



A peliculização deve ser feita antes ou após a embebição de sementes de tomate com paclobutrazol?

The film coating must be made before or after the soaking of tomato seeds with paclobutrazol?

Aniela Pilar Campos de Melo¹; Aleksander Seleguini²; Valquiria da Rocha Santos Veloso³

¹ Universidade Federal de Goiás (UFG), Escola de Agronomia, Campus Samambaia, Avenida Esperança, s/n, CEP: 74.690-900, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: aniela.pcdmelo@gmail.com

² Universidade Federal de Goiás (UFG), Setor de Horticultura, Goiânia, GO, Brasil.

³ Universidade Federal de Goiás (UFG), Setor de Fitossanidade, Goiânia, GO, Brasil.

Recebido em: 09/01/2014

Aceito em: 03/06/2015

Resumo. O paclobutrazol aumenta a resistência a estresses abióticos e bióticos favorecendo o estabelecimento de mudas no campo. Quando a veiculação deste regulador é feito por meio de tratamento de sementes, verificam-se efeitos negativos à qualidade fisiológica das sementes. A peliculização pode auxiliar na fixação do paclobutrazol no tegumento das sementes, no entanto ainda não se sabe qual é a melhor forma de combinação entre o polímero de revestimento e o paclobutrazol. Desta forma, objetivou-se determinar se a peliculização deve ser feita antes ou após da embebição de sementes de tomate (cultivar Kada Gigante) com paclobutrazol baseado em implicações no potencial fisiológico de sementes e na produção de mudas. Empregou-se o delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições. Os tratamentos consistiram em: embebição de sementes em água; embebição de sementes em solução de paclobutrazol (50 mg L⁻¹), peliculização de sementes antes ou após embebição em paclobutrazol. A embebição de sementes com paclobutrazol, independentemente do momento da peliculização, 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 a redução 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: germinação, regulador de crescimento, *Solanum lycopersicum* L., vigor

Abstract. The paclobutrazol increases resistance to abiotic and biotic stresses favoring the establishment of seedlings in the field. When the airing of this regulator is done through seed treatment, there are negative effects to the physiological quality of seeds. The film coating can assist in fixing of paclobutrazol in the integument of the seeds, though nobody knows for sure what is the best way of combination between the coating polymer and paclobutrazol. Thus, the objective of determining whether the film coating should be made before or after the soaking of tomato seeds (grow Giant Kada) with paclobutrazol based on potential physiological implications of seed and seedling production. It was the completely randomized design with six replicates. The treatments consisted of: soaking the seed in water; soaking the seed in paclobutrazol solution (50 mg L⁻¹), film coating of seeds before or after soaking in paclobutrazol. The soaking of seeds with paclobutrazol, regardless of the time of film coating, has 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 index of seedling emergency speed, relative to the control. It is concluded that the height reduction promotes paclobutrazol seedlings but harms the physiological potential of seeds. The film coating as a vehicle for fixation of paclobutrazol is not indicated due to maintenance of reduced seedling emergence.

Keywords: germination, growth regulators, *Solanum lycopersicum* L., vigor.

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.

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 a performance germinativa, a eficiência na semeadura e o tratamento de sementes (Zeng & Mei, 2011; Avelar et al., 2012; Gesh et al., 2012; Junges et al., 2014).

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 redutores de crescimento em plantas. Na produção de mudas hortícolas, este regulador causa diminuição da altura de hipocótilo, menor alongamento dos internódios e maior resistência a estresses abióticos e bióticos, favorecendo o transplantio e o estabelecimento de mudas no campo (Setia et al., 1995; Rademacher, 2000; Baninasab e Ghobadi, 2011; Sharma et al., 2011; Seleguini et al., 2013; Bennet et al., 2014; Melo et al., 2014).

Quando a veiculação do paclobutrazol ocorre por meio do tratamento de sementes, verificam-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), *Cosmos bipinnatus* Cav. (Pill & Gunter, 2001), *Pelargonium x hortorum* L.H. Bailey, *Tagetes patilla* L. e *Solanum lycopersicon* L. (Pasian & Bennett, 2001; Melo et al., 2014). Estes efeitos são acentuados em altas concentrações e longos períodos de embebição.

Visando a melhor eficiência na embebição de sementes de tomate com paclobutrazol, Melo et al. (2014) realizaram um experimento com a presença e ausência de polímero de revestimento associada a doses crescentes deste regulador. Estes autores não conseguiram reverter os efeitos deletérios à germinação por meio da peliculização. Ressalta-se que as sementes foram tratadas e peliculizadas ao mesmo tempo. Ou seja, na solução de embebição houve a mistura de polímero de revestimento e paclobutrazol.

As especificações de produtos e modos de aplicação de polímeros de revestimento são mantidas em segredo devido a razões comerciais e estratégicas pelas empresas desenvolvedoras de tal tecnologia (Sampaio & Sampaio, 2009). Desta forma, ainda não há consenso sobre como combinar

polímeros de revestimento com agrotóxicos, como reguladores de crescimento, para potencializar o tratamento de sementes.

Diante do exposto, objetivou-se determinar se a peliculização deve ser feita antes ou após da embebição de sementes de tomate com paclobutrazol baseado em implicações no potencial fisiológico de sementes e na produção de mudas.

Material e Métodos

Avaliaram-se as respostas de sementes de tomate da 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⁻¹) (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⁻¹);

4) Paclobutrazol – Polímero (PBZ – Pol): As sementes foram embebidas em solução de paclobutrazol (50 mg L⁻¹) e 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[®] na dosagem de 150 mL kg⁻¹ 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.

Avaliação do potencial fisiológico de sementes.

Teste de germinação: 300 sementes (seis repetições de 50 sementes, por tratamento) foram semeadas em caixas de acrílico transparente (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 (fotoperíodo de 12 horas). As avaliações consistiram no computo 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 ($10 \text{ cm}^3 \text{ célula}^{-1}$), preenchidas com substrato Qualifibra®, distribuindo-se uma semente por célula. Foram utilizadas seis repetições de 36 sementes. As bandejas foram mantidas em ambiente protegido. 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).

Avaliação do crescimento de mudas: aos 26 dias após a semeadura procedeu-se análise de crescimento das mudas para determinação de: altura de parte aérea (cm); diâmetro de hipocótilo (mm); área foliar (cm^2); relação entre diâmetro de hipocótilo e massa de matéria seca total (mg). Para isso, amostraram-se de cada repetição, 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.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis repetições. Os dados obtidos foram submetidos aos testes de Lilliefors (Normalidade) e Barlett (Homogeneidade de variância) para verificar as pressuposições da análise da variância. A significância dos efeitos dos tratamentos foi determinada pelo Teste F, sendo as médias comparadas pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados e Discussão

A embebição de sementes com paclobutrazol, mesmo com a presença do polímero de revestimento após condicionamento, prejudicou a velocidade de germinação (primeira contagem da germinação) e a emergência de plântulas (Tabela 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. Pasian & Bennett (2001) relatam que o efeito anti-giberelina ocasionado pelo paclobutrazol prejudica o crescimento do embrião e a mobilização de reservas (Taiz et al., 2015).

Pasian & Bennett (2001) e Magnitskiy et al. (2006) afirmam que o tratamento de sementes com paclobutrazol é eficiente quando o mantém fora do embrião, fixado no tegumento, reduzindo a altura de plântulas sem prejudicar a emergência. Independentemente do momento da peliculização, em relação a embebição com o paclobutrazol, esperava-se que o revestimento com o polímero fosse atuar como um adesivo deste regulador, culminando em maior eficiência no tratamento de sementes. Assim, a peliculização como veículo para fixação do paclobutrazol não é indicada devido à manutenção da redução da emergência de plântulas.

O condicionamento de sementes com paclobutrazol pode sofrer influência de fatores como: períodos de embebição, concentrações utilizadas e características morfológicas e bioquímicas das sementes (Pasian & Bennett, 2001; Pill & Gunter, 2001; Magnitskiy et al., 2006). Outro fator fundamental é o vigor das sementes. Sementes dormentes possuem baixos níveis de giberelinas e altos de ácido abscísico (Bewley et al., 2013). Ressalta-se que a aplicação do paclobutrazol pode intensificar esse desbalanço.

Tabela 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 com paclobutrazol antes e após revestimento com polímero.

| 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 ($p < 0,05$); ns – não significativo



Os tratamentos onde houve o condicionamento com paclobutrazol, antes ou após da peliculização, apresentaram a mesma eficiência na redução da altura de mudas (Tabela 2). Isso ocorreu devido à diminuição dos níveis de giberelinas endógenas o que ocasiona menor alongamento e plasticidade celular (Matsumoto, 2005), afetando a relação entre diâmetro e altura (Tabela 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 cultivar Sun 6108, gerânio, marigold (Pasian & Bennett, 2001), cosmos (Pill & Gunter, 2001), tomate cultivar Marglobe (Still & Pill, 2004), Better Boy (Brigard et al., 2006),

Jennifer, AF7631 (Bennet et al., 2014) e Kada Gigante (Melo et al., 2014).

A compartimentalização do conteúdo celular proporcionada pelo paclobutrazol não afetou a superfície foliar e a atividade fotossintética (Tabela 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 (López et al., 2011; Nazarudin, 2012; Roseli et al., 2012). Portanto, deve-se considerar que diversos 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).

Tabela 2. 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 com paclobutrazol antes e após revestimento com polímero.

| Tratamentos | DH (mm planta ⁻¹) | AP (cm planta ⁻¹) | DH/AP | AF (cm ² planta ⁻¹) | MST (mg planta ⁻¹) |
|-------------|----------------------------------|----------------------------------|---------|---|-----------------------------------|
| 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 |

^{1/}Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo Teste de Tukey (p<0,05); * significativo (p<0,05); ns – não significativo;

Conclusões

A peliculização não é eficiente para a fixação do paclobutrazol no tegumento.

O paclobutrazol propicia a redução da altura de mudas mas prejudica o potencial fisiológico das sementes.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de Mestrado destinada a primeira autora. À INCOTEC, pela doação do polímero de revestimento.

Referências

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**, 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**, v.30, n.2, p.213-219, 2011.

BENNET, K. S. S.; FARIA JUNIOR, M. J. A.; BENNET, C. G. S.; SELEGUINI, A.; LEMOS, O. L. Utilização de paclobutrazol na produção de mudas de tomateiro. **Comunicata Scientiae**, v.5, n.2, p.164-169, 2014.

BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 2013. 392 p.

BRIGARD, J. P.; HARKESS, R. L.; BALDWIN, B. S. Tomato early seedling height control using a



- paclobutrazol seed soak. **HortScience**, v.41, n.3, p.768-772, 2006.
- COELHO, Y.S.; OLIVEIRA, A.A.R.; CALDAS, R.C. Efeitos do ácido giberélico (AG₃) no crescimento de porta-enxertos para citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, n.11, p.1229-1232, 1983.
- 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**, v.125, n.1, p.109-116, 2012.
- JUNGES, E.; BASTOS, B. O.; TOEBE, M.; MULLER, J.; PEDROSO, D. C.; MUNIZ, M. F. B. Restrição hídrica e peliculização na microbiolização de sementes de milho com *Trichoderma spp.* **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 1, p. 18-25, 2014.
- LÓPEZ, R. F.; 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**, v. 17, n. 2, p. 173-182, 2011.
- MAGNITSKIY, 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**, v. 41, n. 1, p. 158-161, 2006.
- MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- 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.
- MELO, A.P.C; SELEGUINI, A.; VELOSO, V.R.S. Peliculização de sementes de tomate associada ao paclobutrazol. **Bragantia**, v.73, n.2, p.123-129, 2014.
- NAZARUDIN, M. R. A. Plant growth retardants effect on growth and flowering of potted *Hibiscus rosa-sinensis* L. **Journal Tropical Plant Physiology**, v.4, p.29-40, 2012.
- PASIAN, C. C.; BENNETT, M. Paclobutrazol soaked marigold, geranium, and tomato seeds produce short seedlings. **HortScience**, v. 36, n. 4, p. 721-731, 2001.
- PILL, W.G.; GUNTER, J.A. Emergence and shoot growth of cosmos and marigold from paclobutrazol-treated seed. **Journal of Environmental Horticulture**, v. 19, n. 1, p. 11-14, 2001.
- RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular**, v. 51, n. 1, p. 501-531, 2000.
- ROSELI, A.N.M.; YING, T.F.; RAMLAN, M.F. Morphological and physiological response of *Syzygium myrtifolium* (Roxb.) Walp. to paclobutrazol. **Sains Malaysiana**, v.41, n.10, p.1187-1192, 2012.
- 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.
- SETIA, R. C.; BHATAL, G.; SETIA, N. Influence of paclobutrazol on growth and yield of *Brassica carinata* A.Br. **Plant Growth Regulation**, v.16, n. 1, p. 121-127, 1995.
- 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**, v.30, n.3, p.301-311, 2011.
- 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**, v.79, n.2, p.197-203, 2004.
- TAIZ, L.; ZIEGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Plant Physiology and Development**. Sunderland: Sinauer Associates, 2015. 761 p.
- ZENG, D.F.; MEI, X. Application of natural aminopolysaccharide in seed film coating for pest



Revista Agrarian

ISSN: 1984-2538

control and cotton growth. **Russian Agricultural Sciences**, v. 37, n. 1, p. 20-24, 2011.