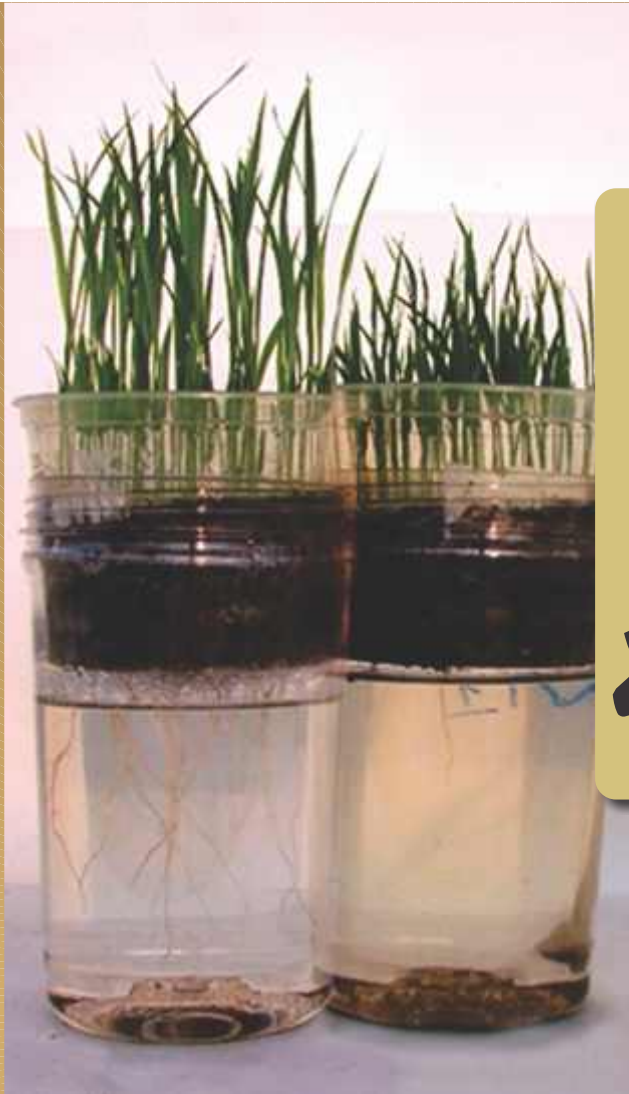




Série
Produtor Rural

n 63



Agroquímicos estimulantes, extratos vegetais e metabólitos microbianos na agricultura

Maressa Caldeira Morzelle
Leila Priscila Peters
Bruno Geraldi Angelini
Paulo Roberto de Camargo e Castro
Ana Carolina Cabrera Machado Mendes

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Divisão de Biblioteca

Universidade de São Paulo - USP
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ
Divisão de Biblioteca - DIBD

Maressa Caldeira Morzelle¹

Leila Priscila Peters²

Bruno Geraldi Angelini³

Paulo Roberto de Camargo e Castro⁴

Ana Carolina Cabrera Machado Mendes⁵

¹ Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos – ESALQ/USP –
maressamorzelle@usp.br

² Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas – ESALQ/USP –
leilappeters@gmail.com

³ Mestrando em Fisiologia e Bioquímica de Plantas – ESALQ/USP –
bruno.angelini@usp.br

⁴ Professor Titular – Departamento de Ciências Biológicas – ESALQ/USP –
prcastro@usp.br

⁵ Mestranda em Fisiologia e Bioquímica de Plantas – ESALQ/USP –
accmmen@usp.br

Agroquímicos estimulantes, extratos vegetais e metabólitos microbianos na agricultura

DOI: 10.11606/9786562060935

Série Produtor Rural - nº 63

Piracicaba
2017

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor - Prof. Dr. Vahan Agopyan
Vice-reitor - Prof. Dr. Antonio Carlos Hernandes

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Diretor - Prof. Dr. Luiz Gustavo Nussio
Vice-diretor - Prof. Dr. Durval Dourado Neto

DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD

Av. Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 9
13418-900 - Piracicaba - SP
biblioteca.esalq@usp.br • www.esalq.usp.br/biblioteca

Revisão e Edição Eliana Maria Garcia

Foto Capa Paulo Roberto de Camargo e Castro

Layout Capa José Adilson Milanêz

Legenda da Foto: Efeitos de metabólitos vegetais em plantas de arroz em hidroponia: promotor (esquerda) e controle (direita). Forum on the Vigor Effects of Cruiser (Syngenta), Ho Chi Minh City, Vietnam, 2011

Editoração Eletrônica Maria Clarete Sarkis Hyppolito

Impressão e Acabamento Serviço de Produções Gráficas - ESALQ

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP

Agroquímicos estimulantes, extratos vegetais e metabólitos microbianos na agricultura [recurso eletrônico] / Maressa Caldeira Morzelle ... [et al.]. - Piracicaba : ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2017.
94 p. (Série Produtor Rural, n. 63)

ISSN 1414-453

ISBN: 978-65-6206-093-5

DOI: 10.11606/9786562060935

1. Estimulantes de crescimento vegetal 2. Extratos vegetais 3. Metabólitos microbianos
4. Agricultura I. Morzelle, M. C. II. Peters, L. P. III. Angelini, B. G. IV. Castro, P. R. de C. e V. Mendes, A. C. C. M. VI. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Divisão de Biblioteca VII. Título VIII. Série.

CDD 631.54

Índice para o catálogo sistemático:

1. Estimulantes de crescimento vegetal : Extratos vegetais : Metabólitos microbianos CDD 631.54

Maria Angela de Toledo Leme - CRB-8/3359

Esta obra é de acesso aberto. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e a autoria e respeitando a Licença Creative Commons



SUMÁRIO

1 AGROQUÍMICOS ESTIMULANTES	5
1.1 Biorreguladores	5
1.1.1 Auxinas	9
1.1.2 Giberelinas	10
1.1.3 Citocininas	11
1.1.4 Retardadores	12
1.1.5 Inibidores	13
1.1.6 Etileno	14
1.2 Bioestimulantes	15
1.3 Bioativadores	21
1.4 Agroquímicos fitotônicos	25
2 APLICAÇÕES DE EXTRATOS VEGETAIS	37
2.1 Uso terapêutico	38
2.2 Uso tecnológico	41
2.3 Uso na produção animal e vegetal	44
2.4 Caracterização química	47
2.5 Considerações finais	48
3 METABÓLITOS MICROBIANOS NA AGRICULTURA	49
3.1 Introdução	49
3.2 Metabólitos biopesticidas	50
3.3 Metabólitos biofertilizantes	52
3.4 Metabólitos microbianos de ação herbicida	56
3.5 Metabólitos microbianos no controle de fitopatógenos	60
REFERÊNCIAS	65

Agroquímicos estimulantes diferem dos pesticidas e herbicidas por provocarem baixo impacto e toxidez, mas mostram-se capazes de promover efeitos importantes nas plantas de forma a alterar o desenvolvimento e a produtividade dos cultivos. Os principais são os biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores, além dos agroquímicos fitotônicos. Vamos, em seguida, caracterizar e exemplificar a ação desses quatro grupos.

1.1 Biorreguladores

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 brassinosteroides, jasmonatos, salicilatos e poliaminas, com efeitos similares aos dos biorreguladores, mas ainda pouco utilizados na agricultura.

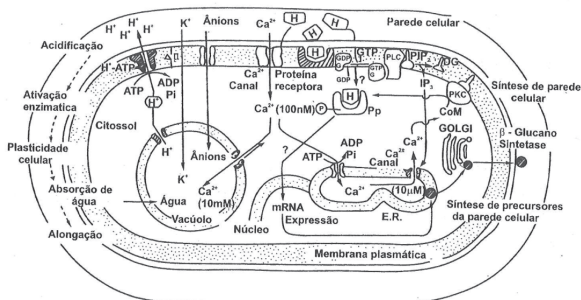
No que se refere às aplicações agrícolas dos biorreguladores, deve-se considerar que algumas plantas cultivadas já atingiram no Brasil estágios de evolução que exigem elevado nível técnico para alcançar melhor produtividade. Essas culturas já não se apresentam condicionadas por limitações de ordem nutricional 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 frequentemente 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 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 (extensinas, endo-transglicosilase ou b-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 à transcrição de um novo RNAm, responsável pela síntese de novas enzimas que podem atuar na morfogênese (Figura 1).

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 glicose na célula a partir do amido, o que promoveria uma diminuição no potencial osmótico celular, causando um influxo de água e o consequente 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 consequente aumento nas dimensões celulares.

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 1-carboxílico-1-amino ciclopropano, capaz de produzir etileno.



1.1.1 Auxinas

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. 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 *Thuja 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 tanger '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.

1.1.2 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} promoveu precocidade e melhorou o estande na emergência das brotações (CASTRO et al., 1996). Castro et al. (1991) observaram que a pulverização de porta-enxertos de macadâmia aos 120 dias após a semeadura 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 inverniais) 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.

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).

1.1.3 Citocininas

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

1.1.4 Retardadores

Visando a obtenção de mudas mais compactas e resistentes de tomateiro para transplante mecanizado, verificou-se a eficiência da aplicação de chlormequat (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 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 dias após a semeadura, apresentaram as melhores características tecnológicas dos frutos colhidos.

1.1.5 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 785148' inibiu totalmente o florescimento; sendo que hidrazida maleica 2 L ha⁻¹ reduziu o florescimento em 50%. 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 mais precoce (CASTRO et al., 2002).

1.1.6 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, 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.

1.2 Bioestimulantes

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 *Solanum lycopersicum* 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 ao controle. Observou-se ainda que a presença de IBA sozinho, em dupla ou com os outros dois, 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⁻¹ de sementes. Stimulate na concentração de até 10 mL kg⁻¹ de 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⁻¹ de 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⁻¹ de sementes.

Aplicação foliar de Stimulate 3 mL L⁻¹ aumentou a massa de vagens e a massa de grãos do feijoeiro 'IAC - Carioca Tybatã'. A concentração de 5,4 mL kg⁻¹ 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⁻¹ de 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⁻¹ de sementes (VIEIRA; CASTRO, 2001b; 2004).

Castro e Vieira (2002) notaram que Stimulate 7,0 mL kg⁻¹ de 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⁻¹ de 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⁻¹ coletada no estágio 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⁻¹ de sementes aumentou o número de grãos por planta de soja 'IAC 8-2' (CASTRO et al., 2004; CASTRO; VIEIRA, 2004).

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⁻¹ de sementes ter produzido 157,4 grãos planta⁻¹, 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⁻¹ em sementes de milho 'Cargill C-929' aumentou a germinação das sementes. Essa mesma concentração incrementou o número de plântulas normais, reduzindo consequentemente 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⁻¹ de 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⁻¹ de 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 4 mL kg⁻¹ de sementes. Concentrações de até 10 mL kg⁻¹ de sementes aumentaram a massa seca das raízes e da parte aérea. Stimulate 4 mL kg⁻¹ de 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⁻¹ aumentou a dominância apical e o comprimento dos ramos de laranja 'Pera', sendo que 12,50 a 50,00 mL ha⁻¹ do produto reduziu o número de ramos da muda de citros. Castro et al. (1998) notaram que três aplicações de Stimulate 1 L ha⁻¹ 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⁻¹ tendeu a aumentar a área foliar da cana-de-açúcar 'RB 72454' (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⁻¹ de 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 à 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 3.000 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 florescimento e novamente no fechamento do cálice, têm 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⁻¹ 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 super safra, capaz de reduzir o tamanho dos frutos, provocar esgotamento de nutrientes e mesmo causar quebra de galhos da árvore de 'Murcott' (CASTRO et al., 2001b). 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 dias após a aplicação (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 frequente forte abscisão de frutos em pré-colheita deste cultivar (ANTONIOLLI et al., 2003). Imersão dos frutos recém colhidos de laranjas, 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).

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. Castro e Cato (2005) verificaram 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. 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 das 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.

1.3 Bioativadores

Bioativadores são substâncias orgânicas complexas promotoras de crescimento capazes de atuar em fatores de transcrição da planta e na expressão gênica, em proteínas de membrana alterando o transporte iônico e em enzimas metabólicas capazes de afetar o metabolismo, de modo a modificar a nutrição mineral, produzir precursores de hormônios vegetais, levando à síntese hormonal e a resposta da planta a nutrientes e hormônios.

Dois potentes inseticidas sistêmicos têm demonstrado esse efeito, o aldicarb e o tiametoxam. 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 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 dias após a emergência (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 nematoide 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 'Mundo Novo'. 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 ($2 \text{ kg i.a. ha}^{-1}$) 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 $0,035 \text{ g}$ 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 $0,065 \text{ g planta}^{-1}$. Verificou-se aumento no número de vagens, massa de vagens e massa de sementes em feijoeiro 'Carioca' tratado com $0,035 \text{ g planta}^{-1}$. Aplicação de aldicarb $0,025 \text{ g planta}^{-1}$ incrementou o número de sementes do feijoeiro.

O tiametoxam (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 tiametoxam, mesmo na ausência de pragas, considerou-se que o produto possuía um efeito fitotônico. Tavares e Castro (2005) avaliaram os efeitos fisiológicos de tiametoxam 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 tiametoxam 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 por 100 kg de sementes; sendo que essa concentração também aumentou a altura da soja 30 DAE. Concluiu-se que incremento 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 tiametoxam para verificar se a mesma trata-se de um regulador vegetal. Realizaram-se biotestes com tiametoxam 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). Tiametoxam 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 tiametoxam 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. Tiametoxam 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. Tiametoxam mostrou-se eficiente para aumentar o vigor de numerosos cultivos, além da soja: feijoeiro, citros, cana-de-açúcar, batata, cafeeiro e outros.

1.4 Agroquímicos fitotônicos

Os agroquímicos relacionados com hormônios vegetais que são aplicados com sucesso na agricultura são denominados de biorreguladores, bioestimulantes e bioativadores. Esses produtos foram estabelecidos através de muitos trabalhos de pesquisa que comprovaram sua eficiência.

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.

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, como Stimulate, Promalin e GA + 2,4-D.

Bioativadores são substâncias orgânicas capazes de modificar o desenvolvimento e a fisiologia das plantas atuando indiretamente na síntese de hormônios endógenos ou de seus precursores, levando a aumentos em produtividade. Dois potentes inseticidas sistêmicos têm demonstrado esse efeito o Tiametoxam e o Aldicarb, além do agente brotante Cianamida Hidrogenada.

Agroquímicos que não se enquadram nesses grupos necessitam serem pesquisados para se estabelecer sua possível inclusão, sendo que produtos capazes de alterar a morfologia das plantas (evitar a queda de folhas e manter essas folhas verde-escuras), teriam efeito fitotônico. Esse efeito poderá ser favorável ou desfavorável à produção vegetal, conforme as condições ambientais amenas ou estressantes, respectivamente, a que a planta venha a ser submetida em seguida.

Consideramos que além dos fungicidas cúpricos, aqueles pertencentes aos diferentes grupos de triazóis (biorreguladores), como o Triadimenol, além de alguns inseticidas, carboidratos e outros agroquímicos, possuem um efeito fitotônico.

Na década de 70, Reis et al. (1979) referiram-se a um possível efeito tônico de fungicidas cúpricos, os quais, quando aplicados em cafeeiros adultos sadios, proporcionaram aumentos na produção. Os autores consideraram que os fungicidas causaram esse efeito principalmente pela ação dos mesmos no aumento da retenção de folhas.

Na África, foi proposta a seleção de genótipos de *Coffea arabica* que não requereriam pulverizações de fungicida de efeito tônico para aumentar a retenção foliar e a produção de café (VAN DER VOSSSEN; BROWNING, 1978). Reis et al. (1979) estudaram os efeitos de fungicidas cúpricos e

orgânicos, inseticidas granulados e piretróides no crescimento de mudas de cafeeiro. Sob condições de casa de vegetação, evitou-se o ataque de pragas e doenças do cafeeiro. Os tratamentos foram iniciados quando as plantas de 'Catuaí Amarelo' apresentaram 2 pares de folhas definitivas. Os tratamentos foliares constaram de 6 pulverizações a intervalos de 30 dias, de março a agosto; sendo que os tratamentos no solo foram realizados em março e dois meses após. Apesar de não terem sido verificadas diferenças significativas entre os tratamentos, observou-se que todos os produtos apresentaram algum efeito benéfico no crescimento das mudas, destacando-se o Zineb e o Disyston que promoveram um acréscimo de 28% em área foliar e 22% na massa seca total, quando comparados com o controle.

Miguel et al. (1980) estudaram a ação fisiológica de Triadimenol e Dissulfoton em cafeeiro. Triadimenol é um fungicida sistêmico do grupo dos triazóis (biorregulador) de efeito protetivo e de eficiência comprovada no controle da ferrugem do cafeeiro, tanto em aplicação foliar como via solo. Dissulfoton é um inseticida organo-fosforado, aplicado no solo, indicado para controle do bicho-mineiro e de pragas do solo do café. A associação destes dois produtos tem resultado em aumentos na produção do cafeeiro. As plantas tratadas mostram-se mais verdes e vigorosas, apresentando aumento do sistema radicular.

Plantas com 6 pares de folhas foram tratadas com Triadimenol + Dissulfoton via solo, sob a forma de Bayfidan e Dissulfoton CE 25%. O fungicida foi aplicado na dosagem de 0,24 mL cova⁻¹ e o inseticida foi utilizado na dose de 1,0 mL cova⁻¹. A associação fungicida-inseticida promoveu maior desenvolvimento das plantas. Houve incremento de 41% na altura, de 38% na área foliar e de 39% na massa

seca. A taxa assimilatória líquida aumentou em 26% nos cafeeiros tratados com Triadimenol + Dissulfoton (MIGUEL et al., 1992a). Miguel et al. (1992b), realizaram um trabalho com mudas de 'Catuaí Vermelho' após o transplante, apresentando dois pares de folhas, as quais foram submetidas à aplicação de Oxicleto de Cobre (0,3% foliar), Triadimenol (0,2%, foliar), Triadimenol (0,2%, 2 mL planta⁻¹, via tronco), Triadimenol (400 mL ha⁻¹, via solo), Triadimenol (800 mL ha⁻¹, via solo), Dissulfoton (1 mL cova⁻¹, via solo), Dissulfoton (2 mL cova⁻¹, via solo), Triadimenol + Dissulfoton (400 mL ha⁻¹, 1 mL cova⁻¹), (400 mL ha⁻¹, 2 mL cova⁻¹), (800 mL ha⁻¹, 1 mL cova⁻¹) e (800 mL ha⁻¹, 2 mL cova⁻¹). Os produtos utilizados foram o Recop (50% cobre metálico), Bayfidan (250 CE) e Dissulfoton (25% CE). Foi efetuada uma aplicação no solo, 4 aplicações foliares (mensais) e uma aplicação no tronco. O tratamento mais eficiente foi a mistura fungicida-inseticida, via solo, na menor dosagem, resultando num aumento de 21% em altura, 31% na massa seca da parte aérea e 23% na massa seca total, com relação ao controle. Notou-se também um incremento de 24% na massa seca radicular.

De acordo com Matiello et al. (1992), a aplicação do fungicida-inseticida Baysiston (via solo) promoveu maior enfolhamento do cafeeiro, acentuou a coloração verde escura das folhas, reduziu a deficiência nutricional das plantas e incrementou a formação de raízes secundárias. Em cafeeiro 'Mundindu', com 10 anos, foram aplicados; Baysiston GR (1,5% Triadimenol + 7,5% Dissulfoton) 40 kg ha⁻¹, Bayfidan GR 6% a 10 kg ha⁻¹, Disyston GR 10 a 30 kg ha⁻¹, além do controle. Nos tratamentos contendo Triadimenol ocorreu maior desenvolvimento radicular. Devemos lembrar que esse produto é do grupo dos triazóis (biorregulador) podendo causar maior formação de raízes

em detrimento ao crescimento da parte aérea, semelhantemente aos fungicidas utilizados no combate à ferrugem da soja. Dissulfoton também causou enraizamento superior ao controle. Ensaio com cafeeiro 'Acaiá' mostrou que Baysiston também promoveu maior enraizamento com relação ao controle.

Considerou-se que o Baysiston, utilizado no controle da ferrugem e do bicho mineiro do café, tem melhorado o aspecto vegetativo da planta, aumentando a retenção foliar e o vigor, levando a aumentos em produtividade. Utilizou-se 5 g de Baysiston por cova do cafeeiro 'Catuaí' no transplante de mudas com 6 meses de idade. Concluiu-se que Baysiston aumentou a altura das plantas, o diâmetro do caule, a massa das raízes e da parte aérea, notando-se ainda incremento no diâmetro da copa (BARROS et al., 1992).

A literatura mostra vários exemplos onde a aplicação de fungicidas, principalmente cúpricos, em plantas sadias de cafeeiro ou com ferrugem, ocasionou maior retenção foliar e redução na queda anormal de folhas, o que levou a aumentos na produção (PASCHOLATI et al., 1986). Considerou-se que poucas hipóteses existem para explicar a natureza do efeito tônico. Admite-se que a microflora saprofítica pode provocar o amarelecimento e a queda prematura das folhas, através da estimulação na produção de etileno endógeno. As pulverizações cúpricas controlaram a microflora, diminuindo consequentemente a concentração de etileno endógeno e prolongando a permanência das folhas nas plantas. Devido a inexistência de uma explicação fisiológica do efeito tônico provocado por fungicidas cúpricos em cafeeiro, tentou-se entender a ação do produto em plantas sadias ou com ferrugem. Cafeeiros 'Mundo Novo' com 1 ano de idade foram tratados com óxido cuproso ($7,5 \text{ g L}^{-1}$ de água) ou Dithane M-45 (10 g L^{-1} de água), tendo

sido avaliadas a capacidade de retenção foliar, a produção de clorofila e de etileno durante a senescência natural ou induzida (ethephon, escuro) em condições de casa de vegetação ou câmaras de crescimento. Na senescência natural concluiu-se que o efeito do óxido cuproso é mais evidente no aumento da retenção foliar do que no teor de clorofila nas folhas. O Dithane M-45 não promoveu efeito tônico característico. Na senescência induzida por ethephon verificou-se que o óxido cuproso aumentou a retenção foliar mas não alterou o nível de clorofila nas folhas; sendo que esse fungicida reduziu o teor de etileno liberado pelas plantas tratadas com ethephon. Na senescência induzida por escuro notou-se efeito evidente do óxido cuproso na retenção foliar, o que não ocorreu com o Dithane M-45. Observou-se maior conteúdo de clorofila nas folhas tratadas com os fungicidas; sendo que a liberação de etileno é reduzida nas folhas tratadas com esses produtos.

Experimento semelhante ao anterior foi instalado, sob condições de campo, em cafeeiro 'Mundo Novo', em Ribeirão Preto. O controle (A) foi tratado com Solvirex G-10 (15 g cova⁻¹) para combate ao Bicho Mineiro nos meses de outubro e janeiro, (B) constou do tratamento contra Bicho Mineiro além de pulverização com óxido cuproso 50% (3 kg por 1000 covas) para controle da ferrugem de janeiro a abril, (C) nas pulverizações tônicas, além do tratamento contra Bicho Mineiro e ferrugem, os cafeeiros foram pulverizados com óxido cuproso 50% (3 kg por 1000 covas) nos meses de maio e outubro. Durante o ano agrícola 85/86, as dosagens corresponderam à metade daquelas mencionadas acima. Verificou-se que o óxido cuproso (tratamentos B e C) aumentou a retenção foliar em relação ao controle (A). O conteúdo de clorofila e a liberação de etileno não foram afetados. Aplicação de óxido cuproso

reduziu a porcentagem de folhas afetadas pela ferrugem e aumentou a produção de café beneficiado (SILVA et al., 1987).

Deve-se considerar também que os fungicidas cúpricos, com coloração azul, exercem um efeito antitranspirante, mantendo mais alto o potencial água das folhas, reduzindo a abscisão. Carvajal e Pereira (1960) aplicaram uma solução contendo 10% de sacarose, 0,2% de Thiodan (inseticida), 0,025% de Sulfanilamida (bacteriostático) e 0,5% de Xantomerase (umectante), em mudas estressadas de cafeeiro em pré-transplante. Essas pulverizações foram realizadas uma só vez, 2 vezes com intervalo de 24 horas, 3 vezes e 4 vezes. Verificou-se que uma única aplicação foi suficiente para obter os resultados adequados. As plantas de cafeeiro tratadas reduziram a transpiração e aumentaram o conteúdo de água. As diferenças em murchamento mostraram a eficiência da aplicação do carboidrato. Plantas tratadas com açúcar recuperaram a turgescência rapidamente, após a irrigação. Mudas controle sofreram dessecação.

Na atualidade, têm-se propalado o efeito de fungicidas do grupo dos triazóis (biorreguladores, retardantes de crescimento) aplicados conjuntamente com estrobilurinas, na fisiologia e na produção, principalmente nos cultivos de soja. Esses fungicidas, utilizados extensivamente no controle da Ferrugem da soja, apesar de causarem alterações morfo-fisiológicas nas plantas têm efeito fitotônico, isto é, podem aumentar ou reduzir a produção em função das condições amenas ou estressantes a que a planta será submetida. Não consideramos que acima de três aplicações de triazol + estrobilurina tenham possibilidade de aumentar o potencial produtivo da soja, sob alta pressão da ferrugem.

Trabalho recente desenvolvido na ESALQ/USP por Veiga (2009), demonstrou que a utilização de fungicidas sistêmicos de diferentes grupos (carbendazim; benzimidazol; difenoconazole; triazol, azoxystrobin e pyraclostrobin; estrobilurinas; azoxystrobin + difenoconazole: mistura de triazol + estrobilurina) em condições similares às aquelas praticadas a nível comercial, não promove alterações significativas em nenhum dos processos fisiológicos analisados em plantas de feijoeiro, que não possam ser explicadas através do controle dos patógenos ocorrentes nos ensaios. A capacidade dos fungicidas de promover efeitos secundários não deve ser um fator preponderante quando da escolha dos produtos a serem utilizados no manejo das doenças do feijoeiro, mas sim a eficácia dos produtos no controle dos principais patógenos que o atacam.

Crone (1986) desenvolveu uma série de considerações importantes sobre a Idade da Química que podem ser assim resumidas:

- Gostando ou não gostando, nós estamos em um mundo químico.
- A atual Idade da Química trouxe novos desafios que são frequentemente superestimados ou desconsiderados.
- Devem-se apresentar dados técnicos sobre os produtos químicos para conhecimento das pessoas, mesmo que não possuam base técnica.
- O público é noticiado com fatos que são frequentemente do interesse de grupos que desejam moldar sua opinião, e não esclarecê-lo para uma conclusão lógica.
- É necessário produzir as ferramentas com as quais se conduza o mundo químico em termos racionais, promovendo uma comunicação e educação correta do público.

- A relação entre dosagem e toxicidade, a entrada e saída do composto no alvo (planta), o risco do composto, a ligação do composto com doenças graves e os benefícios do composto, aumentam a compreensão sobre o tema.
- O papel da ciência não é normativo, mas sim, informativo. Isso não quer dizer que os cientistas não possam contribuir para o debate para estabelecer “o que é”, decifrar e apresentar a realidade.
- A necessidade de controlar com eficiência o uso de pesticidas e herbicidas deve também ponderar sobre os benefícios desses agroquímicos para a agricultura e os sistemas de produção, sendo que o julgamento deve também considerar os aspectos econômicos e sociais.
- Finalmente: Existem muitas incertezas entre certa alta concentração e a concentração zero. Essas incertezas induzem a químicos melhorar técnicas, advogados procurar leis adequadas, órgãos oficiais estabelecer padrões, a mídia buscar a verdade sem sensacionalismo para o público em geral, que se encontra desinformado.

Além desses agroquímicos anteriormente descritos, existem muitos outros, assim, consideramos importante estabelecer um possível glossário parcial que caracterize o grupo de cada uma dessas substâncias, como:

Biorregulador: Substância similar aos hormônios endógenos que, em baixas concentrações, promove, inibe ou modifica processos fisiológicos e/ou morfológicos das plantas, melhorando a produtividade (ex. ácido naftalenacético, auxina).

Biofertilizante: Produto que contém sais minerais e agente orgânico, isento de biorreguladores, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre as plantas cultivadas, elevando a produtividade (ex. fertilizantes organominerais).

Bioestimulantes: Misturas de biorreguladores ou combinação de um ou mais biorreguladores com compostos de natureza química diferente (aminoácidos, extrato de algas, sais minerais, etc) (ex. GA₃+IBA+CN, Stimulate).

Bioativadores: Substâncias orgânicas complexas capazes de atuar em precursores de hormônios vegetais endógenos, levando à síntese hormonal e ao aumento de vigor da planta (ex. cianamida hidrogenada, Dormex).

Proteína Hidrolisada: Contém aminoácidos e peptídeos de origem vegetal ou animal produzidos por hidrólise química ou enzimática, capazes de afetar o desenvolvimento e a produtividade das plantas cultivadas (ex. Siapton 10L, Índia).

Extratos Vegetais: Extrato de plantas com propriedade de sinalização, podendo atuar como fonte de matéria orgânica e fertilizantes, afetar o desenvolvimento e a produtividade de cultivos (ex. extrato de algas, Acadian).

Oligossacarídeos: Substâncias que se caracterizam por resíduos de açúcares de cadeia curta unidos por ligações glicosídicas que atuam como sinalizadores no tecido vegetal, podendo afetar a produtividade (ex. oligossacarinas).

Anti-estressante: Substância mineral ou orgânica capaz de atenuar os efeitos adversos dos estresses nas plantas (ex. aminoácidos, algas, carboidratos, Bion, Fosfito, rizobactérias estimulantes).

Complexante: Substância orgânica capaz de formar complexos com íônio, possibilitando ou dificultando sua disponibilidade para as plantas (ex. aminoácidos, extratos de algas).

Condicionador do Sistema Solo-Planta: Constituinte da matéria orgânica e dos sedimentos capaz de melhorar as propriedades do solo e o metabolismo das plantas (ex. ácidos húmicos e fúlvicos).

Rizobactéria Estimulante: Microrganismo não simbiótico indutor da produção de metabólitos capazes de aumentar o desenvolvimento das plantas e reduzir a atividade de fitopatógenos (ex. *Azospirillum*).

Fosfitos: Sais formados a partir do ácido fosforoso, capazes de promover o controle de fungos patogênicos por ação direta ou pela ativação de mecanismo de defesa e algumas alterações morfo-fisiológicas nas plantas (ex. fosfonatos).

Fitotônica: Substância orgânica ou mistura dessas substâncias, capaz de induzir alterações morfo-fisiológicas nas plantas, frequentemente sem incrementar a produção (ex. triazóis + estrobilurinas).

Agrotóxicos: Pesticidas porque frequentemente podem ser cumulativos, danosos à saúde e/ou letais; herbicidas porque são aplicados em altas concentrações, sendo que geralmente são tóxicos e causam grande impacto ambiental (ex. Glifosato).

Quitosana e Biopolímeros: Quitosana é uma forma desacetilada do biopolímero quitina, produzida de forma natural ou industrial. Poli e oligopolímeros são variáveis, de dimensões controladas, utilizados como alimento, cosmético e nos setores médicos e agrícolas.

Extratos vegetais são preparações concentradas, de diversas consistências, obtidas a partir de matérias-primas vegetais secas, que passaram ou não por tratamento prévio (maceração, infusão, decocção, digestão, percolação, destilação ou secagem). Isso implica basicamente em duas etapas no processo de fabricação: a separação dos compostos específicos de um meio (parte da planta utilizada, raiz, caule ou folha) com a utilização de um solvente; e a concentração, por eliminação dos solventes. Sua aplicação ocorre basicamente pela indústria alimentícia, com a produção de alimentos industrializados, ou pela indústria química, através do desenvolvimento de produtos com potencial utilização para finalidades farmacêuticas e agrônômicas.

A utilização de plantas e seus extratos em sistemas agrícolas levantam muitas questões, incluindo a regulação adequada, segurança, estabilidade e eficácia. Existem muitas lacunas no conhecimento atual que exigem certa cautela por parte dos fabricantes e dos produtores rurais.

O Brasil se destaca pela diversidade de matérias-primas de origem vegetal. Os vegetais possuem componentes químicos com atividades fisiológicas essenciais para a planta como aquelas relacionadas ao seu crescimento e defesa. Em alguns casos, compostos derivados do metabolismo secundário das plantas como os alcaloides, antocianinas, taninos, carotenoides e flavonoides são biologicamente ativos, ou seja, apresentam ação específica sobre um determinado ser vivo, podendo ser animal, vegetal ou um microrganismo.

Em virtude da diversidade de plantas do território brasileiro são muitas as opções de extratos elaborados a partir de vegetais. O uso de extratos de plantas, inteiras

ou de suas partes como folhas, cascas e sementes, é tão antigo quanto a história da humanidade.

Inúmeros processos podem ser aplicados para elaboração dos extratos. Os processos mais antigos e utilizados para a elaboração de extratos vegetais são a maceração e a infusão. A maceração consiste no contato do vegetal com um líquido extrator durante um tempo pré-determinado, enquanto a infusão é o processo onde água quente é adicionada ao material vegetal, como quando fazemos um chá, por exemplo. Outro método que merece destaque é a percolação. A percolação é um dos processos mais eficientes de extração. Em aparelhos conhecidos como percoladores ocorre a passagem do líquido extrator através da droga moída com controle de fluxo e variação na mistura dos solventes. Processos modernos como a extração por solvente assistida por micro-ondas (ESAM), extração com fluído supercrítico e a extração biotecnológica têm sido amplamente estudados. Estes extratos têm sido empregados com fins terapêuticos, na indústria de alimentos, indústria cosmética e também na produção animal e vegetal.

2.1 Uso terapêutico

Desde a antiguidade, os seres humanos utilizavam as plantas tanto na obtenção de alimento quanto devido à sua ação terapêutica ou medicinal. Ainda na descoberta do Brasil, já temos relatos do uso de extratos vegetais: os portugueses encontraram índios utilizando o urucum (*Bixa orellana* L.) para pintar e proteger o corpo das picadas de insetos.

A utilização de extratos de plantas para fins medicinais foi transmitida de geração para geração: quem já não foi orientado pela avó para tomar um chá de casca de romã

(*Punica granatum*) para melhorar a dor de garganta? Ou até mesmo utilizou a infusão de boldo (*Peumus boldu*) contra problemas digestivos?

Sabemos que, nos dias atuais, cerca de 80% da população, em algum momento da vida, adota a medicina popular para tratamento de doenças. É crescente o número de pesquisas para avaliar, preconizar e validar o uso de plantas medicinais.

Dentre os extratos vegetais mais utilizados para fins terapêuticos destacam-se os óleos essenciais. Os óleos essenciais são misturas complexas, que podem conter de dezenas a centenas de compostos, caracterizados especialmente pelo odor marcante e pelas ações terapêuticas. Os terpenoides, em geral, são os principais compostos dos óleos essenciais. Óleos essenciais da árvore-do-chá (*Melaleuca alternifolia*), tomilho (*Thymus vulgaris* e *Thymus zygis*), cravinho (*Syzygium aromaticum*), loureiro (*Laurus nobilis*) e sândalo (*Santalum album*) são amplamente utilizados devido a sua atividade anti-microbiana, demonstrando o potencial de inibir o crescimento de bactérias, fungos e até vírus.

Além do potencial anti-microbiano, existem óleos essenciais que auxiliam o organismo humano contra indigestão, flatulência, entre outras desordens gastrointestinais. Nesta vertente temos o óleo de limoeiro (*Citrus lemon*), hortelã-pimenta (*Mentha piperita*), tomilho (*Thymus vulgaris*), alcarávia (*Carum carvi*) e funcho (*Foeniculum vulgare*). O óleo essencial de funcho, também conhecido como erva-doce brasileira, é amplamente utilizado na redução de cólicas intestinais em bebês. Os óleos essenciais de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) e canfora (*Cinnamomum camphora*) destacam-se pela sua ação estimulante do sistema respiratório, enquanto os óleos

essenciais de alfazema (*Lavandula angustifolia*), bergamota (*Citrus bergamia*), camomila-romana (*Chamaemelum nobile*), jasmim (*Jasminum officinalis*) e erva-príncipe (*Cymbopogon citratus*) podem contribuir com o relaxamento e auxiliar benéficamente em situações de depressão e ansiedade.

Outras potencialidades de alguns óleos essenciais são a ação anti-inflamatória e antioxidante. Exemplos de plantas com ação anti-inflamatória incluem o orégão (*Origanum vulgare*), laranjeira-amarga (*Citrus aurantium*) e alecrim-pimenta (*Lippia sidoides*). A redução da produção de mediadores de inflamação ocorre devido a ação do carvacrol, um constituinte encontrado em grande concentração nos óleos essenciais. Pesquisas recentes indicam que um óleo essencial como da erva-cidreira pode inibir a replicação do vírus da gripe através de diferentes etapas do ciclo de replicação, especialmente ao longo da interação direta com as partículas do vírus.

Os extratos aquosos e alcoólico-aquosos de vegetais também são amplamente utilizados para fins biológicos. A casca de romã na forma de um extrato aquoso é utilizada como um antibiótico natural. A romã é rica em ácidos fenólicos, flavonoides, taninos e antocianinas, os quais conferem ao extrato elevada atividade antioxidante e anti-inflamatória. Extratos da casca da romã apresentam quantidades superiores de compostos bioativos em comparação aos extratos obtidos da polpa, demonstrando o potencial bioativo desta parte do fruto que normalmente é descartada pelo consumidor. Os compostos presentes neste fruto fazem dele uma poderosa estratégia não medicamentosa a ser usada na prevenção e/ou redução de risco de doenças crônicas não transmissíveis como câncer, Alzheimer, depressão, entre outras. Extratos de pimenta

rosa e preta também estão entre os extratos com elevado potencial bioativo, principalmente devido à presença do alcaloide piperina, o qual tem-se mostrado um eficiente agente anticarcinogênico.

Extratos de tomate são ricos em licopeno, um composto da família dos carotenoides responsável pela coloração vermelha do tomate. O consumo regular de licopeno está associado à prevenção e/ou redução do risco de câncer de próstata.

Extratos de manjerição (*Ocimum sanctum*), curry (*Murraya koenigii* L.), hibisco (*Hibiscus sabdariffa*), manga (*Mangifera indica*), goiaba (*Psidium guajava*) têm sido descritos como protetores contra cárie dentária e patógenos periodontais devido a sua eficácia antimicrobiana. Em geral, os extratos vegetais apresentam efeito benéfico ao organismo devido às suas ações antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana, mas é preciso considerar a concentração de compostos bioativos nos extratos a serem utilizados e/ou avaliado.

2.2 Uso tecnológico

A tendência do uso de produtos sob o rótulo de “naturais” no processamento dos alimentos proporcionou a valorização dos extratos vegetais. Atualmente, a indústria tem tentado inserir extratos vegetais nos alimentos, por exemplo, já podemos encontrar chocolate com óleo essencial de laranja, alguns alimentos com corantes naturais, bebidas carbonatadas formuladas com ervas/condimentos e/ou suco de frutas e até mesmo água mineral enriquecida com vitamina C proveniente do extrato de acerola.

Os extratos naturais fontes de compostos com ação antioxidante, podem ser aplicados como alternativa para

substituir os antioxidantes sintéticos utilizados pela indústria de alimentos. Os antioxidantes são substâncias que retardam ou previnem significativamente o início ou a propagação da cadeia de reações de oxidação. Através da atividade antioxidante, os extratos vegetais possuem a capacidade de melhorar a estabilidade oxidativa dos produtos alimentícios, prevenindo a peroxidação lipídica, e, em alguns casos, podem aumentar a conservação em prateleira dos produtos.

Trabalhos indicam que a adição de extratos vegetais concentrados de chá verde, alecrim, erva-mate, louro, sementes de uva, bagaço de uva, orégano, manjerona, romã, pimenta rosa e pimenta preta apresentaram capacidade de inibição da oxidação lipídica em até 95% em carne suína CALSAMIGLIA et al. (2007). Milani et al. (2010) notaram que em carne de frango submetida a moagem, a inibição da peroxidação lipídica ocorreu com a adição de extrato vegetal aquoso-alcoólico de caqui (*Diospyros kaki*) e erva mate (*Ilex paraguariensis*).

No entanto, é preciso considerar que a adição dos extratos vegetais não venha a alterar significativamente as características sensoriais dos alimentos. Por exemplo, ainda que o extrato aquoso-alcoólico de erva mate (*Ilex paraguariensis*) tenha prevenido a oxidação lipídica em carne de frango submetida à moagem, a pesquisa desenvolvida mostrou que a adição do extrato causou influência significativa no sabor e na cor da carne, limitando seu uso como antioxidante natural.

Extratos elaborados à base do resíduo do café, também são fontes de antioxidantes naturais que podem atuar prevenindo as reações de oxidação lipídica e com isto, aumentando a conservação em prateleira dos produtos. Extratos da casca da uva e beterraba são utilizados como

corantes naturais e auxiliares tecnológicos. A uva é fonte de antocianinas que conferem coloração roxa ao fruto enquanto a beterraba apresenta, em sua composição, as chamadas betalaínas, as quais conferem a coloração característica da beterraba.

Mas é preciso ressaltar que um antioxidante de uso alimentar deve ser seguro para o consumo humano, mesmo pelos grupos de risco (idosos e crianças), não deve alterar as características sensoriais dos alimentos (odor, sabor e cor), deve ser efetivo em baixas concentrações (0,001 a 0,01%), e fácil de ser incorporado ao produto.

Além disso, o extrato vegetal precisa ser estável durante o processamento, o que inviabiliza o uso de extratos vegetais em produtos submetidos, por exemplo, a cocção, já que os compostos antioxidantes presentes nestes extratos são facilmente degradados sob elevadas temperaturas.

Outra utilização que tem ganhado destaque é o uso de extratos vegetais como fonte enzimática, podendo ser usados na construção de diversos tipos de biossensores e/ou procedimentos enzimáticos de análise. Um exemplo é a utilização do extrato bruto da abobrinha (*Cucurbita pepo*) como fonte da enzima peroxidase.

Sabemos que a composição química dos extratos vegetais pode variar de acordo com a origem geográfica, época de colheita, clima, solo, época e forma de plantio, adubação, irrigação, tempo e condições ambientais. Além disso, o uso do extrato seco ou fresco, a técnica de extração usada, a fonte botânica, tratamento pós-colheita podem afetar a composição química dos óleos, podendo provocar alterações nas atividades biológicas e tecnológicas.

2.3 Uso na produção animal e vegetal

Nos últimos 50 anos notou-se um aumento na pesquisa sobre o uso de extratos vegetais na produção animal. No organismo animal, os extratos vegetais estimulam a digestão, alteram a microbiota intestinal, aumentam a digestibilidade e a absorção de nutrientes, possuem efeitos antimicrobiano, acaricida e larvicida, e também apresentam atividade imunomoduladora.

O uso de extratos vegetais para controlar infecções causadas por nematoides gastrointestinais em ruminantes é comum. Estas infecções podem limitar a produção de leite, reduzir o ganho de peso e a conversão alimentar, comprometer o desempenho reprodutivo e o sistema imunológico dos animais de acordo com Benchaar et al. (2008a). Extratos elaborados a partir do alho (*Allium sativum*) estão entre os mais utilizados. As soluções de alho normalmente são obtidas a partir de extrações alcoólica e aquosa e administradas na forma oral em bovinos (FERNANDES et al., 2008). As soluções obtidas por extração aquosa são mais adequadas, devido à facilidade de se administrar, pela menor rejeição dos animais ao produto e pelos resultados obtidos. O efeito do alho no organismo dos animais ocorre devido à presença de alicina, o principal constituinte químico do alho. A atividade antiparasitária da alicina tem sido encontrada contra *Entamoeba histolitica*, *Ascaris lumbricoides*, *Giardia lambria* e *Trypanosoma brucei*.

Outro limitante da produtividade animal é a infestação por carrapatos. Produtores rurais têm usado extratos provenientes de plantas para controlar carrapatos. Extratos elaborados a partir de mais de 200 espécies vegetais apresentaram efeito contra carrapatos e propriedade acaricida. Espécies, incluindo lavanda (*Lavendula*

angustifolia) e pinhão manso (*Jatropha curcas*), apresentam efeito acaricida e larvicida com eficácia 90-100%.

Extratos vegetais na forma de óleos essenciais e oleoresinas são usados em substituição aos antibióticos. Em aves, estudos de Brenes e Roura (2010), indicam que os extratos vegetais estimulam a atividade enzimática intestinal e pancreática e melhoram a digestibilidade de aminoácidos como lisina e treonina, além de promover o aumento da atividade antioxidante. Em consequência, as aves têm uma melhoria na digestibilidade e capacidade de absorção dos nutrientes.

O uso combinado de diferentes extratos vegetais também se mostra eficiente. A combinação de extratos de cravo e orégano, ricos em eugenol e carvacrol, demonstrou ser uma alternativa promissora como promotor de crescimento de leitões recém-desmamados (COSTA; TSE; MIYADA, 2007).

Em bovinos, a utilização de óleos essenciais tem sido foco de inúmeras pesquisas científicas. Acredita-se que estes óleos apresentam efeitos sobre a fermentação ruminal. Estudos desenvolvidos em 1957 mostraram que o limoneno e o pineno inibiram a formação de metano (CH₄) (CRANE; NELSON; BROWN, 1957).

Terpenoides como capsaicina, mentol, carvacrol, cânfora e eugenol, presentes nos óleos essenciais, conferem a estes extratos propriedades tóxicas para as bactérias gram-positivas e gram-negativas. De acordo com Burt (2004), de maneira semelhante aos ionóforos, os óleos promovem uma alteração na permeabilidade da membrana citoplasmática, desequilíbrio osmótico celular e por fim a morte das bactérias. Desta forma, óleos essenciais manipulam a fermentação ruminal e alteram as populações

microbianas do rúmen (BENCHAAAR et al., 2008b). Com o avanço dos estudos, os óleos essenciais vêm sendo utilizados como substitutos dos antibióticos e ionóforos na ração de bovinos confinados, com vantagens significativas na produtividade animal. Atividades semelhantes têm sido atribuídas aos compostos fenólicos, flavonoides, taninos e fenóis presentes em diversos extratos vegetais.

O uso de extratos vegetais na produção animal como promotores de crescimento em animais é um assunto recente. O número de evidências científicas sobre este assunto têm crescido devido a fatores como a resistência bacteriana a antibióticos e a demanda por um tratamento alternativo aos medicamentos.

Os metabólitos secundários presentes no extrato bruto ou no óleo essencial extraído de vegetais apresentam potencial no controle de doenças também em plantas. Espécies estudadas neste sentido incluem carqueja (*Baccharis trimera*), eucalipto-limão (*Eucalyptus citriodora*) e capim-limão (*Cymbopogon citratus*), Alecrim (*Rosmarinus officinalis*), manjerona (*Origanum majorana*), manjerição (*Ocimum basilicum*), babosa (*Aloe vera*), óregano (*Origanum vulgare*), pitanga (*Stenocalyx michelli*) e goiabeira vermelha (*Psidium guayava* var. *pomifera*)

Trabalhos desenvolvidos apontam o potencial de extratos vegetais no controle de fitopatógenos devido a ação fungitóxica direta com inibição de crescimento micelial e esporulação de fungos fitopatogênicos ou pela indução de fitoalexinas.

Durante o cultivo da cenoura, a adição de extratos aquosos de várias espécies vegetais se mostrou promissor no controle alternativo do nematoide-das-galhas (*Meloidogyne incognita*), um dos principais agentes limitantes do cultivo.

O óleo de capim-limão foi capaz de inibir totalmente a germinação de sementes de *Digitaria horizontalis*, *Sorghum halepense*, *Bidens pilosa*, *Euphorbia heterophylla* e *Raphanus raphanistrum* (VALARINI; FRIGHETTO; SPADOTTO, 1996).

Extratos de cravo-da-índia, alho e canela apresentaram atividade antifúngica sobre os fungos *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum* sp., *Fusarium solani* e *Phomopsis* sp.

2.4 Caracterização química

É válido ressaltar que o modo de ação e a função de cada extrato vegetal dependerá diretamente do composto químico predominante e de sua concentração na planta e no extrato final. Os extratos vegetais normalmente apresentam centenas de compostos químicos diferentes. É preciso conhecer o perfil dos compostos químicos do extrato e também a quantidade em que estes compostos estão presentes.

Outro fator importante é a atividade antioxidante dos extratos vegetais. A atividade antioxidante dos extratos normalmente é avaliada por métodos espectrofotométricos *in vitro*, baseados na captura de radicais livres. Não existe um método padronizado para a determinação da atividade antioxidante e nem mesmo da caracterização química dos extratos.

A quantificação e identificação dos principais compostos bioativos normalmente é realizada por técnicas cromatográficas e espectrometria de massa. A caracterização é importante até mesmo para a padronização do extrato aplicado, já que a quantidade de compostos bioativos pode variar de acordo com as condições edafoclimáticas e também com os processos aplicados para a elaboração dos extratos.

2.5 Considerações finais

A crescente demanda por produtos considerados naturais coloca em foco os extratos vegetais. O uso de plantas na saúde humana é tão antigo quanto a história da humanidade. No entanto, nos últimos anos extratos produzidos a partir de plantas vêm sendo aplicados nas mais diversas áreas com resultados satisfatórios.

3.1 Introdução

Um dos principais desafios para o século XXI é aumentar a produção agrícola e mantê-la mais sustentável e ambientalmente correta (BERG, 2009). Atualmente, muitos fertilizantes e pesticidas químicos são utilizados na agricultura para aumentar a produtividade e eliminar pragas e patógenos. Entretanto, esses agroquímicos criam uma série de problemas ambientais como a contaminação de águas e solos (LEACH; MUMFORD, 2008) e também podem levar à resistência das plantas aos fitopatógenos, bem como a resistência de plantas invasoras à herbicidas (COMPANT et al., 2005). Além disso, esses produtos químicos permanecem no ambiente por muito tempo e atingem organismos não-alvo, incluindo os seres humanos (SAXENA; PANDEY, 2001). Diante disso, no decorrer dos últimos anos, diferentes abordagens ecologicamente compatíveis com a agricultura estão sendo usadas e entre elas destaca-se o uso de metabólitos microbianos.

Os microrganismos são metabolicamente versáteis e produzem biomoléculas em condições normais ou extremas. Os metabólitos microbianos apresentam diversas funções biológicas e podem agir como biorreguladores, antibióticos, toxinas (biopesticidas) e agentes inseticidas (DEMAIN, 1998). Aproximadamente, 7.000 metabólitos microbianos vêm sendo reportados por exibir várias atividades biológicas (SAXENA; PANDEY, 2001). Os microrganismos que se destacam na produção de metabólitos utilizados na agricultura são principalmente bactérias e fungos. Muitas vezes, esses metabólitos não são essenciais para a manutenção do metabolismo primário microbiano e assim, são excretados para o meio externo, podendo ser tóxicos para

outros organismos. Consequentemente, esse processo faz com que esses microrganismos apresentem vantagens competitivas em seu ambiente, suprimindo o crescimento de outras espécies (KLAIC et al., 2015).

Sabendo das características benéficas dos metabólitos dos microrganismos é possível usá-los na agricultura como: biopesticidas, biofertilizantes e biorremediadores (Figura 2). Os biopesticidas são eficientes no controle de plantas invasoras e no controle de insetos (GALON et al., 2016).

3.2 Metabólitos biopesticidas

Os primeiros inseticidas de origem botânica utilizados foram a nicotina, extraída do fumo, *Nicotiana tabacum* (Solanaceae), a piretrina, extraída do piretro, *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Asteraceae), a rotenona extraída de *Derri* ssp. e *Lonchocarpus* spp. (Fabaceae), a sabadina e outros alcaloides extraídos da sabadila, *Schoenocaulon officinale* (Liliaceae), e a rianodina extraída de *Rhynchospora speciosa* (Flacourtiaceae) (DEQUECH et al., 2008).

Para avaliar os efeitos sobre insetos, os alimentos (folhas e grãos) são imersos por determinados períodos nos extratos, ou então estes são aplicados em dietas artificiais ou sobre as pragas, presas e hospedeiros. Fernandes et al., 1996, constataram efeitos como a inibição da alimentação, redução de consumo alimentar, atraso no desenvolvimento, deformações, esterilidade dos adultos e mortalidade em *Anthonomus grandis* submetidos a diferentes extratos vegetais.

Em trabalho realizado por Knaak et al. (2012), foi avaliado o efeito dos extratos vegetais, de 19 espécies de plantas, no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda*. Entre as espécies de plantas medicinais testadas, apenas *Lantana*

camara não apresentou efeito sobre ao menos uma das variáveis analisadas. O prolongamento da fase larval ocorreu quando aplicados os extratos de *M. silvestris*, *C. ensiformes*, *C. verbenacea*, *C. zedoaria* e *C. citratus*. Quanto à duração da fase pupal observou-se o prolongamento da mesma quando utilizados os macerados de *S. officinalis* e *C. verbenacea*. Redução no tamanho das pupas ocorreu para quatro espécies vegetais, sendo o peso reduzido para cinco espécies. Efeitos negativos sobre oviposição e fertilidade foram observados para seis espécies de plantas. Os resultados indicam que 18 espécies, entre as plantas avaliadas nesse estudo, interferem no desenvolvimento de *S. frugiperda*, as quais poderão ser analisadas quanto à composição química e como potencial inseticida aplicado no controle da espécie-alvo.

Almeida et al. (2005), com o objetivo de avaliar o efeito de sete extratos vegetais, com propriedades inseticidas, sobre o *S. zeamais*, na fase imatura (ovo) e adulta, realizaram um trabalho em três fases onde, na primeira, foram aplicados os extratos, pelo método de vaporização, sobre os insetos contidos em recipientes plásticos, em proporções estabelecidas (4, 8, 12 e 16 mL) em cada tratamento. Na segunda fase foram usados os quatro tratamentos e os dois extratos que apresentaram os melhores resultados sobre os insetos adultos, nos carunchos, inoculados nos grãos, pelo método de vaporização. Na terceira fase foram usados os dois melhores extratos sobre as sementes de pipoca com ovos do *S. zeamais* na proporção de 16 mL para avaliar a inibição do crescimento do inseto, 40 dias depois. Os resultados obtidos neste trabalho levaram à conclusão de que o *S. zeamais*, na fase adulta, foi controlado pelo uso de *C. cinensis* (98,62%), *C. citrates* (97,87%) e *N. tabacum*

(96,50%), em todas as proporções aplicadas, pelo método de vaporização. Os extratos de *N. tabacum* e *C. citratus* demonstraram controle sobre a fase imatura do gorgulho em cerca de 96,55 e 95,07%, respectivamente.

Objetivando-se avaliar o potencial do extrato de nim no controle das pragas de tomateiro (*Solanum lycopersicon*), Gon et al. (2014), concluíram que todas as concentrações do extrato apresentaram eficiência no controle de pulgão e cochonilha em campo e influenciaram na preferência para oviposição de mosca-branca em plantas do tratamento controle, sem aplicação de extrato de nim.

Ainda, muitos metabólitos microbianos são capazes de inibir patógenos e, conseqüentemente controlar doenças de plantas (SZCZECH; SHODA, 2004). Já, os biofertilizantes são importantes para promover o crescimento das plantas, fornecendo a elas nutrientes necessários para o desenvolvimento (STEEN et al., 2010).

3.3 Metabólitos biofertilizantes

Novas tecnologias, aliadas ao manejo adequado, são utilizadas para aumentar a produtividade das culturas. A utilização das novas tecnologias passa a ser interessante em casos em que não se consegue ampliar as produtividades e/ou a qualidade dos produtos produzidos em função do manejo adotado. Ou seja, o uso de extratos vegetais é uma prática capaz de superar as produtividades alcançadas até então, além de potencialmente melhorar a qualidade do produto obtido.

Colla et al. (2014), realizaram aplicação via solo de proteínas hidrolisadas de origem vegetal, visando avaliar sua ação, demonstrando aumento do crescimento e assimilação do nitrogênio em mudas de ervilha, tomate e

milho. Tratamentos com proteínas hidrolisadas em milho causaram um aumento na taxa de alongamento dos coleóptilos quando comparado ao controle. A massa seca aérea, peso seco radicular, o comprimento das raízes, e a área de raiz foram significativamente mais elevados, em 21, 35, 24, e 26%, respectivamente, em plantas de tomateiro tratadas com o proteína hidrolisada 6 mL/L em relação às plantas não tratadas. Aplicação de proteína hidrolisada, independente da dose (0,375, 0,75, 1,5, e 3,0 mL/L) aumentou significativamente o comprimento da parte aérea das plantas de ervilha anã deficientes em giberelina a um valor médio de 33%, comparativamente ao tratamento controle.

Outro trabalho realizado por Dotto et al. (2014), com o objetivo de avaliar o efeito de extratos vegetais das folhas de pitangueira (*Eugenia uniflora*), flores de calêndula (*Calendula officinalis*) e capítulo floral de cravo da índia (*Syzygium aromaticum*), além de calda bordalesa, sobre a indução de resistência às doenças pós-colheita de morango quando aplicados na pré-colheita, concluiu que os extratos vegetais de folhas de pitangueira, flores de calêndula e capítulo floral de cravo da índia, além de calda bordalesa, apresentaram efeito sobre os sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável no momento da colheita, bem como nos níveis de açúcares totais na pós-colheita, no entanto, os tratamentos não interferiram nos parâmetros de incidência de podridões, perda de massa, firmeza de polpa e atividade da fenilalanina amônia liase (PAL). Os extratos vegetais foram aplicados utilizando-se a concentração de 10% e a calda bordalesa a 1%, sendo avaliados os parâmetros físico-químicos de incidência de podridões, firmeza de polpa, perda de massa, SST e acidez titulável; e os parâmetros bioquímicos de açúcares totais e redutores, teor de proteínas e atividade da enzima PAL.

Vergnes et al. (2014), utilizaram óleo essencial a partir de *Gaultheria procumbens*, um composto que pode ser metabolizado em tecidos de plantas e produzir ácido salicílico, capaz de induzir imunidade contra agentes patogênicos. A expressão de diversos genes de defesa foi detectada 1, 6, e 24 h após o tratamento com óleo essencial (0,1 mL/L). A medição da fluorescência de tecidos infectados revelou que os tratamentos com o óleo essencial conduziram à redução de desenvolvimento do patógeno em 60%.

Um estudo foi realizado com a finalidade de avaliar o efeito do estimulante vegetal, Agrostemin, no desenvolvimento de plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill cv. IAC-8), através de parâmetros que compõem a análise de crescimento. Foram estudados em seis tratamentos, correspondentes às seguintes dosagens, épocas e formas de aplicação: testemunha (T1); 0,125g de Agrostemin/100g sementes (T2); 0,125g de Agrostemin/100g sementes e pulverização foliar a 333 ppm (T3); 0,125g de Agrostemin/100g sementes e pulverização foliar a 500 ppm (T4); pulverização foliar a 333 ppm (T5) e pulverização foliar a 500 ppm (T6). Os parâmetros estudados foram: razão de área foliar (RAF), taxa assimilatória líquida (TAL) e taxa de crescimento relativo (TCR). Dentre os resultados obtidos, concluiu-se que à medida que se aumentou a concentração do produto, diminuiram-se os parâmetros estudados, nos intervalos de dias observados após o plantio (FERNANDES, et al., 1995).

Outro trabalho, com o mesmo produto, teve por finalidade avaliar o efeito do Agrostemin, sobre a altura e o número de folhas das plantas de soja (*Glycine max* L. Merrill cv. IAC-8). Foram estudados seis tratamentos, correspondentes às seguintes dosagens, épocas e formas

de aplicação: testemunha (T1); 0,125g Agrostemin/100g sementes (T2); 0,125g Agrostemin/100g semente e pulverização foliar à 333 ppm (T3); 0,125g Agrostemin/100g sementes e pulverização foliar à 500 ppm (T4); pulverização foliar à 333 ppm (T5) e pulverização foliar à 500 ppm (T6). Realizaram-se três coletas de plantas, com intervalo de 14 dias. Através dos resultados obtidos concluiu-se que o Agrostemin quando aplicado via semente (T2) ou via foliar à 500 ppm (T6), aumentou a altura e o número de folhas. Ao aplicar o produto via semente mais via foliar à 500 ppm (T4), estes parâmetros diminuíram (FERNANDES, et al., 1993).

O bioestimulante de ocorrência natural, conhecido como triacontanol (TRIA) é capaz de estimular o crescimento dos vegetais, o que foi comprovado por determinações de massa seca de várias espécies de plantas (RIES et al., 1977). O efeito *in vitro* de triacontanol, foi estudado em *Arachis hypogaea* L. (M-13 e PBS24030). Os resultados obtidos indicaram que não apenas o estabelecimento da planta *in vitro* foi melhor na presença de TRIA, como também seu efeito sobre vários parâmetros fisiológicos promotores de crescimento foram aprimorados (VERMA et al., 2011). Segundo Ries e Wert (1977), a aplicação de TRIA junto com solução nutritiva em arroz (*Oryza sativa* L.) provocou um aumento no peso seco e área foliar das plantas tratadas.

Além disso, atualmente muitos metabólitos microbianos podem ser utilizados na quebra de compostos sintéticos, como por exemplo: os compostos sintéticos que formam os fungicidas e herbicidas são quebrados em moléculas mais simples para depois serem biodegradadas por microrganismos (PETERS et al., 2014). Assim, os metabólitos microbianos, além de serem eficientes no

controle das plantas invasoras, insetos, patógenos, capazes de promover o crescimento das plantas e quebrar substâncias tóxicas, reduzem os prejuízos ambientais provocados pelo uso contínuo de pesticidas e fertilizantes sintéticos. O Brasil apresenta potencial para se usar os metabólitos microbianos, tendo em vista a diversidade vegetal e os diversos sistemas de cultivos agrícolas praticados no país.

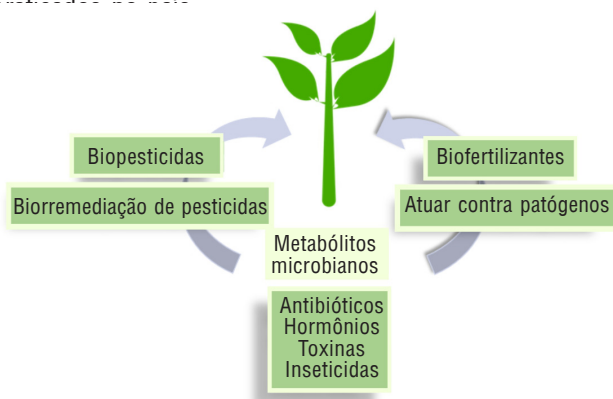


Figura 2 - Uma visão geral da contribuição dos metabólitos microbianos para as plantas (adaptado de Kilian et al., 2000)

3.4 Metabólitos microbianos de ação herbicida

Muitos metabólitos microbianos que atuam como herbicidas são conhecidos como fitotoxinas. A importância desses metabólitos está associada com a toxicidade específica e a seletividade que exibem em relação às espécies de plantas invasoras (GALON et al., 2016). Os herbicidas naturais são definidos como produtos do metabolismo microbiano que causam danos evidentes aos tecidos de plantas invasoras (GALON et al., 2016). Exemplo disso, foi a descoberta do metabólito anisomicina da bactéria filamentosa *Streptomyces* spp., o qual exibe uma

excelente atividade contra o capim-colchão e capim arroz (*Digitaria* spp). O modo de ação desse metabólito verifica-se através da inibição da via fotossintética (ITO et al., 1974).

Recentemente, a bactéria *Serratia marcescens* também apresentou metabólitos que agiam contra a espécie *Digitaria sanguinalis* (conhecida como milhã-de-pendão, milhã-digitada ou pé-de-galinha) (JUAN et al., 2015). Além disso, o herboxidieno produzido também por *Streptomyces* sp. A7847 é considerado um herbicida potente para muitas espécies de plantas invasoras (ISSAC et al. 1992). Outra fitotoxina promissora produzida por *Streptomyces* é a herbimicina, um herbicida que possui amplo espectro contra plantas invasoras monocotiledôneas e dicotiledôneas na concentração de 12,5 g/ha. Ainda, esse herbicida natural pode ser usado como pré e pós-emergente (SAXENA; PANDEY, 2001). Outro estudo também revelou que os metabólitos da bactéria *Bacillus cereus* impediram a germinação de 52% das sementes de *Brachiaria decumbens* Stapf e fizeram com que as 48% restantes dessem origem à plântulas anormais (CARVALHO et al., 2007).

Além do uso de metabólitos bacterianos para controlar plantas invasoras, existem muitas fitotoxinas de fungos que podem inibir o crescimento dessas plantas. O fungo *Fusarium nygamai* produz um metabólito chamado de fumonisina B₁ que reduz a germinação de erva-de-bruxa em 47,6% (KROSCHEL; ELZEIN, 2004). Adicionalmente, metabólitos do fungo *Myrothecium verrucaria*, utilizado como bioherbicida, apresentou grande potencial contra várias espécies de plantas invasoras associadas com culturas economicamente importantes, como pastagens e hortaliças. Exemplo de plantas invasoras que o crescimento foi reduzido pelos metabólitos do fungo *Myrothecium verrucaria*: caruru-roxo ou caruru (*Amaranthus hybridus*

L.); carrapichão (*Xanthium strumarium* L.); sida (*Sida spinosa*); estramônio, figueira-do-inferno, figueira-brava ou quinquilho (*Datura stramonium*) e jeticuçu (*Ipomoea hederacea*) (ANDERSON; HALLETT, 2004). Fitotoxinas produzidas pelos fungos *Ascochyta caulina* e *Phoma chenopodiicola* também foram propostas como bioherbicidas para controlar ançarinha-branca (*Chenopodium album*), uma planta invasora que se encontra espalhada por diversas regiões do mundo causando sérios problemas com as culturas de beterraba e milho (CIMMINO et al., 2015).

Embora, fungos e bactérias patogênicos representem grande perda para a agricultura mundial, em alguns casos eles podem ser uma alternativa para o manejo de plantas invasoras. Existe uma classe de metabólitos que são produzidos por microrganismos patogênicos específicos de plantas invasoras. Como exemplo, temos o metabólito muculosina produzido pelo fungo *Alternaria alternata*, sendo esse patógeno específico de *Centaurea maculosa* (STIERLE et al., 1989), causando a morte dessa planta invasora. Similarmente, o metabólito bipolaroxina de *Bipolaris cyanodontis* foi seletivo em baixas concentrações para conter o crescimento da pastagem de Florakirk (*Cynodon dactylon*) (SUGAWARA et al., 1985). Outro exemplo é o fungo *Fusarium verticillioides* que produz metabólitos que atuam especificamente contra plantas invasoras de *Orobanche* spp. (DOR et al., 2009).

Indícios da utilização de extratos vegetais com potencial herbicida foram observados ao redor de todo o mundo. Na Espanha, foi verificado que restos de *Quercus robur* L., *Pinus radiata* D. Don, *Eucalyptus globulus* Labill e *Acacia melanoxylon* R. Br. geravam inibição de crescimento e desenvolvimento de alface, sendo que o efeito alelopático era devido principalmente a compostos fenólicos (SOUTO

et al., 1994). Resultados semelhantes foram encontrados na África do Sul, quando foram utilizados restos de *Pinus patula*, *Eucalyptus grandis* e *Acacia mearnsii*, neste caso contra a instalação de uma série de plantas invasoras como *Conyza sumatrensis*, *Trifolium* spp. e *Echinochloa utilis* (SCHUMANN et al., 1995). No México, restos de cultivos florestais (*Alnus firmifolia* e *Betula erecta*) resultaram na inibição aleloquímica ao milho e ao feijão, além do efeito contra as invasoras *Chenopodium murale*, *Tradescantia crassifolia*, *Melilotus indicus* e *Amaranthus hybridus* (ANAYA et al., 1987).

A planta de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), é uma leguminosa que apresenta condições para exercer a função de herbicida. Durante análises em laboratório, concluiu-se que os extratos de suas folhas e as próprias sementes do feijão-de-porco são eficientes contra duas plantas invasoras importantes, a *Commelina erecta*, com nome popular de trapoeraba, e *Ipomoea grandifolia*, conhecida como corda-de-viola, que são plantas invasoras de culturas com grande importância econômica, inclusive dotadas de resistência à herbicidas comerciais, afetando o desenvolvimento de culturas de soja e o milho, restringindo o desenvolvimento desses cultivos. Outro resultado positivo se verifica, uma vez que o extrato da leguminosa não interfere no crescimento das lavouras e pode tornar-se uma opção aos herbicidas sintéticos no futuro (KISS, 2013).

Assim como são muitas as vantagens em usar bioherbicidas para controlar plantas invasoras, ainda existem desafios para que essa estratégia seja difundida entre os agricultores e, dentre esses desafios está o desenvolvimento dos bioherbicidas em escala comercial, além da produção pelas fábricas, estocagem e modo de aplicação (TESSMANN, 2011).

3.5 Metabólitos microbianos no controle de fitopatógenos

A produção de certos compostos como antibióticos e outros metabólitos pelos microrganismos pode ser utilizada para controlar doenças de plantas. Muitas vezes esse processo ocorre entre um microrganismo antagonico (age contra o patógeno) que suprime a doença (PAL, 2006). Os metabólitos podem ser extraídos dos microrganismos antagonicos e, a partir disso, pode-se ter formulações simples ou complexas que podem ser utilizados na cultura de interesse para controlar a doença (PAL, 2006).

Os antibióticos são toxinas microbianas que em baixas concentrações podem conter o crescimento ou até mesmo matar outro microrganismo. Muitas bactérias e fungos secretam substâncias com ação antibiótica. Em alguns casos, os antibióticos produzidos pelos microrganismos são, particularmente efetivos para suprimir patógenos de plantas e as doenças causadas por eles. Por exemplo, a bactéria *Bacillus cereus* UW85 produz os antibióticos zwitermicina (SILO-SUH et al. 1994) e kanosamine (MILNER et al. 1996) e esta capacidade de produzir mais de um antibiótico ajuda suprimir outros competidores microbianos, consequentemente, agindo contra patógenos de plantas. Similarmente, a bactéria *Pantoea agglomerans* secreta o antibiótico herbicolina para inibir o crescimento do patógeno *Erwinia amylovora*, o qual causa fogo bacteriano em diversas espécies de árvores frutíferas (SANDRA et al., 2001). A Tabela 1 mostra a relação de outros microrganismos que produzem antibióticos, os quais inibem o crescimento de patógenos de plantas.

Tabela 1 - Exemplos de antibióticos produzidos por microrganismos e a relação dos patógenos que são inibidos por esses metabólitos

Antibióticos	Microrganismo	Patógeno alvo	Doença	Referência
2, 4-diacetylphloroglucinol	<i>Pseudomonas fluorescens</i> F113	Pythium spp.	Podridão das raízes	Shanahan et al.(1992)
Bacillomycin D	<i>Bacillus subtilis</i> AU195	Aspergillus flavus	Contaminação por Aflatoxina	Moyne et al. (2001)
Bacillomycin, fengycin	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i> FZB42	Fusariumoxy sporum	Murcha-de-fusarium	Koumoutsis et al. (2004)
Gliotoxin	Trichoderma virens	Rhizoctonia solani	Podridão radicular	Wilhite et al.(2001)
Iturin A	<i>B. subtilis</i> QST713	<i>Botrytis cinerea</i> e <i>R. solani</i>	Tombamento de plantas	Kloepper et al.(2004)

O produto Biotrich, formulado com o fungo *Trichoderma* foi testado para controlar o patógeno *Pythium aphanidermatum* (causador da podridão de raízes) em diferentes variedades de alface. Os resultados mostraram que esse produto foi eficiente para controlar a doença (PATEKOSKI; PIRES-ZOTTARELLI, 2010). Outro exemplo é de vários isolados de *Bacillus* spp. que inibiram o crescimento de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos (*Citrus* spp.) (KUPPER et al., 2003).

No que se refere ao controle de fungos fitopatogênicos, produtos à base de plantas são também empregados há séculos junto às áreas de proteção de plantas. Pesquisas *in vitro* demonstram que diversos patógenos podem ser controlados com eficiência.

Trabalho realizado por Souza et al. (2007), objetivou avaliar a atividade antifúngica de diferentes concentrações dos extratos de alho (*Allium sativum* L.) e capim-santo (*Cymbopogon citratus* Stapf.) visando o controle de *F. proliferatum* em sementes de milho. Foram avaliados os efeitos dos extratos de alho e capim santo sobre crescimento micelial, nas concentrações 0,5%, 1,0%, 2,5%, 5,0% e 10,0%, medindo-se os diâmetros das colônias do fungo durante oito dias. Concluiu-se que os extratos empregados reduziram a taxa de crescimento micelial e a germinação dos esporos, como também a incidência de *F. proliferatum* em grãos de milho. O extrato de alho, a partir da concentração 2,5%, mostrou maior eficiência em relação aos demais tratamentos. Os produtos vegetais aumentaram a germinação das sementes e também controlaram o tombamento e a podridão do colmo das plântulas de milho.

Santos et al.(2007), avaliaram o efeito da aplicação de extratos vegetais na indução de resistência à ferrugem, à

cercosporiose e à mancha de *Phoma* em cafeeiro. Os cafeeiros foram pulverizados mensalmente. Extrato aquoso da casca do fruto de café (CFC) e extrato aquoso da folha de café com ferrugem (EFID) reduziram a incidência da ferrugem, da cercosporiose e da mancha de *Phoma*, comparativamente aos percentuais da doença observados nas testemunhas pulverizadas com água. CFC reduziu a severidade da cercosporiose em 47%, comparado ao tratamento pulverizado com água. EFID reduziu a severidade da ferrugem em 31%.

Diversas alternativas vêm sendo estudadas e utilizadas no controle das doenças de plantas, com a finalidade de suprir as necessidades dos produtores e consumidores no sentido de reduzir o uso de defensivos agrícolas. Assim, com o objetivo avaliar a atividade de extratos vegetais de *Azadirachta indica* A. Juss., *Annona muricata* L. e de *Lippia alba* (Mill) N. E. Brown., pretendeu-se obter o controle de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. *in vitro*, Ferreira et al. (2014), utilizaram extratos aquosos de folhas de graviola e de erva-cidreira, e extratos aquosos de sementes de nim e graviola visando à inibição do crescimento micelial do patógeno causador da antracnose em frutos de mamão. Os resultados obtidos indicaram maior inibição ao crescimento micelial do patógeno com o uso dos extratos de folhas de erva-cidreira e de sementes de graviola.

Dessa forma, muitos patógenos são sensíveis aos metabólitos oriundos de outros microrganismos, tornando essa uma boa estratégia para uma agricultura mais sustentável e mais segura para o meio ambiente. Entretanto, a implementação prática dessa estratégia requer muitos estudos para que se tenha um produto com eficácia e que seja acessível aos agricultores.

ALMEIDA, F.A.C.; PESSOA, E.B.; GOMES, J.P.; SILVA, A.S. Emprego de extratos vegetais no controle das fases imatura e adulta do *Sitophilus zeamais*. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 26, n. 1, p. 46-53, 2005.

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.). **Ecossistema**, 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. **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 13, p. 48-52, 1988b.

ANAYA, A.L.; HERNÁNDEZ-BAUTISTA, B.E.; PELAYO-BENEVIDES, H.R.; CALERA, M.; FERNANDEZ-LUISELLI, E. Allelopathy in Mexican plants. In: INDERJIT; DAKSHINI, K.M.M.; EINHELLIG, F.A. (Ed.). **Allelopathy**: organisms, processes, and applications. Washington: American Chemical Society, 1993. p. 224-241. (ACS Symposium Series, 582)

ANDERSON, K.I.; HALLETT, S.G. Herbicidal spectrum and activity of *Myrothecium verrucaria*. **Weed Science**, Washington, v. 52, p. 623-627, 2004.

ANTONIOLLI, L.R.; CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. Prevenção da abscisão pré-colheita de frutos de laranja 'Westin'. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 1, p. 83-94, 2003.

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.

BARROS, U.V.; MENDONÇA, G.M.; FREITAS, J.L.P.; MATIELLI, A. Efeito do Baysiston no plantio do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 18., 1992, Araxá. **Resumos...** Araxá: CBPC, 1992. p. 97.

BENCHAAR, C.; MCALLISTER, T.A.; CHOULNARD, P.Y. Digestion, rumen fermentation, ciliate protozoa populations, and milk production from dairy cows fed cinnamaldehyde, quebracho condensed tannin, or *Yucca schidigera* saponin extracts. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 4777-4786, 2008.

BENCHAAAR, C.; CALSAMIGLIA, S.; CHAVES, A.V.; FRASER, G.R.; COLOMBATTO, D.; MCALLISTER, T.A.; BEAUCHEMIN, K.A. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 145, p. 209-228, 2008.

BERG, G. Plant microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. **Applied Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 84, p. 11-18, 2009.

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 em Fitotecnia) - 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.

BRENES, A.; ROURA, E. Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.158, p. 1-14, 2010.

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.

BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: a review. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004.

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.

CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P.W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 6, p. 2580-2595, 2007.

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.

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.

CARON, V.C.; GRAÇAS, J.P.; CASTRO, P.R.C. **Condi-
cionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos**. Piraci-
caba: ESALQ, DIBD, 2014. 58 p. (Série Produtor Rural, 58).

CARVAJAL, J.F.; PEREIRA, J.F. **Efecto de atomizaciones
con sacarosa en el transplante del café**. San Jose:
IICA, 1960. 4 p. (Comunicaciones Científicas Agrícolas.
Café, Hoja, 32).

CARVALHO, D.D.C.; OLIVEIRA, D.F.; CORREA, R.S.B.;
CAMPOS, V.P.; GUIMARAES, R.M.; COIMBRA, J.L.
Rhizobacteria able to produce phytotoxic metabolites.
Brazilian Journal Microbiology, São Paulo, v. 38,
p. 759-765, 2007.

CARVALHO, M.E.A.; CASTRO, P.R.C. **Extratos de algas e
suas aplicações na agricultura**. Piracicaba: ESALQ,
DIBD, 2014. 58 p. (Série Produtor Rural, 56).
CASTRO, P.R.C. Biorreguladores em citros. **Laranja**,
Cordeirópolis, v. 22, n. 2, p. 367-381, 2001.

_____. 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.; CARVALHO, M.E.A. **Aminoácidos e suas aplicações na agricultura**. Piracicaba: DIBD, ESALQ, 2014. 58 p. (Série Produtor Rural, 57).

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: ISPBFP, 2005. p. 61.

CASTRO, P.R.C.; CHURATA-MASCA, M.G.C. Variações provocadas pelo ácido 2-hidroximetil 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.

_____. 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: EMBRAPA, 2002. p. 201-202.

_____. 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.

_____. Biostimulant effect on yield of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., 2004, Foz do Iguaçu. **Abstracts...** Foz do Iguaçu: WSRC, 2004. p. 133.

_____. Ação de biorreguladores na cultura do milho. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. (Ed.). **Milho: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ, 2004. p. 48-59.

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

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.; 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.; 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 72454'. 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.; SOARES, F.C.; ZAMBON, S.; MARTINS, A.N. Efeito do Aldicarb no desenvolvimento do feijoeiro cultivar Carioca. **Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 20, p. 63-68, 1995.

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: RPSRCB, 2004. p. 114.

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.; SERCILOTO, C.M.; PEREIRA, M.A.; RODRIGUES, J.L.M.; ROSSI, G. **Agroquímicos de controle hormonal, fosfitos e potencial de aplicação dos aminoácidos na agricultura tropical**. Piracicaba: ESALQ, DIBD, 2009. 83 p. (Série Produtor Rural, Ed. Esp.).

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: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE FISIOLÓGÍA VEGETAL, 11., 2002, Punta del Este. **Actas...** Punta del Este: SLAFV, 2002. p. 111-112.

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.

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

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: RPSRCB, 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 FISILOGIA VEGETAL, 10., 2004, Recife, 2004. **Anais...** Recife: SBFV, 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 FISILOGIA VEGETAL, 10., 2004, Recife, 2004. **Anais...** Recife: SBFV, 2004. 1 CD-ROM.

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.

CIMMINO, A.; MAIS, M.; EVIDENTE, M.; EVIDENTE, A. Fungal *phytotoxins* with potential herbicidal activity to control *Chenopodium album*. **Natural Product Communication**, Westerville, v. 10, n. 6, p. 1119-1126, 2015.

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.

COLLA, G.; ROUPHAEL, Y. CANAGUIER, R.; SVECOVA, E.; CARDARELLI, M. Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. **Frontiers in Plant Science**, Fribourg, v. 5, Sept. 2014.

COMPANT, S.; DUFFY, B.; NOWAK, J.; CLÉMENT, C.; BARKA, E.A. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. **Applied and Environmental Microbiology**, New York, v. 71, p. 4951-4959, 2005.

COSTA, L.B.; TSE, M.L.P.; MIYADA, V.S. Extratos vegetais como alternativas aos antimicrobianos promotores de crescimento para leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 589-595, 2007.

CRANE, A.; NELSON, W.O.; BROWN, R.E. Effects of d-limonene and a-d-pinene on in vitro carbohydrate dissimilation and methane formation by rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 40, n. 10, p. 1317-1323, 1957.

CRONE, H.D. **Chemicals and society**: a guide to the new chemical age. New York: Cambridge University Press, 1986. 245 p.

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.

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.

DEMAIN, A.L. Microbial natural products: alive and well in 1998. **Nature Biotechnology**, London, v. 16, p. 3-4, 1998.

DEQUECH, S.T.B.; SAUSEN, C.D.; LIMA, C.G.; EGEWARTH, R. Efeito de extratos de plantas com atividade inseticida no controle de *Microtheca ochroloma* Stal (Col.: Chrysomelidae), em laboratório. **Revista Biotemas**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 22-31, 2008.

DOR, E.; EVIDENTE, A.; AMALFITANO, C.; AGRELLI, D.; HERSHENHORN, J. The influence of growth conditions on biomass, toxins and pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. orthoceras, a potential agent for broomrape biocontrol. **Weed Research**, Berlin, v. 47, p. 345-352, 2007.

DOTTO, M.; PIROLA, K.; WACLAWOVSKY, A.J.; MAZARO, S.M.; WAGNER JUNIOR, A. Aplicação pré-colheita de extratos vegetais em morangueiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 240-247, 2014.

FERNANDES, A.A.H.; RODRIGUES, J.D.; RODRIGUES, S.D. Ação do Agrostemin sobre a altura e o número de folhas de plantas de soja (*Glycine max* L. Merrill cv. IAC-8). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 1, p. 6-12, 1993.

FERNANDES, A.A.H.; RODRIGUES, J.D.; CASTRO, P.R.C.; PINHO, S.Z. Efeitos do agrostemin em plantas de soja (*Glycine max* (L.) Merrill cv. IAC-8), através dos parâmetros fisiológicos: razão de área foliar, taxa assimilatória líquida e taxa de crescimento relativo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 2, p. 339-345, 1995.

FERNANDES, L.B.; FRANZOLIN, R.; FRANCO, A.V.M.; CARVALHO, G. Aditivos orgânicos no suplemento concentrado de bovinos de corte mantidos em pastagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 9, n. 2, p. 231-238, 2008.

FERNANDES, P.D.; CASTRO, P.R.C.; KRONKA, S.N.; AGUIAR, I.B. Ação de um regulador de crescimento no enraizamento de estacas de quatro plantas ornamentais.

Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, v. 30, p. 217-226, 1973.

FERNANDES, W.D.; FERRAZ, J.M.G.; FERRACINI, V.L.; HABIB, M.E.M. Deterrência alimentar e toxidez de extratos vegetais em adultos de *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 25, p. 553-556, 1996.

FERREIRA, E.F.; SÃO JOSÉ, A.R.; BOMFIM, M.P.; PORTO, J.S.; JESUS, J.S. Uso de extratos vegetais no controle *in vitro* do *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. coletado em frutos de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p. 346-352, 2014.

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.

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.

GALON, L.; MOSSI, A.J.; REICHERT JUNIOR, F.W.; REIK, G.G.; TREICHEL, H.; FORTE, C.T. Biological weed management: a short review. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 15, p. 116-125, 2016.

GON, D.A.; TOSCANO, L.C.; CATALANI, G.C.; DIAS, P.M. Uso de extrato de nim no controle das pragas na cultura do tomate. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 8, n. 5, p. 67-72, 2014.

GRAÇAS, J.P.; RIBEIRO, C.; COELHO, F.A.A.; CARVALHO, M.E.A.; CASTRO, P.R.C. e. **Microrganismos estimulantes na agricultura**. Piracicaba: ESALQ, DIBD, 2015. 56 p. (Série Produtor Rural, 59).

ISSAC, M.B.; AYER, S.W.; ELLIOT, R.C.; STONARD, R.J. Herboxidine: a potent phytotoxic polyketide from *Streptomyces* sp. A7847. **The Journal of Organic Chemistry**, Washington, v. 57, p. 7220, 1992.

ITO, K.; FUTATSUYA, F.; HIBI, K.; ISHIDA, S.; YAMADA, O.; MUNAKATA, K. Herbicidal activity of 3,32 - dimethyl-4-methoxybenzophenone(NK-049) in paddy fields. I. Herbicidal characteristics of NK-049 on weeds. **Weed Science**, Washington, v. 18, p. 10, 1974.

JOUSTRA, M.K. Effect of Promalin on ornamental *Malus* and *Prunus* species. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 251, p. 37-38, 1989.

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.

KILIAN, M.; STEINER, U.; KREBS, B.; JUNGE, H.; SCHMIEDEKNECHT, G.; HAIN, R. FZB24® *Bacillus subtilis*—mode of action of a microbial agent enhancing plant vitality. **Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer**, Mannheim, v. 53, n. 1, p. 72-93, 2000.

KISS, J. **Extratos vegetais têm condições de atuar como eficientes herbicidas naturais**. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,EMI26064118078EXTRATOS+VEGETAIS+TEM+CONDICOES+DE+ATUAR+COMO+EFICIENTES+HERBICIDAS+NATURAL.html>>. Acesso em: 30 jun. 2016.

KLAIC, R.; KUHN, R.C.; FOLETTO, E.L.; DAL PRÁ, V.; JACQUES, R.J.S.; GUEDES, J. An overview regarding bioherbicide and their production methods by fermentation. In: GUPTA, V.K.; MACH, R.L.; SREENIVASAPRASAD, S. (Ed.) **Fungal biomolecules**. Chichester: John Wiley, 2015. p. 183-199.

KLOEPFER, J.W.; RYU, C.M.; ZHANG, S. Induce systemic resistance and promotion of plant growth by *Bacillus* spp. **Phytopathology**, San Diego, v. 94, p. 1259-1266, 2004.

KNAAK, N.; TAGLIARI, M.S.; MACHADO, V.; FIUZA, L.M. Atividade inseticida de extratos de plantas medicinais sobre *Spodoptera frugiperda* (JE Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **BioAssay**, Piracicaba, v. 7, p. 1-6, 2012.

KOUMOUTSI, A.; CHEN, X.H.; HENNE, A.; LIESEGANG, H.; GABRIELE, H.; FRANKE, P.; VATER, J.; BORRIS, R. Structural and functional characterization of gene clusters directing non ribosomal synthesis of bioactive lipopeptides in *Bacillus amylolique faciens* strain FZB42. **Journal of Bacteriology**, Washington, v. 186, p. 1084-1096, 2004.

KROSCHER, J.; ELZEIN, A. Bioherbicidal effect of Fumonisin B1, a phytotoxic metabolite naturally produced by *Fusarium nygamai*, on parasitic weeds of the genus *Striga*. **Biocontrol Science and Technology**, Amsterdam, v. 14, p. 117-128, 2004.

KUPPER, K.C.; FERNANDES, N.G.; GOES, A. Controle biológico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 251-257, 2003.

LEACH, A.W.; MUMFORD, J.D. Pesticide environmental accounting: a method for assessing the external costs of individual pesticide applications. **Environmental Pollution**, Oxford, v. 151, p. 139-147, 2008.

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.

MARCOMINI, A.M.; ALVES, L.F.A.; BONINI, A.K.; MERTZ, N.R.; SANTOS, J.C. Atividade inseticida de extratos vegetais e do óleo de nim sobre adultos de *Alphitobius diaperinus* Panzer (COLEOPTERA, TENEBRIONIDAE). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 3, p. 409-416, 2009.

MATIELLO, J.B.; ALMEIDA, S.R.; MIGUEL, A.E.; FERRONI, J.B. Efeito do triadimenol e de sua associação com dissulfoton sobre o sistema radicular do cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 18., 1992, Araxá. **Resumos...** Araxá: CBPC, 1992. p. 95-96.

MIGUEL, A.E.; ARAÚJO NETTO, K.; MATIELLO, J.B. Comportamento de genótipos de *Coffea arabica* L. pulverizados ou não com fungicida cúprico, em relação à abscisão foliar induzida pelo ácido 2-cloroetil fosfônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 8., 1980, Campos do Jordão. **Resumos...** Campos do Jordão: CBPC, 1980. p. 18-20.

MIGUEL, A.E.; MATIELLO, J.B.; REIS, G.N. Efeitos do triadimenol e do dissulfoton, aplicados isoladamente e em mistura no desenvolvimento e crescimento de cafeeiros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 18., 1992, Araxá. **Resumos...** Araxá: CBPC, 1992. p. 42-44.

MIGUEL, A.E.; MATIELLO, J.B.; REIS, G.N.; QUEIROZ, A.R. Avaliação da taxa de crescimento relativo (TCR) e da taxa de assimilação líquida (TAL) em cafeeiros submetidos a tratamento fungicida-inseticida sistêmico, via solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 18., 1992, Araxá. **Resumos...** Araxá: CBPC, 1992. p. 40-42.

MILANI, L.I.G.; TERRA, N.N.; FRIES, L.L.M.; REZER, A.P.S.; FERREIRA, S.F.; CICHOSKI, A.J.; VALENTE, C.R.F. Oxidação lipídica, características sensoriais e cor da carne de frango adicionada de extratos de caqui (*Diospyros kaki*, L.) e submetida a tratamento térmico. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 4, p. 242-250, 2010.

MILNER, J.L.; SILO-SUH, L.; LEE, J.C.; HE, H.; CLARDY, J.; HANDELSMAN, J. Production of kanosamine by *Bacillus cereus* UW85. **Applied and Environmental Microbiology**, New York, v. 62, p. 3061-3065, 1996.

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.

MOYNE, A.L.; SHELBY, R.; CLEVELAND, T.E.; TUZUN, S. Bacillomycin D: an iturin with antifungal activity against *Aspergillus flavus*. **Journal of Applied Microbiology**, Chichester, v. 90, p. 622-629, 2001.

NAEEM, M.; MASROOR, M.; KHAN, M.M.A.; MOINUDDIN. Triacantanol: a potent plant growth regulator in agriculture. **Journal of Plant Interactions**, Oxon, v. 7, n. 2, p. 129-142, 2012.

PAL, K.K.; MCSPADDEN, B.G. Biological control of plant pathogens. In: APS NET. **The plant health instructor**. 2006. Disponível em: <<http://www.apsnet.org/edcenter/advanced/topics/documents/PHI-biologicalControl.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2016.

PASCHOLATI, S.F.; HADDAD, G.; ALVES, M.N.; SILVA, S.R.; LUSSO, M.F.G.; MORAES, W.B.C. “Efeito tônico” em cafeeiros aspergidos com óxido cuproso ou Dithane M-45; retenção foliar, produção de clorofila e etileno. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 13., 1986, São Lourenço. **Resumos...** São Lourenço: CBPC, 1986. p. 16-18.

PATEKOSKI, K.S.; PIRES ZOTTARELLI, C.L.A.
Patogenicidade de *Pythium aphanidermatum* a alface cultivada em hidroponia e seu biocontrole com *Trichoderma*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, p. 805-810, 2010.

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.; DIONISIO, A.; APPEZZATO, B. Ação de reguladores vegetais no Declínio dos Citros. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 9, p. 220-229, 1983.

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 AMERICAN ANNUAL MEETING, 16., 1989, Arlington. **Proceedings...** Arlington: Plant Growth Regulation Society of American, 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 AMERICAN ANNUAL MEETING, 17., 1990, Saint Paul. **Proceedings...** Saint Paul: Plant Growth Regulation Society of America, 1990. p. 79-80.

REIS, G.N.; MIGUEL, A.E.; FRANCO, C.M.; FERREIRA, A.J. Efeitos de fungicidas cúpricos e orgânicos e inseticidas granulados e piretróides no crescimento de mudas de café. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 7., 1979, Araxá. **Resumos...** Araxá: CBPC, 1979. p. 39-41.

RIES, S.K.; WERT, V.F.; SWEELEY, C.C.; LEAVITT, R.A. Triacantanol: a new naturally occurring plant growth regulator. **Science**, Washington, v. 195, p. 339-1341, 1977.

RIES, S. K., WERT, V. Growth response of rice seedlings to triacantanol in light and dark. **Planta**, Berlin, v. 135, p. 77, 1977.

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) conduzido em axis colunar. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 1, p. 117-122, 2004.

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.

SANDRA, A.I.; WRIGHT, C.H.; ZUMOFF, L.S.; STEVEN, V.B.
Pantoea agglomerans strain EH318 produces two
antibiotics that inhibit *Erwinia amylovora* *in vitro*.
Applied and Environmental Microbiology, New York,
v. 67, p. 282-292, 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.

SANTOS, F.S.; SOUZA, P.E.; RESENDE, M.L.V.; POZZA, E.A.;
MIRANDA, J.C.; RIBEIRO JÚNIOR, P.M.; MANERBA, F.C.
Efeito de extratos vegetais no progresso de doenças
foliares do cafeeiro orgânico. **Fitopatologia Brasileira**,
Brasília, v. 32, p. 59-63, 2007.

SAXENA, S.; PANDEY, A.K. Microbial metabolites as eco-
friendly agrochemicals for the next millennium. **Applied
Microbiology Biotechnology**, Berlin, v. 55, p. 395-403,
2001.

SCHUMANN, A.W.; LITTLE, K.M.; ECCLES, N.S.
Suppression of seed germination and early seedling
growth by plantation harvest residues. **South African
Journal of Plant and Soil**, Noordstad, v. 12, n. 4,
p. 170-172, 1995.

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.

SHANAHAN, P.; O'SULLIVAN, D.J.; SIMPSON, P.; GLENNON, J.D.; O'GARA, F. Isolation of 2,4-Diacetylphloroglucinol from a fluorescent pseudomonad and investigation of physiological parameters influencing its production. **Applied and Environmental Microbiology**, New York, v. 58, p. 353-358, 1992.

SILO-SUH, L.A.B.J.; LETHBRIDGE, S.J.; RAFFEL, H.H.E.; CLARDY, J.; HANDELSMAN, J. Biological activities of two fungistatic antibiotics produced by *Bacillus cereus* UW85. **Applied and Environmental Microbiology**, New York, v. 60, p. 2023-2030, 1994.

SILVA, S.R.; LUSSO, M.F.G.; ALVES, M.N.; HADDAD, G.; PASCHOLATI, S.F.; FIGUEIREDO, P.; MORAES, W.B.C. Estudos preliminares sobre as bases fisiológicas do “efeito tônico” em cafeeiros mantidos em condições de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14., 1987, Campinas. **Resumos...** Campinas: CBPC, 1987. p. 180-183.

SOUTO, X.C.; GONZALEZ, L.; REIGOSA, M.J. Comparative analysis of allelopathic effects produced by four forestry species during decomposition process in their soils in Galicia (NW. Spain). **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 20, n. 11, p. 3005-3015, 1994.

SOUZA, A.E.F.; ARAÚJO, E.; NASCIMENTO, L.C. Atividade antifúngica de extratos de alho e capim-santo sobre o desenvolvimento de *Fusarium proliferatum* isolado de grãos de milho. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 6, p. 465-471, 2007.

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.

STEEN, E.J.; YISHENG K.; BOKINSKY, G.; HU, Z.; SCHIRMER, A.; MCCLURE, A.; CARDAYRE, S.B.; KEASLING, J.D. Microbial production of fatty acid derived fuels and chemicals from plant biomass. **Nature**, London, v. 463, p. 559-562, 2010.

STIERLE, A.; CARDELLINA, H.; STROBEL, G. **Maculosin, a host-specific phytotoxin from *Alternaria alternata* on spotted knapweed**. New York: American Chemical Society, 1989. 53 p. (ACS Symposium Series, 439).

SUGAWARA, F.; STROBEL, G.; FISHER, L.E.; VAN DUYNE, G.D.; CLARDY, J. Bipolaroxin, a selective phytotoxin produced by *Bipolaris cynodontis*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States American**, New York, v. 82 p. 8291-8294, 1985.

SZCZECZ, M.; SHODA, M. Biocontrol of Rhizoctonia damping-off of tomato by *Bacillus subtilis* combined with *Bukholderia cepacia*. **Journal of Phytopathology**, Chichester, v. 152, p. 549-556, 2004.

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.

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.

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: CNMS, 2004. 1 CD-ROM.

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.

TESSMANN, D.J. Controle biológico: aplicações na área de ciência das plantas daninhas. In: OLIVEIRA JR., R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (Ed.) **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p. 79-94.

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

VALARINI, P.J.; FRIGUETTO, R.T.S.; SPADOTTO, C.A.
Potencial de uso da erva medicinal *Cymbopogon citratus*
no controle de fitopatógenos do feijoeiro e plantas
daninhas em áreas irrigadas. **Científica**, Jaboticabal,
v. 24, n. 1, p. 199-214, 1996.

VAN DER VOSSEN, H.A.M.; BROWNING, G. Prospects of
selecting genotypes of *Coffea arabica* L. which do not
require tonic sprays of fungicide for increased leaf
retention and yield. **Kenya Coffee**, Nairobi,
v. 43, n. 513, p. 361-368, 1978.

VEIGA, J.S. **Análise dos efeitos secundários
decorrentes da aplicação de fungicidas sistêmicos à
cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*)**. 2009. 99 p.
Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola
Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade
de São Paulo, Piracicaba, 2009.

VERGNES, S., LADOUCE, N., FOURNIER, S., FERHOUT, H.,
ATTIA, F., DUMAS, B. Foliar treatments with *Gaultheria
procumbens* essential oil induce defense responses and
resistance against a fungal pathogen in *Arabidopsis*.
Frontiers in Plant Science, Fribourg, v. 5, p. 1-8, Sept.
2014.

VERMA, A.; MALIK, C.P.; GUPTA, V.K.; BAJAJ, B.K. Effects
of in vitro triacontanol on growth, antioxidant enzymes,
and photosynthetic characteristics in *Arachis hypogaea* L.
Brazilian Journal of Plant Physiology, Campos de
Goytacazes, v. 23, n. 4, p. 271-277, 2011.

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.

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.

_____. 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.

_____. **Ação de bioestimulante na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Cosmópolis: Stoller, 2004a. 73 p.

_____. 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 do Iguassu: WSRC, 2004b. p. 259.

_____. 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., 2004, Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá: CNMS, 2004c. 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: RBPSRCB, 2005. p. 82-83.

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

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.

WILHITE, S.E.; LUNSDEN, R.D.; STRANCY, D.C. Peptide synthetase gene in *Trichoderma virens*. **Applied and Environmental Microbiology**, New York, v. 67, p. 5055-5062, 2001.

YANG, J.; WANG W.; YANG, P.; TAO B.; YANG, Z.; ZHANG, L.; DONG J. Isolation and identification of *Serratia marcescens* Ha1 and herbicidal activity of Ha1 'pesta' granular formulation. **Journal of Integrative Agriculture**, London, v. 14, n. 7, p. 1348-1355, 2015.

INFORMAÇÕES AOS AUTORES

A Série Produtor Rural é editada desde 1997 pela Divisão de Biblioteca da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP e tem como objetivo publicar textos acessíveis aos produtores com temas diversificados e informações práticas, contribuindo para a Extensão Rural.

Pode publicar

- Pesquisadores e docentes da ESALQ e CENA;
- Alunos cujos textos serão revisados por orientadores ou quem o Presidente da Comissão de Cultura e Extensão designar;
- Demais pesquisadores, porém, com a chancela da Comissão de Cultura e Extensão que avaliará os textos previamente.

Requisitos para publicação

- Texto redigido em Word, com linguagem simples, acessível e didática a ser encaminhado para: referencia.esalq@usp.br
- Ilustrações e figuras em alta resolução, facilitando a compreensão do texto.

www4.esalq.usp.br/biblioteca/publicacoes-a-venda/serie-produtor-

COMO ADQUIRIR

Para adquirir as publicações, depositar no Banco do Brasil, Agência 0056-6, C/C 306.344-5 o valor referente ao(s) exemplar(s), acrescido de R\$ 7,50 para o envio, posteriormente enviar via fax (19) 3429-4340, e-mail ou correspondência o comprovante de depósito, o(s) título(s) da(s) publicação(ões), nome e endereço completo para fazermos o envio, ou através de cheque nominal à Universidade de São Paulo - ESALQ.

Acesse nosso site

www4.esalq.usp.br/biblioteca