

## EFEITOS DE MBTA NO BRUX E ACIDEZ DE TRÊS CULTIVARES DE LARANJA

**Paulo R. C. Castro<sup>1</sup>**  
**Ivan A. Alvarez<sup>2</sup>**  
**Chryz M. Serciloto<sup>2</sup>**  
**Silvio Tavares<sup>2</sup>**  
**Ricardo A. Kluge<sup>1</sup>**  
**Camilo L. Medina<sup>2</sup>**  
**Angelo P. Jacomino<sup>3</sup>**

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi testar os efeitos das pulverizações do biorregulador MBTA - HCL (MBTA), dietil - 2 - 4 - (4 - metilbenziloxi) etilamina hidroxicloreto, em árvores com 25% e 100% do florescimento, das laranjas 'Valência', 'Lima' e 'Hamlin', no Brix e na acidez dos frutos produzidos. Esse biorregulador foi desenvolvido para utilização em citros, e é registrado nos E.U.A.. Em experimentos, iniciados durante o florescimento, no início de 1999, árvores adultas de 'Valência', 'Lima' e 'Hamlin' sobre porta-enxertos de Cleópatra e de limão Cravo, foram tratadas com soluções de 8, 16, e 32 mg.L<sup>-1</sup> de MBTA utilizando-se 2000 L de água por hectare. Silwet L-77 0,05% foi adicionado como adjuvante às soluções para aumentar a absorção do produto. Três pomares comerciais, aos 25% e 100% de florescimento, foram selecionados para os tratamentos, em Aguai, SP. Foram aplicados 7 tratamentos, com 8 repetições, perfazendo um total de 56 árvores. Os tratamentos foram aplicados com uma pistola manual pressurizada. Amostras de 20 frutos por árvore foram coletadas quatro vezes, para cada cultivar, de fevereiro a setembro de 2000. As amostras foram processadas, utilizando-se um extrator comercial, antes das avaliações do Brix do suco e da

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Biológicas, ESALQ-USP, Caixa Postal 09, CEP: 13418-900 Piracicaba - SP, Brasil.

<sup>2</sup> Curso de Pós-Graduação ESALQ/USP, Piracicaba - SP.

<sup>3</sup> Departamento de Produção Vegetal, ESALQ/USP, Piracicaba - SP.

acidez. Os dados foram comparados pelo teste Duncan (5%). O biorregulador promoveu alterações na acidez dos frutos tratados.

**Palavras-chave:** laranjeira, amina terciária, biorregulador.

## ABSTRACT

### EFFECTS OF MBTA ON BRIX AND ACIDITY OF TREE CITRUS CULTIVARS

The purpose of this research was to test effects on trees with 25 percent of flowers and blooming-time sprays of MBTA-HCL (MBTA) [diethyl - 2 - 4 - (4 - methylbenzyloxy) ethylamine hydrochloride] a plant growth regulator (PGR), juice Brix and titratable acid of 'Valencia', 'Lima' and 'Hamlin' sweet oranges at harvest. This PGR was developed for use on citrus, and is registered in the U.S.A.. In a small-plot experiments initiated during flowering in early 1999, mature 'Valencia', 'Lima' and 'Hamlin' trees on Cleopatra and Rangpur lime rootstocks were sprayed with 8, 16 and 32 mg.L<sup>-1</sup> solution of MBTA using 2000 L of spray per hectare. Silwet L-77 adjuvant was added to the spray mixture at 0.05% to increase uptake of the PGR. Three commercial groves at 25% of flowers and peak blooming were selected for treatment in Aguaí, São Paulo State, Brazil. The PGR treatment was applied using a standard airblast sprayer. Twenty fruit samples were harvested four times from February to September, 2000 per tree. Fruit samples were processed using a commercial extractor before laboratory evaluations of juice Brix, and titratable acid. The PGR treatment promoted modifications on acidity of treated fruits.

**Key words:** citrus, tertiary amine, bioregulator.

## INTRODUÇÃO

O processamento da laranja para a produção de suco exige a avaliação do seu conteúdo em açúcar e, quando destinada às máquinas

de suco comercial, é importante, também, a coloração da casca. Os valores da acidez, Brix, massa do suco e sólidos totais por caixa se relacionam com o valor do produto. Brix e massa de suco são os fatores usados para calcular sólidos solúveis totais por caixa (Wardowski *et al.*, 1995). Um aumento no Brix dos frutos pode, portanto, aumentar os sólidos solúveis totais por caixa ou mostrar a eficiência do processamento.

As temperaturas do ar e do solo durante a maturação do fruto são consideradas como fatores que influenciam a cor da casca, Brix e acidez (Reuther, 1973). Certamente os produtores não podem controlar esses fatores. Apesar do fato de que a nutrição também é conhecida como outro fator interferente na qualidade dos frutos cítricos, métodos diferentes de adubação visando o aumento no Brix do suco não têm-se mostrado eficientes (Embleton *et al.*, 1973; Lovatt, 1999; Jackson & Davies, 1999). A maioria dos reguladores vegetais que afetam o crescimento, florescimento e senescência da casca não alteram o conteúdo de suco, Brix ou acidez (Coggins, 1981; Davies *et al.*, 1997).

Pesquisa realizada no Departamento de Agricultura dos EUA, no início da década de 90, determinou que um grupo de substâncias conhecidas como aminas terciárias pode afetar o conteúdo de sólidos solúveis de laranjas, assim como alguns processos de crescimento e desenvolvimento em outras espécies (Keithly *et al.*, 1991).

A aceleração no desenvolvimento da área foliar das plantas tratadas com aminas terciárias pode aumentar significativamente a interceptação da luz por planta durante o crescimento exponencial da cultura, que por sua vez pode incrementar a atividade fotossintética e a taxa de crescimento da cultura (Keithly *et al.*, 1991).

A aplicação de amina terciária aumentou o volume total de cloroplastos por célula ou o tamanho do compartimento dos cloroplastos em folhas maduras. Este fato pode aumentar a assimilação líquida de carbono, a mobilização de fotossintetizados e o ganho de biomassa durante o desenvolvimento da cultura (Keithly *et al.*, 1991).

Estudos que relacionaram a estrutura com a atividade, mostraram que o grupamento funcional  $R-CH_2CH_2-N-(CH_2CH_3)_2$  revelou-se essencial para a atividade biológica do produto. Além disso, o tamanho da molécula e a posição das substituições no anel aromático modificam significativamente a habilidade das aminas aril terciárias em induzir a

formação de carotenóides. Uma relação específica entre a estrutura molecular e a atividade biológica pode influenciar na formação de carotenóides em frutos tratados com aminas terciárias (Yokoyama & Keithly, 1991).

Biorreguladores constituídos por aminas terciárias têm mostrado aumentar a biossíntese de terpenóides em frutos de citros. Frutos cítricos tratados com MBTA promovem rápida formação de cor na casca causada pela síntese de carotenóides no flavedo (Yokoyama & Keithly, 1991).

As aminas terciárias podem induzir um efeito promotor em cascata que pode controlar em longo prazo o desempenho da cultura. Os efeitos no aumento do conteúdo de carotenóides e no acúmulo de sólidos solúveis ilustram funções gênicas regulatórias moduladas pela aplicação de MBTA (Madhavan & Benedict, 1991).

O biorregulador MBTA foi escolhido dentre esse grupo por apresentar potencial para utilização comercial em laranjas para processamento. Testes iniciais de campo na Flórida, realizados com laranja 'Hamlin', demonstraram aumento significativo no Brix na colheita, como resultado de uma única aplicação do produto no máximo florescimento. Ensaios subsequentes em escala comercial com a 'Hamlin' foram também positivos, assim como com a 'Valência' (Campbell *et al.*, 1999).

Esse trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do MBTA, uma amina terciária, sobre o Brix e acidez das laranjas 'Valência', 'Lima' e 'Hamlin'.

## MATERIAL E MÉTODOS

Árvores de laranja 'Lima' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) enxertadas sobre limão Cravo (*Citrus limonia* Osbeck), com 8 anos de idade, de laranja 'Hamlin' sobre limão Cravo, com 7 anos de idade, e de laranja 'Valência' sobre Cleópatra, com 9 anos de idade, sob irrigação, foram escolhidas por sua uniformidade e sanidade em Aguai, S.P., Brasil. Aplicações de MBTA (Ecolyst, da Valent BioSciences), foram realizadas com uma pistola manual pressurizada calibrada para pulverizar 2000 litros por hectare. Todas aplicações do produto foram acompanhadas do adjuvante Silwet L-77 0,05%.

As épocas de aplicação foram estabelecidas pela fenologia das árvores, sendo que o início do florescimento para 'Lima' e 'Hamlin' ocorreu em 12 de agosto de 1999 (25% de flores abertas amostradas nas árvores), e o florescimento máximo (100% de flores abertas) ocorreu em 27 de agosto de 1999. Na 'Valência' esses dois estágios fenológicos verificaram-se em 27 de setembro e 6 de outubro de 1999, respectivamente. O delineamento estatístico inteiramente casualizado foi adotado em função da homogeneidade local (Pimentel – Gomes, 2000). O experimento consistiu dos seguintes tratamentos: (a) Controle, (b) MBTA 8 mg.L<sup>-1</sup> (25% flores), (c) MBTA 8 mg.L<sup>-1</sup> (100% flores), (d) MBTA 16 mg.L<sup>-1</sup> (25% flores), (e) MBTA 16 mg.L<sup>-1</sup> (100% flores), (f) MBTA 32 mg.L<sup>-1</sup> (25% flores) e (g) MBTA 32 mg.L<sup>-1</sup> (100% flores). Assim, foram aplicados 7 tratamentos com 8 repetições, 1 árvore por parcela.

As amostragens foram iniciadas 3 semanas antes do início da colheita comercial. Os experimentos foram amostrados a cada 3 semanas, em 4 épocas. Assim sendo, a 'Lima' foi amostrada em 8 de fevereiro, 29 de fevereiro, 21 de março e 11 de abril de 2000. A 'Hamlin' foi coletada em 21 de março, 11 de abril, 2 de maio e 23 de maio de 2000. A 'Valência' foi amostrada em 4 de julho, 25 de julho, 22 de agosto e 12 de setembro de 2000.

As amostras de 20 frutos por árvore foram levadas para laboratório onde foi determinada a acidez titulável (%) e o Brix. Os valores da acidez titulável e Brix foram submetidos a análise de variância e ao teste de Duncan (5%).

Para as análises tecnológicas do suco, os 20 frutos por amostra foram espremidos individualmente em extrator comercial; as amostras de suco foram então analisadas quanto a acidez titulável e Brix em refratômetro digital (Wardowski *et al.*, 1995; Kimball, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores gerais de Brix mostraram-se mais elevados na laranja 'Lima' colhida nas últimas amostragens (Tabela 1). Na laranja 'Hamlin' os valores de Brix revelaram-se mais altos na segunda e terceira amostragens (Tabela 2), épocas de colheita do cultivar (Davies & Albrigo,

1994). Em 'Valência' o Brix mostrou-se mais elevado nas duas últimas amostragens (Tabela 3), corroborando resultados de Campbell *et al.* (1999).

Na 'Lima' não se observou variação significativa entre o controle e os tratamentos com MBTA nos valores de Brix (Tabela 1). Possivelmente, as características intrínsecas desse cultivar possibilitam maior estabilidade dos carboidratos no suco, restringindo a ação do biorregulador.

Na 'Hamlin' verificou-se, na primeira amostragem, uma tendência de aumento em Brix nas árvores tratadas com MBTA  $16 \text{ mg.L}^{-1}$  (25% flores), sendo que esse incremento revelou-se novamente como tendência na terceira amostragem (Tabela 2).

Na 'Valência' não se notou variação entre o controle e os tratamentos com MBTA, no que se refere ao Brix (Tabela 3), sendo que Campbell *et al.* (1999) observaram aumentos no Brix, na Flórida. A amina terciária DCPTA (N, N-dietilaminoetil 3,4 – diclorofenil éter) aumentou o volume total de cloroplastos por célula ou o tamanho do compartimento cloroplástico em folhas maduras. Os grãos de amido foram reduzidos em dimensão e a clorofila extraível aumentou significativamente. Ocorreu ainda incremento na atividade da Rubisco. Esses resultados indicaram que a produtividade fotossintética das plantas tratadas com DCPTA é controlada pelo incremento do compartimento cloroplástico estabelecido pelo biorregulador durante o desenvolvimento dos cloroplastos (Keithly & Yokoyama, 1988).

A acidez titulável mostrou redução na seqüência de amostragens da 'Valência' e 'Lima'. Na 'Hamlin' essa tendência também foi observada (Davies & Albrigo, 1994; Embleton *et al.*, 1973).

Verificaram-se maiores valores de acidez na 'Lima' tratada com MBTA  $8 \text{ mg.L}^{-1}$  (25% flores) e  $32 \text{ mg.L}^{-1}$  (100% flores) na primeira amostragem (Tabela 1).

Na 'Hamlin' observou-se redução no Brix dos frutos das plantas pulverizadas com MBTA  $32 \text{ mg.L}^{-1}$  (25% flores) e maior acidez em frutos de árvores tratadas com MBTA  $8 \text{ mg.L}^{-1}$  (25% flores) na primeira amostra. Na terceira amostra notaram-se valores de acidez mais baixos nos frutos das árvores tratadas com MBTA  $8 \text{ mg.L}^{-1}$  (100% flores), conforme a Tabela 2.

Na ‘Valência’ não se observou variação significativa entre os tratamentos com MBTA e o controle nos valores de Brix e acidez (Tabela 3).

**Tabela 1.** Efeito das aplicações de MBTA no Brix (graus) e acidez titulável (%) do suco da laranja “Lima” nas quatro amostragens realizadas.

Tratamentos	1ª (08/02/00)		2ª (29/02/00)		3ª (21/03/00)		4ª (11/04/00)	
	brix	acidez	brix	acidez	brix	acidez	brix	acidez
Controle	9,00	0,10c	8,59	0,08	9,51	0,06	9,77	0,07
MBTA 8 (25%)	9,60	0,13a	8,57	0,09	9,52	0,07	9,77	0,07
MBTA 8 (100%)	9,27	0,11bc	8,66	0,08	9,66	0,07	10,00	0,06
MBTA 16 (25%)	9,47	0,12abc	8,74	0,08	9,59	0,07	9,79	0,07
MBTA 16 (100%)	9,51	0,11bc	8,46	0,09	10,08	0,07	10,12	0,07
MBTA 32 (25%)	8,80	0,11bc	9,02	0,10	9,91	0,07	10,20	0,07
MBTA 32 (100%)	9,22	0,12ab	8,50	0,09	9,94	0,07	10,21	0,07
F (trat.)	0,87 <sup>ns</sup>	3,46 <sup>**</sup>	1,27 <sup>ns</sup>	1,29 <sup>ns</sup>	1,34 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>ns</sup>
CV (%)	9,49	10,54	5,88	12,68	5,69	13,58	7,56	11,88

Obs.: médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste Duncan (5%)

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>ns</sup> não significativo

**Tabela 2.** Efeito das aplicações de MBTA no Brix (graus) e acidez titulável (%) do suco da laranja “Hamlin” nas quatro amostragens realizadas.

Tratamentos	1ª (21/03/00)		2ª (11/04/00)		3ª (02/05/00)		4ª (23/05/00)	
	brix	acidez	brix	acidez	brix	acidez	brix	acidez
Controle	8,88abc	0,88b	9,65	0,86	9,74ab	0,85ab	8,89	0,74a
MBTA 8 (25%)	8,94ab	1,12a	9,67	0,87	9,46b	0,83bc	9,26	0,81a
MBTA 8 (100%)	8,80bc	0,99b	9,86	0,80	9,42b	0,79c	8,87	0,71a
MBTA 16 (25%)	9,21a	1,06ab	10,16	0,86	10,27a	0,90a	9,30	0,78a
MBTA 16 (100%)	8,59bc	0,97b	9,57	0,79	9,30b	0,82bc	8,80	0,71a
MBTA 32 (25%)	8,51c	1,04ab	9,57	0,84	9,51b	0,82bc	9,27	0,79a
MBTA 32 (100%)	8,96ab	1,04ab	9,90	0,85	9,50b	0,81bc	9,36	0,71a
F (trat.)	3,50 <sup>**</sup>	3,43 <sup>**</sup>	2,16 <sup>ns</sup>	1,98 <sup>ns</sup>	2,37 <sup>*</sup>	3,75 <sup>**</sup>	1,79 <sup>ns</sup>	2,70 <sup>*</sup>
CV (%)	4,01	7,30	3,90	6,83	6,21	5,99	5,61	9,42

Obs.: médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste Duncan (5%)

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade.

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo.

**Tabela 3.** Efeito das aplicações de MBTA no Brix (graus) e acidez titulável (%) do suco da laranja “Valência” nas quatro amostragens realizadas.

Tratamentos	1ª (04/07/00)		2ª (25/07/00)		3ª (22/08/00)		4ª (12/09/00)	
	brix	acidez	brix	acidez	brix	acidez	brix	acidez
Controle	10,31	1,85a	10,68	1,84a	11,12	1,48	11,15	1,17
MBTA 8 (25%)	10,22	1,88a	10,83	1,87a	11,26	1,43	11,38	1,26
MBTA 8 (100%)	10,31	1,81a	10,78	1,81a	11,21	1,39	11,26	1,19
MBTA 16 (25%)	10,43	1,85a	10,62	1,84a	11,21	1,44	11,51	1,23
MBTA 16 (100%)	10,20	1,75a	10,82	1,75a	11,12	1,33	11,08	1,19
MBTA 32 (25%)	10,17	1,75a	10,78	1,74a	11,21	1,34	11,27	1,23
MBTA 32 (100%)	10,20	1,65a	10,73	1,65a	11,07	1,32	10,95	1,14
F (trat.)	0,67 <sup>ns</sup>	2,80*	0,35 <sup>ns</sup>	2,81*	0,17 <sup>ns</sup>	1,81 <sup>ns</sup>	1,22 <sup>ns</sup>	1,53 <sup>ns</sup>
CV (%)	3,16	7,44	3,43	7,45	4,98	9,29	4,30	7,67

Obs.: médias seguidas por letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste Duncan (5%)

\* significativo ao nível de 1% de probabilidade.

<sup>ns</sup> Não significativo.

## CONCLUSÕES

1. Aumentos de acidez foram verificados na laranja ‘Lima’, na primeira amostragem, quando tratada com MBTA 8 mg.L<sup>-1</sup> (25% flores) e 32 mg.L<sup>-1</sup> (100% flores). Na ‘Hamlin’ também observou-se esse efeito de MBTA 8 mg.L<sup>-1</sup> (25% flores) na primeira amostragem.

2. Aplicação de MBTA 32 mg.L<sup>-1</sup> (25% flores) na laranja ‘Hamlin’ reduziu o Brix na primeira amostragem.

3. Reduções na acidez foram observadas na laranja ‘Hamlin’ como efeito de MBTA 8 mg.L<sup>-1</sup> (100% flores) na terceira amostragem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMPBELL, C.A.; T. TAGGART & J. KEITHLY. 1999. A Novel Plant Growth Regulator, MBTA, Increases Soluble Solids (Brix) of ‘Valencia’ Orange. **Proc. Florida State Hort. Soc.**, **112**:25-28.
- COGGINS, C.W. Jr. 1981. The Influence of Exogenous Growth Regulators on Rind Quality and Internal Quality of Citrus Fruits. **Proc. Intern. Soc. Citric.**, **1** : 214-216.
- DAVIES, F.S. & L.G. ALBRIGO. 1994. **Citrus**. CAB Int. Wallingford, UK.



- DAVIES, F.S.; C.A. CAMPBELL & G.R. ZALMANN. 1997. Gibberellic Acid Sprays for Improving Peel Quality and Increasing Juice Yield of Processing Oranges. **Proc. Florida State Hort. Soc.**, 110 : 16-21.
- EMBLETON, T.W.; W.W. JONES; C.K. LABANAUSSKAS. & W.J. REUTHER. 1973. Leaf Analysis is a Diagnostic Tool and Guide to Fertilization. *In*: REUTHER W.J. (Ed.). **The Citrus Industry**. v. 3. Berkeley : University of California, Division of Agriculture Science. p. 183-211.
- JACKSON, L.K. & F.S. DAVIES. 1999. **Citrus Growing in Florida** (4<sup>th</sup> ed.). Gainesville University Press of Florida.
- KEITHLY, J.H. & H. YOKOYAMA. 1988. Chemical Regulation of Growth and Photosynthesis of Spinach by 2 - (3,4 - Dichlorophenoxy) Triethylamine (DCPTA). **American Chemical Society**, Los Angeles, AGFD, 20p.
- KEITHLY, J.H.; H. YOKOYAMA. & H.W. GAUSMAN. 1991. Regulation of Crop Growth and Yield by Tertiary Amine Bioregulators. *In*: GAUSMAN, H.W. (Ed.). **Plant Biochemical Regulators**. New York, Marcel Dekker, p. 223-246.
- KIMBALL, D.A. 1999. **Citrus Processing: A Complete Guide** (2<sup>nd</sup> ed.). Gaithersburg Aspen Publications.
- LOVATT, C.J. 1999. Timing Citrus and Avocado Foliar Nutrition Applications to Increase Fruit Set and Size. **Horticultural Technology**, 9 : 607-612.
- MADHAVAN, S. & C.R. BENEDICT. 1991. Regulation of Rubber Transferase Activity by 2 - (3,4 - Dichlorophenoxy) Triethylamine in Plants of *Parthenium argentatum*. *In*: GAUSMAN, H. W. (Ed.). **Plant Bioch. Reg.** New York, Marcel Dekker, p. 27-43.
- PIMENTEL - GOMES, F. 2000. **Curso de Estatística Experimental**. 14<sup>a</sup> ed. Piracicaba, 480p.
- REUTHER, W.J. 1973. Climate and Citrus Behavior. *In*: REUTHER, H.W. (Ed.). **The Citrus Industry**. v. 3. Berkeley: University of California. Division of Agriculture Science.
- WARDOWSKI, W.; J. WHIGHAM; W. GRIERSON. & J. SOULE. 1995. **Quality tests for Florida citrus**. University of Florida, Cooperative Extension Service, SP99.

YOKOYAMA, H. & J.H. KEITHLY. 1991. Regulation of Biosynthesis of Carotenoids. *In*: GAUSMAN, H. W. (Ed.). **Plant Biochemical Regulators**. New York, Marcel Dekker, p. 19-25.