0,29 ns	0,10 ns
Regressão							
<b>Teste F (C x P)</b>	0,16 ns	0,29 ns	0,30 ns	0,43 ns	1,14 ns	0,69 ns	0,24 ns
CV (%)	18,76	13,05	13,63	13,09	8,46	15,43	7,74

\* significativo (p<0,05); \*\* significativo (p<0,01); ns – não significativo;

## 4 PELICULIZAÇÃO DE SEMENTES DE TOMATE ASSOCIADO AO PACLOBUTRAZOL

### RESUMO

O tratamento de sementes com paclobutrazol deve ser aprimorado e tecnologias de recobrimento, como a peliculização, podem ser promissoras para aplicar uniformemente e fixar este regulador no tegumento das sementes sem permitir um contato prejudicial ao embrião. O objetivo da presente pesquisa foi determinar os efeitos da peliculização de sementes com paclobutrazol no potencial fisiológico de sementes de tomate e as implicações no crescimento de mudas. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, sendo presença ou ausência do polímero de revestimento Disco AG Red L-203<sup>®</sup> (0 ou 150 mL kg<sup>-1</sup> de semente) e quatro concentrações de paclobutrazol - PBZ (0, 35, 70 e 105 mg L<sup>-1</sup>). A interação entre os fatores (peliculização x concentrações de paclobutrazol) ocorreu somente para a variável condutividade elétrica. O paclobutrazol propiciou reduções de 27% na germinação, 8% na emergência de plântulas, 19% na altura de parte aérea, 20% na área foliar e aumento de 24% na detecção de clorofila, em relação ao controle. A peliculização não altera a aplicação do paclobutrazol às sementes. O polímero de revestimento não afeta o potencial fisiológico de sementes e a produção de mudas. O paclobutrazol é eficiente no condicionamento da altura de mudas, mas prejudica a germinação e o vigor de sementes.

*Palavras-chave:* *Solanum lycopersicum* L, recobrimento de sementes, regulador de crescimento, germinação, vigor

FILM COATING OF TOMATO SEEDS OF THE ASSOCIATED PACLOBUTRAZOL

### ABSTRACT

Seed treatment with paclobutrazol should be enhanced and coating technologies, such as film coating can be applied uniformly and promising to fix this regulator in the seed coat without allowing a contact damaging the embryo. The objective of this research was to determine the effects of film coating with paclobutrazol on physiological potential of tomato seeds and its implications on the growth seedlings. A randomized experiment design was applied in a factorial 2x4 scheme, presence or absence of the polymer coating Disco AG Red L-203<sup>®</sup> (0 or 150 ml kg<sup>-1</sup> seed) and two cultivars (Santa Clara and Kada Gigante) and four concentrations of paclobutrazol - PBZ (0, 35, 70 and 105 mg L<sup>-1</sup>). The interaction between factors (film coating x paclobutrazol concentrations) occurred only for variable electrical conductivity. The paclobutrazol resulted in reductions in 27% germination, 8% seedling emergence, 19% seedling height, 20% leaf area and in increase in the detection of chlorophyll of 24%, compared to control. The film coating does not alter the application of paclobutrazol seed. The polymer coating does not affect the seed physiological potential and seedling production. Paclobutrazol is effective in seedling growth control, but affect the germination and seed vigor.

**Key Words:** *Solanum lycopersicum* L, seed coating, growth regulators, germination, vigor

#### 4.1 INTRODUÇÃO

O sucesso da tomaticultura depende de inúmeros fatores que vão desde a escolha do campo de produção à aceitação do consumidor nas gôndolas dos mercados. Neste cenário a produção de mudas é fundamental para a viabilidade produtiva da cadeia. As mudas devem ser originárias de sementes de alta qualidade e produzidas preferencialmente sob ambiente protegido.

Uma das principais problemáticas observadas na produção de mudas é o estiolamento da parte aérea devido ao excesso de crescimento vegetativo. Esse desequilíbrio ocasiona a formação de mudas frágeis, alongadas e mais suscetíveis a estresses bióticos e abióticos no transplantio (Seleguini, 2007). O condicionamento químico com reguladores de crescimento é uma alternativa viável, e para solucionar esse problema o paclobutrazol destaca-se nesse contexto (Latimer, 1991).

O paclobutrazol, pertencente ao grupo dos triazóis, é primariamente reconhecido como um inibidor da biossíntese de ácido giberélico e apresenta atividade fungitóxica

(Hedden & Greabe, 1985; Davis et al., 1988; Fletcher et al., 2000). Secundariamente, ocasiona aumento nos teores de citocinina, ácido abscisico e auxina e, diminuição dos níveis de etileno (Davis & Curry, 1991; Fletcher et al., 2000). Além disso, propicia uma maior resistência a estresses bióticos e abióticos devido a maior eficiência na regulação da absorção dos íons  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Cl^-$  nas células (Hajihashemi et al., 2007; Sharma et al., 2011), menor degradação de clorofila (Still & Pill, 2004; Baninasab & Ghobadi, 2011), redução de fotoinibição (Baninasab & Ghobadi, 2011) e aumento nos teores de prolina, superóxido dismutase, catalase e peroxidase (Sharma et al., 2011; Baninasab & Ghobadi, 2011). Portanto, na produção de mudas de tomate em ambiente protegido, o uso do paclobutrazol pode ser mais uma ferramenta para favorecer o transplantio e o estabelecimento das plântulas no campo (Davis & Curris, 1991; Setia et al., 1996; Rademacher, 2000).

A aplicação de paclobutrazol por meio de pulverizações foliares e/ou molhamento de substrato pode ocasionar a acumulação de resíduos em partes vegetais comercializáveis, principalmente em frutos (Srivastava & Ram, 1999; Yeshitela et al., 2004). Quando a veiculação do paclobutrazol ocorre por meio do tratamento de sementes, verifica-se a adequação satisfatória na altura de plântulas e os teores residuais em frutos não ultrapassam os níveis de segurança estabelecidos por agências internacionais como a FAO (Magnitsky et al., 2006 b). No entanto, efeitos deletérios na germinação de sementes e na emergência de plântulas são observados devido ao efeito anti-giberelina no embrião (Pill & Gunter, 2001). Assim, o tratamento de sementes com paclobutrazol deve ser aprimorado e tecnologias de recobrimento, como a peliculização, podem ser promissoras para aplicar uniformemente e fixar este regulador no tegumento das sementes sem permitir um contato prejudicial ao embrião.

Diante do exposto acima, objetivou-se verificar os efeitos da peliculização de sementes com paclobutrazol no potencial fisiológico de sementes de tomate e as implicações no crescimento de mudas.

#### 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório do Setor de Horticultura e em casa de vegetação da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos – EA/UFG. Avaliaram-se as respostas de sementes de tomate (cultivar Kada Gigante) peliculizadas com

concentrações crescentes de paclobutrazol.

Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, sendo presença ou ausência do polímero de revestimento Disco AG Red L-203® (Incotec Holding BV, Enkhuizen, Países Baixos) (0 e 150 mL kg<sup>-1</sup> de sementes) e quatro concentrações de paclobutrazol - PBZ (0, 35, 70 e 105 mg L<sup>-1</sup>), com cinco repetições.

Inicialmente, as quantidades de película de revestimento foram diluídas em 15 mL de água destilada e posteriormente foram misturadas a 50 mL de solução de paclobutrazol nas seguintes concentrações (0, 50, 100 e 150 mg L<sup>-1</sup>). Considerou-se que a mistura destas soluções de solutos diferentes não proporciona ocorrência de reação química, portanto as concentrações finais do paclobutrazol foram de aproximadamente 0, 35, 70 e 105 mg L<sup>-1</sup>.

Foram utilizadas três gramas de sementes por tratamento. A adesão da mistura polímero-paclobutrazol às sementes ocorreu por agitação (Mesa Agitadora Orbital de Bancada, NT 145) em erlenmeyer de vidro, por 10 minutos a 80 rpm. Posteriormente, as sementes foram secas em papel de filtro por 24 horas a 22°C. O grau de umidade foi determinado por meio do método de estufa a 105° C, por 24 horas, sendo utilizadas duas subamostras de 50 sementes (Barros et al., 2002; Brasil, 2009).

#### 4.2.1 Avaliação do potencial fisiológico de sementes

- **Teste de germinação:** 250 sementes (cinco repetições de 50 sementes, por tratamento) foram semeadas em caixas de poliestireno – gerbox (11 x 11 x 3,5 cm), sobre três camadas de papel germitest. O substrato foi umedecido com água destilada equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca. As caixas foram mantidas em câmara incubadora B.O.D a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas. As avaliações consistiram na identificação de plântulas normais aos cinco (**primeira contagem de germinação**) e 14 dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

- **Condutividade elétrica:** foram usadas cinco repetições de 50 sementes pesadas com precisão de 0,0001g e colocadas para embeber em copos plásticos (100 mL) contendo 75 mL de água destilada, durante 24 horas a 25°C (ISTA, 1995). A medição de condutividade elétrica foi efetuada por meio de condutivímetro portátil (PHTEK CD203) e os resultados foram expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ .

- **Teste de Frio sem "terra":** conduzido conforme recomendações de ISTA (1995) e Rodo et al. (1998). Cinco repetições de 50 sementes foram distribuídas em substrato rolo de papel toalha umedecido com água destilada, equivalente a 2,5 a massa do papel seco. Após a semeadura, os rolos foram colocados em sacos plásticos e permaneceram a 10°C em câmara de resfriamento por sete dias. Depois, foram transferidos para câmara incubadora B.O.D a 25°C onde permaneceram por mais sete dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

- **Emergência de plântulas em casa de vegetação:** realizou-se a semeadura em bandejas de isopor de 288 células ( $10 \text{ cm}^3 \text{ célula}^{-1}$ ), preenchidas com substrato Qualifibra®, distribuindo-se uma semente por célula. Foram utilizadas cinco repetições de 36 sementes. As bandejas foram mantidas em ambiente protegido. A irrigação aconteceu diariamente nos períodos da manhã e da tarde. A emergência de plântulas foi avaliada a cada dois dias, do quinto ao décimo quinto dia após a semeadura, para cálculo do índice de velocidade de emergência (Maguire, 1962).

#### 4.2.2 Avaliação do crescimento de mudas

Aos 28 dias após a semeadura procedeu-se análise de crescimento para determinação de: massa de matéria fresca total (g); massa de matéria seca total, parte aérea e radicular (mg); relação entre massa de matéria seca de raiz e massa de matéria seca de parte aérea; diâmetro de hipocótilo (mm); altura de parte aérea (cm); relação entre diâmetro de hipocótilo e altura de parte aérea; comprimento radicular (cm); razão de área foliar ( $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ) e teor de clorofila (SPAD).

Amostraram-se de cada parcela oito mudas. Estas foram pesadas em balança analítica (precisão de 0,001 g) para obtenção de massa fresca total. A altura de parte aérea e o comprimento radicular foram obtidos com o auxílio de régua graduada em milímetros. Para a determinação do diâmetro de hipocótilo empregou-se paquímetro digital. A área foliar e radicular foram mensuradas por meio de scanner (Area Meter, CI-202, CID BIO-SCIENCE). O conteúdo total de clorofila foi obtido por meio do medidor SPAD-502 (Konina Minolta). Posteriormente, as mudas foram acondicionadas em sacos de papel e submetidas ao método estufa (60°C, 72 h) para determinação da massa seca de parte aérea e sistema radicular (Benincasa, 2003). A razão de área foliar (RAF) foi calculada por meio da razão entre a área foliar e massa de matéria seca total (Benincasa, 2003).

Inicialmente, os dados obtidos foram submetidos aos testes de Lilliefors (Normalidade) e Barlett (Homogeneidade de variância) para verificar as pressuposições da análise da variância. Todos estes requisitos foram atendidos e, portanto os dados não foram transformados. A significância dos efeitos dos tratamentos foi determinada pelo Teste F, sendo que para o fator “concentrações de paclobutrazol” foram ajustadas regressões polinomiais.

#### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os fatores (películização x concentrações de paclobutrazol) ocorreu somente para a variável condutividade elétrica ( $p < 0,001$ ) (Tabela 3.1, 3.2 e 3.3). As demais variáveis foram analisadas considerando as médias de cada fator.

O revestimento de sementes não alterou as variáveis relacionadas à germinação e emergência de plântulas (Tabela 3.1). O polímero provavelmente não propiciou a formação de barreiras para a difusão do oxigênio e/ou mudança na permeabilidade do tegumento que poderiam prejudicar o desempenho germinativo e o estabelecimento de plântulas (Duan & Burris, 1997; Chachalis & Smith, 2001; Willenborg et al., 2004; Magnitskiy et al., 2006 a). Resultados semelhantes foram observados para as culturas do milho (Pereira et al., 2005), algodão (Lima et al., 2006), alface (Diniz et al., 2006), soja (Trentini et al., 2005; Pereira et al., 2009; Pereira et al., 2010) e cenoura (Hölbiger et al., 2010).

O recobrimento de sementes pode alterar a captação de umidade no substrato e/ou solo, prejudicando a germinação e emergência (Duan & Burris, 1997; Willenborg et al., 2004; Magnitskiy et al., 2006 a; Dizaj, 2010) Além disso, durante a embebição alguns materiais utilizados desintegram-se formando uma “papa” (massa sem resistência) que limita a passagem de oxigênio e umidade para o embrião (Sampaio & Sampaio, 2009).

Concentrações crescentes de paclobutrazol prejudicaram as porcentagens e velocidades de germinação (primeira contagem de germinação) e emergência (Tabela 3.1). A embebição propiciou a penetração deste regulador no interior da semente resultando na diminuição dos níveis de giberelinas endógenas e consequente prejuízo ao alongamento do eixo embrionário, a síntese e atividade de enzimas envolvidas na germinação (Bewley & Black, 1994; Pill & Gunter, 2001; Marcos Filho, 2005). Pasian & Bennett (2001) afirmam que além deste contato deletério com o embrião, há uma tendência de migração do produto

do tegumento da semente para o meio de crescimento. Estes autores relatam que no papel de germinação a concentração do paclobutrazol ao redor das sementes alcança níveis considerados inibitórios. Já o substrato utilizado para o teste de emergência funciona como um material adsorvente do excesso de regulador lixiviado da semente, por isso as quedas na emergência são menores que no teste de germinação.

Sementes recobertas apresentaram-se pouco vigorosas em condições desfavoráveis de ambiente representadas pelo teste de frio (Tabela 3.1). A peliculização não minimizou os danos decorrentes da embebição em condições de baixa temperatura e alto grau de umidade. Isso propiciou maior perda de solutos celulares, desorganização das membranas celulares e consequentemente menor vigor (Marcos Filho et al., 2005). Respostas positivas mais acentuadas ao teste de frio são observadas quando os polímeros SB2000 e Intellimer são utilizados no revestimento de sementes. Estes materiais exibem impermeabilidade a água em baixas temperaturas (Ni, 2001; Taylor et al., 1997).

O potencial fitotóxico do paclobutrazol foi intensificado em condições de estresse térmico na emergência de plântulas, como no teste de frio (Tabela 3.1). O tratamento de sementes com fungicidas permite às sementes uma melhor expressão do potencial fisiológico no teste de frio devido à diminuição da suscetibilidade das sementes à infecção por patógenos (Pereira et al., 2008; Pereira et al., 2011). Alguns fungos, principalmente algumas espécies do gênero *Pythium*, possuem o desenvolvimento favorecido por condições de alta umidade e temperaturas amenas (Krugner & Auer, 2005).

Na Figura 2 observa-se a interação entre os fatores estudados para a variável condutividade elétrica. A presença do polímero diminuiu a liberação de paclobutrazol para a solução. Isto pode indicar que a peliculização propiciou maior retenção deste regulador às sementes (Smith, 1997; Pereira et al., 2010). No entanto, a generalização desta afirmação é restrita visto que não houve interação entre os fatores estudados para as outras variáveis relacionadas ao potencial fisiológico das sementes.

O uso do teste de condutividade elétrica é questionável quando se utiliza sementes tratadas quimicamente. A lixiviação de produtos químicos pode mascarar comparações de vigor de sementes tratadas e não tratadas (Aguilera et al., 2000; Tropaldi et al., 2010; Oliveira et al., 2011). Portanto, não há como determinar os efeitos da interação entre o paclobutrazol e o polímero de revestimento no restabelecimento da integridade das membranas celulares durante a embebição.

A embebição de sementes com soluções de paclobutrazol diminuiu linearmente a altura de mudas (Tabela 3.2). Esta é a resposta morfológica mais esperada e conhecida deste regulador (Quinlan, 1981). As concentrações de 35 mg L<sup>-1</sup>, 70 mg L<sup>-1</sup> e 105 mg L<sup>-1</sup> ocasionaram uma redução de 9,94%, 20,95% e 24,02%, respectivamente, quando comparada ao controle. Resultados semelhantes foram observados em maça (Mage & Powell, 1990), tomate cv. Sun 6108, gerânio, marigold (Pasian & Bennett, 2001), cosmos (Pill & Gunter, 2001), tomate cv. Marglobe (Still & Pill, 2004) e tomate cv. Better Boy (Brigard et al., 2006).

Além do condicionamento da altura de parte aérea, o paclobutrazol aumentou a relação diâmetro/altura (Tabela 3.2). A maior espessura da haste caulinar aliada a uma menor altura propicia a formação de uma muda compacta e mais resistente ao transplantio, devido a menor possibilidade de quebras e redução do excesso de crescimento vegetativo.

O paclobutrazol exerceu um impacto negativo sobre o vigor das sementes, culminando em falta de rapidez e sincronismo na emergência (Tabela 3.1). No entanto, isso não prejudicou a habilidade das mudas em acumular matéria seca e crescer alometricamente o sistema radicular (Tabela 3.2 e 3.3). Portanto, a redução em altura observada não pode ser atribuída à lentidão na emergência e sim ao efeito fisiológico principal deste composto que consiste em inibir a biossíntese de giberelinas, principal hormônio associado a alongamento caulinar (Tabela 3.2). Além disso, pode-se afirmar que, houve um controle eficiente do crescimento sem alterações a atividade fotossintética (Monselise & Goldschmidt, 1982).

A influência da embebição de sementes com paclobutrazol sobre o balanço entre fotossíntese e respiração depende de fatores exógenos e endógenos, ligados principalmente às interações entre genótipos e condições ambientais. Still & Pill (2004) observaram que em condições de estresse térmico houve redução da massa de matéria seca de raiz e caule de mudas de tomate cv. Marglobe. Para mudas de pepino cv. Super Aston, nas mesmas condições, as massas de matéria seca e fresca de caule e raiz foram aumentadas (Baninasab & Ghobadi, 2011). Na ausência de estressores ambientais, o paclobutrazol reduziu a massa de matéria seca de caule de mudas de tomate cultivar Better Boy (Brigard et al., 2006).

As mudas oriundas de sementes tratadas com paclobutrazol apresentaram folhas com coloração verde mais intensa do que as controle, o que pode ser comprovado pelos resultados das unidades SPAD (Tabela 3.3). Existem duas hipóteses que explicam a

função do paclobutrazol na intensificação da coloração esverdeada da superfície assimilatória.

A primeira, comumente discutida, é que o paclobutrazol aumenta os níveis de citocininas endógenas e assim há maior diferenciação de cloroplastos, maior biossíntese e menor degradação de clorofila (Fletcher & Arnold, 1986). Isto normalmente é acompanhado de um crescimento do sistema radicular mais expressivo e um aumento na eficiência fotossintética (Baninasab & Ghobadi, 2011; Sharma et al., 2011). No entanto, nesse trabalho, isso não pode ser evidenciado, uma vez que não houve efeito do paclobutrazol nos parâmetros biométricos relacionados ao acúmulo de matéria seca, crescimento radicular e razão de área foliar (Tabela 3.2 e 3.3).

A segunda hipótese refere-se ao efeito “concentrador” de clorofila nas folhas devido a menor expansão foliar (Davies & Sankhla, 1987). O paclobutrazol atua de forma inversa no tamanho e na espessura foliar, sendo isto observado em várias espécies, tais como: *Vitis* spp.cv. Seyval Blanc (Hunter & Proctor, 1992), *Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Valencia (Vu & Yelenosky, 1992), *Poa pratensis* L. (Beasley et al., 2007), *Citrus volkameriana* Pasq. (Siqueira et al., 2008), *Saussurea costus* (Falc.) Lipsch. (Chaturvedi et al., 2009) e *Solanum tuberosum* L. (Flores López et al., 2011). O efeito anti-giberelina afeta o direcionamento de microtúbulos, essencial para a divisão e crescimento celular (Matsumoto, 2005). Portanto, não há maior biossíntese de clorofila, e sim uma compartimentalização do conteúdo celular. Esta é a hipótese mais provável para esse trabalho devido à redução de área foliar (Tabela 3.2). A maior concentração utilizada (105 mg L<sup>-1</sup>) propiciou uma redução de 27,19% na área foliar e um aumento de 27,39% na detecção de clorofila em relação ao controle.

Em relação à produção de mudas, a peliculização não alterou os parâmetros biométricos avaliados (Tabela 3.2 e 3.3). Trentini et al. (2005) e Pereira et al. (2010) não observaram alterações derivadas da peliculização de sementes de soja com polímeros hidrofílicos na altura de plantas, nodulação, morfologia e produção de vagens. A produção de mudas de brócolos e salsa e, o crescimento de plantas de cenoura também não foi afetado pelo revestimento de sementes (Tanada-Palmu et al., 2005; Hölbeg et al., 2010). Desta forma, observa-se que os efeitos da peliculização estão mais restritos ao potencial fisiológico das sementes e possivelmente ao crescimento inicial de plântulas, durante um período relativamente curto após a emergência (Sampaio & Sampaio, 2009).

#### 4.4 CONCLUSÕES

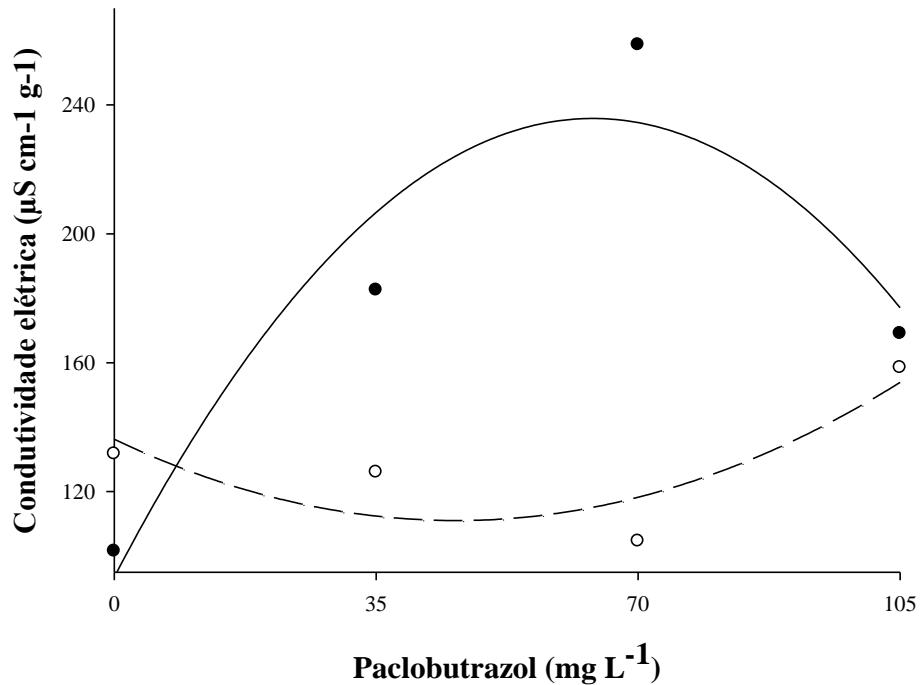
O polímero de revestimento não afeta o potencial fisiológico de sementes a a produção de mudas.

O paclobutrazol é eficiente no condicionamento da altura de mudas, mas prejudica a germinação e o vigor de sementes. A peliculização não altera a aplicação do paclobutrazol às sementes.

#### 4.5 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

O experimento realizado mostra as dificuldades concernentes ao tratamento de sementes com paclobutrazol. O potencial de adesivo do polímero de revestimento falhou e assim buscou-se em um novo experimento diferentes formas de condicionamentos fisiológicos das sementes com o paclobutrazol e a peliculização para a superação das quedas de emergência ainda observadas.

- Ausência de Polímero  $y = -0,00348x^2 + 4,4523x + 93,4628$  ( $R^2 = 0,89$  ns)
- Presença de Polímero  $y = 0,0121x^2 - 1,1062x + 136,2077$  ( $R^2 = 0,71$  ns)



**Figura 2.** Condutividade elétrica de sementes de tomate (cultivar Kada Gigante) peliculizadas com paclobutrazol (Goiânia, 2012).

**Tabela 3.1.** Potencial fisiológico de sementes de tomate (cultivar Kada Gigante) peliculizadas com paclobutrazol (Goiânia, 2012).

Tratamentos	Germinação (%)	Primeira contagem de germinação (%)	Teste de frio (%)	Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )	Emergência de plântulas (%)	Índice de velocidade de emergência
<b>Polímero (P)</b>						
Ausência	75	46	58	177,91	95	13,00
Presença	75	47	39	130,28	91	11,88
Teste F	0,004 ns	0,02 ns	49,39**	14,76**	2,59 ns	2,91 ns
<b>Paclobutrazol (Z)</b>						
0	95	74	67	116,58	99	17,09
35	75	40	41	154,46	93	11,36
70	68	34	40	181,62	91	10,93
105	62	40	46	163,72	89	10,37
Teste F	23,53**	20,19**	23,08**	4,89**	3,28*	22,83 **
Ressagem	L	Q	Q	Q	L	Q
<b>Teste F (P x Z)</b>	0,92 ns	1,63 ns	1,72 ns	10,20**	0,86 ns	1,00 ns
CV (%)	12,42	27,74	17,23	25,44	7,91	16,63

\* significativo ( $p<0,05$ ); \*\* significativo ( $p<0,01$ ); ns – não significativo; L – Modelo Linear; Q – Modelo Quadrático

**Tabela 3.2.** Diâmetro de hipocótilo (DH), altura de parte aérea (AP), relação entre diâmetro de hipocótilo e altura de parte aérea (DH/AP), taxa de crescimento absoluto (TCA), área foliar (AF), área radicular (AR) e comprimento radicular (CR) de mudas de tomate (cultivar Kada Gigante) oriundas de sementes peliculizadas com paclobutrazol (Goiânia, 2012).

Tratamentos	DH (mm planta <sup>-1</sup> )	AP (cm planta <sup>-1</sup> )	DH/AP	AF (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )	AR (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )	CR (cm planta <sup>-1</sup> )
<b>Polímero (P)</b>						
Ausência	1,79	7,30	0,25	9,36	0,85	8,41
Presença	1,75	7,29	0,24	9,68	0,79	8,37
Teste F	0,35 ns	0,001 ns	0,43 ns	0,12 ns	0,32 ns	0,03 ns
<b>Paclobutrazol (Z)</b>						
0	1,77	8,45	0,20	11,14	0,88	8,44
35	1,84	7,61	0,24	10,11	0,75	8,54
70	1,71	6,68	0,25	8,72	0,74	8,24
105	1,76	6,42	0,27	8,11	0,91	8,35
Teste F	0,87 ns	11,61**	10,75**	2,42*	0,62 ns	0,24 ns
Rregressão	-	L	L	L	-	-
<b>Teste F (P x Z)</b>	1,18 ns	0,61 ns	1,01 ns	0,67	0,24	0,37
CV (%)	10,71	11,81	11,08	29,13	42,51	9,60

\* significativo (p<0,05); \*\* significativo (p<0,01); ns – não significativo; L – Modelo Linear

**Tabela 3.3.** Massa de matéria fresca total (MFT), massa de matéria seca total (MST), massa de matéria seca de raiz (MSR), massa de matéria seca de parte aérea (MSPA), relação entre massa de matéria seca de raiz e massa de matéria seca de parte aérea (RMSR/MSPA), razão de área foliar (RAF) e teor de clorofila (C) de mudas de tomate (cultivar Kada Gigante) oriundas de sementes peliculizadas com paclobutrazol (Goiânia, 2012).

Tratamentos	MFT (g planta <sup>-1</sup> )	MST (mg planta <sup>-1</sup> )	MSR (mg planta <sup>-1</sup> )	MSPA (mg planta <sup>-1</sup> )	RMSR/MSPA	RAF (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )	C (SPAD planta <sup>-1</sup> )
<b>Polímero (P)</b>							
Ausência	0,68	91,85	18,43	73,42	25,18	101,83	28,57
Presença	0,64	88,03	17,60	70,43	25,40	108,53	29,48
Teste F	0,52 ns	0,39 ns	0,52 ns	0,35 ns	0,07 ns	1,48 ns	1,59 ns
<b>Paclobutrazol (Z)</b>							
0	0,74	100,08	19,98	80,10	25,05	110,24	23,67
35	0,69	93,00	18,48	74,52	24,96	107,46	29,65
70	0,60	84,04	16,56	67,48	24,88	103,18	30,20
105	0,61	82,64	17,04	65,60	26,28	99,84	32,60
Teste F	1,53 ns	1,79 ns	1,81 ns	1,73 ns	0,65 ns	0,69 ns	27,95**
Rregressão	-	-	-	-	-	-	L
<b>Teste F (P x Z)</b>	0,22 ns	0,33 ns	0,08 ns	0,41 ns	0,72 ns	0,51 ns	0,69 ns
CV (%)	24,36	21,42	20,09	22,22	10,26	16,52	7,82

\* significativo (p<0,05); \*\* significativo (p<0,01); ns – não significativo; L – Modelo Linear

## **5 CONDICIONAMENTO DE SEMENTES DE TOMATE COM PACLOBUTRAZOL E POLÍMERO DE REVESTIMENTO: EFEITOS NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES E PRODUÇÃO DE MUDAS**

### **RESUMO**

A qualidade das sementes é primordial para o sucesso da olericultura, principalmente para aquelas espécies em que há o transplante de mudas. As informações concernentes a peliculização de sementes de hortaliças com reguladores de crescimento são escassas. O objetivo da presente pesquisa foi determinar os efeitos de tratamentos pré-germinativos com paclobutrazol e polímeros de revestimento no potencial fisiológico de sementes e na produção de mudas de tomate (Kada Gigante). Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições. Os tratamentos consistiram em: embebição de sementes com água; embebição de sementes em solução de paclobutrazol ( $50 \text{ mg L}^{-1}$ ) e diferentes combinações de polímero com o paclobutrazol, sendo realizadas a peliculização de sementes antes ou depois da embebição com paclobutrazol. A embebição de sementes com paclobutrazol, mesmo com a presença do polímero de revestimento, prejudicou a velocidade de germinação e a emergência de plântulas. Houve redução de 17 % na primeira contagem no teste de germinação, 11% na emergência de plântulas e 57% no índice de velocidade de emergência de plântulas, em relação ao controle. Conclui-se que o paclobutrazol propicia o condicionamento da altura de mudas, mas prejudica o potencial fisiológico das sementes. A peliculização como veículo para fixação do paclobutrazol não é indicada devido à manutenção da redução da emergência de plântulas.

*Palavras-chave:* *Solanum lycopersicum* L, germinação, vigor, recobrimento de sementes, regulador de crescimento

CONDITIONING OF TOMATO SEEDS WITH PACLOBUTRAZOL AND FILM COATING: EFFECTS ON THE SEED PHYSIOLOGICAL POTENTIAL AND SEEDLING PRODUCTION

## ABSTRACT

Seed quality is primordial for a sucessful horticulture system, especially for those species in which there are transplanting seedlings. The information concerning the film coating of vegetable seeds with growth regulators are scarce. The objective of this research was to determine the effects of pre-germination treatments with paclobutrazol and polymer coating on seed physiological potential and yield of tomato seedlings (Kada Gigante). A randomized experiment design was applied with six replications. Treatments consisted of: soaking seeds with water; soaking seeds in paclobutrazol solution ( $50 \text{ mg L}^{-1}$ ) and different combinations of polymer with paclobutrazol, being held the film coating of seeds before or after soaking with paclobutrazol. Imbibition of seeds with paclobutrazol, even with the presence of the polymer coating, harmed the speed of germination and seedling emergence. There was a reduction of 17% on the first count in the germination test, 11% on seedling emergence and 57% in the emergence velocity index, relative to the control. It is concluded that the paclobutrazol provides the conditioning of seedling height, but promotes negative effects on seed physiological potential physiological. The film coating as a vehicle for fixation of paclobutrazol is not indicated due to maintenance of reduced seedling emergence.

**Key Words:** *Solanum lycopersicum* L, germination, vigor, seed coating, growth regulators

### 5.1 INTRODUÇÃO

A qualidade das sementes é primordial para o sucesso da olericultura, principalmente para aquelas espécies em que há o transplante de mudas. Mudas mal formadas, debilitadas e pouco vigorosas comprometem o desenvolvimento futuro da cultura, aumentando seu ciclo e ocasionando perdas de produção (Minami, 1995; Souza & Ferreira, 1997).

A peliculização (*film coating*) é um dos métodos mais promissores para o revestimento de sementes (Sampaio & Sampaio, 2009). Além de não causar mudanças no tamanho e formato das sementes favorece o desempenho germinativo, a eficiência na semeadura e o tratamento de sementes (Kaufman, 1991; Taylor et al., 1998; Ni, 2001; Pires

et al., 2004; Trentini et al., 2005; Lima et al., 2006; Basavaraj et al., 2008; Jacob et al., 2009; Pereira et al., 2010; Ludwig et al., 2011; Avelar et al., 2012).

A aplicação de reguladores de crescimento permite que as plantas expressem melhor seu potencial de produção, pois são importantes ativadores metabólicos (Setia et al., 1995; Magnitskiy et al., 2006). O paclobutrazol é um dos mais importantes retardantes de crescimento em plantas. Na produção de mudas hortícolas, este regulador de crescimento causa diminuição da altura de hipocótilo, menor elongamento dos internódios e maior resistência a estresses abióticos e bióticos, favorecendo o transplantio e o estabelecimento de mudas no campo (Davis & Curris, 1991; Setia et al., 1996; Rademacher, 2000; Hajihashemi et al., 2007; Sharma et al., 2011).

Quando a veiculação do paclobutrazol ocorre por meio do tratamento de sementes, verifica-se efeitos deletérios à germinação e vigor de sementes de várias espécies, tais como: *Viola wittrockiana* L., *Verbena x hybrida* Voss. (Magnistkiy et al., 2006 a), *Cosmos bipinnatus* Cav. (Pill & Gunter, 2001), *Pelargonium x hortorum* L.H. Bailey, *Tagetes patilla* L., *Solanum lycopersicon* L. (Pasian & Bennett, 2001) e *Malus domestics* Borkh. (Mage & Powell, 1990). Assim, o tratamento de sementes com paclobutrazol deve ser aprimorado e tecnologias de recobrimento, como a peliculização, podem ser promissoras para aplicar uniformemente e fixar este regulador no tegumento das sementes sem permitir um contato prejudicial ao embrião.

As informações concernentes a peliculização de sementes de hortaliças com reguladores de crescimento são escassas. As empresas detentoras desta tecnologia mantêm todas as especificações de produtos e modos de aplicação em segredo devido a razões comerciais e estratégicas, e os avanços obtidos em trabalhos de pesquisa não estão plenamente disponíveis à comunidade científica (Sampaio & Sampaio, 2009).

Diante do exposto, objetivou-se verificar os efeitos do condicionamento de sementes de tomate com polímero de revestimento e paclobutrazol no potencial fisiológico de sementes de tomate e na produção de mudas.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Laboratório do Setor de Horticultura e em casa de vegetação da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos – EA/UFG. Avaliaram-se as respostas de sementes de tomate (cultivar Kada Gigante) a tratamentos pré-germinativos

com paclobutrazol e polímero de revestimento.

Os tratamentos pré-germinativos consistiram em:

- 1) Embebição de sementes em 50 mL de água (Controle);
- 2) Embebição de sementes em 50 mL de solução de paclobutrazol (50 mg L<sup>-1</sup>) (PBZ);
- 3) Polímero – Paclobutrazol (Pol - PBZ) – As sementes foram peliculizadas, secas por 24 horas à temperatura de 22 °C. Em seguida, foram embebidas em solução de paclobutrazol (50 mg L<sup>-1</sup>);
- 4) Paclobutrazol – Polímero (PBZ – Pol) - As sementes foram embebidas em solução de paclobutrazol (50 mg L<sup>-1</sup>), secas por 24 horas à temperatura de 22 °C. Posteriormente foram peliculizadas.

Foram utilizadas três gramas de sementes por tratamento. A embebição ocorreu por meio de agitação (Mesa Agitadora Orbital de Bancada, NT 145) em erlenmeyer de vidro, por 5 minutos a 80 rpm. Na peliculização utilizou-se o polímero de revestimento Disco AG Red L-203® (Incotec Holding BV, Enkhuizen, Países Baixos) na dosagem de 150 mL kg<sup>-1</sup> semente, diluída em 15 mL de água. Após a finalização dos tratamentos, as sementes foram secas em papel de filtro por 24 horas a 22°C.

### 5.2.1 Avaliação do potencial fisiológico de sementes

- **Teste de germinação:** 300 sementes (seis repetições de 50 sementes, por tratamento) foram semeadas em caixas de poliestireno – gerbox (11 x 11 x 3,5 cm), sobre três camadas de papel germitest. O substrato foi umedecido com água destilada equivalente a 2,5 vezes a sua massa seca. As caixas foram mantidas em câmara incubadora B.O.D a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas. As avaliações consistiram na identificação de plântulas normais aos cinco (**primeira contagem de germinação**) e 14 dias após a semeadura, sendo os resultados expressos em porcentagem (BRASIL, 2009).

- **Emergência de plântulas em casa de vegetação:** realizou-se a semeadura em bandejas de isopor de 288 células (10 cm<sup>3</sup> célula<sup>-1</sup>), preenchidas com substrato Qualifibra®, distribuindo-se uma semente por célula. Foram utilizadas cinco repetições de 36 sementes. As bandejas foram mantidas em ambiente protegido. A irrigação aconteceu diariamente nos períodos da manhã e da tarde. A emergência de plântulas foi avaliada a cada dois dias, do quinto ao décimo quinto dia após a semeadura, para cálculo do índice de velocidade de emergência (Maguire, 1962).

### 5.2.2 Avaliação do crescimento de mudas

Aos 26 dias após a semeadura procedeu-se análise de crescimento das mudas para determinação de: massa de matéria seca total (mg); diâmetro de hipocótilo (mm); altura de parte aérea (cm); relação entre diâmetro de hipocótilo e altura de parte aérea e, área foliar (cm<sup>2</sup>).

Amostraram-se de cada parcela, oito mudas. A altura de parte aérea foi obtida com o auxílio de régua graduada em milímetros. Para a determinação do diâmetro de hipocótilo empregou-se paquímetro digital. A área foliar foi mensurada por meio de scanner (Area Meter, CI-202, CID BIO-SCIENCE). Posteriormente, as mudas foram acondicionadas em sacos de papel e submetidas ao método estufa (60°C, 72 h) para determinação da massa de matéria seca total (Benincasa, 2003).

Inicialmente, os dados obtidos foram submetidos aos testes de Lilliefors (Normalidade) e Barlett (Homogeneidade de variância) para verificar as pressuposições da análise da variância. Todos estes requisitos foram atendidos e, portanto os dados não foram transformados.

Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. A significância dos efeitos dos tratamentos foi determinada pelo Teste F, sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

## 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A embebição de sementes com paclobutrazol, mesmo com a presença do polímero de revestimento, prejudicou a velocidade de germinação (primeira contagem da germinação) e a emergência de plântulas (Tabela 4.1). Houve redução média de 17 % na primeira contagem no teste de germinação, 11% na emergência e 57% no índice de velocidade de emergência de plântulas, em relação ao controle. Resultados semelhantes foram observados em sementes de maçã (Mage & Powell, 1990), gerânio e marigold (Pasian & Bennett, 2001). Pasian & Bennett (2001) relatam que o efeito anti-giberelina ocasionado pelo paclobutrazol prejudica o crescimento do embrião e a mobilização de reservas (Taiz & Zieger, 2004).

Pasian & Bennett (2001) e Magnitskiy et al. (2006 a) afirmam que o tratamento de sementes com paclobutrazol é eficiente quando o mantém fora do embrião, fixado no

tegumento e reduza a altura de plântulas sem prejudicar a emergência. Esperava-se que o revestimento com o polímero fosse atuar como um adesivo deste regulador, culminando em maior eficiência no tratamento de sementes. Desta forma, a peliculização como veículo para fixação do paclobutrazol não é indicada devido à manutenção da redução da emergência de plântulas.

A busca do tratamento ideal com o paclobutrazol nas sementes deve ocorrer em função de vários fatores como: períodos de embebição, concentrações utilizadas e características morfológicas e bioquímicas das sementes (Pasian & Bennett, 2001; Pill & Gunter, 2001; Magnitskiy et al., 2006 a). Outro fator fundamental é o vigor das sementes. Sementes dormentes possuem baixos níveis de giberelina e altos de ácido abscísico (Bewley & Black, 1994). A aplicação do paclobutrazol pode intensificar esse desbalanço.

As diferentes combinações entre polímero e paclobutrazol apresentaram a mesma eficiência no condicionamento químico da altura de mudas que a aplicação isolada do regulador (Tabela 4.2). A diminuição dos níveis de giberelinas endógenas ocasiona menor alongamento e plasticidade celular (Bewley & Black, 1994; Pill & Gunter, 2001; Marcos Filho, 2005; Matsumoto, 2005), afetando a relação entre o diâmetro e altura (Tabela 4.2). Portanto, o crescimento caulinar é direcionado para evitar o estiolamento e, isso, favorece o estabelecimento das mudas no transplantio. Redução de altura também foi observada em tomate cv. Sun 6108, gerânio, marigold (Pasian & Bennett, 2001), cosmos (Pill & Gunter, 2001), tomate cv. Marglobe (Still & Pill, 2004) e tomate cv. Better Boy (Brigard et al., 2006).

A compartimentalização do conteúdo celular proporcionada pelo paclobutrazol não afetou a superfície foliar e a atividade fotossintética (Tabela 4.2). A diminuição da expansão foliar associada à redução de tamanho e aumento de espessura é uma resposta morfológica comum deste triazol em várias espécies (Hunter & Proctor, 1992; Vu & Yelenosky, 1992; Beasley et al., 2007; Siqueira et al., 2008; Chaturvedi et al., 2009; Flores López et al., 2011; Nazarudin, 2012). Portanto, deve-se considerar que inúmeros fatores podem alterar os efeitos de reguladores de crescimento no metabolismo vegetal, principalmente aqueles resultantes das interações entre fatores genéticos e ambientais (Coelho et al., 1983).

#### 5.4 CONCLUSÕES

A peliculização não é eficiente para a fixação do paclobutrazol no tegumento. O paclobutrazol propicia o condicionamento da altura de mudas, mas prejudica o potencial fisiológico das sementes.

**Tabela 4.1.** Germinação (%G), primeira contagem de germinação (PCG), emergência de plântulas (%E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de tomate (cultivar Kada Gigante) oriundas de sementes submetidas a tratamentos pré-germinativos (Goiânia, 2012).

Tratamentos	%G	PCG	%E	IVE
Controle	96 a	93 a	98 a	9,87 a
PBZ	89 ab	76 b	89 b	3,98 b
Pol - PBZ	85 b	73 b	84 b	4,01 b
PBZ - Pol	91 ab	76 b	88 b	5,25 b
Teste F	5,84**	11,15**	13,58**	42,43**
CV (%)	5,16	8,13	4,30	18,15

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p<0,05$ ); \*\* significativo ( $p<0,01$ ); ns – não significativo

**Tabela 4.2.** Diâmetro de hipocôtilo (DH), altura de parte aérea (AP), relação entre diâmetro de hipocôtilo e altura de parte aérea (DH/AP), área foliar (AF) e matéria seca total (MST) de mudas de tomate (cultivar Kada Gigante) em função do uso de tratamentos pré-germinativos nas sementes (Goiânia, 2012).

Tratamentos	DH (mm planta <sup>-1</sup> )	AP (cm planta <sup>-1</sup> )	DH/AP	AF (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )	MST (mg planta <sup>-1</sup> )
Controle	1,38	5,51 a	0,25 c	4,21	38,92 a
PBZ	1,48	4,41 b	0,33 a	3,50	34,22 ab
Pol - PBZ	1,41	4,60 b	0,30 ab	3,76	33,44 ab
PBZ - Pol	1,35	4,73 b	0,28 bc	3,83	30,62 b
Teste F	1,31 ns	13,45**	7,72**	1,15 ns	3,30**
CV (%)	8,28	6,67	10,83	17,24	13,53

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p<0,05$ ); \* significativo ( $p<0,05$ ); \*\* significativo ( $p<0,01$ ); ns – não significativo;

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A peliculização de sementes de tomate mostra-se promissora como técnica de acabamento. O aspecto colorido das sementes pode ser utilizado na diferenciação de cultivares ou lotes e como estratégia de marketing na comercialização.

Estudos mais detalhados sobre o comportamento de sementes peliculizadas devem ser ampliados. Principalmente no concernente a utilização de várias cultivares e/ou lotes para a obtenção de respostas mais generalizadas sobre o potencial fisiológico em espécies que gozem de importância econômica.

Ainda há um longo caminho a se desvendar a respeito do tratamento de sementes com paclobutrazol. Ressalta-se a importância de estudos mais profundos a respeito dos efeitos de interações entre genótipos e este regulador em aspectos bioquímicos, fisiológicos, anatômicos e morfológicos de sementes e plântulas.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILERA, L. A.; CARON, B. O.; CELLA, W. L.; LERSCH JUNIOR, I. Qualidade fisiológica de sementes de milho em função da forma e do tratamento químico das sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 211-215, 2000.

ALBUQUERQUE, K. A. D.; SILVA, P. A.; OLIVEIRA, J. A.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; BOTELHO, F. J. Desenvolvimento de mudas de alface a partir de sementes armazenadas e enriquecidas com micronutrientes e reguladores de crescimento. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 5, p. 56-65, 2009.

ANTUNES, A. M.; ONO, E. O.; SAMPAIO, A. C. Efeito do paclobutrazol no controle da diferenciação floral natural do abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 290-295, 2008 a.

ANTUNES, A. M.; ONO, E. O.; SAMPAIO, A. C.; RODRIGUES, J. D. Physico-chemical and harvest time alterations in pineapple fruits “Smooth Cayenne” caused by paclobutrazol. **Brazilian Archives Biology Technology**, Curitiba, v. 51, n. 1, p. 19-26, 2008 b.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA. **Seed vigor testing handbook**. AOSA, 2009. 341 p.

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.

AVELAR, S. A. G.; BAUDET, L.; PESKE, S. T.; LUDWIG, M. P.; RIGO, G. A.; CRIZEL, R. L.; OLIVEIRA, S. Armazenamento de sementes de soja tratadas com fungicida, inseticida e micronutriente e recobertas com polímeros líquido e em pó. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1719-1725, 2011.

AVELAR, S. A. G.; SOUSA, F. V.; FISS, G.; BAUDET, L.; PESKE, S. T. The use of film coating on treated corn seed performance. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 186-192, 2012.

BANINASAB, B.; GHOBADI, C. Influence of paclobutrazol and application methods on high-temperature stress injury in cucumber seedlings. **Journal of Plant Growth Regulation**, Nova Iorque, v. 30, n. 2, p. 213-219, 2011.

BARBOSA, R. M.; COSTA, D. S.; SÁ, M. E. Envelhecimento acelerado de sementes de espécies oleráceas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 328-335, 2011.

BARRETT, J.; BARTUSKA, C. A.; NELL, T. A. Caladium height control with paclobutrazol drench applications. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 3, p. 549–550, 1995.

BARROS, D. I.; NUNES, H. V.; DIAS, D. C. F. S.; BHERING, M. C. Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 12-16, 2002.

BASAVARAJ, B. O.; BIRADAR PATIL, N. K.; VYAKARNAHAL, B. S.; BASAVARAJ, B. B. C.; HUNJE, R. Effect of fungicide and polymer film coating on storability of onion seeds. **Karnataka Journal Agriculture Science**, Karnataka, v. 21, n. 2, p. 212-218, 2008.

BAYS, R.; BAUDET, L.; HENNING, A. A.; LUCCA FILHO, O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 60-67, 2007.

BEASLEY, J. S.; BRANHAM, B. E.; SPOMER, A. Plant growth regulators alter Kentucky Bluegrass canopy leaf area and carbon Exchange. **Crop Science**, Madison, v. 47, n. 2, p. 757-766, 2007.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: Funep, 2003. 41 p.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum, 1994. 445 p.

BOTELHO, R. V.; MAIA, A. J.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M.; SCHUCK, E. Efeitos de reguladores vegetais na propagação vegetativa do porta-enxerto de videira '43-43' (*Vitis vinifera x V. rotundifolia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 6-8, 2005.

BRAR, J. S. Influence of paclobutrazol and ethephon on vegetative growth of guava (*Psidium guajava* L.) plants at different spacing. **Notulae Scientia Biologicae**, Cluj-Napoca, v. 2, n. 3, p. 110-113, 2010.

BRASIL. Portaria n° 457, de 23 de dezembro de 1986. Estabelece em todo território nacional, procedimentos e padrões de sementes olerícolas, para distribuição, transporte, e comércio de sementes fiscalizadas, e para a importação. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1986. Seção 1, p. 19653.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395 p.

BRIGARD, J. P.; HARKESS, R. L.; BALDWIN, B. S. Tomato early seedling height control using a paclobutrazol seed soak. **HortScience**, Alexandria, v. 41, n. 3, p. 768-772, 2006.

BUTLER, R. Coatings, films & treatments. **Seed World**, Des Plaines, v. 10, p. 18-24, 1993.

CAMARGO, F. P.; CAMARGO FILHO, W. P. Produção de tomate de mesa no Brasil, 1990-2006: contribuição da área e da produtividade. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 26, n. 2, Suplemento, p. S1018-S1021, 2008.

CHACHALIS, D.; SMITH, M. L. Hydrophobic-polymer application reduces imbibitions rate and partially improves germination or emergence of soybean seedlings. **Seed Science Technology**, Zurique, v. 29, n. 1, p. 91-98, 2001.

CHATUVERDI, A. K.; VASHISTHA, R. K.; PRASAD, P.; NAUTIYAL, C. Influence of foliar spray with paclobutrazol and ethephon on growth and photosynthetic behavior of *Saussurea costus* (Falc.) Lipsch. – an endangered medicinal and aromatic herb. **Nature and Science**, Nova Iorque, v. 7, n. 8, p. 53-62, 2009.

CIMEN, I.; BASBAG, S.; TEMIZ, M.; SAGAR, A. The effect of paclobutrazol, growth retardant, on cotton growth and *Verticillium* Wilt (*Verticillium dahliae* Kleb.). **Plant Pathology Journal**, Faisalabad, v. 3, n. 1, p. 35-39, 2004.

COELHO, Y. da S.; OLIVEIRA, A. A. R.; CALDAS, R. C. Efeitos do ácido giberélico ( $AG_3$ ) no crescimento de porta-enxertos para citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, n. 11, p.1229-1232, 1983.

CORR, B. E.; WIDMER, R. E. Paclobutrazol, gibberellic acid and rhizome size affect growth and flowering of *Zantedeschia*. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 2, p. 133-135, 1991.

COX, D. A. Gibberellic acid reverses effects of excess paclobutrazol on geranium. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 1, p. 39-40, 1991.

CRUZ, M. C. M.; OLIVEIRA, A. F.; OLIVEIRA, D. L.; NETO, J. V. Flowering and vegetative growth of olive tree submitted to pruning and paclobutrazol application. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campos dos Goytacazes, v. 23, n. 2, p. 105-111, 2011.

CRUZ, M. C. M.; SIQUEIRA, D. L. de; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R. Influência do paclobutrazol e da temperatura ambiente sobre o florescimento e frutificação da limeira ácida 'Tahiti'. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1148-1153, 2008.

CRUZ, M. C. M.; SIQUEIRA, D. L. de; SALOMÃO, L. C. C.; CECON, P. R.; SANTOS, D. Teores de carboidratos em limeiras ácidas "Tahiti" tratadas com paclobutrazol. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 222-227, 2007.

DAVIES, T. D.; SANKHLA, N. Altered diurnal leaf movements in soybean seedlings treated with triazole growth regulators. **Plant Cell Physiology**, Kyoto, v. 28, n. 7, p. 1345-1349, 1987.

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.

DEYTON, D. E.; SAMS, C. E.; CUMMINS, J. C. Strawberry growth and photosynthetic responses to paclobutrazol. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 9, p. 1178-1180, 1991.

DINIZ, K. A.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; CARVALHO, M. L. M.; MACHADO, J. C. Incorporação de microrganismos, aminoácidos, micronutrientes e reguladores de crescimento em sementes de alface pela técnica de peliculização. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 37-43, 2006.

DIZAJ, K. A. Seed coating of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in ordey to delay germination. **African Journal of Plant Science**, Lagos, v. 4, n. 7, p. 267-269, 2010.

DUAN, X.; BURRIS, J. S. Film coating impairs leaching of germination inhibitors in sugar beet seed. **Crop Science**, Madison, v. 37, n. 2, p. 515-520, 1997.

ECKER, R.; BARZILAY, A.; AFGIN, L.; WATAD, A. A. Growth and flowering responses of *Matthiola incana* L. R. BR. to paclobutrazol. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 12, p. 1330, 1992.

EHLENFELDT, M. K. Enhanced bud production in highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in response to paclobutrazol. **HortScience**, Alexandria, v. 33, n. 1, p. 75-77, 1998.

EL-KHOREIBY, A. M.; UNRATH, C. R.; LEHMAN, L. J. Paclobutrazol spray timing influences apple tree growth. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 3, p. 310-312, 1990.

ESPÍNDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; GROSSI, J. A. S.; SOUZA, M. A.; FAVARATO, L. F. Use of growth retardants in wheat. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 379-387, 2009.

ESPÍNDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, L. T.; SOUZA, M. A.; GROSSI, J. A. S. Efeitos de reguladores de crescimento na elongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.

EVANGELISTA, J. R. E.; OLIVEIRA, J. A.; BOTELHO, F. J. E.; OLIVEIRA, R. M. E.; PEREIRA, C. E. Desempenho de sementes de soja peliculizadas em solo com diferentes teores de água. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 4, p. 994-999, 2007.

FACTEAU, T. J.; CHESTNUT, N. E. Growth, fruiting, flowering and fruit quality of Sweet cherries treated with paclobutrazol. **HortScience**, Alexandria, v. 26, n. 3, p. 276-278, 1991.

FERRELL, J. A.; MURPHY, T. R.; DUNCAN, R. R.; VENCILL, W. K. Seashore paspalum response to trinexapac-ethyl and paclobutrazol. **HortScience**, Alexandria, v. 38, n. 4, p. 605-606, 2003.

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.; ARNOLD, V. Stimulation of cytokinins and chlorophyll synthesis in cucumber cotyledons by triadimefon. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 66, n. 2, p. 197-201, 1986.

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

FLETCHER, R. A.; HOFSTRA, G. Improvement of uniconazole-induced protection in wheat seedlings. **Journal of Plant Growth Regulation**, Nova Iorque, v. 9, n. 1-4, p. 207-212, 1990.

FLORES LÓPEZ, R.; SÁNCHEZ, F. C.; PÉREZ, J. E. R. Paclobutrazol, uniconazol y cycocel en la producción de tubérculo-semilla de papa em cultivo hidropônico. **Revista Chapingo – Serie Horticultura**, Chapingo, v. 17, n. 2, p. 173-182, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Database Resultes.** Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 5 jan. 2013.

FRANCESANGELI, N.; ZAGABRIA, A. Paclobutrazol for height control petunias. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v. 68, n. 3, p. 309-314, 2008.

GENEVE, R. L. Root formation in cuttings of ivy treated with paclobutrazol or uniconazole. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 6, p. 709, 1990.

GENT, M. P. N. Efficacy and persistence of paclobutrazol applied to rooted cuttings of rhododendron before transplant. **HortScience**, Alexandria, v. 39, n. 1, p. 105-109, 2004.

GESCH, R. W.; ARCHER, D. W.; SPOKAS, K. Can using polymer-coated seed reduce the risk of poor soybean emergence in no-tillage soil? **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 125, n. 1, p. 109-116, 2012.

GILBERTZ, D. A. Chrysanthemum response to timing of paclobutrazol and uniconazole sprays. **Hortscience**, Alexandria, v. 27, n. 4, p. 322-323, 1992.

GILLEY, A.; FLETCHER, R. A. Relative efficacy of paclobutrazol, propiconazole and tefraconazole as stress protectants in wheat seedlings. **Journal of Plant Growth Regulation**, Nova Iorque, v. 21, n. 3, p. 169-175, 1997.

HAJIHASHEMI, S.; KIAROSTAMI, K.; SABOORA, A.; ENTESHARI, S. Exogenously applied paclobutrazol modulates growth in salt-stress wheat plants. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 53, n. 2, p. 117-128, 2007.

HALMER, P. Technical and commercial aspects of seed pelleting and film coating. In: MARTIN, T. J. (Ed.). **Application to seeds and soil**. Farnham: BRITISH CROP PROTECTION COUNCIL, 1988. p. 191-204.

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**, Nova Iorque, v. 4, n. 2, p. 111-122, 1985.

HÖLBIG, L. S.; BAUDET, L.; VILLELA, F. A.; CAVALHEIRO, V. Recobrimento de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 22-28, 2010.

HU, X. W.; HUANG, X. H.; WANG, Y. R. Hormonal and temperature regulation of seed dormancy and germination in *Leymus chinensis*. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 67, n. 2, p. 199-207, 2012.

HUNTER, D. M.; PROCTOR, J. J. A. Paclobutrazol affects growth and fruit composition of potted grapevines. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 4, p. 319-321, 1992.

ISTA - INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. **Handbook of vigor tests methods**. Zürich: ISTA, 1995. 117 p.

JACOB, S. R.; ARUNKUMAR, M. B.; GOPAL, M.; SRIVASTAVA, C.; SINHA, S. N. An analysis of the persistence and potency of film-coated seed protectant as influenced by various storage parameters. **Pest and Management Science**, West Sussex, v. 65, n. 7, p. 817-822, 2009.

JONES JR, J. B. **Tomato Plant Culture**. Boca Raton: CRC Press, 1999. 199 p.

KAMINSKI, J. E.; DERNOEDEN, P. H.; BIGELOW, C. A. Creeping bentgrass seedling tolerance to herbicides and paclobutrazol. **HortScience**, Alexandria, v. 39, n. 5, p.1126-1129, 2004.

KAMOUTSIS, A. P.; CHRONOPOULU-SERELI, A. G.; PASPATIS, E. A. Paclobutrazol affects growth and flower bud production in gardenia under different light regimes. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 4, p. 674-675, 1999.

KAPPES, C.; ARF, O.; ARF, M. V.; GITTI, D. C.; ALCADE, A. M. Uso de reguladores de crescimento no desenvolvimento e produção de crotalária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 508-518, 2011.

KARAGUZEL, O.; BAKTIR, I.; CAKMAKCI, S.; ORTACESME, V. Growth and flowering responses of *Lupinus varius* L. to paclobutrazol. **HortScience**, Alexandria, v. 39, n. 7, p. 1659-1663, 2004.

KAUFMAN, G. Seed Coating: A tool for stand establishment; a stimulus to seed quality. **HortTechnology**, Alexandria, v. 1, n. 1, p. 98-102, 1991.

KENDE, H.; ZEEVAART, J. A. D. The five “classical” plant hormones. **The Plant Cell**, Rockville v. 9, n. 7, p. 1197-1210, 1997.

KLOCK, K. A. Influence of urban waste compost media and paclobutrazol drenching on *Impatiens* growth. **Hortscience**, Alexandria, v. 33, n. 2, p. 268-278, 1998.

KRUGNER, T. L.; AUER, C. G. Doenças dos eucaliptos (*Eucalyptus* e *Corymbia* spp.). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. **Manual de Fitopatologia**. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v. 2, cap. 36, p.320.

KUMAR, S.; GHATTY, S.; SATYANARAYANA, J.; GUHA, A.; CHAITANYA, B. S. K.; REDDY, A. R. Paclobutrazol treatment as a potential strategy for higher seed only oil yield in field-grown *Camelina sativa* L. Crantz. **BMC Research Notes**, Londres, v. 5, n. 137, p. 1-13, 2012.

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

LEVER, B. G. 'Cultar' - a technical overview. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 5, n. 179, p.459-466, 1986.

LIMA, L. B.; SILVA, P. A.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A. Peliculização e tratamento químico de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1091-1098, 2006.

LUDWIG, M. P.; LUCCA FILHO, O. A.; BAUDET, L.; DUTRA, L. M. C.; AVELAR, S. A. G.; CRIZEL, R. L.; OLIVEIRA, S. Eficiência do recobrimento de sementes de soja em equipamento com sistema de aspersão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 4, p. 557-563, 2011.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; RAIMONDI, M. A.; RODRIGUES, M.; RIBEIRO, R. B.; COSTA, R. S.; MAIO, R. M. D. Desenvolvimento de gramados submetidos à aplicação de retardadores de crescimento em diferentes condições de luminosidade. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 383-395, 2011.

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

MAGNITSKY, S. V.; PASIAN, C. C.; BENNETT, M. A.; METZGER, J. D. Controlling Plug Height of *Verbena*, *Celosia*, and *Pansy* by Treating Seeds with Paclobutrazol. **HortScience**, Alexandria, v. 41, n. 1, p. 158-161, 2006 a.

MAGNITSKY, S. V.; PASIAN, C. C.; BENNETT, M. A.; METZGER, J. D. Effects of soaking cucumber and tomato seeds in paclobutrazol solutions on fruit weight, fruit size, and paclobutrazol level in fruits. **HortScience**, Alexandria, v. 41, n. 6, p. 1446-1448, 2006 b.

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MANJUNATHA, S. N.; HUNJE, R.; VYAKARANAHAL, B. S.; KALAPPANAVAR, I. K. Effect of seed coating with polymer, fungicide and containers on seed quality of chilli during storage. **Karnataka Journal Agriculture Science**, Karnataka, v. 21, n. 2, p. 270-273, 2008.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J.; NOVEMBRE, A. D. L. C. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. (Ed.). **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. p. 185-246.

MATEUS, C. M. D.; BOGIANI, J. C.; SELEGUINI, A.; CASTILHO, R. M. M.; FARIA JÚNIOR, M. J. A. Estratégias para redução do porte de girassol ornamental para comercialização em vaso. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 681-687, 2009.

MATSUMOTO, K. Giberelinas em plantas superiores: Síntese e propriedades fisiológicas. In: CID, P. B. (Ed.). **Hormônios vegetais em plantas superiores**. 1 ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. v. 1, cap. 3, p. 91.

McCARTY, L. B.; WEINBRECHT, J. S.; TOLER, J. E.; MILLER, G. L. St. Augustinegrass response to plant growth retardants. **Crop Science**, Madison, v. 44, n. 4, p. 1323-1329, 2004.

McCULLOUGH, P. E.; LIU, H.; McCARTY, L. B. Dwarf bermudagrass responses to flurprimidol and paclobutrazol. **HortScience**, Alexandria, v. 40, n. 5, p. 1549-1551, 2005.

McDANIEL, G. L. Postharvest height suppression of potted tulips with paclobutrazol. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 2, p. 212-214, 1990.

McDONALD, M. B.; COPELAND, L. O. **Seed production: Principles and practices**. New Jersey: Chapman e Hall, 1997. 749 p.

MEDEIROS, E. M.; BAUDET, L.; PERES, W. B.; EICHOLZ, E. D. Modificações na condição física das sementes de cenoura em equipamento de recobrimento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 26, n. 2, p. 70-75, 2004.

MENDONÇA, V.; NETO, S. E. A.; HAFLE, O. M.; MENEZES, J. B.; RAMOS, J. D. Florescimento e frutificação de mangueiras com uso do paclobutrazol, ethephon e nitrato de cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 265-269, 2001.

MINAMI K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: TA Queiroz. 1995. 135 p.

MONSELISE, S. P.; GOLDSCHMIDT, E. E. Alternative bearing in fruit trees. **Horticultural Reviews**, Nova Iorque, v. 4, p.128-173, 1982.

MOUCO, M. A. C.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Controle do crescimento vegetativo e floração de mangueiras cv. Kent com reguladores de crescimento vegetal. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1043-1047, 2011.

MOUCO, M. A. C.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Inibidores de síntese de giberelinas e crescimento de mudas de mangueira “Tommy Atkins”. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 7, p. 518-522, 2008.

NAZARUDIN, M. R. A. Plant growth retardants effect on growth and flowering of potted *Hibiscus rosa-sinensis* L. **Journal Tropical Plant Physiology**, Serdang, v. 4, p. 29-40, 2012.

NI, B. R. Alleviation of seed imbibitional chilling injury using polymer film coating. In: BIDDLE, A. J. (Ed.). **Seed treatment: Challenges and Opportunities**. Farnham: BRITISH CROP PROTECTION COUNCIL, 2001. p. 73-80.

NUCCI, T. A.; FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C.; MATTHES, L. A. F. Efeitos de fitorreguladores no crescimento e na floração de plantas de gerânio. **Bragantia**, Campinas, v. 50, n. 1, p. 39-44, 1991.

OLIVEIRA, M. D. M.; NASCIMENTO, L. C.; ALVES, E. U.; GONÇALVES, E. P.; GUEDES, R. S.; SILVA NETO, J. J. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* A.C. Smith submetidas à termoterapia e tratamento químico. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 45-50, 2011.

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.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; EVANGELISTA, J. R. E. Qualidade fisiológica de sementes de milho tratadas associadas a polímeros durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1201-1208, 2005.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; EVANGELISTA, J. R. E.; BOTELHO, F. J. E.; OLIVEIRA, G. E.; TRENTINI, P. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 656-665, 2007.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; GUIMARÃES, R. M.; VIEIRA, A. R.; EVANGELISTA, J. R. E.; OLIVEIRA, G. E. Tratamentos fungicida e peliculização de

sementes de soja submetidas ao armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 1, p. 158-164, 2011.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; NETO, J. C.; MOREIRA, F. M. S.; VIEIRA, A. R. Tratamentos inseticida, peliculização e inoculação de sementes de soja com rizóbio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 5, p. 653-658, 2010.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; ROSA, M. C. M.; OLIVEIRA, G. E.; NETO, J. C. Tratamento fungicida de sementes de soja inoculadas com *Colletotrichum truncatum*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2390-2395, 2009.

PEREIRA, L. M. A.; VIEIRA, R. D.; PANIZZI, R. C.; GOTARDO, M. Tratamento fungicida de sementes de milho e metodologias para a condução do teste de frio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 3, p. 210-217, 2008.

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.; GRAZIANO, T. T.; BARBOSA, J. C.; LASMAR, F. B. Retardadores de crescimento na produção de plantas floridas envasadas de açafrão-da-cochinchina. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 3, p. 369-380, 2006.

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.

PIRES, L. L.; BRAGANTINI, C.; COSTA, J. L. S. Armazenamento de sementes de feijão revestidas com polímeros e tratadas com fungicidas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 7, p. 709-715, 2004.

QUINLAN, J. D. New chemical approaches to control of fruit tree form and size. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 1, n. 120, p. 95-106, 1981.

RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular**, Palo Alto, v. 51, n. 1, p. 501-531, 2000.

REBOLLEDO-MARTÍNEZ, A.; ÁNGEL-PÉREZ, A. L.; MORENO, J. R. Effects of paclobutrazol and  $\text{KNO}_3$  over flowering and fruit quality in two cultivars of mango Manila. **Interciencia**, Caracas, v. 33, n. 7, p. 518-522, 2008.

RESENDE, G. M. de; SOUZA, R. J. 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.

RIEGER, M.; SCALABRELLI, G. Paclobutrazol, root growth, hydraulic conductivity, and nutrient uptake of "Nemaguard" Peach. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 1, p. 95-98, 1990.

ROBERTS, C.; EATON, G.; SEYWARD, F. Production of *Fuschia* and *Tibuchina* standards using paclobutrazol or chlormequat. **HortScience**, Alexandria, v. 25, n. 10, p. 1242-1243, 1990.

RODO, A. B.; TILLMANN, M. A. A.; VILLELA, F. A. Testes de vigor na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 23-28, 1998.

ROGERS, J. T.; STIER, J. C. World Cup Soccer Report. In: MICHIGAN TURFGRASS CONFERENCE, 63, 1993, Michigan. **Proceedings**...Michigan: MICHIGAN STATE, 1993. p. 233-235.

RUVALCABA, L. P.; ALCARAZ, T. J. V.; VILLEGAS, B. A.; TAFOYA, F. A.; VALDÉS, T. D.; CASTRO, J. F. I.; ORTEGA, J. E. C. Paclobutrazol y crecimiento de raíz y parte aérea de plántulas de pimiento morrón y berenjena. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Chapingo, v. 30, n. 2, p. 145-149, 2007.

SÁ, M. E. Condutividade elétrica em sementes de tomate (*Lycopersicon lycopersicum* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 13-20, 1999.

SALEH, A. H. Amelioration of chilling injuries in mung bean (*Vigna radiata* L.) seedlings by paclobutrazol, abscisic acid and hydrogen peroxide. **American Journal of Plant Physiology**, Nova Iorque, v. 2, n. 6, p. 318-332, 2007.

SAMPAIO R. A.; RAMOS S. J.; GUILHERME D. O.; COSTA C. A.; FERNANDES L. A. Produção de mudas de tomateiro em substratos contendo fibra de coco e pó de rocha. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 4, p. 499-503, 2008.

SAMPAIO, T. G.; SAMPAIO, N. V. Recobrimento de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W. M. **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. p. 275-306.

SANTOS, C. H.; KLAR, A. E.; FILHO, H. G.; RODRIGUES, J. D.; PIERRE, F. C. Indução do florescimento e crescimento de tangerineira “Poncã” (*Citrus reticulata* Blanco) em função da irrigação e da aplicação de paclobutrazol. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 8-12, 2004.

SELEGUINI, A. **Uso de paclobutrazol na produção de mudas, no crescimento produção e qualidade de frutos de tomateiro em ambiente protegido**. 2007. 100f. Tese (Doutorado em Agronomia, Sistema de Produção) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2007.

SELEGUINI, A.; FARIA JÚNIOR, M. J. A.; SENO, S.; SANTOS, J. I.; SILVA, K. S.; LEMOS, O. L. Vida útil e qualidade de frutos de tomateiros tratadas com paclobutrazol. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 4, p. 470-475, 2011.

SETIA, R. C.; BHATAL, G.; SETIA, N. Influence of paclobutrazol on growth and yield of *Brassica carinata* A.Br. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 16, n. 1, p. 121-127, 1995.

SETIA, R. C.; KAUR, P.; SETIA ANURADHA, N. Influence of paclobutrazol on growth and development of fruit in *Brassica juncea* (L.) Czern and Coss. **Plant Growth Regulation**, Dordrecht, v. 20, n. 1, p.307-316, 1996.

SHARMA, D. K.; DUBEY, A. K.; SRIVASTAV, M.; SINGH, A. K.; SAIRAM, R. K.; PANDEY, R. N.; DAHUJA, A.; KAUR, C. Effect of putrescine and paclobutrazol on growth, physiochemical parameters, and nutrient acquisition of salt-sensitive citrus rootstock *Karna khatta* (*Citrus karna* Raf.) under NaCl stress. **Journal of Plant Growth Regulation**, Nova Iorque, v. 30, n. 3, p. 301-311, 2011.

SHARMA, D.; AWASTHI, M. D. Uptake of soil applied paclobutrazol in mango (*Mangifera indica* L.) and its persistence in fruit and soil. **Chemosphere**, Oxford, v. 60, n. 2, p. 164-169, 2005.

SILVA, D. J. H.; FONTES, P. C. R.; MIZUBUTI, E. S. G.; PICANÇO, M. C. Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). In: PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M (Ed.). **101 culturas: manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p. 729-735.

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

SINGH, D. K.; RAM, S. Level of paclobutrazol residues in shoot and fruit of mango. **Indian Journal of Plant Physiology**, Nova Delhi, v. 5, n. 2, p.186-188, 2000.

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, 2004.

SIQUEIRA, D. L.; CECON, P. R.; SALOMÃO, L. C. C. Desenvolvimento do limoeiro “Volkmeriano” (*Citrus volkameriana* Pasq.) submetido a doses de paclobutrazol e ácido giberélico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 764-768, 2008.

SMITH, S. Colorants and polymers: there is a difference. **Seed World**, Chicago, v. 135, n. 13, p. 26-27, 1997.

SOUZA, D. S.; SIQUEIRA, D. L.; CECON, P. R.; SANTOS, D. Micropropagação das bananeiras “Prata-Anã” e “Fhia 01” a partir de explantes de plantas tratadas com paclobutrazol. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 561-570, 2010 a.

SOUZA, L. T.; ESPÍNDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; DIAS, D. C. F. S.; SOUZA, M. A. Growth retardants in wheat and its effects in physiological quality of seeds. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1431-1434, 2010 b.

SOUZA, R. J.; FERREIRA, A. Produção de mudas de hortaliças em bandejas: economia de sementes e defensivos. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 623, p. 19-21, 1997.

SRIVASTAVA, M.; RAM, S. Paclobutrazol residues in the fruits of mango cultivars. **Journal of Applied Horticulturae**, Lucknow, v. 1, n. 1, p. 27-28, 1999.

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.

STREET, J. E.; JORDAN, J. H.; EBELHAR, M. W.; BOYKIN, D. L. Plant height and yield responses of rice to paclobutrazol. **Agronomy Journal**, Madison, v. 78, n. 2, p. 288-291, 1986.

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. 82 p.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 722 p.

TANADA-PALMU, P. S.; PROENÇA, P. S. P.; TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; GROSSO, C. R. F. Recobrimento de sementes de brócolos e salsa com coberturas e filmes biodegradáveis. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 2, p. 291-297, 2005.

TAYLOR, A. G.; ALLEN, P. S.; BENNETT, M. A.; BRADFORD, K. J.; BURRIS, J. S.; MISRA, M. K. Seed enhancements. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 8, n. 2, p. 245-256, 1998.

TAYLOR, A. G.; ECKENRODE, C. J.; STRAUB, R. W. Seed coating technologies and treatments for onion: challenges and progress. **HortScience**, Alexandria, v. 36, n. 2, p. 199-205, 2001.

TAYLOR, A. G.; GRABE, D. F.; PAIN, D. H. Moisture content and water activity determination of pelleted and film-coated seeds. **Seed Technology**, Zurique, v. 19, n. 1, p. 24-32, 1997.

THOBUNLUEPOP, P.; PAWELZIK, E.; VEARASILP, S. The perspective effects of various seed coating substances on rice seed variety Khao Dawk Mali 105 storability I: The case study of physiological properties. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Islamabad, v. 11, n. 19, p. 2291-2299, 2008.

TRENTINI, P.; VIEIRA, M. G. G. C.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, J. A.; MACHADO, J. C. Peliculização: Desempenho de sementes de soja no estabelecimento da cultura em campo na região de Alto Garças, MT. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 1, p. 84-92, 2005.

TRI, M. V.; TAN, H. V.; CHAU, N. M.; HONSHO, C.; OGATA, T.; YONEMOTO, Y. Paclobutrazol application for early fruit production of durian in Vietnam. **Tropical Agricultural Development**, Fujisawa, v. 55, n. 3, p. 122-126, 2011.

TROPALDI, L.; CAMARGO, J. A.; SMARSI, R. C.; KULCZYNSKI, S. M.; MENDONÇA, C. G.; BARBOSA, M. M. M. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de mamona submetidas a diferentes tratamentos químicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 89-95, 2010.

TSEGAW, T.; HAMMES, S.; ROBBERTSE J. Paclobutrazol induced leaf, stem, and root anatomical modifications in potato. **HortScience**, Alexandria, v. 40, n. 5, p. 1343-1346, 2005.

VU, J.C.V.; YELENOSKY, G. Growth and photosynthesis of sweet orange plants treated with Paclobutrazol. **Journal of Plant Growth Regulation**, Nova Iorque, v. 11, n. 2, p. 85-89, 1992.

WANDERLEY, C. S.; REZENDE, R.; ANDRADE, C. A. B. Efeito do paclobutrazol como regulador de crescimento e produção de flores de girassol em cultivo hidropônico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1672-1678, 2007.

WILLENBORG, C. J.; GUIDEN, R. H.; JOHNSON, E. N.; SHIRTLIFFE, S. J. Germination characteristics of polymer-coated canola (*Brassica napus* L.) seeds subjected to moisture stress at different temperatures. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 3, p. 786-791, 2004.

WILSON, T. T.; GENEVE, R. L. The impact of film coating on initial water uptake and imbibitional chilling injury in high and low vigor sh2 sweet corn seeds. **Seed Science and Technology**, Zurique, v. 32, n. 2, p. 271-281, 2004.

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.

ZENG, D. F.; MEI, X. Application of natural aminopolysaccharide in seed film coating for pest control and cotton growth. **Russian Agricultural Sciences**, Moscou, v. 37, n. 1, p. 20-24, 2011.

ZENG, D.; SHI, Y. Preparation and application of a novel environmentally friendly organic seed coating for rice. **American-Eurasian Journal of Agronomy**, Punjab, v. 1, n. 2, p. 19-25, 2008.

ZHOU, Z.; MA, H.; LIANG, K.; HUANG, G.; PINYOPUSARERK, R. Improved tolerance of teak (*Tectona grandis* L. f.) seedlings to low-temperature stress by the combined effect of arbuscular mycorrhiza and paclobutrazol. **Journal of Plant Growth Regulation**, Nova Iorque, v. 31, n. 3, p. 427-435, 2012.