

ÁCIDO ABSCÍSIKO (ABA) NO AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DO TOMATEIRO MUTANTE 'SITIENS'

Paulo R. C. Castro¹, Alexandre Vendemiatti¹, Rogério F. Carvalho¹,
Lázaro E. P. Peres¹

¹Departamento de Ciências Biológicas, ESALQ/USP, Caixa Postal 9, 13418-900 Piracicaba, SP. E-mail: prcastro@esalq.usp.br

RESUMO

O tomateiro 'Sitiens' foi semeado a lanço (21/11/05), em substrato de vermiculita expandida e plantmax usado como base e cobertura das sementes, em bandeja plástica preta com dreno no fundo, sendo dispostos dois gotejadores sobre a bandeja para irrigação, em condições de casa de vegetação. O transplante das mudas foi realizado em 01/12/05 para pequenos vasos plásticos com substrato submetido a irrigação por imersão periódica em água fornecida em canaleta, aplicação de calcário e adubação. No florescimento (12/01/06) iniciou-se a aplicação de 6 tratamentos com 10 repetições, pulverizando-se Água (controle), ABA 10 μM , ABA 100 μM , Codamin-BR 1 ml^{-1} , Codamin 150 2,5 ml L^{-1} e Nitroplus 1,0 ml L^{-1} . Essas pulverizações foram repetidas semanalmente em 19/01, 26/01, 02/02, 09/02 e 16/02. Os tratamentos com ABA e solutos foram efetuados em função do desenvolvimento do embrião a partir do zigoto até a plântula ocorrer na ausência de ABA ou com reduzida quantidade de N (glutamina) e Carbono (açúcares). Na presença de alta concentração de solutos e/ou ABA a maturação é promovida e a germinação precoce é geralmente inibida, sendo que tentou-se comprovar esses processos em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* cv. Sitiens). Na colheita do tomateiro 'Sitiens' (21/03/06), observou-se que o tratamento com ABA 100 μM aumentou o número de frutos. A massa fresca dos frutos mostrou-se mais alta nos tomates tratados com ABA 100 e 10 μM e com Codamin - BR. Esses tratamentos também aumentaram o número de sementes produzidas. Somente aplicação de ABA 100 μM aumentou o número de sementes pré-germinadas no fruto. O ABA pulverizado revelou-se eficiente em suprir a deficiência endógena do inibidor de crescimento característica do tomateiro 'Sitiens', exercendo efeito positivo no desempenho e produtividade do mutante.

Palavras-chave: Produção, *Lycopersicon esculentum* cv. Sitiens, biorregulador, nitrogênio, carbono.

ABSCISIC ACID (ABA) TO INCREASE THE PRODUCTIVITY IN 'SITIENS' MUTANT TOMATO

ABSTRACT

The abscisic acid (ABA) – deficient tomato mutant *sitiens* were sown in vermiculite and plantmax and placed on greenhouse under irrigation. After 10 days the seedlings were transplanted to small plastic vases containing the same substrate with fertilizers, limy and

irrigation. On flowering it was initiated the application of 6 treatments with 10 replications, spraying Water (check), ABA 10 μM , ABA 100 μM , Codamin-BR 1 ml L⁻¹, Codamin-150 2,5 ml L⁻¹ and Nitroplus 1 mL L⁻¹. The sprays were repeated five times more. In the harvest of overripe fruits of *sitiens* it was verified that treatment with ABA 100 μM increased the number of fruits. Fresh mass of fruits increased in plants treated with ABA 100 and 10 μM and with Codamin – BR. These treatments also increased the number of produced seeds. Only the application of ABA 100 μM increased the number of viviparous germinated seeds in the fruit. ABA sprayed was efficient to overcome endogenous deficiency of the growth inhibitor characteristic of *sitiens* tomato, providing positive effect on behavior and productivity of the mutant.

Key words: Production, *Lycopersicon esculentum* cv. Sitiens, bioregulator, nitrogen, carbon

INTRODUÇÃO

Informes técnicos têm mostrado a ocorrência da germinação de sementes precocemente no interior dos frutos. Essa pré-germinação tem sido relatada em citros com certa frequência, quando a semente poliembriônica germina no interior dos frutos.

Rock & Quatrano (1995) consideraram o processo de desenvolvimento do embrião no interior das sementes de angiospermas a partir do zigoto (embriogênese), quando ocorre o acúmulo de reservas sob controle dos hormônios promotores de crescimento (giberelinas, citocininas e auxinas), levando normalmente à maturação, desidratação, ação de giberelina (GA) na germinação e estabelecimento da plântula. Esses autores também mostraram que a maturação pode não ocorrer se o embrião germinar precocemente. Isto se verifica na ausência de ácido abscísico (ABA) ou com reduzida quantidade de nitrogênio (glutamina) e carbono (carboidratos), e em alguns casos, por desidratação prematura. Consideraram que na presença de alta concentração de solutos e/ou ABA a maturação é promovida e a germinação precoce é inibida. Após desidratação, estes processos são finalizados e a germinação pode ocorrer, após a embebição. Em cultura de tecidos os embriões podem reversivelmente entrar ou

sair do processo de maturação pela aplicação ou remoção respectivamente, de soluto ou ABA. Castro et al. (1985) verificaram que na posterior germinação o biorregulador mais importante é a giberelina, com relação a outros biorreguladores, para diferentes espécies vegetais. O tomateiro mutante 'Sitiens' (*sit*) é fraco e apresenta folhas pequenas, sendo defectivo para gene que codifica uma ABA-aldeído oxidase (Taylor et al., 2000). Mostra extremo murchamento sob déficit hídrico, sendo que uma vez que não ocorrendo síntese de ABA, o fechamento estomático fica comprometido (Burbidge et al., 1999).

Groot & Karssen (1992) estudaram a dormência e a germinação de sementes do tomateiro mutante 'Sitiens' deficiente em ácido abscísico, com relação ao seu tipo silvestre isogênico. Sementes de 'Sitiens' germinam facilmente, exibindo posteriormente sementes pré-germinadas em frutos super-maduros, em contraste com as sementes silvestres. Essas em pós-maturação germinam em água, mas mostram-se mais sensíveis à inibição osmótica do que as sementes do mutante. A germinação de ambos os tipos é igualmente sensível à inibição por ABA exógeno. O conteúdo de ABA em sementes maduras do tipo silvestre é cerca de 10 vezes superior ao nível encontrado nas sementes do mutante. Entretanto, considera-se que as diferenças

em dormência entre as sementes dos dois genótipos não resulta dos níveis de ABA em sementes maduras ou frutos, mas das diferenças nos teores de ABA que ocorrem durante o desenvolvimento da semente. Formulou-se a hipótese de que os altos níveis de ABA que ocorrem durante o desenvolvimento da semente do tipo silvestre induzem inibição na alongação celular da radícula que pode ser ainda observada após longos períodos de armazenagem a seco.

Hilhorst & Karsen (1992) também analisaram a função do ABA e das giberelinas na dormência e germinação das sementes de mutantes hormonais. Concluíram que o ABA possui efeito fundamental durante o desenvolvimento da dormência primária, sendo que as giberelinas encontram-se envolvidas na indução da germinação. Alterações na sensibilidade a esses hormônios ocorrem durante as mudanças na dormência. Tanto a síntese como a capacidade de resposta a esses hormônios são controladas por fatores ambientais naturais como luz, temperatura e nitrato. Os mecanismos regulatórios envolvidos na transição entre o desenvolvimento e germinação da semente foram estudados por Kermodé (1990).

O tomateiro mutante 'Sitiens', é portanto deficiente em ABA, sendo fenotipicamente muito murcho. O pequeno crescimento e forte epinastia foliar ocorrem sob déficit hídrico, sendo parcialmente atribuído ao excesso de etileno (Sharp et al., 2000). Entretanto, a função do aumento nos teores de ABA nas brotações durante os estresses abióticos, como compactação do solo e déficit hídrico, mantém-se controversa, evidenciando tanto efeito positivo como negativo do ABA no crescimento (Thompson et al., 2004).

As fases normais a partir do zigoto, maturação e germinação, para estabelecimento da plântula, podem não se dar se o embrião germinar precocemente.

Isto ocorre na ausência de ABA ou com baixa disponibilidade de solutos, além de desidratação prematura. O tomateiro 'Sitiens', pode apresentar germinação precoce da semente no interior do fruto em virtude da deficiência intrínseca de ABA. Considera-se que na presença de ABA ou de alta concentração de solutos a germinação precoce é inibida.

Em função disso aplicou-se ABA (10 e 100 μM), solutos (Codamin – BR, Codamin – 150 e Nitroplus) para verificar como atuam na germinação precoce das sementes no interior dos frutos de tomateiro 'Sitiens', além de efeitos na produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

O tomateiro 'Sitiens' foi semeado a lanço (21/11/05), em substrato vermiculita expandida e plantmax usado como base e cobertura das sementes, em bandeja plástica preta com dreno no fundo, sendo dispostos dois gotejadores sobre a bandeja para irrigação, em condições de casa de vegetação. O transplante das mudas foi realizado em 01/12/05 para pequenos vasos plásticos com substrato submetido a irrigação por imersão periódica em água fornecida em canaleta. No florescimento (12/01/06) iniciou-se a aplicação de 6 tratamentos com 10 repetições, pulverizando-se Água (controle), ABA 10 μM , ABA 100 μM , Codamin – BR (6,6% N, 1,0% Fe, 0,6% Mn, 0,4% Zn, 100g L^{-1} aminoácidos e ácido fólico) 1 ml L^{-1} , Codamin – 150 (7,8% N, 1,0% Fe, 0,6% Mn, 0,4% Zn e 150g L^{-1} aminoácidos) 2,5 ml L^{-1} e Nitroplus (10% N e 9% Ca) 1,0 ml L^{-1} . Essas pulverizações foram repetidas semanalmente em 19/01, 26/01, 02/02, 09/02 e 16/02.

Os tratamentos com ABA e solutos foram efetuados em função do desenvolvimento do embrião a partir do zigoto até a plântula ocorrer na ausência de

ABA ou com reduzida quantidade de N (glutamina) e C (açúcares). Na presença de alta concentração de solutos e/ou ABA a maturação é promovida e a germinação precoce é geralmente inibida, sendo que tentou-se comprovar esses processos e a produtividade em tomateiro (*Lycopersicon esculentum* cv. Sitiens).

Na colheita tardia (frutos supermaduros) em 21/03/06, 110 dias após o transplante (DAT), foi determinado o número médio de frutos por planta, média de 10 repetições, a massa fresca média dos frutos, o número total médio de sementes e o número médio de sementes germinadas no interior dos frutos. Esses dados foram submetidos a análise de variância e comparados pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na colheita do tomateiro 'Sitiens' verificou-se que o tratamento com ABA 100 μM aumentou o número médio de frutos colhidos (fixados) em relação ao controle,

Codamin – 150 e Nitroplus (Tabela 1). Possivelmente a quantidade de ABA aplicado, mostrou-se eficiente em suprir a deficiência endógena do inibidor de crescimento característica do tomateiro 'Sitiens', exercendo efeito positivo no desempenho e produtividade do mutante. Em tomateiro 'Notabilis', Castro et al. (2006) verificaram que Nitroplus aumentou a fixação de frutos 45 DAT, sendo que Codamin – 150 também aumentou o número de frutos 52 DAT.

A massa fresca dos frutos revelou-se mais alta nos tomateiros tratados com ABA 100 μM , ABA 10 μM e Codamin – BR em relação ao controle (Tabela 1). Esse fato corrobora o resultado anterior, expandindo a eficiência da aplicação de ABA para concentração mais baixa e mostrando que a pulverização com soluto (Codamin – BR) também pode exercer efeito positivo na produtividade. Deve-se lembrar que em cultura de tecidos os embriões entram em maturação pela aplicação de solutos ou saem da mesma pela remoção de ABA (Rock & Quatrano, 1995).

Tabela 1. Número médio de frutos por planta, massa fresca média dos frutos, número total médio de sementes e número médio de sementes germinadas no interior dos frutos, do mutante 'Sitiens' na colheita tardia (110 DAT).

Tratamentos	Nº frutos	MF frutos (g)	Nº sementes	Nº sementes
Controle	7,10 bc ⁽¹⁾	8,39 c	42,50 b	6,68 b
ABA 10 μM	8,60 ab	12,72 a	67,90 a	7,68 ab
ABA 100 μM	9,20 a	16,91 a	68,10 a	7,94 a
Codamin – BR	7,70 abc	11,48 ab	63,30 a	6,77 ab
Codamin – 150	7,00 bc	9,27 bc	55,80 ab	7,21 ab
Nitroplus	6,40 c	9,00 bc	41,10 b	6,72 b
F (trat.)	3,33 *	12,94 **	3,56 **	1,95 ^{ns}
C.V. (%)	23,91	24,95	36,25	16,96

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra, dentro da coluna, não diferem pelo teste de Duncan (5%)

** Significativo ao nível de 1%

* Significativo ao nível de 5%

^{ns} Não significativo

O número total médio de sementes produzidas pelo tomateiro 'Sitiens' revelou-se mais elevado nas plantas tratadas com ABA 100 μ M, ABA 10 μ M, e Codamin - BR em relação ao controle (Tabela 1). Esse maior número de sementes encontrado nos frutos dessas plantas demonstra que estes tratamentos foram novamente eficientes no mutante 'Sitiens'. Considera-se que alta concentração de solutos e/ou ABA promovem a maturação da semente (Rock & Quatrano, 1995). A aplicação desses mesmos tratamentos em tomateiro 'Notabilis' não afetou o número de sementes produzidas nos frutos (Castro et al., 2006).

No que se refere ao número médio de sementes germinadas no interior dos frutos, observa-se pela Tabela 1 que somente as pulverizações com ABA 100 μ M aumentaram o número de sementes pré-germinadas com relação ao controle e Nitroplus. Este fato não corrobora Rock & Quatrano (1995) os quais estabeleceram que altos níveis de ABA inibem a germinação precoce das sementes. Groot & Karssen (1992) porém, consideraram que as diferenças em dormência não resultam dos teores de ABA em sementes maduras ou frutos, mas das diferenças nos níveis de ABA que ocorrem durante o desenvolvimento da semente. O alto N do Nitroplus pode ter mantido baixa a pré-germinação das sementes. Esses tratamentos em tomateiro 'Notabilis' não alteraram a porcentagem de sementes pré-germinadas nos frutos (Castro et al., 2006).

O ABA aplicado mostrou-se eficiente em suprir a deficiência endógena do inibidor de crescimento característica do tomateiro 'Sitiens', exercendo efeito positivo no desempenho e produtividade do mutante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURBIDGE, A.; GRIEVE, T.M.; JACKSON, A.; THOMPSON, A.; McCARTY, D.R.; TAYLOR, I.B. 1999. Characterization of the ABA - deficient tomato mutant *notabilis* and its relationship with maize Vp 14. **Plant Journal**, 17: 427 - 431.
- CASTRO, P.R.C.; GONÇALVES, M.B.; DEMÉTRIO, C.G.B. 1985. Efeitos de reguladores vegetais na germinação de sementes. **Anais de Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"**, 42: 449 - 468.
- CASTRO, P.R.C.; VENDEMIATTI, A., CARVALHO, R.F.; PERES, L.E.P. 2006. Ação de ABA e solutos no desenvolvimento da semente, na germinação precoce no fruto e na produtividade de tomateiro 'Notabilis'. **Revista de Agricultura**, 81:178 - 186.
- GROOT, S.P.C.; KARSSSEN, C.M. 1992. Dormancy and germination of abscisic acid - deficient tomato seeds: studies with the *sitiens* mutant. **Plant Physiology**, 99:952 - 958.
- HILHORST, H.W.M.; KARSSSEN, C.M. 1992. Seed dormancy and germination: the role of abscisic acid and gibberellins and the importance of hormone mutants. **Plant Growth Regulation**, 11:225 - 238.
- KERMODE, A.R. 1990. Regulatory mechanisms involved in the transition from seed development to germination. **Critical Review of Plant Science**, 9:155 - 195.
- ROCK, C.D.; QUATRANO, R.S. 1995. The role of hormones during seed development. In: DAVIES, P.J. (Ed.) **Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology**. Dordrecht, Kluwer Academic, p. 671 - 697.
- SHARP, R.E. 2002. Interaction with ethylene: changing views on the role of abscisic acid in root and shoot growth responses to water stress. **Plant, Cell and Environment**, 25:211 - 222.
- SHARP, R.E.; LeNOBLE, M.E.; ELSE, M.A.; THORNET, E.T.; GHERARDI,

- F. 2000. Endogenous ABA maintains shoot growth in tomato independently of effects on plant water balance: evidence for an interaction with ethylene. **Journal of Experimental Botany**, 51:1575 – 1584.
- TAYLOR, I.; LINFORTH, R.; AL NAIEB, R.; BOWMAN, W.; MARPLES, B. 1988. The wilted tomato mutants *flacca* and *sitiens* are impaired in the oxidation of ABA – aldehyde to ABA. **Plant, Cell and Environment**, 11:739 – 745.
- THOMPSON, A.J.; THORNE, E.T.; BURBIDGE, A.; JACKSON, A.V.; SHARP, R.E.; TAYLOR, I.B. 2004. Complementation of *notabilis*, an abscisic acid – deficient mutant of tomato: importance of sequence context and utility of partial complementation. **Plant, Cell and Environment**, 27:459 – 471.