



NUTRIÇÃO MINERAL E CRESCIMENTO DE MUDAS DE QUIABO EM RESPOSTA À APLICAÇÃO DE REGULADOR DE CRESCIMENTO BAP

OKRA SEEDLING MINERAL NUTRITION AND GROWTH IN RESPONSE TO PLANT GROWTH REGULATOR BAP

Cláudia Lopes Prins^{*1}; Brunno de Oliveira^{*2}; Wanessa Francesconi Stida^{*3}

*Universidade Estadual do Norte Fluminense, Av. Alberto Lamego, 2000 P4 sala 119, CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ; ¹ prins@uenf.br. Apresentador do trabalho. ² Almeida.brunnodeoliveira@gmail.com. ³ w.stida@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*) é cultivado durante o verão em regiões de clima tropical sujeitas a elevadas temperaturas e constantemente submetidas a períodos de estiagem. Embora considerada uma planta rústica, o crescimento pode ser negativamente afetado pela baixa disponibilidade hídrica (KUSVURAN, 2012). Estratégias que permitam à planta melhores condições de crescimento sob situações adversas são necessárias para garantir a produção agrícola em regiões tropicais. Para tanto o investimento em tecnologia na fase de produção de mudas é importante. O uso de reguladores de crescimento é uma alternativa uma vez que estas substâncias podem conferir às plantas maior tolerância aos fatores de estresse como, por exemplo, deficiência hídrica e extremos de temperatura (UPRETI; SHARMA, 2016).

Entre os hormônios vegetais os efeitos do ácido abscísico (ABA) e citocininas relacionados ao estresse são amplamente estudados (VERSLUES, 2016). Citocininas atuam em diversas etapas do desenvolvimento vegetal e em interação com outros hormônios vegetais. Estudos indicam alterações da concentração de citocinina em resposta ao estresse abiótico, sendo estudada quanto ao seu papel na tolerância ao estresse em plantas (VERSLUES, 2016). Zwack e Rashotte (2015) relatam que, de maneira geral, há aumento da concentração de citocinina em resposta ao estresse. Quando se trata de estresse moderado a concentração tende a redução, porém, sob estresse severo, a concentração se mantém elevada. Outros estudos, ainda segundo estes autores, demonstram que vários fatores afetam as ações das citocininas nas plantas, entre esses fatores exógenos, como concentração do regulador de crescimento, e endógenos, como idade da planta.

Considerando-se que o quiabeiro é uma planta cultivada em regiões de clima tropical sujeitas, especialmente, aos estresses hídrico e por elevadas temperaturas, o potencial da aplicação de reguladores de crescimento, como a citocinina, na proteção contra os efeitos negativos de tais estresses



e a influência de diversos fatores sobre os efeitos da aplicação de reguladores de crescimento, este trabalho foi desenvolvido para avaliar os efeitos da aplicação de BAP sobre crescimento e teor de nutrientes em mudas de quiabeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido com cobertura plástica transparente (150 μm), recoberto com tela de sombreamento (50%) e nas laterais, telas com 30% de sombreamento, localizado na cidade de Campos dos Goytacazes/RJ (21°45'40,3"S 41°17'21,6"W). Sementes de quiabeiro cultivar Santa Cruz 47 foram semeadas em recipientes 200 mL preenchidos com substrato comercial para produção de mudas de hortaliças composto por casca de pinus, turfa, carvão, vermiculita, 2,5 mS/cm e pH 5,8 (Basaplant®). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. A solução contendo BAP foi preparada através de diluição em água:álcool (1:1). Aos 60 dias após a semeadura foram aplicados os tratamentos que consistiram em aplicação de N6-benzilaminopurina (BAP) na parte aérea (T1), aplicação de BAP no substrato (T2) e controle (T3). Cada planta recebeu 5 mL de solução contendo 5 ppm de BAP, ou água+álcool para o controle. Para parte aérea foi utilizado borrifador e para substrato pipeta. Foram realizadas 3 aplicações com intervalos de 3 dias. A colheita foi realizada 4 dias após a última aplicação. Antes da colheita foi realizada análise de intensidade de verde das folhas. A colheita foi realizada com corte da parte aérea rente ao nível do substrato. Em seguida as folhas foram separadas das hastes e pesadas, determinando assim a massa fresca. As folhas foram levadas para análise da área foliar (medidor de área foliar Licor®, modelo Li-3100). Após análises iniciais folhas e hastes foram acondicionadas separadamente em sacos de papel e levadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar (65°C) até peso constante. Após a secagem as amostras foram moídas (moinho tipo Willey com peneira 20 *mesh*). A determinação dos teores de N na parte aérea foi feita pelo método de Nessler após digestão sulfúrica. Os teores de P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Zn, Mn, Cu, Ni e Mo da parte aérea foram determinados por ICPE-9000 (inductively coupled plasma - atomic emission spectrometry), marca Shimadzu, após digestão com HNO₃ e H₂O₂, em sistema de digestão aberta (PETERS, 2005). Para obtenção da massa seca das raízes o substrato foi removido sob água corrente e as raízes coletadas em peneira. Posteriormente foram submetidas à secagem sob as mesmas condições da parte aérea. Foi realizada análise de variância dos dados e teste Tukey (5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo a massa fresca de folhas e a razão raiz/parte aérea foram positivamente influenciadas pelas aplicações de BAP na parte aérea. A aplicação de BAP no substrato resultou em maiores teores de Fe nas folhas. Os demais aspectos avaliados não apresentaram respostas significativas aos tratamentos (Tabela 1).



A massa fresca de folhas em plantas tratadas com BAP na parte aérea foi superior ao tratamento com BAP no substrato e não diferiu do controle. Para a razão raiz/parte aérea a aplicação de BAP na parte aérea resultou em valor médio de 5,72, ou seja, 8,57% maior que a observada para os demais tratamentos. Embora não tenha sido detectada diferença estatisticamente significativa entre tratamentos para as características massa seca de folhas e massa seca de hastes, cujo somatório originou os índices da razão parte aérea/raiz, verificou-se que plantas tratadas com BAP na parte aérea apresentaram massa seca total da parte aérea superior em 11,79% ao controle, enquanto em plantas cuja aplicação de BAP foi feita no substrato de cultivo o aumento foi de 16,24%.

As plantas que receberam BAP na parte aérea apresentaram massa seca de folhas, em média, 14,82% superior aos demais tratamentos. Esse resultado é acompanhado da redução da massa seca de hastes que no tratamento com BAP na parte aérea foi 10,91% inferior aos demais (Tabela 1). Tal resultado indica alteração na partição de assimilados para as folhas em detrimento ao acúmulo de massa nas hastes. O índice SPAD também foi avaliado como indicativo do teor de clorofilas. Para esta característica não houve efeito dos tratamentos, sendo observados valores médios de $39,46 \pm 1,27$.

Em relação ao teor de macro e micronutrientes verificou-se efeito apenas para o teor de Fe que foi, em média, 49,83% superior em plantas tratadas com BAP no substrato em comparação ao valor médio obtido no controle e aplicação na parte aérea ($58,00 \text{ g kg}^{-1}$ de massa seca).

O efeito sobre razão raiz/parte aérea foi influenciado, possivelmente, pelo maior acúmulo de massa de folhas e menor massa de hastes (Tabela 1), embora estas características não tenham sido estatisticamente influenciadas pelos tratamentos. A citocinina é um hormônio vegetal com atividades fisiológicas associadas principalmente ao retardo da senescência foliar e aumento da atividade dreno nos tecidos onde atua ou é aplicada (PRAJAPATI et al, 2015). A aplicação de citocinina induz o direcionamento de assimilados para o órgão tratado aumentando assim sua força dreno e, conseqüentemente, o crescimento (ROITCH; EHENSS, 2000). Esse efeito foi observado também em estudo com mudas de tomateiro onde houve aumento de massa fresca e número de folhas (SIRTOLI et al., 2008). O controle da citocinina sobre a morfogênese está relacionado com o controle do ciclo celular como indicado por Werner et al. (2001) após estudos com tabaco superexpressando citocininas oxidases onde plantas apresentaram retardo no desenvolvimento e alterações nos padrões morfológicos e de senescência. Por outro lado, os autores verificaram que nas condições experimentais o crescimento da raiz foi favorecido sob baixas concentrações de citocininas.

Verificou-se que a aplicação de BAP no substrato favoreceu a absorção de ferro, sendo isto refletido pelo aumento de, aproximadamente, 50% no teor de Fe na parte aérea. Kuiper et al (1988) observaram em plantago sob deficiência nutricional que as concentrações de citocinina são menores e quando o hormônio foi aplicado juntamente com a solução nutritiva os efeitos da deficiência não foram observados, sendo visíveis apenas sob deficiência nutricional severa. Os autores concluíram que



a citocinina não evitou os efeitos, mas retardou a ocorrência, demonstrando assim a atividade do hormônio na mobilização de nutrientes.

Os hormônios estão envolvidos em processos de informação sobre o *status* nutricional das plantas influenciando de certa forma na sua absorção e distribuição entre os diversos órgãos vegetais (KROUK et al., 2011). Estudos também indicam que a citocinina tem influência sobre a nutrição de plantas (KUIPER et al., 1989; KROUK et al., 2011). A aplicação de produtos comerciais contendo citocininas em quiabeiro demonstrou efeito positivo em situações de deficiência nutricional indicando que os reguladores de crescimento presentes apresentam ação nessas condições (PAPENFUS et al., 2013).

TABELA 1 - Crescimento de mudas de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*) em resposta à aplicação citocinina

TRATAMENTOS	Matéria fresca de folhas	Matéria fresca de hastes	Matéria seca de folhas	Matéria seca de hastes	Matéria seca de raízes	Área foliar (cm ²)	Razão R/PA
	----- g -----						
CONTROLE (SEM BAP)	53,46 ^{AB}	61,46 ^A	6,53 ^A	5,50 ^A	2,10 ^A	2131,02 ^A	0,17 ^A
COM BAP - RAÍZ	48,01 ^B	62,00 ^A	6,28 ^A	5,60 ^A	2,18 ^A	2100,32 ^A	0,18 ^A
COM BAP - FOLHAS	57,56 ^A	53,34 ^A	7,30 ^A	4,95 ^A	1,97 ^A	2243,70 ^A	0,16 ^B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical não diferem entre si (Tukey P=0,05)

TABELA 2 - Teores de macronutrientes na parte aérea de quiabeiro em resposta à aplicação de citocinina (BAP)

TRATAMENTOS	TEORES DE MACRONUTRIENTES (g kg ⁻¹ massa seca)					
	Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre
CONTROLE (SEM BAP)	37,67 ^A	2,37 ^A	41,48 ^A	28,40 ^A	11,38 ^A	5,06 ^A
COM BAP - RAÍZ	38,62 ^A	2,28 ^A	40,82 ^A	26,43 ^A	11,03 ^A	5,14 ^A
COM BAP - FOLHAS	40,30 ^A	2,23 ^A	39,85 ^A	25,50 ^A	10,80 ^A	4,71 ^A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical não diferem entre si (Tukey P=0,05)

TABELA 3 - Teores de micronutrientes na parte aérea de quiabeiro em resposta à aplicação de citocinina (BAP)

TRATAMENTOS	TEORES DE MICRONUTRIENTES (mg kg ⁻¹ massa seca)				
	Boro	Cobre	Ferro	Manganês	Zinco
CONTROLE (SEM BAP)	173,32 ^A	1,27 ^A	58,00 ^B	223,00 ^A	115,29 ^A
COM BAP - RAÍZ	161,32 ^A	1,39 ^A	86,90 ^A	218,00 ^A	124,12 ^A
COM BAP - FOLHAS	161,07 ^A	1,27 ^A	58,00 ^B	218,00 ^A	111,79 ^A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na vertical não diferem entre si (Tukey P=0,05)

CONCLUSÕES

A aplicação do regulador de crescimento BAP na parte aérea de mudas de quiabeiro promoveu maior área foliar e reduziu a razão parte aérea/raiz. Em relação ao teor de nutrientes aplicações de BAP no substrato resultaram em maior teor de Fe na parte aérea das mudas.



AGRADECIMENTO

CAPES, UENF – PIBIC, CNPq, Setor de Nutrição Mineral de Plantas/LFIT/UENF

REFERÊNCIAS

KROUK, G.; RUFFEL, S.; GUTIÉRREZ, R.A.; GOJON, A.; CRAWFORD, N.M.; CORUZZI, G.M.; LACOMBE, B. A framework integrating plant growth with hormones and nutrients. **Trends in Plant Science**, Hampshire, 16(4): 178-182, 2011.

KUIPER, D.; KUIPER, P.J.C.; LAMBERS, H.; SHUIT, J.; STAAL, M. Cytokinin concentration in relation to mineral nutrition and bezyladenine treatment in *Plantago major* spp pleiosperma. **Physiologia Plantarum**, Medford, 75: 511-517, 1989.

KUSVURAN, S. Influence of drought stress on growth, ion accumulation and antioxidative enzymes in okra genotypes. **International Journal of Agriculture and Biology**, Faisalabad, 14(3): 401-406, 2012.

PAPENFUS, H.B.; KULKARNI, M.G.; STIRK, W.A.; FINNIE, J.F.; VAN STADEN, J. Effect of a commercial seaweed (Kelpak®) and polyamines on nutrient-deprived (N, P and K) okra seedlings. **Scientia Horticulturae**, British Columbia, 151(28): 142-146, 2013.

PETERS, JOHN. B. (ed.) **Wiscosin procedures for soil testing, plant analysis and feed & forage analysis: Plant Analysis**. Department of soil science, College of Agriculture and Life Sciences, University of Wiscosin – Extension, Madison, WI: 2005. Disponível em: http://uwlab.soils.wisc.edu/files/procedures/plant_icp.pdf. Acesso em: 23 nov. 2013.

PRAPAJAPATI, S.; JAMKAR, T.; SINGH, O.P.; RAYPRURIYA, N.; MANDLOI, R.; JAIN, P.K. Plant Growth Regulators in vegetable production: an overview. **Plant Archives**, Etawah, 15(2): 619-626, 2015.

ROITCH, T.; EHNESS, R. Regulation of source/sink relations by cytokinins. **Plant Growth Regulation**, Penrith, 32:359-367, 2000.

SIRTOLI, L.F., CERQUEIRA, R.C, FERNANDES, L.M.S, RODRIGUES, J.D, GOTO, R., MEDEIROS, M.O. Resposta a aplicação de diferentes reguladores vegetais em mudas enxertadas de tomateiro. **Biodiversidade**, Rondonópolis, 7(1): 29-36, 2008.



UPRETI, K.K.; SHARMA, M. Role of plant growth regulators in abiotic stress tolerance. In: SRINIVASA RAO, N.K, SHIVASHANKARA, K.S, LAXMAN, R.H (Ed.) **Abiotic Stress Physiology of Horticultural Crops**, Karnataka: Springer India, 2016. p. 19-46.

VERSLUES, P.E. ABA and cytokinins: challenge and opportunities for plant stress research. **Plant Molecular Biology**, Zurich, 91:629-640, 2016.

WERNER, T., NEHNEVAJOVA, E.; KÖLMER, I.; NOVÁK, O.; STRNAD, M.; KRÄMER, U.; SCHUMÜLLING, T. Root-specific reduction of cytokinin causes enhanced root growth, drought tolerance, and leaf mineral enrichment in *Arabidopsis* and Tobacco. **The Plant Cell**, California, 22: 3905-3920, 2010.

ZWAK, P.J.; COMPTON, M.A.; ADAMS, C.I.; RASHOTTE, A.M. (2016) Cytokinin response factor 4 (CRF 4) is induced by cold and involved in freezing tolerance. **Plant Cell Reports**, Strasbourg, 35:573-584, 2016.