

Série Produtor Rural



Agroquímicos de Controle Hormonal na Agricultura Tropical

630
S485
v.32 e.3
99162

SÉRIE PRODUTOR RURAL - Nº 32

Universidade de São Paulo/USP
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ESALQ
Divisão de Biblioteca e Documentação/DIBD





USP - ESALQ
DIVISÃO DE BIBLIOTECA
E DOCUMENTAÇÃO

ISSN 1414-4530

Universidade de São Paulo - **USP**
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - **ESALQ**
Divisão de Biblioteca e Documentação - **DIBD**

Paulo Roberto de Camargo e Castro

Agroquímicos de Controle Hormonal na Agricultura Tropical
Série Produtor Rural – nº 32



Piracicaba
2006

23 OUT 2006

Série Produtor Rural, nº 32

Divisão de Biblioteca e Documentação - DIBD

Av. Pádua Dias, 11 – Caixa Postal 9

Cep: 13418-900 - Piracicaba - SP

e-mail: biblio@esalq.usp.br

http://dibd.esalq.usp.br

Revisão e Edição:

Eliana Maria Garcia

Editoração Eletrônica:

Serviço de Produções Gráficas - USP/ESALQ

Tiragem:

300 exemplares

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Divisão de Biblioteca e Documentação - ESALQ/USP

Castro, Paulo Roberto de Camargo e.

Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical / Paulo Roberto de Camargo e Castro. -- Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca e Documentação, 2006.

46 p. : il. (Série Produtor Rural, nº 32)

ISSN 1414-4530

Bibliografia

1. Agricultura tropical 2. Hormônio vegetal 3. Produto químico agrícola 4. Regulador de crescimento I. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Divisão de Biblioteca e Documentação II. Título III. Série

CDD 631.54

Paulo Roberto de Camargo e Castro ¹

¹ Prof. Titular - Departamento de Ciências Biológicas - ESALQ/USP

Agroquímicos de Controle Hormonal na Agricultura Tropical

Série Produtor Rural – nº 32

Piracicaba
2006

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	7
2 BIORREGULADORES NA AGRICULTURA	7
2.1 Auxinas	11
2.2 Giberelinas	12
2.3 Citocininas	14
2.4 Retardadores	15
2.5 Inibidores	16
2.6 Etileno	17
Referências	19
3 BIOESTIMULANTES NA AGRICULTURA	24
Referências	30
4 BIOATIVADORES NA AGRICULTURA	35
Referências	40
5 AMINOÁCIDOS NA AGRICULTURA	42
Referências	46

1 APRESENTAÇÃO

Os controladores hormonais têm merecido cada vez mais atenção na agricultura tropical à medida que as técnicas de cultivo evoluem, principalmente em culturas de alto valor. Além de caracterizarmos os controladores hormonais, mostramos alguns efeitos dos mesmos nos cultivos tropicais. O objetivo desta obra é permitir aos Estudantes, Agrônomos, Produtores, Pesquisadores e Professores, que dedicam-se a Fruticultura, Olericultura, Cultivos, Pastagens e Ornamentais, utilizar tecnologias já estabelecidas, assim como gerar suas próprias técnicas. Nessas aplicações de controladores hormonais na agricultura tropical é dada ênfase a alguns aspectos práticos da utilização dessa tecnologia agrícola. O professor Paulo R. C. Castro tem-se dedicado ao estudo da ação fisiológica e aplicação de biorreguladores nos últimos 30 anos, sendo representante no Brasil do International Advisory Committee of the Plant Bioregulators in Fruit Production Working Group, da Sociedade Internacional de Horticultura.

2 BIORREGULADORES NA AGRICULTURA

Biorregulador é um composto orgânico, não nutriente, aplicado na planta, que a baixas concentrações, promove, inibe ou modifica processos morfológicos e fisiológicos do vegetal. Pertence ao grupo das auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno. Além desses grupos clássicos, têm-se aventado os grupos dos brassinosteróides, jasmonatos, salicilatos e poliaminas, com efeitos similares aos dos biorreguladores.

No que se refere às aplicações agrícolas dos biorreguladores, deve-se considerar que algumas plantas cultivadas já atingiram no Brasil estágios de evolução que exigem elevado nível técnico para alcançar melhor produtividade. Essas culturas já não se apresentam condicionadas por limitações de ordem nutricional e hídrica, além de serem protegidas

adequadamente com defensivos. Nessas condições, a economicidade da utilização de tecnologia avançada tem levado ao emprego dos biorreguladores, que podem freqüentemente mostrar-se altamente compensadores. As auxinas atuam na síntese de RNA mensageiro, induzindo a formação de enzimas que causariam a ruptura das ligações entre as microfibrilas de celulose. As novas enzimas formadas agem sobre polissacarídeos ou glicopeptídeos e constituintes das ligações entre as microfibrilas de celulose da parede celular. O rompimento das ligações entre as microfibrilas promoveria o aumento da plasticidade e uma deformação irreversível da parede celular. Ocorreria ainda uma diminuição no potencial osmótico no interior do vacúolo que promoveria um influxo de água e o aumento das dimensões celulares. Considera-se que, para o biorregulador agir, ele deve primeiramente se ligar a um receptor na membrana plasmática da célula. A interação entre o biorregulador e o receptor promove a ativação de um transdutor (proteína G), assim denominado por requerer GTP (trifosfato de guanosina) que se transforma em GDP (difosfato de guanosina). Este sistema leva à ativação de fosfolipase C, uma enzima que cataliza a hidrólise de 4,5-bifosfato de fosfatidilinositol a 1,4,5-trifosfato de inositol e diacilglicerol, mensageiros secundários. O trifosfato de inositol liberado da membrana se transloca para o retículo endoplasmático, onde estimula a liberação de cálcio (Ca^{2+}) armazenado. O aumento na concentração de Ca^{2+} no citoplasma, participa da ativação da proteína quinase C e também ativa proteínas-alvo diretamente, ou por meio da mediação da calmodulina. Diacilglicerol e trifosfato de inositol podem ser utilizados para sintetizar novamente bifosfato de fosfatidilinositol. O metabolismo do trifosfato de inositol, durante esse processo, pode ser inibido por lítio. Fatores que participam da regulação dos níveis de Ca^{2+} no citoplasma incluem: (a) o influxo de Ca^{2+} , pela membrana plasmática, através de canal de Ca^{2+} carregado com certa voltagem; (b) o transporte de Ca^{2+} , para o interior do retículo endoplasmático, verifica-se por uma Ca^{2+} -ATPase; (c) a secreção de Ca^{2+} da célula, através da membrana plasmática, por meio de outra Ca^{2+} -ATPase e (d) acumulação de Ca^{2+} , no vacúolo, através de um carregador

antiporte, sendo que a liberação de Ca^{2+} do vacúolo, pode também contribuir para o aumento de cálcio livre no citoplasma. Estas alterações em cargas podem gerar uma assimetria através da membrana, originando um gradiente eletroquímico capaz de produzir uma força prótonmotiva. Essa levaria à secreção de prótons H^+ através da membrana, promovendo acidificação em compartimentos da parede celular. Essa acidificação promoveria ativação ou síntese de enzimas (endo-transglicosilase ou β -glucam sintetase) capazes de romper e refazer ligações entre microfibrilas da parede ou provocar a quebra de polissacarídeos da parede, liberando oligossacarinas que podem estar relacionadas com um sistema regulador gênico que leva a transcrição de um novo RNAm, responsável pela síntese de novas enzimas que podem atuar na morfogênese (Figura 1).

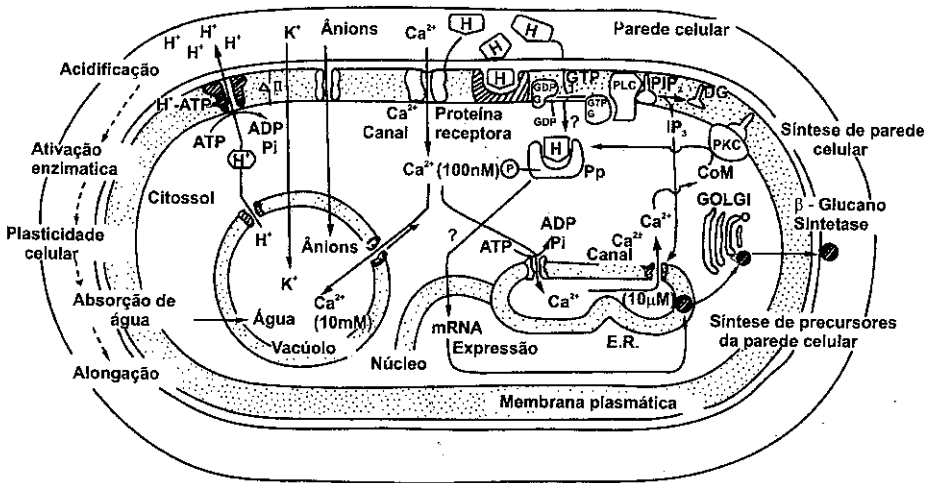


Figura 1 - Esquema dos mecanismos de ação da auxina na expansão celular, mostrando o crescimento ácido, a transdução de sinais e a atividade gênica

As giberelinas agem no DNA nuclear promovendo a formação de RNA mensageiro. Logo depois ocorre a síntese de proteínas e de enzimas como a alfa-amilase, proteases, hidrolases e lipases. Sob a ação da alfa-amilase, poderíamos ter a formação de glucose na célula a partir do amido, o que promoveria uma diminuição no potencial osmótico celular, causando um influxo de água e o conseqüente aumento na dimensão celular. A ação das proteases resultaria na síntese de triptofano a partir do qual ocorreria a formação do ácido indolilacético (IAA). O IAA aumentaria a plasticidade da parede celular causando um aumento na dimensão celular. Alguns pesquisadores consideram que o ácido giberélico (GA) inibe a IAA oxidase, impedindo a inativação da auxina, o que promove maior plasticidade, influxo hídrico e o conseqüente aumento nas dimensões celulares.

A citocinina isopenteniladenosina (IPA) promove a ligação do RNA transportador ao complexo ribossomo-mensageiro e influi na formação e função de diversos RNAs transportadores e na síntese de proteínas. Embora se considere que o controle do tipo de proteína produzida esteja localizado no RNA mensageiro, há evidências de que o RNA transportador exerce um controle adicional sobre o sistema. As citocininas parecem manter em alto nível a síntese de proteínas e enzimas, retardar a degradação de proteínas e de clorofila, diminuir a taxa respiratória e preservar o vigor celular.

Os inibidores como o ácido abscísico impedem o crescimento de plantas, induzem a senescência e a abscisão. Aparentemente, o ácido abscísico inibe as enzimas hidrolíticas, essenciais para o metabolismo. A hidrazida maleica é um inibidor sintético. Os retardadores de crescimento retardam a alongação de ramos, diminuindo a divisão celular no meristema sub-apical. O chlormequat (CCC) e a daminozide (SADH) podem bloquear a síntese de promotores de crescimento.

O etileno parece induzir a produção de proteínas específicas em diversos tecidos. No processo de maturação sabe-se que a S-adenosil metionina (derivado da metionina) é transformada em ácido l-carboxílico-l-amino ciclopropano, capaz de produzir etileno.

2.1 Auxinas

O ácido indolbutírico (IBA) tem sido amplamente utilizado no enraizamento de estacas para a propagação vegetativa de espécies vegetais.

Castro et al. (1994) verificaram a eficiência de Exubérone (IBA) no enraizamento de estacas de videira muscadinia 'Dixon'. Observaram que o tratamento lento (24h) de estacas medianas com 10 ml L⁻¹ de Exubérone e de estacas basais com 20 ml L⁻¹ do produto, mostraram-se eficientes (Figura 2). Fernandes et al. (1973) notaram que Exubérone 10 ml L⁻¹ revelou-se efetivo no enraizamento de estacas de *Rhododendron Simsii* e *Bougainvillea spectabilis*, sendo que a concentração de 20 ml L⁻¹ mostrou-se mais eficiente para *Cupressus sempervirens* e *Thuya occidentalis*.

Aplicação de ácido indolilacético (IAA) 10 mg L⁻¹ em morangueiro 'Monte Alegre' na antese floral e repetindo-se duas vezes com intervalos de 7 dias, levou a maiores produções de morango (CASTRO et al., 1976).

Pulverização de árvores de macieira 'Rome Beauty' com ácido naftalenacético (NAA) 20 mg L⁻¹ antes da queda dos frutos, evita a abscisão precoce das maçãs (WASHINGTON STATE UNIVERSITY, 1968).

Carlucci e Castro (1982) observaram que Tomatotone (ácido para-clorofenoxiacético) 20 ml L⁻¹, aplicado na antese floral dos três primeiros cachos, aumentou o número, o comprimento, a massa e a classificação do tomate 'Miguel Pereira'. Aplicação de Trylone (ácido 2-hidroximetil 4-clorofenoxiacético) 150 mg L⁻¹ na antese floral do primeiro cacho, promoveu a produção de frutos extra A e extra até a quinta colheita, antecipando significativamente a produção de frutos de melhor qualidade e permitindo o cultivo do tomateiro em menor período de tempo (CASTRO; CHURATA-MASCA, 1973).

Aplicação de 3,5,6-TPA (Maxim) 15 mg L⁻¹ e Fenotiol 20 mg L⁻¹, após a queda fisiológica dos frutos (21/11), aumentou o diâmetro dos frutos do tangor 'Murcott', assim como a massa média e o número de frutos de maior classe comercial. Pulverização de lima ácida 'Tahiti' com Fengib 1 ml L⁻¹, na antese floral, aumentou a fixação dos frutos (CASTRO, 2002). Sabe-se que aplicação de 2,4-D 8 mg L⁻¹ também aumenta a fixação de frutos de citros.



Figura 2 - *Produção de mudas de videira muscadinia 'Dixon' a partir de estacas tratadas com auxina*

2.2 Giberelinas

Castro e Barbosa (1978) verificaram que a imersão de sementes de algodoeiro 'IAC-17' em giberelina (GA) 100 mg L^{-1} por 22 horas acelerou o processo germinativo originando plântulas mais desenvolvidas. Tratamento similar com GA 100 mg L^{-1} aumentou a germinação de sementes de braquiária, siratro, soja perene e panicum verde; sendo que esse tratamento também incrementou o crescimento das plântulas de crotalária, lablab e estilosantes.

Imersão de tubérculos-semente de batata cultivar Bintje por 10 minutos em GA 10 mg L^{-1} (Figura 3) promoveu precocidade e melhorou o estande na emergência das brotações (CASTRO et al., 1996).



Figura 3 - Plantio mecanizado de batatas-sementes ' Bintje ' previamente tratadas com giberelina para melhorar o estande

Castro et al. (1991) observaram que a pulverização de porta-enxertos de macadâmia aos 120 DAS, com GA 500 mg L^{-1} , promoveu maior aumento no diâmetro do caule da planta, possibilitando enxertia precoce e produção mais rápida de mudas enxertadas.

Castro e Rossetto (1979) notaram que plantas de algodoeiro 'IAC-RM3' tratadas com giberelina 100 mg L^{-1} foram menos atacadas pelo pulgão *Aphis gossypii*. Consideraram que o biorregulador promove redução no potencial osmótico da seiva do floema, desfavorecendo o estabelecimento dos afídios.

Pulverização da cana-de-açúcar 'CB 51-22' com GA 60 mg L^{-1} em 20/05 (início das condições invernais) promoveu aumento no crescimento da região apical e incremento na fitomassa de colmo, sem alterar os valores de pol % cana (CASTRO et al., 1982).

Aplicação de GA 500 mg L^{-1} em pós-florescimento na videira 'Niagara Rosada' aumentou a alongação das bagas com relação ao diâmetro (CASTRO et al., 1974). Sabe-se que a giberelina tem também incrementado o tamanho dos cachos e reduzido a compactação das bagas em uvas sem sementes (Figura 4).



Figura 4 - *Cultura de videira sem sementes com cachos tratados com giberelina evitando a compactação das bagas*

Sanches et al. (2001) notaram que o tratamento invernal de lima ácida 'Tahiti', após 50 a 60 dias sem irrigação, reduziu o número de flores formadas em 81% e aumentou a produção de frutos temporões em 60%.

Imersão por cinco minutos de frutos de tomate Santa Cruz em GA 10 e 50 mg L⁻¹ atrasou a maturação dos mesmos (AWAD et al., 1975). Imersão de frutos de lima ácida 'Tahiti' em GA 20 mg L⁻¹ manteve a coloração da casca em nível aceitável para transporte e comercialização até 40 dias de armazenamento refrigerado (TAVARES et al., 2004).

2.3 Citocininas

Benziladenina (BA) mostrou ser eficiente na quebra da dormência de sementes de pessegueiro.

Tratamento de estacas de cacaueteiro com BA 10 mg L⁻¹ retardou a clorose e necrose foliares, quando as mesmas foram acondicionadas para transporte e conservadas a temperatura ambiente.

A combinação de citocinina com auxina tem possibilitado a proliferação celular na morfogênese e organogênese de numerosas espécies vegetais em cultura de tecidos visando a micropropagação.

Pulverizações com BA 5 a 10 mg L⁻¹ em pré-colheita auxiliaram na manutenção da alface fresca e verde por três a cinco dias extras, após a embalagem do produto.

Imersão de hastes recentemente colhidas de aipo verde e dourado, em solução de BA 10 mg L⁻¹, ampliou a duração do material fresco, manteve a coloração foliar e aumentou a aceitabilidade de mercado para ambos os cultivares (CASTRO; VIEIRA, 2001).

2.4 Retardadores

Visando a obtenção de mudas mais compactas e resistentes de tomateiro para transplante mecanizado, verificou-se a eficiência da aplicação de CCC 1000 mg L⁻¹ (APPEZZATO; CASTRO, 1983).

Cato e Castro (2006) observaram a eficácia da pulverização com o ácido 2,3,5-triidobenzóico (TIBA) 30 mg L⁻¹ em manter as plantas de soja compactas, evitando perdas por acamamento.

Barbosa e Castro (1984) verificaram em algodoeiro 'IAC-17' que chlormequat (CCC) 450 mg L⁻¹ reduziu a altura e o número de entrenós das plantas. Esse retardador de crescimento supriu a necessidade de manter as plantas de algodoeiro compactas para viabilizar a mecanização da cultura.

Sabe-se que a utilização de retardadores de crescimento em plantas ornamentais envasadas, principalmente a daminozide (SADH) e CCC, possibilita a obtenção de plantas mais compactas, provoca redução na velocidade de crescimento e produção de flores de melhor qualidade (CASTRO; VIEIRA, 2001).

Bernardes (1989) observou que a pulverização da região apical da seringueira com SADH 2000 mg L⁻¹ promoveu incremento de 25% no perímetro relativo do tronco do cultivar RRIM 600 e melhorou a arquitetura da copa, tornando-a menos suscetível aos danos causados pelo vento.

Aplicação de CCC 1500 mg L⁻¹ em laranja 'Pera' reduziu os sintomas de clorose variegada do citros (CVC) em condições de campo, sendo que considerou-se a possibilidade de redução na infestação de cigarrinhas transmissoras, devido a alteração da coloração verde das folhas, causada pelo retardador de crescimento (CASTRO et al., 2001).

Castro et al. (1996) verificaram que Curavial (sulfometuron metil) aplicado no início de abril em cana-de-açúcar 'SP 70-1143' reduziu o comprimento do entrenó formado na época de aplicação, diminuiu a isoporização do colmo, aumentando em 1,12 o pol % cana e induzindo a maturação precoce da cana-de-açúcar.

Fonseca et al. (1980) analisaram numerosas características tecnológicas dos frutos de tomate tratados com biorreguladores. Observaram que os tomateiros tratados com CCC 2000 mg L⁻¹ 38 DAS apresentaram as melhores características tecnológicas dos frutos colhidos.

2.5 Inibidores

Inibidores de crescimento têm sido utilizados extensivamente no controle do desenvolvimento de gramados, cercas vivas e árvores; sendo que também têm sido aplicados para a manutenção de tubérculos e bulbos dormentes, no armazenamento (CASTRO; VIEIRA, 2001).

Verificou-se que aplicação de hidrazida maleica 1250 mg L⁻¹, 30 dias depois da poda da cerca viva de *Murraya paniculata* (Falsa Murta), manteve a mesma sem necessidade de uma nova poda por maior período de tempo com relação ao controle somente podado (CASTRO; MINAMI, 1978).

Câmara et al. (1993) observaram que aplicação de Diquat 2 L ha⁻¹ em março, na cana-de-açúcar 'RB 78-5148' inibiu totalmente o florescimento; sendo que hidrazida maleica 2 L ha⁻¹ reduziu o florescimento em 50% (Figura 5). Pulverização da cana-de-açúcar 'SP 70-1143' com glifosate 0,3 L ha⁻¹ ou hidrazida maleica 2 L ha⁻¹ antecipou significativamente a maturação (CASTRO et al., 1994). Foi verificado que aplicação de Fusilade 0,4 L ha⁻¹ em cana-de-açúcar 'SP 70-1143' promoveu sua maturação precocemente (CASTRO et al., 2002).

2.6 Etileno

O ethephon, com capacidade de liberar etileno, é o biorregulador mais utilizado na agricultura.

Churata-Masca et al. (1974) observaram que plantas de pepino 'Aodai', com 4 folhas definitivas, pulverizadas com ethephon 400 mg L⁻¹ anteciparam a antese da primeira flor feminina, possibilitando colheita precoce. Ethephon 200 a 400 mg L⁻¹ aumentou o número de frutos produzidos e melhorou a qualidade dos mesmos.

Aplicação de ethephon 300 mg L⁻¹ em tangor 'Murcott', no florescimento (Figura 6), promoveu abscisão floral e aumentou significativamente a massa dos frutos remanescentes, evitando a produção de excesso de frutos de pequenas dimensões e a possibilidade da quebra de galhos da árvore de citros (VIEIRA; CASTRO, 1987). Ethephon 200 mg L⁻¹ provocou queda de frutos em tangerina 'Ponkan', quando pulverizado em 25/11; sendo que o desbaste químico revelou-se eficiente e econômico (SANTOS et al., 2001).

Foi verificada a importância do uso de ethephon na região de corte da sangria, de três a oito aplicações por ano dependendo do cultivar, na produção de látex da seringueira (BERNARDES et al., 1990).

Castro et al. (1972) verificaram que aplicação de ethephon 1000 mg L⁻¹ antecipou a colheita do tomateiro 'São Sebastião'. Consideraram que o biorregulador é também eficiente para concentrar a colheita de tomate para indústria.

Pulverização de ethephon 0,25 ml L⁻¹ em 16/04 dobrou a quantidade de frutos cereja de cafeeiro na colheita do cultivar 'Catuaí Vermelho' (CASTRO et al., 1981).

Castro et al. (2001) efetuaram aplicação aérea de ethephon 2 L ha⁻¹ em 18/02 na cana-de-açúcar 'SP 70-1143'. Observaram que o biorregulador antecipou a maturação e incrementou o teor de sacarose nos colmos; sendo que diminuiu significativamente a isoporização.

Mota et al. (1997) promoveram a imersão de frutos verdes de 'Kunquat' em soluções de ethephon de 250 a 1000 mg L⁻¹. Verificaram que a taxa de desverdecimento dos frutos aumentou proporcionalmente ao incremento na concentração de ethephon aplicado.



Figura 5 - Efeito da aplicação de Diquat (D) em cana-de-açúcar inibindo o florescimento e induzindo a maturação



Figura 6 - Distribuição adequada dos frutos de citros obtida pelo desbaste prévio com ethephon

Referências

APPEZZATO, B.; CASTRO P.R.C. Desenvolvimento e produtividade do tomateiro cultivar Santa Cruz sob ação de retardadores de crescimento aplicados em plântulas. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 40, p. 447-472, 1983.

AWAD, M.; ARAMIZU, A.K.; CHURATA-MASCA, M.G.C.; CASTRO, P.R.C. Efeitos do ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon), das giberelinas, do confinamento em sacos de polietileno e da temperatura, no amadurecimento do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 50, n. 1/2, p. 69-79, 1975.

BARBOSA, L.M.; CASTRO, P.R.C. Alguns efeitos de reguladores de crescimento na morfologia do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. IAC-17). **Hoehnea**, São Paulo, v. 11, p. 59-65, 1984.

BERNARDES, M.S. **Efeito de métodos de indução de copa no desenvolvimento da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg. cv. RRIM 600)**. 1989. 192 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1989.

BERNARDES, M.S.; CASTRO, P.R.C.; FURTADO, E.L. **Sistemas de sangria da seringueira**. São Paulo: Rhodia, 1990. 24 p.

CÂMARA, G.M.S.; CASTRO, P.R.C.; CESAR, M.A.A.; NOGUEIRA, M.C.S.; GLÓRIA, B.A. Efeito de Diquat e hidrazida maleica no desenvolvimento, florescência e maturação da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 5., 1993, Águas de São Pedro. **Anais ...** Piracicaba: STAB, 1993. p. 129-132.

CASTRO, P.R.C. Ação de biorreguladores na fixação e no aumento do tamanho de frutos cítricos. **Citricultura Atual**, Cordeirópolis, v. 6, n. 29, p. 6-7, 2002.

CASTRO, P.R.C.; BARBOSA, L.M. Ação de reguladores vegetais na germinação do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. cv. IAC-17). **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 35, p. 417-430, 1978.

CASTRO, P.R.C.; CHURATA-MASCA, M.G.C. Variações provocadas pelo ácido 2-hidroxi-metil 4-clorofenoxiacético na colheita de tomateiro do grupo Santa Cruz. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 48, n. 2/3, p. 59-68, 1973.

CASTRO, P.R.C.; MINAMI, K. Controle químico do crescimento vegetativo de *Murraya paniculata*. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 35, p. 431-439, 1978.

CASTRO, P.R.C.; ROSSETO, C.J. The influence of growth regulators on aphid infestation in cotton. **Turrialba**, San Jose, v. 29, n. 1, p. 75-77, 1979.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Ed. Agropecuária, 2001. 132 p.

CASTRO, P.R.C.; CHURATA-MASCA, M.G.C.; AWAD, M. Efeitos do ácido 2-cloroetilfosfônico na maturação de frutos do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. São Sebastião). **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 29, p. 159-168, 1972.

CASTRO, P.R.C.; FERRAZ, E.C.; SCARANARI, H.J. Efeitos de giberelinas e auxina na frutificação da videira 'Niagara Rosada'. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 31, p. 367-383, 1974.

CASTRO, P.R.C.; GONÇALVES, M.B.; DEMÉTRIO, C.G.B. Efeitos de reguladores vegetais na germinação de sementes. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 42, p. 449-468, 1985.

CASTRO, P.R.C.; MEDINA, C.L.; ALMEIDA, M. Response of citrus variegated chlorosis (CVC) - infected 'Pera' sweet orange to growth regulators. **Proceedings of the Interamerican Society of Tropical Horticulture**, Lima, v. 43, p. 104-107, 1999.

CASTRO, P.R.C.; MELOTTO E.; HARADA, E. Efeitos de giberelinas na emergência e no desenvolvimento de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L. cv. Bintje). **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 21, p. 5-10, 1996.

CASTRO, P.R.C.; MINAMI, K.; VELLO N.A. Efeitos de reguladores de crescimento na frutificação do morangueiro cultivar Monte Alegre. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 33, p. 67-77, 1976.

CASTRO, P.R.C.; OLIVEIRA, D.A.; PANINI, E.L. Ação do sulfometuron metil como maturador da cana-de-açúcar. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICOS AÇUCAREIROS DO BRASIL, 6., 1996, Maceió. **Anais ...** Maceió: STAB, 1996. p. 363-369.

CASTRO, P.R.C.; CÂMARA, G.M.S.; CESAR, M.A.A.; NOGUEIRA, M.C.S. Ação comparada de maturadores em dois cultivares de cana-de-açúcar. **Álcool & Açúcar**, São Paulo, n. 73, p. 36-39, 1994.

CASTRO, P.R.C.; FRANCO, J.F.; COSTA, J.D.; DEMÉTRIO, C.G.B. Efeitos de ethephon e uréia na maturação de frutos e abscisão foliar do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 38, p. 281-288, 1981.

CASTRO, P.R.C.; DIONISIO, A.; JOÃO, J.; MARTINELLI, C.; DEMÉTRIO, C.G.B. Aumento da produção de cana-de-açúcar com ácido giberélico. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v. 99, n.1, p. 35-42, 1982.

CASTRO, P.R.C.; MELOTTO, E.; SOARES, F.C.; PASSOS, I.R.S.; POMMER, C.V. Rooting stimulation in muscadine grape cuttings. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, p. 436-440, 1994.

CASTRO, P.R.C.; MIYASAKI, J.M.; BERNARDI, M.; MARENGO, D.; NOGUEIRA, M.C.S. Efeito do ethephon na maturação e produtividade da cana-de-açúcar. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 76, n. 2, p. 277-290, 2001.

CASTRO, P.R.C.; PENTEADO, S.R.; TERAMOTO, E.R.; DEMÉTRIO, C.G.B.; ANZAI, N.H. Promoção do desenvolvimento de nogueira-macadâmia com reguladores vegetais visando enxertia precoce. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 48, p. 155-166, 1991.

CASTRO, P.R.C.; ZAMBON, S.; SANSÍGOLO, M.A.; BELTRAME, J.A.; NOGUEIRA, M.C.S. Ação comparada de Ethrel, Fuzilade e Roundup, em duas épocas de aplicação, na maturação e produtividade da cana-de-açúcar 'SP 70-1143'. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 77, n. 1, p. 23-38, 2002.

CARLUCCI, M.V.; CASTRO, P.R.C. Efeitos do Trylone e Tomatotone na frutificação do tomateiro 'Miguel Pereira'. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 39, p. 591-604, 1982.

CATO, S.C.; CASTRO, P.R.C. Redução da altura de soja causada pelo ácido 2,3,5-triidobenzóico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 981-984, 2006.

CHURATA-MASCA, M.G.C.; CASTRO, P.R.C.; AWAD, M. Influência do ácido 2-cloroetilfosfônico (ethephon) na modificação da expressão do sexo e produção do pepino (*Cucumis sativus* L.). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 49, n. 1, p. 7-14, 1974.

FERNANDES, P.D.; CASTRO, P.R.C.; KRONKA, S.N.; AGUIAR, I.B. Ação de um regulador de crescimento no enraizamento de estações de quatro plantas ornamentais. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 30, p. 217-226, 1973.

FONSECA, H.; NOGUEIRA, J.N.; GRANER, M.; ANNICHINO, A.V.K.O.; CASTRO, P.R.C.; MINAMI, K.; VELLO, N.A. Effect of growth regulators on the technological and sensory characteristics of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Gigante Piedade). **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 100, p. 105-112, 1980.

MOTA, R.V.; BASSINELLO, P.Z.; MELOTTO, E.; CASTRO, P.R.C. Desverdecimento e conservação em pós-colheita de frutos de Kunquat (*Fortunella margarita*, Swingle) em resposta a tratamentos com ethephon e cera. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, n. 3, p. 241-246, 1997.

SANCHEZ, F.R.; LEITE, I.C.; CASTRO, P.R.C. Efeito do ácido giberélico (AG3) na floração e produção da lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tan.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 23, n. 3, p. 504-509, 2001.

SANTOS, A.C.P.; CASTRO, P.R.C. Desbaste químico em tangerineira 'Ponkan' sobre o nível de carboidratos e a composição mineral das folhas. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 22, n. 1, p. 93-112, 2001.

TAVARES, S.; CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; JACOMINO, A.P. Uso de fitorreguladores para a conservação pós-colheita da lima ácida 'Tahiti'. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 25, n. 1, p. 209-224, 2004.

VIEIRA, A.; CASTRO, P.R.C. Efeito do ethephon no raleamento dos frutos do tangor 'Murcote'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987, Campinas. **Anais ...** Campinas: SBF, 1987. p. 333-339.

WASHINGTON STATE UNIVERSITY. **Spray recommendations for tree fruits in eastern**. Washington, 1968. (Extension Bulletin, 419).

3 BIOESTIMULANTES NA AGRICULTURA

Bioestimulantes podem ser definidos como misturas de biorreguladores ou mistura de um ou mais biorreguladores com outros compostos de natureza química diferente (aminoácidos, vitaminas, sais minerais, etc.).

Infelizmente poucas pesquisas têm sido divulgadas sobre os numerosos bioestimulantes aplicados nas condições tropicais, sendo que por isso nos reportaremos a três mais conhecidos: Stimulate, Promalin e GA + 2,4-D.

Stimulate é um bioestimulante da Stoller, constituído de 50 mg L⁻¹ de giberelina (GA) 50 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (IBA) e 90 mg L⁻¹ de cinetina (CK).

Cato et al. (2004) estudaram o sinergismo entre os biorreguladores constituintes do Stimulate através da aplicação dos mesmos isoladamente, em dupla ou os três juntos, em uma planta-teste, o tomateiro *Lycopersicon esculentum* cv. Micro-Tom. Como controle utilizou-se uma mistura dos três componentes puros do bioestimulante nas concentrações do produto comercial. Os resultados obtidos mostraram que somente a mistura dos três componentes aumentou a produtividade de frutos do tomateiro, nos

dois tratamentos aplicados. Os biorreguladores aplicados isoladamente ou em dupla não afetaram a produção da planta-teste com relação a testemunha. Observou-se ainda que a presença de IBA sozinho, em dupla ou os três juntos, sempre aumentou a fitomassa radicular do tomateiro 'Micro-Tom'.

Vieira e Castro (2003) verificaram que aplicação de Stimulate em sementes de feijoeiro 'Carioca' incrementou a germinação até a concentração de 8 mL/kg sementes. Stimulate na concentração de até 10 mL/kg sementes aumentou a germinação de plântulas normais e diminuiu a emergência de plântulas anormais de feijoeiro.

Castro et al. (2005) observaram que Stimulate incrementou a massa seca das raízes de feijoeiro até a concentração de 10 mL/kg sementes. O bioestimulante também aumentou o número de vagens por planta, o número de grãos por planta e a massa seca de grãos por planta, na concentração de 5 mL/kg sementes.

Aplicação foliar de Stimulate 3 mL/L aumentou a massa de vagens e a massa de grãos do feijoeiro 'IAC - Carioca Tybatã'. A concentração de 5,4 mL/kg de sementes também produziu os mesmos resultados (CASTRO et al., 2004).

Deve-se considerar que Stimulate pode ser aplicado em mistura com inseticidas, fungicidas, inoculantes e fertilizantes foliares, sem nenhum inconveniente (VIEIRA; CASTRO, 2004).

Aplicação de Stimulate 7,0 mL/kg sementes proporcionou o número máximo de plântulas normais em soja 'IAC 8-2'. A maior massa seca de plântulas foi obtida com Stimulate 8,2 mL/kg sementes (VIEIRA; CASTRO, 2001, 2004a).

Castro e Vieira (2002) notaram que Stimulate 7,0 mL/kg sementes incrementou em 51,9% a emergência de plântulas normais de soja. Verificaram aumento de 55,3% na massa seca das plântulas quando tratadas com 8,2 mL/kg sementes.

Cato et al. (2005) notaram pequenas alterações na área foliar e na massa da matéria seca total da parte aérea de plantas de soja 'Conquista' tratada com Stimulate 1,7 e 3,4 mL/L coletada no estádio V5. Essas concentrações

de Stimulate incrementaram a área radicular e a massa da matéria seca das raízes, avaliadas no estágio R1.

Verificou-se que aplicação de Stimulate 10 mL/kg sementes aumentou o número de grãos por planta de soja 'IAC 8-2' (CASTRO et al., 2004 e CASTRO; VIEIRA, 2004a).

Vieira et al. (2005) consideraram que Stimulate deve ser incorporado no sistema de produção da soja. Isto em função da aplicação do bioestimulante na concentração de 10 mL/kg de sementes ter produzido 157,4 grãos/planta, superando em 24,3% o controle e incrementado em 36,9% a massa seca de grãos com relação ao controle.

Castro e Vieira (2003) verificaram que aplicação de Stimulate 10 mL/L em sementes de milho 'Cargill C-929' aumentou a germinação das sementes. Essa mesma concentração incrementou o número de plântulas normais, reduzindo conseqüentemente a porcentagem de plântulas anormais. Esse resultado é importante, uma vez que novos cultivares, com ótimo potencial, podem ter problemas de germinação, os quais poderiam ser resolvidos com a aplicação do bioestimulante.

Vieira e Castro (2004) notaram que Stimulate 13,2 mL/kg sementes proporcionou um crescimento da raiz principal do milho 'Cargill C-929' de 34,7 cm, aumentando em 17% com relação ao controle. Stimulate 13,8 mL/kg sementes promoveu um incremento de 165,5% no comprimento radicular total, resultando na dimensão de 430,3 cm de raízes contra 162,0 cm do controle.

Castro e Vieira (2001) observaram que o milho tratado com Stimulate, em função do maior desenvolvimento do sistema radicular, mostrou incremento na absorção de água e nutrientes, maior vigor e atividade fotossintética, adquirindo elevado potencial de aumento em produção.

Vieira (2001) notou incremento nos parâmetros de crescimento do sistema radicular de arroz com aplicação de Stimulate 4mL/kg sementes. Concentrações de até 10 mL/kg de sementes aumentaram a massa seca das raízes e da parte aérea. Stimulate 4mL/kg sementes aumentou o número de panículas e a massa seca de grãos do arroz 'Primavera'.

Castro et al. (2002) verificaram que Stimulate aplicado nas concentrações de 6,25 a 50,00 mL/ha aumentou a dominância apical e o comprimento dos ramos de laranja 'Pera', sendo que 12,50 a 50,00 mL/ha do produto reduziu o número de ramos da muda de citros.

Castro et al. (1998) notaram que três aplicações de Stimulate 1L/ha aumentou o número de ramos das árvores de laranja 'Pera' 69 dias após a primeira pulverização, além de incrementar o peso médio de frutos por árvore na colheita.

Verificou-se que aplicação de Stimulate 25 mL/L tendeu a aumentar a área foliar da cana-de-açúcar 'RB 72-454' (CASTRO et al., 2002).

Tavares et al. (2004) observaram que a massa da matéria seca do sorgo (*Sorghum bicolor*) aumentou com aplicação de Stimulate de 4 a 20 mL/kg sementes. O crescimento da raiz principal e sua velocidade também foram incrementados com o aumento na concentração aplicada.

Promalin é um bioestimulante constituído de uma mistura de giberelinas, GA 4+7 + BA (benziladenina) na proporção de 1:1.

Pulverização de mudas de pereira, cerejeira e macieira, em condições de viveiro, com Promalin 250 e 500 mg L⁻¹ estimulou a ramificação lateral das plantas e produziu ramos com maiores ângulos com relação a indução mecânica (CODY et al., 1985).

Rufato et al. (2004) verificaram que aplicação de Promalin em faixa, no tronco de pessegueiro 'Riograndense', cultivado em sistema adensado, mostrou-se eficiente no incremento do comprimento dos ramos e do diâmetro do tronco até concentrações de 3000 mg L⁻¹.

Joustra (1989) observou que Promalin 250 mg L⁻¹ aumentou o número de ramos de macieira 'Golden Hornet' e a ramificação de *Prunus triloba*, utilizadas como plantas ornamentais.

Aplicação de Promalin 25 mg L⁻¹ no florescimento ou 12,5 mg L⁻¹ no fechamento e novamente no fechamento do cálice, tem aumentado o tamanho dos frutos de diversos cultivares de macieira (TUKEY, 1980).

Burak e Büyükyilmaz (1997) notaram que baixas concentrações de Promalin aplicadas no florescimento e posteriormente, possibilitaram a

obtenção de frutos de maçã com padrão ideal, boa coloração e melhor qualidade.

Dabul e Ayub (2005) verificaram que aplicações de Promalin 2,5 L/ha em macieira 'Gala' promoveu aumentos no comprimento do pedúnculo, no diâmetro e na massa do fruto.

A mistura de giberelina (GA) 10-20 mg L⁻¹ + ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) 8 mg L⁻¹ tem proporcionado relevantes efeitos em diferentes fases fenológicas dos citros.

Observou-se que aplicação de GA 15 mg L⁻¹ + 2,4-D 8 mg L⁻¹ incrementou o desenvolvimento das brotações em laranja 'Bahia' e outros cultivares, aumentando a área foliar, a fotossíntese e a produtividade das árvores quando tendiam a diminuir suas produções (CASTRO, 2001).

Pulverização com GA 15 mg L⁻¹ + 2,4 – D 8 mg L⁻¹ após o período de seca invernal diminuiu o florescimento em até 50%, revelando-se um método adequado para restringir a alternância de produção e evitar supersafra, capaz de reduzir o tamanho dos frutos, provocar esgotamento de nutrientes e mesmo causar quebra de galhos da árvore de 'Murcott' (CASTRO et al., 2001).

Serciloto et al. (2003) avaliaram o efeito da aplicação de GA 20 mg L⁻¹ + 2,4 – D 8 mg L⁻¹ numa florada extemporânea, em 19/06, da lima ácida 'Tahiti'. Observou-se que o tratamento incrementou em 21,3% a fixação dos frutos contra 5,9% do controle, 107 DAA.

Aplicação de GA 20 mg L⁻¹ + 2,4 – D 8 mg L⁻¹, 45 dias antes da colheita da laranja 'Westin', proporcionou aumento na retenção dos frutos na árvore. Este fato mostra-se de interesse em função da freqüente forte abscisão de frutos em pré-colheita deste cultivar (ANTONIOLLI et al., 2003).

Castro et al. (2003) observaram em uma plantação de laranja 'Pera' com sintomas iniciais de Clorose Variegada dos Citros (CVC), pulverizada em 19/12 e 30/03 com GA 50 mg L⁻¹ + 2,4 – D 8 mg L⁻¹, em Pirassununga, aumento no número de frutos produzidos.

Verificou-se em um pomar de laranja 'Pera' com sintomas iniciais de CVC, que aplicação de GA 20 mg L⁻¹ + NAA 20 mg L⁻¹ em 25/02, em Novo

Horizonte, promoveu remissão dos sintomas de CVC (CASTRO et al., 2001).

Prates et al. (1983) notaram que pulverização de árvores de laranja 'Pera', mostrando Declínio unilateral acentuado, em 03/09, com GA 50 mg L⁻¹ + 2,4 - D 10 mg L⁻¹ promoveu recuperação das árvores de citros.

Prates et al. (1988) verificaram que o tratamento de laranja 'Pera', apresentando Declínio unilateral acentuado, em 03/01, com GA 50 mg L⁻¹ + NAA 20 mg L⁻¹, GA 100 mg L⁻¹ + 2,4 - D 10 mg L⁻¹ e GA 50 mg L⁻¹ + NAA 15 mg L⁻¹ + biofertilizante, promoveu remissão dos sintomas da anomalia.

Esses resultados sugerem que a mistura de giberelina com auxina pode ser útil no manejo de citros atacado por CVC ou com Declínio.

Castro e Cato (2005) observaram que árvores de laranja 'Pera' tratadas com GA 20 mg L⁻¹ + 2,4 - D 8 mg L⁻¹ aumentaram a ramificação. Também notaram que o bioestimulante incrementou o número de frutos produzidos.

Imersão dos frutos recém colhidos de laranjas (Figura 7), tangerinas e limões em solução de GA 10 mg L⁻¹ + 2,4 - D 30 mg L⁻¹ retardou a mudança de coloração da casca (CASTRO et al., 2001).



Figura 7 - Atraso na coloração da casca de laranja 'Valência' obtida pela imersão dos frutos em solução de GA + 2,4-D(1) com relação ao controle (4)

Referências

- ANTONIOLLI, L.R.; CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. Prevenção da abscisão pré-colheita de frutos de laranjeira 'Westin'. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 1, p. 83-94, 2003.
- BURAK, M.; BÜYÜKYILMAZ, M. Effect of Promalin on fruit shape and quality of Starving Delicious apple cultivar. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 463, p. 365-369, 1997.
- CASTRO, P.R.C. Biorreguladores em citros. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 22, n. 2, p. 367-381, 2001.
- CASTRO, P.R.C.; CATO, S.C. Gibberellin and auxin on the behavior of *Citrus* trees. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT BIOREGULATORS IN FRUIT PRODUCTION, 10., 2005, Saltillo. **Abstracts ...** Saltillo, 2005. p. 61.
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. Ação de biorreguladores na cultura do milho. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. (Ed.). **Milho: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ, 2001. p. 48-59.
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. Ação do Stimulate em sementes na germinação, desenvolvimento radicular e produtividade da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 24., 2002, Londrina. **Resumos ...** Londrina, 2002. p. 201-202.
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. Biorreguladores e bioestimulantes na cultura do milho. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. (Ed.). **Milho: estratégias de manejo para alta produtividade**. Piracicaba: ESALQ, 2003. p. 99-115.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. Biostimulant effect on yield of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., 2004, Foz do Iguassu. **Abstracts ...** Foz do Iguassu, 2004. p. 133.

CASTRO, P.R.C.; CATO, S.C.; VIEIRA, E.L. Biorreguladores e bioestimulantes em feijoeiro. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. (Ed.). **Feijão irrigado: tecnologia & produção**. Piracicaba: ESALQ, 2005. p. 54-62.

CASTRO, P.R.C.; MEDINA C.L.; ALMEIDA, M. Response of Citrus Variegated Chlorosis (CVC) infected 'Pera' sweet orange to growth regulators. **Proceedings of the Interamerican Society of Tropical Horticulture**, Lima, v. 43, p. 104-107, 1999.

CASTRO, P.R.C.; PACHECO, A.C.; MEDINA, C.L. Efeitos de Stimulate e de Micro-Citros no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da laranja 'Pera' (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 338-341, 1998.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A.; MEDINA, C.L.; CORRENTE, J.E. Management of Citrus Variegated Chlorosis (CVC) with bioregulators. **Proceedings of the Interamerican Society of Tropical Horticulture**, Lima, v. 47, p. 161-163, 2003.

CASTRO, P.R.C.; MARINHO, C.S.; PAIVA, R.; MENEGUCCI, J.L.P. Fisiologia da produção dos citros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 209, p. 26-38, 2001.

CASTRO, P.R.C.; MATTA Jr., J.P.; TAVARES, S.; VENDEMIATTI, A. Ação de biorreguladores no desenvolvimento da cana-de-açúcar 'RB 72-454'. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 14., 2002, Rio Claro. **Resumos ...** Rio Claro: SBSP, 2002. 1 CD-ROM.

CASTRO, P.R.C.; SILVA, G.P.; CATO, S.C.; TAVARES, S. Ação de bioestimulantes em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* cv. IAC – Carioca Tybatã). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 79, n. 2, p. 215-225, 2004.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L.; CASTRO, J.R.P.; TAVARES, S. Produtividade da soja tratada com Stimulate. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26., 2004, Ribeirão Preto. **Resumos ...** Ribeirão Preto, 2004. p. 114.

CASTRO, P.R.C.; SOUZA, E.C.P.; RIBEIRO, R.V.; TAVARES, S.; VENDEMIATTI, A. Ação da aplicação foliar de Stimulate na formação de mudas de *Citrus sinensis* cv. Pera. In: REUNIÃO LATINOAMERICANA DE FISIOLÓGIA VEGETAL, 11., 2002, Punta del Este. **Actas ...** Punta del Este, 2002. p. 111-112.

CATO, C.S.; CASTRO, P.R.C.; OLIVEIRA, R.F. Desenvolvimento radicular de plantas de soja (*Glycine max* L. Merrill) influenciado por bioestimulante. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA NA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos ...** Cornélio Procópio, 2005. p. 493-494.

CATO, S.C.; CASTRO, P.R.C.; VENDEMIATTI, A.; OLIVEIRA, R.F. Desenvolvimento vegetativo de plantas de soja (*Glycine max* L. Merrill) afetado por bioestimulante. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLÓGIA VEGETAL, 10., 2004, Recife, 2004. **Anais ...** Recife, 2004. 1 CD-ROM.

CATO, S.C.; CASTRO, P.R.C.; ONGARELLI, M.G.; CARVALHO, R.F.; PERES, L.E.P. Estudo do sinergismo entre auxinas, giberelinas e citocininas no desenvolvimento vegetativo e na frutificação de *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Micro-Tom. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLÓGIA VEGETAL, 10., 2004, Recife, 2004. **Anais ...** Recife, 2004. 1 CD-ROM.

CODY, C.; LARSEN, F.E.; FRITTS Jr., R. Induction of lateral branches in tree fruit nursery stock with propyl-3-t-butylphenoxy acetate (MB 25,105) and Promalin (GA4+7 + 6-benzyladenine). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 26, p. 111-118, 1985.

DABUL, A.N.G.; AYUB, R.A. Efeito da aplicação de Promalin em frutos de maçã (*Malus domestica*) cv. Gala. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 52, n. 301, p. 351-356, 2005.

JOUSTRA, M.K. Effect of Promalin on ornamental *Malus* and *Prunus* species. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 251, p. 377-380, 1989.

PRATES, H.S.; CASTRO, P.R.C.; GUIRADO, N.; MELOTTO, E.; MULLER, G.W. Remissão de sintomas iniciais do Declínio de Citros pela aplicação de reguladores vegetais. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 45, n. 1, p. 229-240, 1988.

PRATES, H.S.; CASTRO, P.R.C.; SOUZA, W.; DIONÍSIO, A.; APPEZZATO, B. Ação de reguladores vegetais no Declínio dos Citros. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 9, p. 220-229, 1983.

RUFATO, L.; DE ROSSI, A.; FARIA, J.L.C. Uso de Promalina e incisão anelar no incremento do crescimento vegetativo de ramos laterais em pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) conduzidos em axis colunar. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 1, p. 117-122, 2004.

SERCILOTO, C.M.; CASTRO, P.R.C.; RIBEIRO, R.V.; TAVARES, S.; MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C. Biorreguladores na fixação dos frutos da lima ácida 'Tahiti'. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 2, p. 383-395, 2003.

TAVARES, S.; CATO, S.C.; CASTRO, P.R.C.; SILVA, G.P. Bioestimulante incrementa o desenvolvimento do sistema radicular em híbrido de sorgo (*Sorghum bicolor* Moench.). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Resumos ...** Cuiabá, 2004. 1 CD-ROM.

TUKEY, L.D. Alar and Promalin in intensive orchard systems. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 114, p. 152-153, 1980.

VIEIRA, E.L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e arroz (*Oryza sativa* L.).** 2001. 122 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

VIEIRA, E.L.; CASTRO, P.R.C. Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor das plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 222-228, 2001.

VIEIRA, E.L.; CASTRO, P.R.C. Ação de bioestimulante na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. (Ed.). **Feijão irrigado: tecnologia e produtividade**. Piracicaba, ESALQ, 2003. p. 73-100.

VIEIRA, E.L.; CASTRO, P.R.C. **Ação de bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Cosmópolis, Stoller, 2004. 73 p.

VIEIRA, E.L.; CASTRO, P.R.C. Biostimulant effect on seeds germination, seedlings vigor and root growth of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., 2004, Foz do Iguassu. **Abstracts ...** Foz de Iguassu, 2004b. p. 259.

VIEIRA, E.L.; CASTRO, P.R.C. Efeito do Stimulate na germinação, vigor e desenvolvimento radicular do milho (*Zea mays* cv. Cargill C - 929). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., Cuiabá, 2004. **Resumos ...** Curitiba, 2004. 1 CD-ROM.

VIEIRA, E.L.; CASTRO, P.R.C.; CATO, S.C.; SILVA, G.P. Stimulate no sistema de produção da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA NA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005, Cornélio Procópio. **Resumos ...** Cornélio Procópio, 2005. p. 82-83.

4 BIOATIVADORES NA AGRICULTURA

Bioativadores são substâncias orgânicas complexas modificadoras do crescimento capazes de atuar em fatores de transcrição da planta e na expressão gênica, em proteínas de membrana alternando o transporte iônico e em enzimas metabólicas capazes de afetar o metabolismo secundário, de modo a modificar a nutrição mineral, produzir precursores de hormônios vegetais, levando a síntese hormonal e a resposta da planta a nutrientes e hormônios (Figura 8).

Dois potentes inseticidas sistêmicos têm demonstrado esse efeito, o aldicarb e o thiametoxan.

O aldicarb (Temik), 2-metil -2 (metiltio) propionaldeído Q-(metil carbamoyl) oxime, é um inseticida utilizado extensivamente, principalmente no controle de pragas iniciais do algodoeiro.

Em função de relatórios sobre efeitos positivos do aldicarb em processos fisiológicos do algodoeiro foi conduzido um estudo para verificar os efeitos dessa substância no desenvolvimento, produtividade e fotossíntese do algodoeiro (REDDY et al., 1989).

Aldicarb foi incorporado nas linhas de plantio nas concentrações de 0,84 kg i.a. ha⁻¹, seguido por 2,24 kg i.a. ha⁻¹ no início do florescimento. Plantas

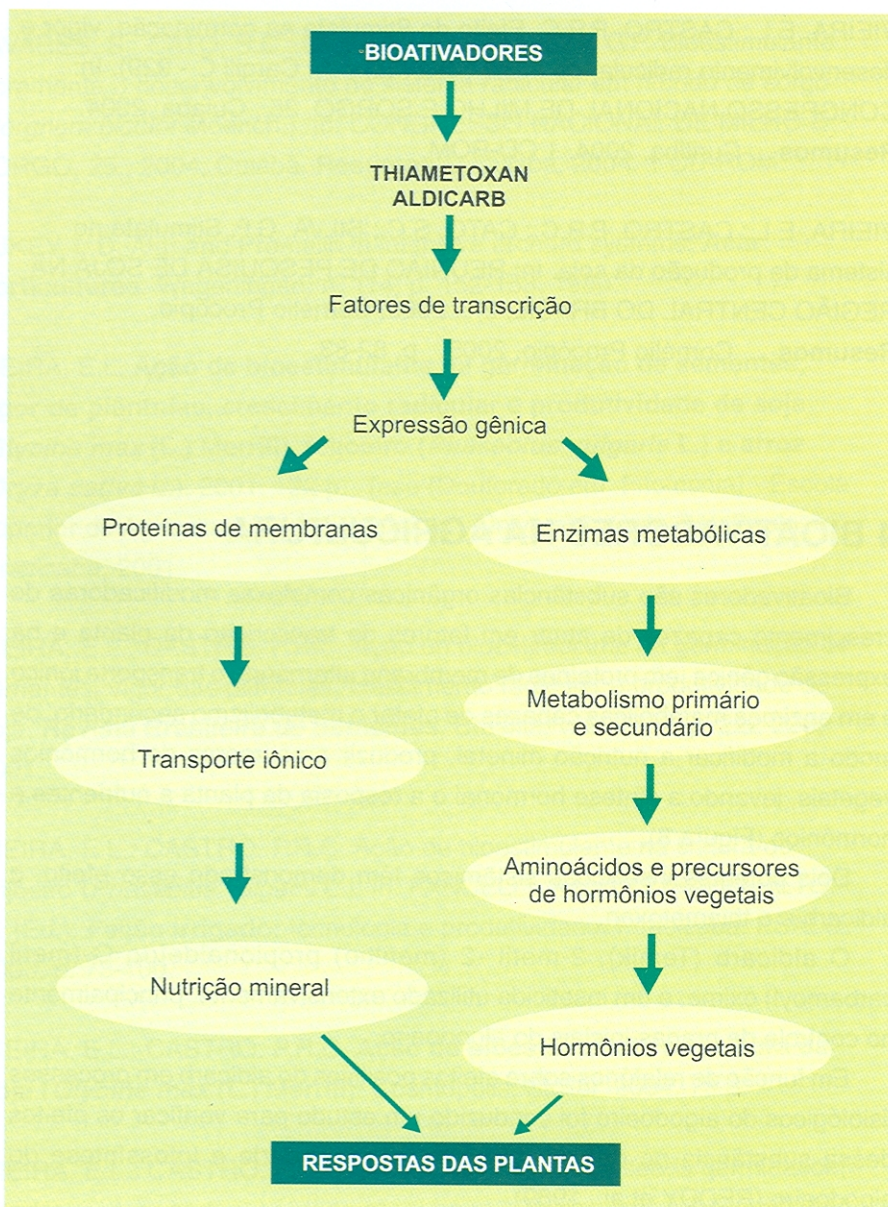


Figura 8 - Representação esquemática do modo de ação dos bioativadores aplicados nos vegetais

tratadas com aldicarb aumentaram o vigor e acumularam mais fitomassa no início do período vegetativo com relação ao controle. Algodoeiros tratados com aldicarb apresentaram taxas fotossintéticas mais altas durante a estação de crescimento da cultura. Aos 56 DAE as plantas tratadas com aldicarb mostraram incremento na massa seca total. Aldicarb promoveu aumento significativo na massa seca das raízes em maiores profundidades do solo. Plantas tratadas com aldicarb apresentaram aumento no número de radículas funcionais, no comprimento total das raízes e na densidade das raízes, observada através da face de vidro do recipiente de plantio. As plantas tratadas podem explorar mais uniformemente a totalidade do perfil do solo para água e nutrientes com relação ao controle. Plantas tratadas com aldicarb mostraram taxas mais altas de fotossíntese. Aldicarb promoveu florescimento precoce no algodoeiro, sendo que o número e massa dos capulhos mostraram-se ligeiramente mais altos (REDDY et al., 1990).

Fouche et al. (1977) trabalhando com aldicarb em laranja 'Valência', para controle de nematóide na África do Sul, observaram maior aumento de potássio nas folhas, quando comparado à aplicação de KNO_3 , KCl e K_2SO_4 , em pulverização. Wheaton et al. (1985) obtiveram aumento de fósforo e cálcio em laranja 'Valência' tratada com aldicarb.

Anania et al. (1988a) notaram influência do aldicarb nos níveis foliares de fósforo e potássio em amendoimzeiro. Anania et al. (1988b) observaram aumento nos teores de fósforo e potássio nas folhas de limão 'Tahiti' tratado com aldicarb.

Calafiore et al. (1989) verificaram os efeitos da aplicação de aldicarb em cafeeiro 'Novo Mundo'. Notaram no primeiro ano que o inseticida incrementou os teores de fósforo, potássio e nitrogênio nas folhas, sendo que esses resultados foram confirmados no segundo ano.

Lubus et al. (1985) e Junqueira et al. (1988) verificaram a eficiência da aplicação de aldicarb na produtividade de batata. Teixeira et al. (1991) observaram que aldicarb afetou positivamente a absorção de fósforo e potássio em batata. Souza Neto e Teixeira (1992) observaram que aldicarb incrementou os níveis de nitrogênio, fósforo e potássio nas folhas de batata

'Achat'. Também verificaram que o produto tendeu a aumentar o desenvolvimento das plantas.

De Grande (1992) realizou experimentos com aplicação de aldicarb (2 kg i.a. ha⁻¹) em soja 'Dourados', sob condições de casa de vegetação e de campo. Aldicarb aumentou a altura das plantas, o diâmetro do caule, o número de vagens por planta e a duração do ciclo da cultura. O produto tendeu a incrementar o peso das raízes e a produção de grãos. Castro et al. (1995) efetuaram ensaio em casa de vegetação com aplicação de aldicarb em feijoeiro 'Carioca'. Notaram que 0,035 g do produto por planta aumentou a altura do feijoeiro 41 DAS. Houve incremento no número de flores aos 59 DAS nas plantas tratadas com aldicarb 0,025 e 0,065 g/planta. Verificou-se aumento no número de vagens, massa de vagens e massa de sementes em feijoeiro 'Carioca' tratado com 0,035 g/planta. Aplicação de aldicarb 0,025 g/planta incrementou o número de sementes do feijoeiro.

O thiametoxan (Cruiser), 3-(2-cloro-tiazol-5-ilmetil)-5-metil-[1,3,5] oxadiazinan -4-ilideno-N-nitroamina, é um inseticida sistêmico do grupo neonicotinóide, da família nitroguanidina que atua no receptor nicotínico acetilcolina da membrana de insetos, lesando o sistema nervoso e levando-os à morte. É utilizado com sucesso no controle de pragas iniciais de diversas culturas.

Devido aos numerosos relatos de observações de campo descrevendo aumentos em vigor, desenvolvimento e produtividade da soja tratada com thiametoxan, mesmo na ausência de pragas, considerou-se que o produto possuía um efeito fitotônico.

Tavares e Castro (2005) avaliaram os efeitos fisiológicos de thiametoxan aplicado no tratamento de sementes de soja 'Monsoy'. Efetuaram teste de germinação, analisaram o desenvolvimento radicular em rizotrons e estudaram o crescimento da planta de soja. Verificaram que thiametoxan aumentou a área foliar e o volume radicular do cultivar 'Monsoy'. Também incrementou a massa seca das raízes e da parte aérea na concentração de 100 ml/ 100 kg de sementes; sendo que essa concentração também aumentou a altura da soja 30 DAE. Concluiu-se que incrementos no

desenvolvimento das raízes pode aumentar a absorção de água e nutrientes minerais, aumentando a área foliar e o vigor das plantas de soja.

Em função desses resultados tentou-se avaliar a molécula de thiametoxan para verificar se a mesma trata-se de um regulador vegetal. Realizaram-se biotestes com thiametoxan nas concentrações de 0,1 a 1000 mM, comparativamente ao controle. O produto foi aplicado em sementes de tomateiro 'Micro-Tom' (sensível a giberelina), DGT (sensível a auxina) e BRT (sensível a citocinina). Thiametoxan não afetou o desenvolvimento do hipocótilo nem da radícula das plantas-teste. Concluiu-se que a molécula não pertence a nenhum desses grupos de promotores de crescimento (CASTRO et al., 2005). O aumento no teor de citocinina, anteriormente aventado, deve-se ao maior desenvolvimento radicular e maior síntese desse hormônio endógeno nas pontas das raízes adicionais.

Outros trabalhos com thiametoxan têm mostrado que o produto está relacionado com aumentos na germinação, no estande e vigor, na atividade enzimática, aumento no nível de nutrientes, incrementos na altura, diâmetro do caule e desenvolvimento das raízes, na fitomassa, no número de vagens, na massa de grãos e na produção; tendo mostrado um aumento médio de 4 sacas por hectare de soja.

Thiametoxan parece aumentar a absorção de água e a resistência estomática, melhorando o equilíbrio hídrico da planta. É possível que esses fatos levem a planta a tolerar melhor déficits hídricos e estresse salino.

Referências

- ANANIA, P.F.R.; TEIXEIRA, N.T.; CALAFIORI, M.H.; ZAMBON, S. Influência de inseticidas granulados sistêmicos nos teores de N-P-K nas folhas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.). **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 13, p. 121-124, 1988a.
- ANANIA, P.F.R.; OLIVEIRA, C.L.; TEIXEIRA, N.T.; ZAMBON, S.; CALAFIORI, M.H. Influência da aplicação de aldicarbe nos teores de N-P-K nas folhas de limoeiro Taiti (*Citrus aurantifolia*) cv. Peruano. **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 13, p. 48-52, 1988b.
- CALAFIORI, M.H.; TEIXEIRA, N.T.; SCHMIDT, H.A.P.; ANANIA, P.F.R.; GRANDO, F.I.; PALAZZINI, R.; MARTINS, R.C.; OLIVEIRA, C.L.; ZAMBON, S. Efeitos nutricionais de inseticidas sistêmicos granulados sobre cafeeiros. **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 14, p. 132-141, 1989.
- CASTRO, P.R.C.; PITELLI, A.M.C.M.; PERES, L.E.P. Avaliação do crescimento da raiz e parte aérea de plântulas de tomateiro MT, DGT e BRT germinadas em diferentes concentrações do inseticida thiametoxan. In: ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ". **Relatório técnico ESALQ/ Syngenta**. Piracicaba, 2005. p.14-25.
- CASTRO, P.R.C.; SOARES, F.C.; ZAMBON, S.; MARTINS, A.N. Efeito do aldicarb no desenvolvimento do feijoeiro cultivar Carioca. **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 20, p. 63-68, 1995.
- DeGRANDE, P.E. **Influência de aldicarb e carbofuran na soja (*Glycine max* (L.) Merrill**. 1992. 137 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

FOUCHE, P.S.; BESTER, D.H.; VELDMAN, G.H. The influence of potassium applications and nematocides on the potassium nutrition of 'Valencia' orange trees on replant citrus soil. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 102, n. 5, p. 546-547, 1977.

JUNQUEIRA, F.M.A.; FORNER, M.A.; CALAFIORI, M.H.; TEIXEIRA, N.T.; ZAMBON, S. Aplicação de aldicarbe em diferentes dosagens e tipos de adubação influenciando a produtividade na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.). **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 13, p. 101-107, 1988.

LUBUS, C.A.F.; FERRAZ, J.A.D.P.; CALAFIORI, M.H.; ZAMBON, S.; BUENO, B.F. Ensaio com diferentes dosagens de aldicarbe e de adubo visando a produtividade na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.), **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 10, p. 64-68, 1985.

REDDY, K.R.; REDDY, V.R.; BAKER, D.N.; McKINION, J.M. Effects of aldicarb on photosynthesis, root growth and flowering of cotton. In: PLANT GROWTH REGULATION SOCIETY OF AMERICA ANNUAL MEETING, 16., 1989, Arlington. **Proceedings ...** Arlington: Plant Regulation Society of America, 1989. p. 168-169.

REDDY, K.R.; REDDY, V.R.; HODGES, H.F.; McKINION, J.M. Is aldicarb (Temik) a plant growth regulator? In: PLANT GROWTH REGULATION SOCIETY OF AMERICA ANNUAL MEETING, 17., 1990, Saint Paul. **Proceedings ...** Saint Paul: Plant Regulation Society of America, 1990. p. 79-80.

SOUZA NETO, J.C.; TEIXEIRA, N.T. Aldicarbe e adubação influenciando na absorção de nutrientes pela cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.), **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 17, p. 57-65, 1992.

TAVARES, S.; CASTRO, P.R.C. Avaliação dos efeitos fisiológicos de Cruiser 35 FS após tratamento de sementes de soja. In: ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ". **Relatório técnico ESALQ/ Syngenta**. Piracicaba, 2005. p. 1-13.

TEIXEIRA, N.T.; ZAMBON, S.; BOLLELA, E.R.; NAKANO, M.N.; OLIVEIRA, D.A.; CALAFIORI, M.H. Adubação e aldicarbe influenciando os teores de N, P e K, nas folhas da cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.). **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 16, p. 120-125; 1991.

WHEATON, T.A.; CHILDERS, C.C.; TIMMER, L.W.; DUNCAN, L.W.; NIKDEL, S. Effects of aldicarb on the production, quality of fruits and situation of citrus plants in Florida. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, Tallahassee, v. 98, p. 6-10, 1985.

5 AMINOÁCIDOS NA AGRICULTURA

Existem controvérsias sobre a utilização de aminoácidos na agricultura, uma vez que a aplicação isolada dos mesmos raramente tem mostrado efeitos significativos na produtividade vegetal. A dificuldade de absorção dos aminoácidos, a necessidade das plantas por aminoácidos específicos e a posição intermediária dos mesmos no metabolismo secundário, são aspectos que interferem na correta interpretação de seus modos de ação. Diversos produtos comerciais que contêm aminoácidos também possuem nutrientes minerais e outros compostos, dificultando a caracterização do efeito dos mesmos sobre as plantas. Considera-se a partir de algumas evidências que alguns aminoácidos podem agir como protetores das plantas da toxidez de sais minerais e outros agroquímicos ou, ao contrário, incrementar a absorção e efeito desses produtos.

Consideramos que os aminoácidos podem ser enquadrados no grupo de bioativadores, compostos capazes de agir em processos morfofisiológicos do vegetal como precursores de um hormônio endógeno ou como ativador de enzimas e da disponibilização de compostos formadores de promotores de crescimento. O triptofano por exemplo, é um conhecido precursor do ácido indolilacético, auxina promotora de crescimento vegetal. A arginina 20 ppm mostrou-se eficiente para incrementar a emergência da cana-de-açúcar. Este aminoácido adicionado na solução nutritiva, substituindo uma pequena fração do nitrogênio, apresentou forte efeito positivo no crescimento da cana. Presença de arginina estimulou o desenvolvimento de células de cana em meio de cultura. A metionina é também uma conhecida precursora do etileno, responsável pela maturação de frutos e senescência vegetal.

Os produtos Coda são corretivos de carências, com aminoácidos, muitas vezes associados a micronutrientes, podendo proporcionar, segundo a empresa, rendimentos maiores e colheitas de melhor qualidade (CODA, 2000). Fornecem, além de aminoácidos, o ácido glutâmico necessário para a transaminase, que permite à planta sintetizar os aminoácidos que lhe são necessários naquele momento. A aplicação destes contribui para reduzir os efeitos da seca através de mecanismos não muito conhecidos, mas por meio dos quais se supõe que a prolina serviria para a síntese do material protéico necessário. Castro et al. (2005) verificaram que Codamin –150 e Codamin – BR aumentaram a massa seca de plantas de feijoeiro. Codamin – BR também aumentou o número de grãos, sendo que este produto, Codamin – 150 e Codamin B – Mo incrementaram a massa de grãos colhidos. Codamin – BR também exerceu efeito protetor em plantas de feijoeiro atingidas pelo herbicida glifosato (SERCILOTTO; CASTRO, 2005).

Jeppsen (2000) considerou que Albion Metalosates aumentou a absorção através de superfícies foliares. Tratam-se de aminoácidos quelatizados com tal distribuição de cargas que possibilitam a penetração através de várias camadas da cutícula e da parede celular, sem serem ligadas a elas. Também, possui características compatíveis para atravessar a plasmalema por transporte ativo. Quando se separam nos locais de utilização, os compostos

metabólicos podem assumir seus nichos na hierarquia funcional da planta, sendo que os aminoácidos livres resultantes assumem sua função benéfica onde são necessários nos processos metabólicos.

Schliemann et al. (1999) verificaram que o fornecimento de diferentes aminoácidos para raízes aéreas formadoras de betalaína, em cultura, na beterraba amarela (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris* cv. Golden Beet), mostrou que todos os aminoácidos produziram as betaxantinas correspondentes. O fornecimento de aminoácidos em hipocótilos de *B. vulgaris* L. subsp. *vulgaris* cv. Altamora levou a resultados similares. Não têm sido encontrados porém, trabalhos que demonstrem a ação positiva da aplicação direta de aminoácidos em plantas.

Verificou-se que a colocação de uma gota da solução de aminoácidos marcados, sobre uma folha de soja, possibilitou a absorção e translocação dos diversos aminoácidos no interior da planta, com velocidades e direções diferentes (KURSANOV, 1961).

Estudos de Zaprometov em 1959, citado por Kursanov (1961), mostraram que aminoácidos moveram-se de uma solução através das extremidades cortadas da haste de trigo, até as espiguetas.

Brovchenko em 1958, citado por Kursanov (1961), demonstrou que quando uma folha de *Rheum* sp é coberta por uma câmara contendo $^{14}\text{CO}_2$, em um período de 3 a 4 minutos, encontra-se nas nervuras adjacentes não somente açúcares marcados, mas também ácidos orgânicos e aminoácidos marcados com ^{14}C . Observou-se que os aminoácidos são mais móveis do que os ácidos orgânicos. Em *Rheum* sp. os aminoácidos mais móveis foram a treonina, serina e alanina.

Nelson e Gorham (1959a) colocaram uma gota de solução contendo aminoácidos marcados sobre o pecíolo cortado de uma folha primária de soja. Os diversos aminoácidos foram transportados no interior da planta em velocidades e direções diferentes. Em plantas com 17 dias, a serina que se acumula rapidamente em tecidos jovens, era muito móvel, enquanto que a asparagina e a glutamina moveram-se lentamente. Em plantas com mais idade, essas relações se tornaram invertidas. As velocidades de transporte

variaram entre o mínimo de 350 cm h⁻¹ para asparagina até 1400 cm h⁻¹ para o ácido aspártico.

Nelson e Gorham (1959b) observaram que as taxas de absorção de aminoácidos marcados através do pecíolo cortado da folha primária de soja variaram de 1,0 a 1,5 mL por minuto. Depois de 1 a 5 minutos foi determinada a distribuição de ¹⁴C na planta. Os aminoácidos se translocaram íntegros, preferencialmente em direção às raízes, sendo que muito pouco se moveu para a região apical da planta. A quantidade de asparagina ou glutamina translocada para a folha primária, oposta a que teve o pecíolo cortado, aumentou com a idade da folha, enquanto que a quantidade dos outros compostos decresceu. Quando asparagina e serina foram administradas juntas, serina moveu-se para a folha primária enquanto asparagina foi excluída.

Turkina em 1960, citado por Kursanov (1961) verificou que os vasos fibrovasculares isolados das folhas de beterraba açucareira e de outras plantas têm a capacidade de acumular glicina, além de grande volume de sacarose. Mostrou também, nesses vasos separados, que a sacarose marcada utilizada na respiração converte-se, nos tecidos condutores, em uma mistura de ácidos: pirúvico, hidroxipirúvico, beta-cetoglutárico, oxalacético e glioxílico. Esses cetoácidos conduzem por aminação e por transaminação aos aminoácidos.

Observou-se que aminoácidos podem ser transportados através da membrana plasmática da célula por meio de transportadores tipo simporte, penetrando na célula paralelamente à entrada de H⁺ (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Em função dos efeitos dos aminoácidos e das dificuldades em determinar seus modos de ação sobre as plantas, devem-se aumentar as pesquisas com esses compostos para melhor estabelecer a eficiência dos mesmos na produção agrícola.

Referências

- CASTRO, P.R.C.; GONÇALVES, M.R.; CATO, S.C. Codamin and brassinolide on bean plants. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 81, n. 1, p.24-30, 2006.
- COMPANHIA DE AGROQUÍMICOS. **Nutrição vegetal**: catálogo geral. Madrid, 2000. 11 p.
- JEPPSEN, R.B. Characteristics of the metal amino acid chelates and their role in foliar absorption by plants. **Dissertation Abstracts**, Ann Arbor, 2000. 13 p.
- KURSANOV, A.L. The transport of organic substances in plants. **Endeavour**, London, v. 20, p. 19-25, 1961.
- NELSON, C.D.; GORHAM, P.R. Translocation of ¹⁴C- labeled amino acids and amides in the stems of young soybean plants. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 37, p. 431-438, 1959a.
- NELSON, C.D.; GORHAM, P.R. Physiological control of the distribution of translocated amino acids and amides in young soybean plants. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 37, p. 439-447, 1959b.
- SCHLIEMANN, W.; KOBAYASHI, N.; STRACK, D. The decisive step in betaxanthin biosynthesis is a spontaneous reaction. **Plant Physiology**, Rockville, v. 119, p. 1217-1232, 1999.
- SERCILOTO, C.M.; CASTRO, P.R.C. Interações entre diferentes substâncias aplicadas às plantas de feijoeiro e o glifosato. **Relatório técnico ESALQ/CODA**, p. 12-16. 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. E.L. Santarém et al. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

