

GA₃ em sementes de tomateiro: efeitos na germinação e desenvolvimento inicial de mudas

Eduardo Pradi Vendruscolo¹, Luiz Fernandes Cardoso Campos¹, Angélica Pires Batista Martins¹, Alexander Seleguini¹

¹ Universidade Federal de Goiás, Câmpus de Goiânia, Goiânia, Brasil. E-mail: agrovendruscolo@gmail.com, luizfernandescampos@hotmail.com, angelicapires.agro@gmail.com, aseleguini@gmail.com

Recebido: 15/06/2016; Aceito: 21/07/2016

RESUMO

A obtenção de mudas de qualidade é uma fase crítica na produção de hortaliças, interferindo diretamente no desenvolvimento e produção da cultura. Portanto, buscam-se tecnologias que possibilitem a formação de mudas sadias e vigorosas. Neste sentido, objetivou-se, por meio deste trabalho, avaliar o efeito do tratamento de sementes de tomateiro com diferentes doses de ácido giberélico aplicado isolado ou em conjunto com outros fitormônios na germinação e crescimento inicial de mudas de tomateiro "Santa Clara". O estudo caracterizou-se como um fatorial 2x6, conduzido em blocos inteiramente casualizados. Os fatores estudados consistiram da utilização de duas fontes de ácido giberélico (solução de GA₃ e bioestimulante) e seis doses (0; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 mg L⁻¹), com quatro repetições. As sementes foram tratadas por meio de embebição nas soluções contendo GA₃, por uma hora. Em laboratório foram avaliados: germinação, tempo médio de germinação e índice de velocidade de germinação. Em um segundo ensaio, em telado, foram avaliados: emergência de plântulas, tempo médio de emergência, índice de velocidade de emergência e após 14 dias obtiveram-se a proporcionalidade de crescimento das plântulas, a fitomassa seca de parte aérea e de raízes. Observou-se que a aplicação de GA₃ na forma de bioestimulante resulta em melhor germinação, índice de velocidade de germinação e produção de raízes, quando comparado à aplicação do fitormônio separadamente. O aumento das doses de GA₃, até 2,5 mg L⁻¹, é prejudicial ao tempo de emergência e ao desenvolvimento radicular.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, fitormônios, produção de mudas

GA₃ in tomato seeds: effects on seed germination and early seedling development

ABSTRACT

Obtaining seedlings is a critical stage in the production of vegetables, interfering directly on the development and production of the crop. Therefore, seek to technologies that enable the formation of healthy and vigorous seedlings. In this sense, the objective, of this study was to evaluate the effect of treatment of tomato seeds with different doses of gibberellic acid used alone or in combination with other plant growth regulators on germination and initial growth of "Santa Clara" tomato seedling. The study was characterized as a factorial 2 x 6, conducted a completely randomized block. The factors studied consisted of using two sources of gibberellic acid (GA₃ solution and biostimulant) and six levels (0, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 mg L⁻¹), with four replications. Seeds were treated by soaking in GA₃ solutions containing, for one hour. In laboratory evaluated the germination, mean germination time and germination speed index, later in greenhouse was evaluated seedling emergence, the average time of emergency, emergency speed index and after 14 days were obtained the proportionality of seedling growth, dry mass of shoots and roots. It was observed that the application of GA₃ as biostimulant results in better germination rate index of germination and root growth when compared to the application of phytohormone separately. Increasing doses of GA₃ to 2.5 mg L⁻¹, is detrimental to the emergence time and root development.

Key words: *Solanum lycopersicum*, phytohormones, seedling production

1. Introdução

Em 2012, a produção brasileira de tomate alcançou cerca de 3,9 milhões de toneladas, em uma área cultivada de aproximadamente 64 mil hectares. Estas estatísticas colocam o país na nona posição entre os países produtores, onde se destacam China, Índia, EUA e Turquia, com produção superior a dez milhões de toneladas cada um (FAOSTAT, 2015).

Os frutos do tomateiro possuem características nutracêuticas, pois constituem a principal fonte de licopeno, considerado o mais importante dos carotenóides. Seu consumo está ligado à prevenção de doenças como o câncer de próstata e proteção contra a oxidação do colesterol, conferindo benefícios contra doenças coronárias e fortalecimento do sistema imunológico (PELISSARI et al., 2008).

A grande demanda por tomates tem reflexos na cadeia produtiva dos frutos. Além do incremento sobre fatores quantitativos, tais como produtividade, também são vislumbrados fatores qualitativos. Em ambos os casos, o sucesso na obtenção dos frutos está ligado ao desenvolvimento do vegetal, da semente à colheita.

Diversos fatores estão relacionados com o sucesso na produção vegetal. Um exemplo é a formação de mudas vigorosas, com boas condições morfofisiológicas e nutricionais as quais possibilitam o adequado crescimento e produtividade das culturas hortícolas (CAMPANHARO et al., 2006; SILVEIRA et al., 2002). Almeja-se, por esse motivo, incrementar a qualidade das mudas pela adoção de diversas técnicas, entre elas, substratos (LUQUI et al., 2015), recipientes (RODRIGUES et al., 2015), fertilizantes (HIGUTI et al., 2010), nos quais se inserem tecnologias como os fitormônios.

Estudos têm demonstrado que a utilização de fitormônios, como o ácido giberélico (GA₃), em tratamento de sementes pode incrementar a germinação e o desenvolvimento inicial de várias espécies de interesse agrônomo, como o maracujazeiro (SANTOS et al., 2013), romãzeira (TAKATA et al., 2014), alface (SOARES, 2012) e arroz (RODRIGUES et al., 2015). O aumento da elongação e da divisão celular, ativado pelo fitormônio GA₃ (TAIZ; ZEIGER, 2013), pode resultar em melhorias na produtividade ou mesmo na adaptação do vegetal frente a estresses bióticos e abióticos.

Frente ao exposto, objetivou-se avaliar a germinação de sementes e ao crescimento inicial de tomateiro "Santa Clara" tratado via sementes com diferentes doses de ácido giberélico isolado ou em conjunto com outros fitormônios, na forma de bioestimulante.

2. Material e Métodos

O estudo foi composto por dois ensaios. O primeiro foi instalado no laboratório de horticultura e o segundo em telado fechado com tela plástica sombreadora (50%)

em todas as faces, ambos situados na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, na cidade de Goiânia, Goiás.

O estudo caracterizou-se como um fatorial 2x6, conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Os fatores de variação consistiram da utilização de duas fontes de ácido giberélico (GA₃) em seis diferentes doses, totalizando 12 tratamentos, com quatro repetições.

Sementes de tomateiro, cultivar Santa Clara, foram imersas por uma hora, em soluções contendo GA₃, isolado ou em conjunto com auxina e citocinina na forma de bioestimulante, nas seguintes doses: 0; 0,5; 1; 1,5; 2; 2,5 mg L⁻¹. Para tanto, o bioestimulante utilizado foi o Stimulate[®], que contém em sua formulação 0,009% de cinetina (citocinina), 0,005% de ácido giberélico (giberelina), 0,005% de ácido indolbutírico (auxina) e 99,981% de ingredientes inertes (STOLLER DO BRASIL, 1998).

O teste de germinação, realizado no primeiro ensaio, foi realizado em quatro repetições por tratamento, onde, em caixas plásticas do tipo gerbox, 25 sementes foram dispostas sobre papel mata-borrão umedecido com 2,5 vezes seu peso em água destilada. O conjunto foi acondicionado em câmara do tipo B.O.D com temperatura controlada a 25 ± 2°C. Foram realizadas as contagens no sétimo e décimo quarto dia (BRASIL, 2009). No mesmo período, foram realizadas coletas de dados para o estabelecimento do tempo médio de germinação (LABORIAU, 1983) e índice de velocidade de germinação (MAGUIRE, 1962).

Para realização do teste de emergência de plântulas realizou-se a semeadura de quatro repetições com 24 sementes cada, em bandejas de poliestireno expandido com 288 células preenchidas com substrato turfoso comercial (Plantmax[®]). Os conjuntos foram mantidos em telado com capacidade de sombreamento de 50%, irrigados manualmente duas vezes ao dia.

As contagens de plantas emergidas ocorreram até o décimo quarto dia quando foram calculados os percentuais de emergência, o tempo médio de emergência e o índice de velocidade de emergência pelas equações:

Tempo médio de emergência (TME):

$$TME = [(G1T1 + G2T2 + \dots + GnTn) / N]$$

onde, G1; G2; Gn – número de plantas emergidas na primeira, segunda e última contagem; T1; T2; Tn – primeiro, segundo e último dia de avaliação; N – número total de plantas emergidas durante o teste.

Índice de velocidade de emergência (IVE):

$$IVE = [(G1/T1) + (G2/T2) + \dots + (Gn/Tn)]$$

onde, G1; G2; Gn – número de plantas emergidas na primeira, segunda e última contagem; T1; T2; Tn – primeiro, segundo e último dia de avaliação.

Das plantas obtidas ao décimo quarto dia, no teste de emergência, foram selecionadas dez de cada repetição para medição do comprimento de raiz e parte aérea. As medições foram realizadas com auxílio de régua graduada, medindo-se do colo da planta até seu ápice foliar e do colo da planta até seu ápice radicular.

Após as medições, parte aérea e raiz foram separadas, acondicionados em sacos de papel e levadas para secar por 72 horas à temperatura de 60°C em ventilação forçada. A fitomassa seca de parte aérea e raiz foi obtida pela pesagem do material em balança analítica e o resultado foi dividido pelo número total de plantas avaliadas. Utilizando-se a razão entre comprimento de parte aérea e comprimento de raiz obteve-se a proporcionalidade de crescimento (BENINCASA, 1988).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos níveis do fator qualitativo (fonte de GA) foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para os níveis do fator quantitativo (doses de GA) foram ajustados modelos de regressão com base na análise de variância, coeficientes de correlação e no fenômeno biológico.

3. Resultados e Discussão

Observou-se efeitos isolados do fator formulação, GA₃ puro ou em conjunto com auxina e citocinina, somente para percentagem de germinação e índice velocidade de germinação. Para as concentrações de GA₃, efeitos isolados foram observados para tempo médio de emergência, comprimento de raiz e proporcionalidade de crescimento. Não foram observadas interações entre os fatores estudados.

Para a germinação, observou-se que a aplicação conjunta de GA₃, auxina e citocinina na forma do bioestimulante, proporcionaram maior porcentagem de sementes germinadas (Tabela 1). Neste sentido, a aplicação, de forma exógena de citocininas e giberelinas pode afetar o desenvolvimento celular, atuando sobre o alongamento e na divisão das células constituintes dos tecidos vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2013), acarretando o aumento da germinação.

O tempo médio de emergência das plântulas aumentou linearmente conforme aumento das doses de GA₃, independentemente do produto. Sendo que, na dose máxima utilizada houve um atraso de 0,7 dias na emergência das plantas de tomateiro em relação ao tratamento controle, sem aplicação de GA₃ (Figura 1).

O comprimento da raiz foi afetado negativamente com o incremento das doses de GA₃. Foi estimado um ponto de mínimo crescimento radicular quando a aplicação de GA₃ nas sementes é feita na dose de 2,47 mg L⁻¹, que resulta em raízes com 3,85 cm de comprimento médio (Figura 2).

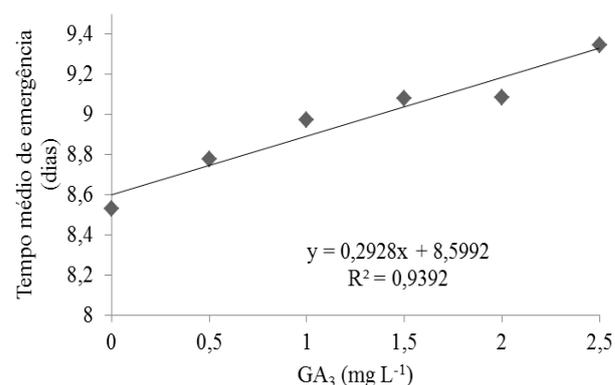


Figura 1. Tempo médio de emergência de plântulas de tomateiro em razão das doses de GA₃ utilizadas no tratamento das sementes. Goiânia – GO, 2015.

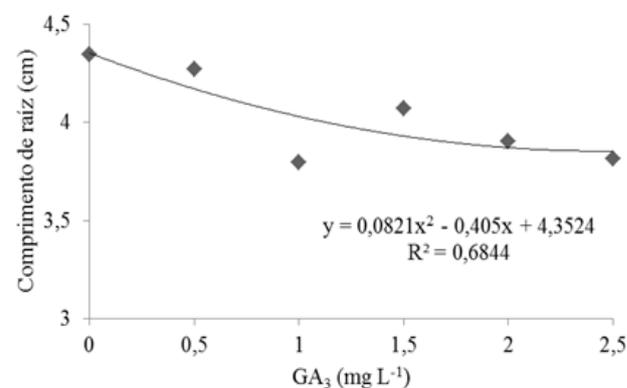


Figura 2. Comprimento de raiz de plântulas de tomateiro em razão das doses de GA₃ utilizadas no tratamento das sementes. Goiânia - GO, 2015.

Tabela 1. Valores médios de germinação (GER), índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes e fitomassa seca de raiz (FSR) de plântulas de tomateiro tratadas com bioestimulante e GA₃ via semente. Goiânia – GO, 2015

Produtos	Germinação (%)	Índice de velocidade de germinação	Fitomassa seca de raiz (g)
Bioestimulante	95,50 a	8,72 a	7,81 a
GA ₃	89,17 b	8,01 b	6,68 b
CV (%)	6,08	7,37	15,95
DMS	3,29	0,36	0,68

Médias, não seguidas pela mesma letra, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A velocidade de germinação infere sobre o vigor das sementes tratadas. Assim, a partir do aumento dessa variável com a aplicação isolada do GA₃, na ordem de 8,14%, em relação à aplicação do bioestimulante (Tabela 1), presume-se que a aplicação isolada de GA₃ aumente o vigor das sementes. Outros estudos têm demonstrado que o tratamento pré-germinativo com GA₃ proporciona maior velocidade de germinação de várias espécies (SANTOS et al., 2013; CAMPOS et al., 2015; VASCONCELOS et al., 2015). Este efeito está ligado à elongação e divisão celular proporcionado pelo fitormônio (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Observou-se que a aplicação conjunta dos fitormônios culminou em maior acúmulo de fitomassa seca nos órgãos radiculares das plantas (Tabela 1). O resultado pode ser relacionado aos efeitos hormonais, principalmente pela ação da citocinina, a qual é responsável pela regulação da divisão celular no órgão e quando em conjunto com auxinas pode atuar em vários aspectos de desenvolvimento e crescimento vegetal (POZO et al., 2005; TAIZ, ZEIGER; 2013)

O comprimento da raiz foi afetado negativamente com o incremento das doses de GA₃. Foi estimado um ponto de mínimo crescimento radicular quando a aplicação de GA₃ nas sementes é feita na dose de 2,47 mg L⁻¹, que resulta em raízes com 3,85 cm de comprimento médio (Figura 2). Destaca-se a importância de um adequado enraizamento para culturas olerícolas tendo em vista os estresses causados pelo transplante das mudas ao campo, interferindo diretamente sobre a retomada do desenvolvimento das raízes e da planta como um todo (FILGUEIRA, 2008).

O menor desenvolvimento dos órgãos radiculares pode estar relacionado às características intrínsecas de crescimento da espécie em estudo. No entanto, o efeito de alongamento celular, resultante da ação do GA₃ pode estar envolvido no crescimento do órgão aéreo, inibindo a formação de novas raízes, o que resulta, conseqüentemente, em crescimento desproporcional da planta (Figura 3) e menor fitomassa seca deste órgão (Figura 4A/B).

Apesar da diminuta quantidade de informação a respeito da ocorrência deste efeito em solanáceas, estudos abrangendo outras espécies como a cana-de-açúcar (ALCANTARA et al., 2014), *Lavandula dentata* L. (MACHADO et al., 2011) e *Nidularium innocentii* Lem. (SILVA et al., 2012), vêm ao encontro dos resultados obtidos, demonstrando o efeito inibitório do GA₃ sobre o desenvolvimento radicular.

Plantas provenientes de sementes não tratadas apresentaram um crescimento mais equilibrado entre a parte aérea e as raízes. Conjuntamente, observou-se que em todos os tratamentos, incluindo o tratamento controle, os valores para a variável proporcionalidade de crescimento mantiveram-se acima de um, indicando

maior desenvolvimento da parte aérea em relação à raiz (Figura 3).

A utilização do fitormônio GA₃ é comum e corriqueira em técnicas de propagação de plantas em que se busca o desenvolvimento dos órgãos vegetativos pois o mecanismo de ação deste hormônio implica em aumento do número de brotações ou na elongação do limbo foliar (SILVA et al., 2012; CRUCIOL et al., 2014).

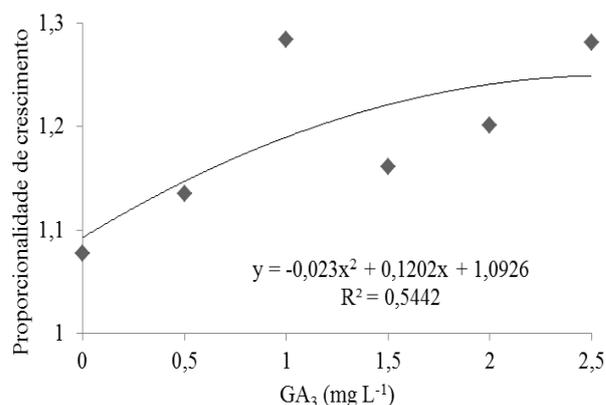


Figura 3. Proporcionalidade de crescimento de parte aérea e raízes de plântulas de tomateiro em razão das doses de GA₃ utilizadas no tratamento das sementes. Goiânia – GO, 2015.

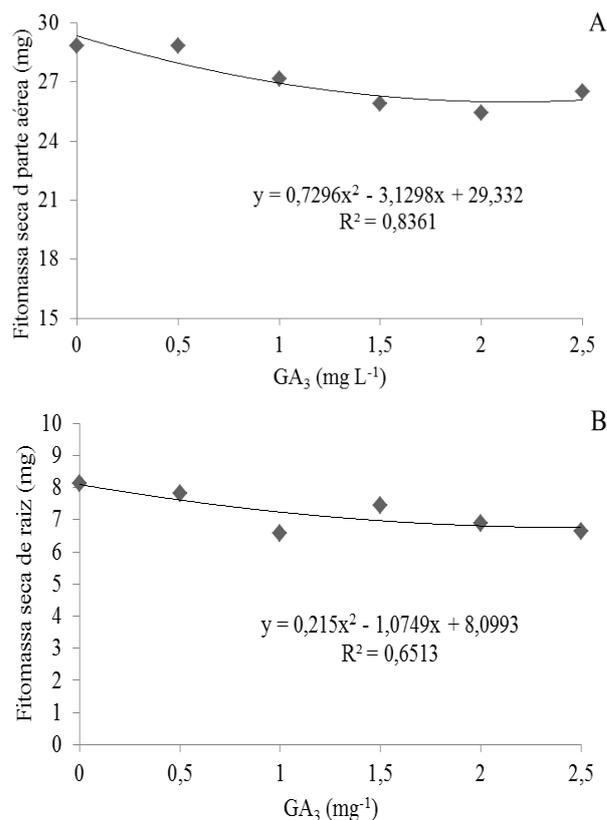


Figura 4. (A) Fitomassa seca de parte aérea e (B) Fitomassa seca de raiz de plântulas de tomateiro em razão das doses de GA₃ utilizadas no tratamento das sementes. Goiânia – GO, 2015

Para as fitomassas secas de parte aérea e raízes houve decréscimo à medida que foram elevadas às

concentrações de GA₃, até as doses estimadas de 2,15 e 2,50 mg L⁻¹. Este efeito pode estar ligado às características intrínsecas da espécie quanto à resposta ao fitormônio exógeno. Diferentes espécies possuem diferentes níveis de respostas quando expostas às ações fitohormonais de aplicação artificial. Taiz e Zeiger (2013) salientam que a ocorrência de níveis hormonais, acima daqueles tidos como ótimos tende a desencadear efeitos deletérios, inibindo o crescimento dos órgãos vegetais.

4. Conclusões

Nas condições em que o presente estudo foi conduzido, não é recomendada a utilização do pré-tratamento de sementes de tomateiro com GA₃, em conjunto com auxina e citocinina ou isoladamente.

Agradecimentos

À Capes pela concessão da bolsa de doutorado ao primeiro autor.

Referências Bibliográficas

- ALCANTARA, G. B.; MACHADO, M. P.; RIBEIRO, D. D. S.; WIPPEL, H. H.; BESPALHOK FILHO, J. C.; OLIVEIRA, R. A.; DAROS, E. Multiplicação, alongamento e enraizamento de brotações in vitro de clones de cana-de-açúcar submetidos a diferentes concentrações de 6-benzilaminopurina e ácido giberélico. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi-TO, v. 5, n. 1, p. 20-25, 2014.
- BENINCASA, M. M. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal-SP: FUNEP, 1988. 42 p.
- BRASIL/MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Brasília-DF: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 2009. 399p.
- CAMPOS, L. F. C.; ABREU, C. M. D.; GUIMARÃES, R. N.; SELEGUINI, A. Scarification and gibberellic acid on emergence and seedling growth of Biriba. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 45, n. 10, p. 1748-1754, 2015.
- CRUCIOL, G. C. D.; KOYANAGUI, M. T.; BATISTA, T. B.; BINOTTI, F. F. S.; COSTA, M. L. N.. Aplicação de ácido giberélico e paclobutrazol na cultura da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 1, n. 2, p. 72-79. 2014.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAOSTAT. Statistics Division. Crop production: fruit vegetable. Disponível em: <http://faostat3.fao.org>. Acesso em 10 mai. 2016.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**. 3ª ed. Viçosa-MG: Editora UFV, 2008. 421p.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Washington-DC: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos. 1983. 174p.
- MACHADO, M. P.; SILVA, A. L. L.; BIASI, L. A. Effect of plant growth regulators on in vitro regeneration of *Lavanduladentata* L. shoot tips. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, Gurupi-TO, v. 2, n. 3, p. 28-31, 2011.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedlings emergence and vigor. **Crop Science**, Madison-WI, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- PELLISSARI, F. M.; RONA, M. S. S.; MATIOLI, G. O licopeno e suas contribuições na prevenção de doenças. **Arquivos do Mudi**, Londrina-PR, v. 12, n. 1, p. 5-11, 2008.
- RODRIGUES, L. A.; BATISTA, M. S.; ALVAREZ, R. C. F., LIMA, S. F.; ALVES, C. Z. Avaliação fisiológica de sementes de arroz submetidas a doses de bioestimulante. **Nucleus**, Ituverava-SP, v. 12, n. 1, p. 207-214, 2015.
- SANTOS, C. A. C.; VIEIRA, E. L.; PEIXOTO, C. P.; SILVA L. C. A. Germinação de sementes e vigor de plântulas de maracujazeiro amarelo submetidos à ação do ácido giberélico. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 29, n. 2, p. 400-407, 2013.
- SILVA, A. L. L.; COSTA, J. L.; ALCANTARA, G. B.; CARVALHO, D. C.; SCHUCK, M. R.; BIASI, L.A. Micropropagation of *Nidularium innocentii* Lem and *Nidularium procerum* Lin dm. (Bromeliaceae). **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 44, n. 3, p. 1095-1101, 2012.
- SOARES, M. B. B. Efeito da pré-embebição de sementes de alface em solução bioestimulante. **Biotemas**, Florianópolis-SC, v. 25, n. 2, p. 17-23, 2012.
- STOLLER DO BRASIL. **Stimulate Mo em hortaliças**: Informativo técnico. Cosmópolis-SP: Stoller do Brasil, Divisão Arbore, 1998. 1 p.
- TAIZ L.; ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. 5ª.ed. Porto Alegre-RS: Artmed, 2013, 954 p.
- TAKATA, W.; SILVA E. G.; CORSATO, J. M.; FERREIRA G. Germinação de sementes de romãzeiras (*Punica granatum* L.) de acordo com a concentração de giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Brasília-DF, v. 36, n. 1, p. 254-260, 2014.
- VASCONCELOS, L. H. C.; VENDRUSCOLO, E. P.; VASCONCELOS, R. F.; SANTOS, M. M.; SELEGUINI, A. Utilização de métodos físicos e de fitorreguladores para superação de dormência em sementes de pinha. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 2, n. 4, p. 20-24, 2015.