ISSN 1414-4530

Série
Produtor Rural

nº 57

Aminoácidos e suas aplicações na agricultura

Paulo Roberto de Camargo e Castro
Marcia Eugenia Amaral Carvalho

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

ISSN 1414-4530

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

Paulo Roberto de Camargo e Castro[1]
Marcia Eugenia Amaral Carvalho[2]

[1] Professor Titular - Departamento de Ciências Biológicas - ESALQ/USP, Piracicaba, SP - prcastro@usp.br
[2] Mestre em Fisiologia e Bioquímica de Plantas - ESALQ/USP, Piracicaba, SP marcia198807@hotmail.com

Aminoácidos e suas aplicações na agricultura

DOI: 10.11606/9786562060775

Série Produtor Rural - nº 57

Piracicaba
2014

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Reitor - Prof. Dr. Marco Antonio Zago
Vice-reitor - Prof. Dr. Vahan Agopyan

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Diretor - Prof. Dr. José Vicente Caixeta Filho
Vice-diretora - Profª. Drª. Marisa Aparecida Bismara Regitano D'Arce

DIVISÃO DE BIBLIOTECA
Av. Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 9
13.418-900 - Piracicaba - SP
www.esalq.usp.br/biblioteca | biblioteca.esalq@usp.br

Revisão e Edição	Eliana Maria Garcia
Foto Capa	Paulo R. C. Castro
Layout Capa	José Adilson Milanêz
Editoração Eletrônica e Digitalização de Imagens	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

Castro, Paulo Roberto de Camargo e
Aminoácidos e suas aplicações na agricultura [recurso eletrônico] / Paulo Roberto de Camargo e Castro e Marcia Eugenia Amaral Carvalho. - - Piracicaba : ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2014.
58 p : il. (Série Produtor Rural, nº 57)

ISSN: 1414-4530
ISBN: 978-65-6206-077-5
DOI: 10.11606/9786562060775

1. Aminoácidos 2. Agricultura I. Castro, P. R. de C. e II. Carvalho, M. E. A. IIII. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Divisão de Biblioteca IV. Título V. Série

CDD 631.811

Índice para o catálogo sistemático:

1. Aminoácidos : Agricultura CDD 631.811

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 AMINOÁCIDOS 5
1.1 Introdução 5
1.1.1 Assimilação, translocação e competição interaminoácidos 8

2 AMINOÁCIDOS EM CULTIVOS 17
2.1 Teor de nutrientes 17
2.2 Produtividade vegetal 25
2.3 Agentes antiestressantes 30

3 EFEITOS SOBRE ESPÉCIES ARBUSTIVAS E ARBÓREAS 37
3.1 Desenvolvimento inicial 37
3.2 Propagação assexuada 38

4 CONTROLE DE DOENÇAS 41

5 PRODUTOS ATUALMENTE NO MERCADO 43

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 45

REFERÊNCIAS 47

1 AMINOÁCIDOS

A utilização de aminoácidos na agricultura tem sido praticada por várias décadas, no Brasil e no mundo, em diversas culturas. O número de empresas, ofertando no comércio uma ampla gama de produtos, a base de aminoácidos, vem aumentando consideravelmente. Muitos técnicos e produtores relatam benefícios na utilização destes produtos. Entretanto, existem controvérsias sobre a utilização de aminoácidos na agricultura, uma vez que a aplicação isolada dos mesmos raramente tem mostrado efeitos significativos na produtividade vegetal. Poucos trabalhos científicos são encontrados demonstrando a eficácia destes produtos. A ausência de fiscalização e a classificação como fertilizantes para a comercialização dificulta a avaliação da eficácia destas substâncias nas plantas (CASTRO et al., 2009).

1.1 Introdução

Os aminoácidos são moléculas de características estruturais em comum, formados por um carbono central, quase sempre assimétrico, ligado a um grupamento carboxila (COOH), um grupamento amino (NH_2) e um átomo de hidrogênio. Além destas três estruturas, os aminoácidos apresentam um radical chamado genericamente de "R", que diferencia os mesmos (Figura 1). Várias hipóteses são atribuídas aos efeitos dos aminoácidos nas plantas. As principais funções dos aminoácidos seriam:

- Síntese de proteínas
- Compostos intermediários dos hormônios vegetais endógenos
- Efeito complexante em nutrientes e outros agroquímicos

• Maior resistência ao estresse hídrico e de alta temperatura
• Maior tolerância ao ataque de doenças e pragas

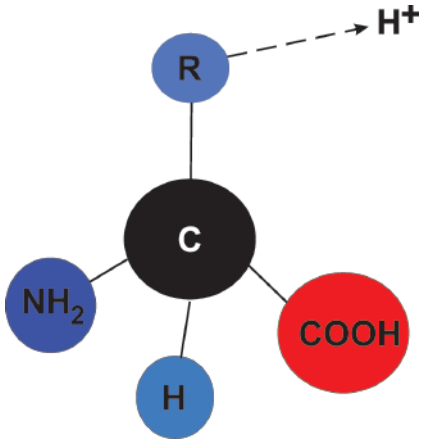

Figura 1 - Uma grande variedade de aminoácidos é teoricamente possível, mas do ponto de vista prático, só nos interessam os L-alfa-aminoácidos. Apenas 20 tipos são usados para a construção de proteínas

Entretanto, tais afirmativas carecem de fundamentos científicos. O efeito dos aminoácidos nas plantas tem sido investigado por alguns autores, entretanto ainda existem dúvidas básicas como:

- Absorção de aminoácidos pelas plantas
- Utilização pela planta de aminoácidos exógenos
- Locais de ação no metabolismo vegetal

Não têm sido encontrados, porém, trabalhos que demonstrem efetivamente a ação positiva da aplicação direta de aminoácidos em plantas.

A dificuldade de absorção dos aminoácidos, a necessidade das plantas por aminoácidos específicos e a

posição intermediária dos mesmos no metabolismo secundário, são aspectos que interferem na correta interpretação de seus modos de ação. Diversos produtos comerciais que contém aminoácidos também possuem nutrientes minerais e outros compostos, dificultando a caracterização do efeito específico dos mesmos sobre as plantas. Considera-se, a partir de algumas evidências, que alguns aminoácidos podem agir como protetores das plantas da ação de sais minerais e outros agroquímicos ou, ao contrário, incrementar a absorção e efeito desses produtos (CASTRO, 2006).

Consideramos que os aminoácidos podem ser enquadrados no grupo de antiestressantes, compostos capazes de agir em processos morfofisiológicos do vegetal como precursores de um hormônio endógeno ou de enzimas e da disponibilização de compostos formadores de promotores de crescimento. O triptofano, por exemplo, é um conhecido precursor do ácido indolilacético, auxina promotora de crescimento vegetal.

A arginina 20 ppm mostrou-se eficiente para incrementar a emergência da cana-de-açúcar. Este aminoácido adicionado na solução nutritiva, substituindo uma pequena fração do nitrogênio, apresentou forte efeito positivo no crescimento da cana. Presença de arginina estimulou o desenvolvimento das células de cana em meio de cultura (NICKELL; KORTSCHAK, 1964). A metionina é também uma conhecida precursora do etileno, responsável pela maturação de frutos e senescência vegetal (CASTRO, 2006).

1.1.1 Assimilação, translocação e competição interaminoácidos

Virtanen e Linkola (1946) consideraram que compostos orgânicos nitrogenados, tais como os aminoácidos, poderiam ser usados como fonte de nutrição nitrogenada em plantas superiores, assim como já era utilizado em meio de cultura para microrganismos, reconhecendo que as plantas, em adição a íons inorgânicos, podem também assimilar componentes orgânicos, tais como ácidos orgânicos, aminoácidos e ácidos nucleicos. Assim, a extensa variação na composição de substâncias básicas como os já citados produtos metabólicos, nos diferentes estádios do crescimento vegetal, implica em uma requisição e assimilação destes pelas plantas, que diferem proporcionalmente nestes estádios (GRAHAN et al., 1964; OSAKI; TAI, 1961).

Caso a afirmativa dos autores supracitados esteja correta, os vegetais podem ser desejavelmente suplementados com componentes primários de proteínas e ácidos nucleicos nas proporções requeridas em cada estádio da planta (HAQUE et al., 1971). Estes autores estudaram a aplicação de alguns aminoácidos marcados com ^{14}C (ácido aspártico, ácido glutâmico, treonina e prolina) em arroz nos estádios de plântula, estádio reprodutivo e estádio de espiga jovem.

Determinou-se que, no estádio de plântula, os aminoácidos foram incorporados na seguinte ordem, em quantidade: ácido aspártico > ácido glutâmico > prolina > treonina. Já por outro lado, no estádio reprodutivo do vegetal, a incorporação dos mesmos aminoácidos tomou a seguinte ordem: prolina > ácido glutâmico > treonina > ácido aspártico. Similarmente, na espiga jovem, a ordem de velocidade de absorção dos mesmos aminoácidos foi: ácido glutâmico > prolina > treonina > ácido aspártico. Os dados sugerem que existem diferenças na proporção de vários

aminoácidos a serem incorporados na fração insolúvel em água, entre diferentes estádios e entre a planta integral e cada parte específica desta (HAQUE et al., 1971).

Haque et al. (1971) ainda sugeriram que, no estádio de plântula, a síntese de proteína pode ter um grande requerimento para os aminoácidos ácido aspártico e ácido glutâmico. Por outro lado, no estádio reprodutivo ou na fase de espiga jovem a planta pode utilizar mais prolina do que outros aminoácidos. Assim, diferentes aminoácidos podem ser requeridos em quantidades diferentes em vários estádios do desenvolvimento da planta.

Em pesquisa com desenvolvimento vegetal em floresta boreal, foi observado que ao menos 92, 64 e 42% do nitrogênio absorvido por um arbusto anão (*Vaccinium myrtillus*), por uma gramínea *(Deschampsia flexuosa*) e por espécies de pinheiros (*Pinus sylvestris e Picea abies*), respectivamente, foi oriundo do aminoácido glicina [carbono e nitrogênio marcados (^{13}C e ^{15}N)] aplicado na matéria orgânica do solo, sendo a taxa de assimilação semelhante à do amônio, também com nitrogênio marcado (NASHOLM et al., 1998).

Kinraide (1972) analisou a inibição de um aminoácido em alta concentração atuando sobre outro. Estes estudos de competição interaminoácidos permitem identificar grupos de aminoácidos que presumivelmente compartilham do mesmo sistema de transporte (Figura 2). O autor mostra que metionina e alanina apresentam-se virtualmente sempre como fortes inibidores relativos para outros aminoácidos.

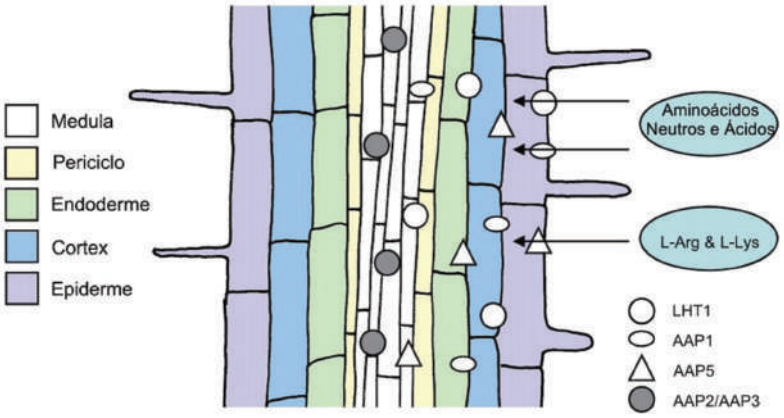

Figura 2 - Plantas não micorrizadas absorvem aminoácidos (AA) pelas raízes: transportador Lisina-Histidina 1 (LHT1) e Aminoácido Permease 5 (AAP5) respondem pela entrada de 2 grupos de AA, neutro/ácido e básico (L-Arg/L-Lys). Aminoácido Permease 1 também está envolvida no processo. Enquanto LHT1 e AAP5 estão relacionadas com baixas concentrações de AA, AAP1 controla altas concentrações. AAP2 e AAP3 estariam envolvidas no carregamento do floema por AA (Adaptado de NASHOLM et al., 2009)

O estudo mostrou dois sistemas de transporte gerais: (a) metionina, alanina, fenilalanina, tirosina, leucina, cisteína, serina, glicina, triptofano, glutamina, treonina, valina, isoleucina, ácido glutâmico, prolina, histidina, lisina, asparagina, arginina e ácido aspártico; (b) asparagina, arginina e ácido aspártico. Este estudo tem a importância de separar os aminoácidos, de forma que uma maior eficiência de absorção quando da aplicação via foliar seja obtida, impedindo que interações negativas dificultem a assimilação dos mesmos.

White (1937) trabalhando com raízes excisadas de tomateiro observou que, neste caso específico, somente os

aminoácidos: ácido glutâmico, lisina, histidina, fenilalanina, leucina, isoleucina, valina, serina e prolina mostraram efeitos positivos no crescimento. Outros aminoácidos pareceram não serem essenciais sob as condições testadas deste experimento.

O L-3,4-dihidroxifenilalanina (L-DOPA), aminoácido não proteico sintetizado via oxidação da tirosina, é precursor de diversos compostos orgânicos importantes para o metabolismo das plantas, constituindo-se ainda um poderoso aleloquímico. O aminoácido aumentou a atividade de peroxidases, lignina e fenóis, tendo reduzido o crescimento das raízes das plantas de soja (SOARES et al., 2005).

Os aminoácidos essenciais lisina, treonina, metionina e isoleucina são derivados do ácido aspártico. No entanto, os cereais apresentam deficiências de lisina e treonina, enquanto que as leguminosas apresentam deficiência do aminoácido metionina. Na década de 60 a constatação de que os mutantes *opaco* e *floury* do milho (*Zea mays*) apresentavam aumentos nas concentrações de lisina, abriu novas perspectivas para estudos bioquímicos e moleculares que têm levado a um melhor entendimento dos processos relacionados à biossíntese, degradação e ao acúmulo de lisina na forma solúvel ou incorporada às proteínas de reserva. Os resultados demonstraram que a adição de 1 mM de lisina foi suficiente para causar uma forte inibição na atividade da dihidropicolinato sintase (DHDPS) que variou entre 79% e 86% para os mutantes Oh43*fl*2 e Oh43*fl*1, respectivamente. A adição de 1 mM e 5mM de treonina não causou efeitos inibitórios sobre a atividade da enzima. Um padrão semelhante foi observado com a adição de metionina e S-adenosil metionina (SAM). No entanto, a adição de 1 mM de aminoetil cisteína (AEC) causou inibição na atividade

enzimática que variou entre 40% e 75% para os genótipos Oh43*o*2 e Oh43*f*/1, respectivamente; enquanto que a adição de 5mM de AEC ao ensaio, provocou níveis de inibição semelhantes aos observados para 1 mM de lisina, variando entre 67% e 86% para os genótipos Oh43*f*/2 e Oh43+, respectivamente. Os resultados confirmam, em todos os genótipos analisados, a presença de uma forma da enzima DHDPS altamente sensível à inibição por lisina, que pode ser capaz de controlar a síntese de lisina, desviando o fluxo de carbono para o ramo da via metabólica que conduz à síntese de treonina, visto que a DHDPS compartilha com a HSDH o mesmo substrato, aspartato semialdeído (ASA). Além disso, o aminoácido lisina não se mostrou específico para a inibição da atividade enzimática, pois a presença de AEC também provocou reduções na atividade da DHDPS (VARISI et al., 2006).

Nyman et al. (1987) verificaram através de estudos histo-autoradiográficos, utilizando aminoácidos marcados, que células vivas dos tricomas de *Tillandsia paucifolia* (Bromeliaceae) podem ser capazes de absorver aminoácidos livres de soluções extrafoliares. Resultados similares foram obtidos com outras espécies de *Tillandsia* (BENZING et al., 1976). Quando soluções contendo ^{3}H leucina são colocadas na superfície das folhas, os tecidos acumulam uma quantidade considerável de material marcado em 30 minutos, a maioria do qual é concentrado no interior das células da haste do tricoma.

Experimentos de absorção demonstraram entrada líquida simultânea de aminoácidos. Após 2 a 3 horas de exposição, as concentrações de 17 aminoácidos foram reduzidas. Arginina e lisina foram absorvidas mais rapidamente, numa taxa média de 115,2 nmol g^{-1} h^{-1} de matéria seca. Todos os outros aminoácidos foram absorvidos numa menor

magnitude. Aminoácidos neutros foram removidos da solução a uma taxa média de 27,9 nmol g^{-1} h^{-1} de matéria seca, enquanto aqueles acidídicos foram absorvidos a 9,6 nmol g^{-1} h^{-1} de matéria seca (KINRAIDE, 1972).

Asparagina foi o único aminoácido que mostrou efluxo líquido para o meio. Entretanto, em todos os casos, observou-se que as perdas são muito menores do que a absorção combinada dos outros 17 aminoácidos. A taxa de absorção combinada por um período de duas horas foi de 650 nmol g^{-1} h^{-1} de matéria seca para os 17 aminoácidos; sendo que o correspondente efluxo líquido de asparagina foi de 79 nmol g^{-1} de matéria seca. Assim, o acúmulo líquido de aminoácidos do meio, durante o período de duas horas, foi da ordem de 571 nmol g^{-1} de matéria seca. Foi evidenciado que o sistema geral de transporte de aminoácidos nas plantas possui uma baixa afinidade para a asparagina (KINRAIDE, 1972).

O influxo de leucina e lisina marcadas foi igual a entrada líquida desses aminoácidos. A entrada líquida de arginina parece ocorrer mais rapidamente do que o influxo do material marcado. Isto sugere que a arginina é metabolizada durante a realização do experimento e que algum produto metabólico marcado é liberado no meio (KINRAIDE, 1972).

As concentrações de arginina, lisina e leucina nas folhas foram de 8,6 µM, 0,5 µM e 17,2 µM, respectivamente. A concentração total interna de aminoácidos foi de 8,2 mM, da qual asparagina participou com 70% ou 5,7 mM. No caso da lisina a entrada continua, mesmo com baixas concentrações externas (28 mM), contra um gradiente de concentração. A entrada líquida de leucina e arginina também ocorre contra significativos gradientes de concentração, sugerindo transporte ativo. Considera-se possível que sementes de orquídeas em germinação e plântulas em

desenvolvimento possam absorver aminoácidos. Alguns autores sugerem que aminoácidos e amidas podem ser absorvidos diretamente do solo pelas raízes (DEVLIN; WITHAM, 1983).

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

Verificou-se que a colocação de uma gota da solução de aminoácidos marcados, sobre uma folha de soja, possibilitou a absorção e translocação dos diversos aminoácidos para o interior da planta, com velocidades e direções diferentes (KURSANOV, 1961). Estudos de Kursanov (1961) mostraram que aminoácidos moveram-se de uma solução através das extremidades cortadas da haste de trigo, até as espiguetas. Kursanov (1961) também demonstrou que quando uma folha de *Rheum* sp. é coberta por uma câmara contendo $^{14}CO_2$, em um período de 3 a 4 minutos, encontram-se nas nervuras adjacentes não somente açúcares marcados, mas também ácidos orgânicos e aminoácidos marcados com ^{14}C. Observou-se que os aminoácidos são mais móveis do que os ácidos orgânicos. Em *Rheum* sp. os aminoácidos mais móveis foram a treonina, serina e alanina.

Nelson e Gorham (1959a) colocaram uma gota de solução contendo aminoácidos marcados sobre um pecíolo cortado de uma folha primária de soja. Os diversos aminoácidos foram transportados no interior da planta em velocidades e direções diferentes. Em plantas com 17 dias, a serina que se acumula

rapidamente em tecidos jovens, era muito móvel, enquanto que a asparagina e a glutamina moveram-se lentamente. Em plantas com mais idade, essas relações se tornaram invertidas. As velocidades de transporte variaram entre o mínimo de 350 cm h^{-1} para asparagina até 1400 cm h^{-1} para o ácido aspártico.

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

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

Observou-se que aminoácidos podem ser transportados através da membrana plasmática da célula por meio de transportadores tipo simporte, penetrando na célula paralelamente à entrada de H^+ (TAIZ; ZEIGER, 2009).

2.1 Teor de nutrientes

Jeppsen (2000) considerou que o agroquímico Albion Metalosate aumentou a absorção através de superfícies foliares. Tratam-se de aminoácidos complexados com tal distribuição de cargas que possibilita a penetração através de várias camadas da cutícula e da parede celular, sem se ligarem a elas. Também possui características compatíveis para atravessar a plasmalema por transporte ativo. Quando se separam nos locais de utilização, os compostos metabólicos podem assumir seus nichos na hierarquia funcional da planta, sendo que os aminoácidos livres resultantes assumem sua função benéfica onde são necessários nos processos metabólicos. Esses complexos são constituídos por substâncias naturais (aminoácidos), diferindo dos quelatos que são substâncias químicas sintéticas (Tabela 1).

Tabela 1 - Diferenças entre quelatos e complexos, auxiliares da absorção de agroquímicos pelas plantas

QUELATO	COMPLEXO
Estabilização mediante ligações fortes	Estabilização mediante ligações fracas
O termo só é associado a agentes de sínteses químicas (sintéticos)	O termo associa-se a agentes naturais
Podem causar fitotoxicidade, pois a planta não reconhece como naturais	Não produzem fitotoxicidade, já que a planta os reconhece como naturais
Atuam em níveis de pH estritos	Atuam em níveis de pH amplos
EDTA, EDDHA, DPTA, etc...	Aminoácidos, etc...

Hsu (1986) discutiu fertilizantes para o uso foliar, além de apresentar a estrutura geral e propriedade de complexo, incluindo principalmente Metalosates (nutrientes complexados por aminoácidos). Estudos isotópicos usando plantas de tomateiro mostraram maior aumento da concentração e translocação de ferro via aplicação foliar com Metalosate complexado com ferro em relação ao ferro-EDTA ou sulfato férrico. O autor também estudou elementos como Mn, Zn e Cu; bem como outras culturas: milho, trigo e soja.

Hsu, Ashmead e Graff (1986) consideraram que plantas de milho tratadas com $FeSO_4$ e Metalosate marcado radioativamente contendo ferro, aplicados em folhas, tiveram translocação para a base da folha, mas não em direção à ponta. Sendo a translocação maior com o Metalosate contendo ferro do que do $FeSO_4$. Isso é explicado pelo fato de que o nutriente ligado ao aminoácido, formando um complexo, permite maior penetração, pois a velocidade prevista seria maior do que por simples difusão, havendo um aumento de permeabilidade pelo complexo, sendo consequentemente o nutriente absorvido mais rapidamente do que quando livre em solução. Cabe mostrar se agentes quelantes sintéticos podem apresentar problemas de fitotoxicidade, exigindo experimentos mais extensivos sobre o assunto.

Aplicando-se Calcium Metalosate (ácido aspártico, ácido glutâmico, alanina, arginina, cistina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, prolina, fenilalanina, serina, treonina, triptofano, tirosina e valina + 2% N + 6% Ca), na cultura do algodoeiro, não se verificou diferença significativa na produtividade, comprimento e resistência das fibras do algodão, uniformidade e cor.

Foltran et al. (1990), com o objetivo de avaliar a adição de aminoácidos via foliar, na produção de hortaliças,

realizaram experimento no Departamento de Horticultura, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), utilizando misturas feitas pela indústria Ajinomoto, com diferentes concentrações de alguns aminoácidos. Os tratamentos utilizados foram Ajifol – 2, Ajifol – 3, Ajifol – 4, Ajifol – 5, Ajifol – 6, Ajifol –7 e o controle. Para as culturas de alface e da batata foram realizadas pulverizações foliares, e para a cenoura e berinjela além das pulverizações foliares, também foram aplicados no solo. O delineamento utilizado foi blocos ao acaso, com 4 repetições. Os dados foram submetidos à análise estatística, revelando haver diferença significativa apenas para a alface, sendo que as demais culturas, batata, cenoura e berinjela, não apresentaram diferença entre os tratamentos.

Canto Neto et al. (2001), também no Departamento de Horticultura, da ESALQ, realizaram experimento com a finalidade de avaliar os efeitos da aplicação de aminoácidos, macronutrientes e micronutrientes, via foliar, na cultura do feijoeiro, cultivado no campo. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, tendo como tratamentos: T1- controle, que não recebeu nenhum tipo de aplicação, T2- aplicação de cobalto e molibdênio via semente e aplicação de molibdênio via foliar, 18 dias após a emergência, T3- aplicação de cobalto e molibdênio via semente e aplicação de molibdênio via foliar, 18 dias após a emergência adicionado com Torpet (aminoácidos, N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, B, Mn, Fe, Mo, Cu e matéria orgânica), T4- tratamento 2 com P30 (N, P, Mg e S) e Torpet, T5- aplicação apenas de Torpet. Avaliaram-se os teores foliares de nutrientes e a produção de grãos. Os dados foram analisados pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, sendo que o tratamento T3 apresentou melhor resultado, apenas na avaliação da produção de grãos encontrou-se diferença

significativa, provavelmente devido à ação conjunta do Mo e Co, associados com outros nutrientes e aminoácidos via foliar.

Barros Jr. et al. (2001), com a finalidade de avaliar a eficiência de aplicações foliares de manganês, zinco e aminoácidos na cultura do milho em plantio direto, realizaram experimento em Uberaba (MG). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com cinco repetições, tendo como tratamentos: T1- controle, que não recebeu nenhum tipo de aplicação, T2- 2 aplicações de aminoácidos com macro e micronutrientes, T3- tratamento 2 com adição de duas aplicações de P foliar, T4- tratamento 3 adicionado de duas aplicações de Mn e Zn foliar. Os dados foram analisados pelo teste de Tukey, ao nível de 5%, sendo que não foi observada diferença significativa para os parâmetros produtividade e massa média da espiga.

Teixeira et al. (2001) avaliaram a eficiência da aplicação de aminoácidos e de duas fontes de cobre na cultura da soja 'Monsoy 8001', em plantio direto. O experimento foi estabelecido em blocos ao acaso, com cinco repetições, tendo como tratamentos: T1- controle sem aplicações foliares, T2- 2 aplicações de aminoácidos enriquecidos com macro e micronutrientes, T3- tratamento 2 adicionado de duas aplicações de P foliar, T4- tratamento 3 adicionado de aminoácidos enriquecidos com macro e micronutrientes via semente, T5- aplicação de oxicloreto de cobre, T6- aplicação de sulfato de cobre. Para os tratamentos 5 e 6 os tratamentos foram aplicados aos 30 dias após a emergência das plantas, no restante as aplicações foram realizadas em duas vezes, sendo a primeira no estádio V4 e a segunda no estádio R1. A análise dos resultados pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade, não apresentou diferença significativa para o parâmetro produtividade. Quanto à análise foliar, observou-

se que a aplicação de sulfato de cobre proporcionou efeito sinergístico com o potássio, elevando seus teores na folha.

Malavolta (1980) referiu-se a trabalhos demonstrando que a exigência de S no tomateiro poderia ser satisfeita pelo fornecimento de metionina e cisteína, dois aminoácidos que contém o elemento. Entretanto, Mello et al. (1983) aplicaram um produto a base de cisteína no milho e não observaram resultados significativos para a produção de grãos, massa de sementes e teor de N, P e S em folhas e grãos. Segundo Thorne et al. (1984), a utilização de metionina em adubações foliares, na cultura da soja, não alterou a sua composição proteica.

Castro e Boaretto (2002), procurando determinar os efeitos da adubação foliar sobre a produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), conduziram dois experimentos, um na época da seca e outro na época das águas, em Botucatu (SP), onde foram aplicados diversos tratamentos: T1- Sulfato de Zn, Mg, ferroso, Mn, Cu e S, respectivamente (6,0, 5,0, 0,2, 1,0, 0,1 e 4%), ácido bórico (3,5%) e metionina (0,1%), T2 - Sulfato de Zn, Mg, ferroso, Mn, Cu e S, respectivamente (6,0, 5,0, 0,2, 1,0, 0,1 e 4%), ácido bórico (3,5%) e vitamina B1 (0,1%), T3 - Sulfato de Zn, Mg, ferroso, Mn, Cu e S, respectivamente (6,0, 5,0, 0,2, 1,0, 0,1 e 4%), ácido bórico (3,5%), T4 - Ácido fosfórico (30%), T5 - Cloreto de cálcio (10%), T6 - Metionina (0,1%), T7- Vitamina B1 (0,1%), T8 - Controle.

Os tratamentos foram aplicados em pulverização foliar aos 30, 45 e 60 dias após a emergência da cultura, utilizando-se 200 L ha^{-1} de calda. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para as épocas estudadas, demonstrando que a aplicação de nutrientes, vitamina B1 e metionina não influenciaram os teores dos elementos N, P e K. A aplicação de metionina e vitamina B1 não alterou o teor de

S nos grãos. A metionina reduziu a porcentagem de germinação. Concluíram que aplicação de metionina não influenciou a qualidade e a produtividade da cultura (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios de germinação (Germ.), condutividade elétrica (C.E.) e produtividade (Produtiv.) do feijoeiro, cultivo da seca e das águas (adaptado de CASTRO; BOARETTO, 2002)

	CULTIVO DA SECA			CULTIVO DAS ÁGUAS		
Trat.	Germ. (%)	C.E. (µmhos g^{-1}) 4,4	Produtiv. (kg ha^{-1})	Germ. (%)	C.E. (µmhos g^{-1})	Produtiv. (kg ha^{-1})
1	75	4,4	640	65	4,3	1.900
2	74	4,7	600	68	3,4	1.990
3	81	4,5	680	74	5,1	2.080
4	88	4,5	650	74	4,3	2.110
5	60	4,8	670	70	4,5	2.370
6	66	4,6	600	70	5,0	2.300
7	76	4,0	740	72	4,6	2.140
8	82	5,6	470	74	4,3	2.090

Grande parte dos sintomas de deficiência de Zn está associada a distúrbios no metabolismo das auxinas, principalmente do ácido indolilacético (IAA), hormônio vegetal responsável pelo crescimento das plantas. O modo de ação do Zn no metabolismo das auxinas ainda não está bem esclarecido; admite-se, entretanto, que o Zn seja necessário para a síntese do triptofano (Trp), aminoácido precursor do IAA.

Quando o Trp é fornecido ao ápice de coleóptilos, rapidamente é metabolizado em IAA. Algumas plantas deficientes em Zn apresentam concentrações muito baixas de IAA, podendo ter seu crescimento reativado pela aplicação

de Trp ou IAA. Já em 1948, em um estudo com tomateiro, verificou-se que em plantas com deficiência de Zn havia redução na alongação, baixa atividade da auxina e baixo conteúdo de Trp (TSUÍ, 1948). Salami e Kenefick (1970), trabalhando com milho em solução nutritiva, observaram que os sintomas de deficiência de Zn podem ser eliminados se for adicionado Zn ou Trp à solução nutritiva, o que é uma evidência indireta da necessidade do Zn para manter teores adequados de Trp.

Outros autores consideraram que, em plantas deficientes em Zn, há um acúmulo de Trp. Em estudos com cafeeiros deficientes em Zn, Ramaiah et al. (1964) observaram um acúmulo da maioria dos aminoácidos identificados. Segundo esses autores, os resultados sugerem que o acúmulo de alguns aminoácidos em concentrações tóxicas, no caso de deficiência, antes da aparição de sintomas visuais na planta, poderia explicar as anormalidades foliares que surgem nas brotações subsequentes. Sugeriram, também, que a maior concentração de Trp em folhas deficientes em Zn e sua menor concentração em folhas normais, pode ser explicada como um possível distúrbio causado no sistema catalítico na conversão do Trp para IAA nas plantas deficientes. Takaki e Kushizaki (1970); Mohideen et al. (1994); Domingo et al. (1992) também encontraram altos teores de Trp em plantas deficientes em Zn.

Kikuti e Tanaka (2005), aplicando vários aminoácidos (ácido aspártico, treonina, serina, ácido glutâmico, prolina, glicina, alanina, cistina, valina, metionina, isoleucina, leucina, tirosina, fenilalanina, lisina, amônia, histidina, triptofano e arginina) na cultura do feijoeiro 'IAC-Carioca Tybatã', não observaram resultados significativos para o teor foliar de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn, produtividade, velocidade de emergência e massa seca da parte aérea (Tabela 3).

Tabela 3 - Teores de nutrientes nas folhas do feijoeiro, em função de aminoácidos e nutrientes (adaptado de KIKUTI; TANAKA, 2005)

Nutrientes	Com aminoácidos	Sem aminoácidos
N (g kg^{-1})	45,3	47,3
P (g kg^{-1})	2,7	2,8
K (g kg^{-1})	28,3	24,2
Ca (g kg^{-1})	15,2	16,1
Mg (g kg^{-1})	4,3	4,6
B (mg kg^{-1})	49,0	51,1
Cu (mg kg^{-1})	11,5	11,5
Fe (mg kg^{-1})	168,0	157,0
Mn (mg kg^{-1})	52,0	44,0
Zn (mg kg^{-1})	32,1	28,5

Apesar dos aminoácidos aumentarem ligeiramente o desenvolvimento inicial do feijoeiro, não mostraram efeitos relevantes na produtividade (Tabela 4).

Tabela 4 - Produtividade e desenvolvimento inicial de plantas de feijão em função da aplicação de aminoácido orgânico (adaptado de KIKUTI; TANAKA, 2005)

Nutrientes	Com aminoácidos	Sem aminoácidos
Produtividade (kg ha^{-1})	847,00	859,00
População (mil plantas ha^{-1})	293,00	313,00
Emergência em solo (%)	76,00	68,00
Emergência em solo (%)	72,00	65,00
Velocidade de emergência (dias)	9,53	9,56

2.2 Produtividade vegetal

Embora escassos, existem trabalhos que apontam melhorias dos parâmetros de produção de várias espécies cultivadas após a utilização de produtos à base de aminoácidos. Em um estudo a campo, pesquisadores indianos avaliaram os efeitos da aplicação de 4 produtos à base de aminoácidos (Humiforte 20, Kadostim 20, Fosnutrem 20R e Aminolforte 20) em diferentes doses (150, 200 e 300 mL ha^{-1}) sobre a produtividade de *Camellia* sp., uma espécie arbórea da qual são colhidas folhas para a produção de chás (THOMAS et al., 2009).

A dose máxima (300 mL ha^{-1}) foi a que proporcionou os maiores incrementos na produtividade deste cultivo, havendo aumento de 19,69%, 33,92% e 37,72% quando utilizados os produtos Fosnutren 20R, Kadostim 20 e Humiforte 20, respectivamente. Aminolforte 20 não provocou aumentos significativos de produtividade, quando comparado ao controle. Adicionalmente, foi notado que Kadostim proporcionou acréscimos na quantidade de aminoácidos nas folhas, que ocorreu proporcionalmente ao aumento da dose testada. Além disso, muitas características organolépticas e outros atributos de qualidade (tais como cor), também foram afetados positivamente, mas estas características variaram com a dose e produtos utilizados (THOMAS et al., 2009).

Em 2002, foram avaliados os efeitos da pulverização foliar com soluções contendo diferentes doses de 3 produtos à base de aminoácidos (0,5; 1,5 e 2,0 mL L^{-1} de AminoPlus; 1,0; 1,5 e 2,0 mL L^{-1} de Megafol e 2,5 mL L^{-1}de Ajifol) sobre o desenvolvimento e produção de tomilho (*Thymus vulgaris*), uma planta medicinal. Foi observado que, embora não ocorresse diferença na massa fresca radicular entre os tratamentos, a aplicação de dois dos produtos testados em

doses distintas (a saber, AminoPlus 1 mL L^{-1} e Megafol 2 mL L^{-1}) incrementou a massa fresca da parte aérea, porção da planta que é comercializada (VITAL et al., 2003).

Em um abrangente estudo, pesquisadores egípcios observaram que pessegueiros (*Prunus persica* cv. Florida Prince) tratados com produto comercial contendo 85% de aminoácidos [16% na forma de L-aminoácidos livres (Pepton 85/16)], apresentaram melhorias nos parâmetros quantitativos e qualitativos relacionados à produção (EL-RAZEK; SALEH, 2012). O experimento foi conduzido durante dois anos e, dentre os tratamentos testados [1- controle; 2- irrigação a 0,25%; 3- pulverização foliar a 0,25%; 4- irrigação a 0,50%; 5- pulverização foliar a 0,50%; 6- irrigação a 0,25% + pulverização foliar 0,25% (T2+T3) e 7- irrigação a 0,50% + pulverização a 0,50% (T4+T5)], aqueles que utilizaram a aplicação foliar em conjunto com irrigação destacaram-se, pois apresentaram os melhores e mais regulares resultados.

Foram observados incrementos significativos nas dimensões dos frutos [comprimento e largura (21,96 e 23,93%, respectivamente)] e, consequentemente, no volume (56,73%), peso (47,28%) e ainda na produtividade vegetal (47,68%). Alterações na firmeza (pêssegos tornaram-se mais macios), conteúdo de sólidos solúveis totais (acréscimos de até 52,35%), acidez (redução de 37,5%) e no conteúdo total de antocianinas (incremento de 52,41%), também foram relatados (EL-RAZEK; SALEH, 2012).

No Nordeste do Brasil, pesquisas mostraram que a aplicação de produtos à base de aminoácidos aumentou o número de frutos por panícula nos estádios chumbinho e ovo (37,16% e 36%, respectivamente) de mangueira (*Mangifera indica* cv. Haden), após pulverizações foliares de solução contendo 0,1% do produto comercial (MOUCO, 2004). Visando minimizar o uso excessivo de biorreguladores

utilizados na cultura da mangueira 'Tommy Atkins', Mouco e Lima Filho (2004) aplicaram diferentes concentrações de aminoácidos, em três épocas distintas: na floração (panículas com 5 cm), na fase "chumbinho" e em frutos com tamanho de ovo. O produto comercial utilizado como fonte de aminoácido possui 20% de aminoácidos, 11% de nitrogênio e 15% de K_2O. Foram avaliados quatro tratamentos: 0,06%, 0,04%, 0,02% do aminoácido além do controle. Somente a dose de 0,06% apresentou aumento significativo no comprimento da panícula e, embora não tenha havido diferenças significativas entre os tratamentos para o número de frutos fixados, houve incrementos de até em 45,32% para este parâmetro, quando as plantas receberam pulverizações foliares na concentração de 0,06% de aminoácidos (MOUCO; LIMA FILHO, 2004); como demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Comprimento de panícula na floração e número de frutos por planta, aos trinta dias antes da colheita (adaptado de MOUCO; LIMA FILHO, 2004)

Tratamentos	**Comprimento de panícula (cm)**	**Fixação de frutos (nº planta^{-1})**
Controle	23,41 b	393,2
0,06% aminoácidos	28,43 a	540,2
0,04% aminoácidos	26,15 ab	571,4
0,02% aminoácidos	26,54 ab	456,8
C.V. (%)	6,8	21,9

Albuquerque e Dantas (2004) consideraram que os aminoácidos podem entrar na planta e compor uma reserva disponível para a produção de novas proteínas durante o

crescimento da videira (*Vitis vinifera*). Notaram que cinco pulverizações, nos estádios de brotação, pré-floração, floração, frutificação e maturação dos cachos, com uma solução que contém 4,15 g L^{-1} de um conjunto de 20 aminoácidos, induzem o aumento no tamanho das bagas. Também verificaram melhoria na qualidade para comercialização de cachos de das uvas 'Benitaka' após duas (neste caso, durante a brotação e pré-floração) ou cinco pulverizações com aminoácidos 4,15 g L^{-1}, pois a uvas apresentaram coloração mais intensa (aumento da nota de 2,25 para 3,75, em média) e uniforme, assim como diminuição na acidez (23 a 26% em relação ao controle), com uma relação de sólidos totais e acidez titulável mais equilibrada (ALBUQUERQUE; DANTAS, 2004, 2010).

Em Goiás, experimento testando duas fontes de nitrogênio (ureia e aminoácidos) e frequência de aplicação (0, 1, 3, 5, 7, e 9), durante o ciclo da cultura de pimentão, mostrou que a utilização de aminoácidos (2% de N em 200 L de calda ha^{-1}) proporciona incrementos no comprimento e diâmetro dos frutos (MENDES et al., 2011).

Pesquisa conduzida no Paquistão verificou que produto composto por aminoácidos e extrato de algas (0,5 mL L^{-1}, aplicado durante o florescimento, na fixação de frutos e um mês após esta etapa) aumentou o número de cachos (61%), o comprimento da ráquis (16%), o número de bagas por cacho (9%), assim como o tamanho das bagas (6%) e o peso de 100 bagas (17%) de uva 'Perlette', quando comparado ao controle (KHAN et al., 2012).

Videiras 'Thompson Seedless' tratadas com misturas de aminoácidos com nutrientes e/ou biofertilizantes (tratamentos: 1- Controle; 2- Pulverização foliar de 0,1% de aminoácidos + N, P, K, Mg, Zn, Fe e B; 3- Pulverização foliar de 0,1% de aminoácidos + N, P, K, Mg, Zn, Fe e B + P +

biofertilizante; 4- Pulverização foliar de 0,1% de aminoácidos + N, P, K, Mg, Zn, Fe e B + K + biofertilizante; 5- Pulverização foliar de 0,1% de aminoácidos + N, P, K, Mg, Zn, Fe e B + microrganismos efetivos; 6- todos os tratamentos) também apresentaram incrementos de atributos quantitativos e qualitativos dos frutos (AHMED et al., 2011).

Neste experimento, as fontes de N, P, K, Mg, Zn, Fe e B foram 0,5% de ureia, 0,1% de ácido ortofosfórico, 0,5% de sulfato de potássio e 0,25% de sulfato de magnésio; quelato de zinco a 0,05 %, quelato de ferro 0,05 % e ácido bórico a 0,05 %, respectivamente. Os aminoácidos triptofano, metionina, cisteína e cistina, foram aplicados a 0,1%; fosforano e potassiumage como biofertilizantes com P e K, uma vez, no início do crescimento das videiras. Os aminoácidos e nutrientes foram aplicados 4 vezes: no início do crescimento, após a fixação dos frutos e mais duas vezes, em intervalos de 21 dias depois da segunda aplicação (AHMED et al., 2011). Todos os tratamentos promoveram acréscimos significativos na produção (kg) por videira, peso da baga e do cacho e teor de açúcares totais, quando comparados ao controle. O teor de sólidos solúveis totais, assim como acidez, também foram influenciados positivamente pelos produtos aplicados (AHMED et al., 2011).

Em estudo conduzido em Pilar do Sul (SP), em 2012, videiras 'Rubi' foram tratadas com AminoPlus nas fases vegetativa e/ou reprodutiva. Na brotação, foram realizadas 6 pulverizações de 5 L ha^{-1} a cada 7 dias. A partir da fase de chumbinho foram efetuadas pulverizações foliares de 1 L ha^{-1} durante 10 semanas. Ao todo foram testados 4 tratamentos (controle, pulverizações na fase vegetativa, pulverizações na fase reprodutiva e pulverizações nas fases vegetativa e reprodutiva), cada um constituído por 10 plantas (CASTRO, 2013a).

Verificou-se que, quando o produto à base de aminoácidos foi aplicado tanto na fase vegetativa quanto reprodutiva, houve aumento do comprimento das panículas quando comparado aos demais tratamentos; contudo, a largura da panícula não foi alterada. A aplicação deste agroquímico na fase vegetativa isoladamente ou na vegetativa e reprodutiva também incrementou significativamente a relação largura-comprimento do cacho, aumentando o "ombro" da panícula. A massa média da baga na colheita mostrou-se superior e o teor de sólidos solúveis totais tendeu a aumentar em plantas tratadas na fase vegetativa. Porém, apenas a aplicação do produto na fase reprodutiva foi capaz de incrementar o número de bagas.

Os efeitos da pulverização de AminoPlus sobre plantas de café 'Icatú' também foram avaliados. Para tanto, foi conduzido experimento em Torrinha (SP), em 2012, com plantas adultas que foram 1 - irrigadas 3 vezes (30 L ha^{-1}), sendo a terceira acompanhada por uma pulverização (1 L ha^{-1}) na fase vegetativa, 2 - receberam 2 pulverizações (1 L ha^{-1}) na fase reprodutiva ou 3 - foram tratadas tanto na fase vegetativa quanto na reprodutiva, como descrito nos dois itens anteriores (CASTRO, 2013b). Aos 103 dias após o início da aplicação, foi verificado que o número médio de grãos foi superior em plantas tratadas na fase vegetativa; contudo, na colheita, apenas as plantas tratadas em ambas as fases do desenvolvimento apresentaram aumento da produção média de café em relação aos demais tratamentos.

2.3 Agentes antiestressantes

Através de indícios, sugere-se que o incremento na produtividade pode estar relacionado ao aumento da tolerância vegetal a estresses abióticos devido a utilização

de produtos à base de aminoácidos. Estudo no Sul do Brasil mostrou que, após a aplicação de produtos à base de aminoácidos (1- tratamento de semente com AminoPlus 2 mL kg^{-1} + Ajifol Zinco 2 mL kg^{-1}; 2- tratamento de semente com AminoPlus 2 mL kg^{-1} + primeira foliar com AminoPlus 0,8 L ha^{-1} + Ajifol Zinco 2 L ha^{-1} + segunda foliar com Ajifol Fosfito Plus 0,8 L ha^{-1} + AminoPlus 0,8 L ha^{-1}; 3 - primeira foliar AminoPlus 0,8 L ha^{-1} + Ajifol Zinco 2 L ha^{-1} + segunda foliar Ajifol Fosfito Plus 0,8 L ha^{-1} + AminoPlus 0,8 L ha^{-1}) na cultura do trigo (*Triticum aestivum* cv. CD 114), foi observado um aumento de até 24,13% na produção de espiguetas por metro linear e de 10,73% no rendimento de grãos, quando comparado ao controle. O autor relatou que, durante o período de condução do ensaio, a precipitação foi reduzida e houve ocorrências de baixas temperaturas na fase inicial do desenvolvimento do trigo; levando-o a concluir que tais produtos proporcionaram benefícios à cultura do trigo frente às situações adversas de clima (PICOLLI et al., 2009).

Em um experimento na ESALQ, plantas de feijoeiro 'Carioca' foram semeadas em vasos com capacidade para 8 L, providos de substrato com terra argilosa (nitossolo), areia média e húmus (1:1:1), mantidos com irrigação próxima da capacidade de campo. Aos 23 dias após a semeadura (DAS) foram realizados os tratamentos através de pulverização foliar com Flororgan 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 L ha^{-1}. Aos 33 DAS, as plantas de feijoeiro foram submetidas a estresse temporário de 4 dias sob temperatura de 45 ± 2°C em casa-de-vegetação, cuja alta umidade relativa reduziu o potencial de esfriamento evaporativo, desenvolvendo sintomas de escaldadura foliar. Simultaneamente pode ter ocorrido um processo de solarização, correspondente a uma inibição fotossintética dependente da radiação solar, a qual

provocou descoloração nas folhas, por absorção do excesso de energia luminosa liberada na forma de calor.

Foi determinada a altura das plantas, sendo que parâmetros de produção foram estabelecidos na colheita (61 DAS). Flororgan 2,5 L ha^{-1} aumentou a altura das plantas 10 dias após a aplicação. Pulverização com Flororgan 1,5; 2,0 e 2,5 L ha^{-1} incrementou o número de vagens do feijoeiro 'Carioca'. Todos os tratamentos aumentaram a massa das vagens, o número de grãos e a massa dos grãos, de acordo com o teste Duncan (5%). Desta forma, em função dos resultados obtidos, concluiu-se que Flororgan exerceu efeito antiestresse no feijoeiro (CASTRO et al., 2011).

Flororgan é um produto organomineral desenvolvido a partir de fermentação aeróbica e anaeróbica controlada de substâncias de natureza orgânica, em composição balanceada. Atua de forma sistêmica na planta e no ambiente agrícola, com propriedade estimulante, complexante, nutricional e antiestressante. Foram identificados 17 aminoácidos na composição de Flororgan e predominância de ácido aspártico, amônia, alanina e treonina.

Visando dar maiores subsídios aos produtores, objetivou-se estabelecer critérios sobre a utilização de Flororgan em conjunto com a fertilização no solo e aplicação de glifosato em soja. Após a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, as sementes de soja 'BRS 255 RR' foram semeadas em vasos com capacidade para 20 quilos de substrato em ambiente natural. A adubação no solo com P e K (1,00 e 0,24 g kg^{-1}, respectivamente) foi realizada 30 dias antes da semeadura. As aplicações do Flororgan (2,5 L ha^{-1}) e glifosato (0,3 L ha^{-1}) foram realizadas via pulverização foliar no estádio fenológico V5, referente aos 35 dias após a germinação, através dos tratamentos: Controle (C); Flororgan (F); Adubação no solo (AS); Glifosato (G); F+AS; F+G; F+AS+G e AS+G.

As amostragens de altura e SPAD foram realizadas em três épocas diferentes após a pulverização foliar, durante o ciclo vegetativo da planta. No estádio fenológico R1 (início do florescimento) coletou-se uma planta inteira de cada parcela para as análises nutricionais e metabólicas. As duas plantas restantes em cada parcela serviram para analisar os parâmetros de produção.

Todos os resultados foram avaliados através do teste Duncan (5%). Através dos resultados obtidos, constatamos que o produto apresentou efeito antiestressante, impedindo uma diminuição na altura das plantas e nos níveis de clorofila, em função da aplicação de glifosato. Os resultados das análises nutricionais comprovaram a ação complexante desses aminoácidos, principalmente para o K, Fe e Cu. A aplicação do Flororgan também influenciou no aumento para a atividade da nitrato redutase e concentração de proteínas totais solúveis nas folhas de soja; além de se obter uma diminuição nos teores de lipídeos nos grãos (LAMBAIS et al., 2011).

Em 2010, outro experimento conduzido em Maringá, trouxe à tona mais indícios que reforçam o uso potencial de aminoácidos na prevenção de injúrias causadas por glifosato (ZOBIOLE et al., 2010). Nesta pesquisa, os produtos foram aplicados sobre plantas de soja RR (*Glycine max* cultivares BRS 242 RR e Embrapa 58), e compuseram os seguintes tratamentos: a) sem aminoácidos; b) tratamento de semente com aminoácidos; c) tratamento de semente com aminoácidos + aplicação foliar de aminoácidos e d) apenas aplicação foliar de aminoácidos combinados com diferentes doses de glifosato (1.200 e 2.400 g i.a. ha^{-1}).

A aplicação do produto comercial à base de aminoácidos [AminoPlus, o qual é composto por alanina (1,16%), arginina (0,18%), ácido aspártico (1,94%), ácido glutâmico (3,31%), glicina (0,20%), isoleucina (0,17%), leucina (0,26%), lisina

(0,24%), fenilalanina (0,14%), serina (0,17%), treonina (0,18%), triptofano (0,17%), tirosina (0,12%), valina (0,28%) e os nutrientes: N - 11% e K2O - 1%], via tratamento de sementes (5 mL kg^{-1} de sementes) e/ou pulverização foliar (2 L ha^{-1}) reduziu os efeitos fitotóxicos causados pelo glifosato. A pulverização foliar (com ou sem o tratamento de sementes) destacou-se, pois impediu a diminuição da altura, biomassa seca da parte aérea e total, bem como evitou a redução da massa seca e número de nódulos por planta, os quais são causados pela aplicação de glifosato (ZOBIOLE et al., 2010).

Segundo Karam et al. (2010), aplicação de aminoácido potássico (Kadostim AA-K), 7 dias após a pulverização de doses elevadas de nicosulfuron (um herbicida da família das sulfonilureas), também conferiu poder de recuperação às plantas de milho. Sabe-se que o uso deste herbicida isolado ou em associação com outras moléculas pode afetar a produtividade deste cereal, devido aos efeitos fitotóxicos, pois as plantas susceptíveis não dispõem de mecanismos de metabolização da sulfonilurea (GASSEN, 2002). Contudo, sintomas de intoxicação com este herbicida só foram observados quando utilizada dose 4 vezes superior à indicada, quando o produto à base de aminoácidos foi utilizado. Por outro lado, quando o herbicida foi aplicado isoladamente, doses 2 vezes superiores à indicada provocaram fitotoxicidade em 20% das plantas tratadas (KARAM et al., 2010).

Os produtos Coda são corretivos de carências, com aminoácidos, muitas vezes associados a micronutrientes, podendo proporcionar, segundo a empresa, rendimentos maiores e colheitas de melhor qualidade (CODA, 2000). Fornecem aminoácidos, dentre eles o ácido glutâmico necessário para a transaminase, que permite à planta sintetizar os aminoácidos que lhe são necessários naquele

momento. A aplicação destes contribui para reduzir os efeitos da seca através de mecanismos não muito conhecidos, mas por meio dos quais se supõe que a prolina serviria para a síntese do material proteico necessário. Castro et al. (2006) verificaram que Codamin -150 e Codamin - BR aumentaram a massa seca de plantas de feijoeiro. Codamin - BR também aumentou o número de grãos, sendo que estes produtos, Codamin - 150 e Codamin B - Mo, incrementaram a massa de grãos colhidos.

Serciloto e Castro (2005) observaram que aplicação de aminoácidos (Codamin - BR 1000 mg L^{-1}) pode reverter os sintomas causados pela aplicação de glifosato em feijoeiro (Figura 3).

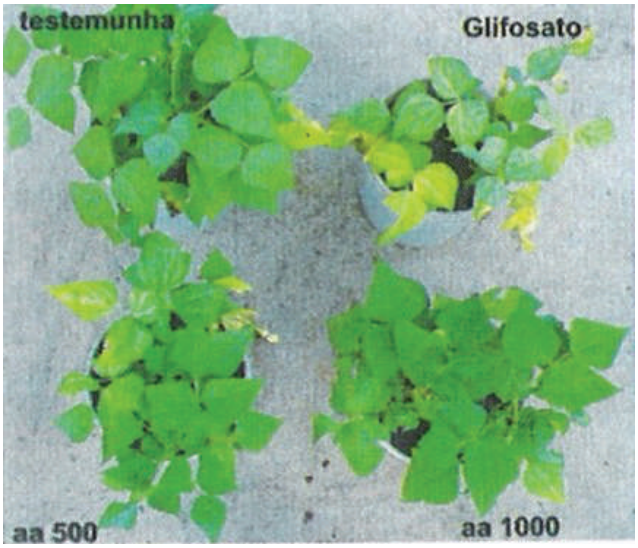

Figura 3 - Efeito do uso de aminoácidos na atenuação da fitotoxicidade promovida pelo glifosato em feijoeiro

Foi verificado que a mistura de ácido fólico + cisteína diminuiu a fitotoxidez causada por herbicidas pós-emergentes em soja (Figura 4).

Figura 4 - Efeito de ácido fólico + cisteína na diminuição da fitotoxidez promovida por herbicidas pós-emergentes em soja (área tratada à esquerda e controle à direita)

A partir dos resultados obtidos até o momento, podemos concluir que:

a) Aminoácidos e seus análogos podem vir a ser utilizados como bioativadores vegetais, contudo devem ser necessariamente obtidas mais informações sobre sua ação efetiva e interações com os demais compostos orgânicos.
b) Aminoácidos podem vir a ser utilizados como substâncias complexantes para promoverem uma absorção mais eficiente ou mais restrita de íons ou moléculas através da aplicação foliar.
c) Há necessidade de maiores estudos na área, visto que foi detectada grande deficiência de literatura conclusiva.

3 EFEITOS SOBRE ESPÉCIES ARBUSTIVAS E ARBÓREAS

3.1 Desenvolvimento inicial

A maioria dos resultados encontrados com produtos à base de aminoácidos está relacionada às culturas anuais, como milho, feijão, trigo e similares. Contudo, efeitos dos aminoácidos (quando utilizados individualmente ou em conjunto com outros agroquímicos) sobre o desenvolvimento de plantas perenes de porte arbóreo/arbustivo, têm sido demonstrados.

Visando o reflorestamento de área desmatada no Peru, foi utilizado um produto rico em nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) com aminoácidos livres (9 aspersões de solução contendo 2 mL de Humiforte por litro, a cada 30 dias) em uma espécie arbórea nativa (*Polylepis racemosa*) pertencente à mesma família do pêssego e da maçã. Nove meses após a semeadura, foram observados aumentos no número de mudas sobreviventes, de folhas e do diâmetro do colo (8%, 13,63% e 16,52%, respectivamente). Entretanto, nessa mesma pesquisa, quando o produto à base de aminoácidos foi usado juntamente com um produto que promove a formação de micorrizas, houve redução do número de mudas vivas e de folhas (10% e 58,17% em relação ao controle, respectivamente) (RABANAL; BERRANTES, 2007).

Em uma pesquisa realizada na República Tcheca, foi estudado o efeito de produtos à base de aminoácidos e de três substratos (turfa, casca de pinheiro e agroperlita) sobre o desenvolvi-

mento de mudas de abeto da Noruega (*Picea abies*), uma espécie de pinheiro, 6 meses após a semeadura. As sementes foram imersas em solução contendo 0,1% de Aminol-forte durante 24 horas e semeadas em seguida. Além disso, após a emergência, as plântulas receberam mais 4 pulverizações foliares: a primeira com solução contendo 0,01% de Fosnutren, a segunda e a terceira com solução contendo 0,01% de Humiforte N6 e a quarta com solução contendo 0,01% de Kadostim (SLÁVIK, 2005).

Incrementos na porcentagem de germinação (14,4%), comprimento caulinar (10,56%), biomassa seca das partes aérea (55,9%) e radicular (96,22%) e do número de raízes (31,32%), foram observados. Entretanto, o comprimento radicular não foi alterado (66,66% dos tratamentos) ou teve reduções de até 18,20%, quando comparado ao tratamento controle, dependendo do substrato testado (SLÁVIK, 2005).

3.2 Propagação assexuada

Visando a propagação assexuada de teca (*Tectona grandis*), estudo foi conduzido com estacas e utilização de um produto à base de aminoácidos (que também é rico em fósforo). Foi observado que a aplicação do produto, logo após o início da brotação das estacas, induziu a formação de raízes (MURILLO; BADILLA, 2003).

Como conhecido, misturas de várias classes de produtos que existem no mercado, são amplamente utilizadas. Contudo, elas nem sempre levam vantagens ao consumidor, embora existam trabalhos que mostram que a utilização destas misturas pode beneficiar o desenvolvimento das plantas.

Em uma pesquisa na Polônia, foi utilizado um produto à base de aminoácidos e extrato de algas (AlgaminoPlant) em conjunto com outro produto à base de ácido húmico

(HumiPlant), ambos a 0,2%, sobre estacas de *Cotinus coggygria* cv. Young Lady, uma planta ornamental que pode atingir de 5 a 7 metros de altura. A utilização dessa mistura fez com que a porcentagem de estacas enraizadas aumentasse de 22 para 50%, quando foi pulverizada duas vezes sobre as estacas (PACHOLCZAK et al., 2012b). Esses pesquisadores realizaram, ainda, testes de micropropagação com essa mesma espécie e notaram que o produto à base de aminoácido e extratos de algas (AlgaminoPlant) aumentou o número de raízes das microestacas.

A porcentagem de enraizamento de dois cultivares de outra espécie arbustiva ornamental denominada *Physocarpus opufifolius* também foi estudada após a aplicação foliar desse mesmo produto (0,2%), durante o período de enraizamento, em experimentos conduzidos em 2010 e 2011. Foi observado que a porcentagem de estacas enraizadas subiu de 23-31% para 62-83% em relação ao cultivar Dart's Gold (quando o produto foi aplicado uma ou três vezes) e de 30-49% para 63-67% para o cultivar Red Baron (quando utilizado uma vez) (PACHOLCZAK et al., 2013).

Estacas de *Cornus alba*, planta ornamental polonesa que atinge até três metros de altura, dos cultivares Aurea e Elegantissima, também apresentaram um incremento significativo na porcentagem de estacas enraizadas (29-31% e 5-15%, respectivamente), após a pulverização do produto (0,2% de AlgaminoPlant) por duas ou três vezes sobre as estacas (PACHOLCZAK et al., 2012a).

4 CONTROLE DE DOENÇAS

Os efeitos de produtos à base de aminoácidos sobre o desenvolvimento e produtividade das plantas têm sido amplamente divulgados. Porém, alguns estudos mostram também que esses produtos podem ter efeitos positivos no controle de doenças, o que potencialmente pode beneficiar de forma indireta a produtividade das culturas.

Um produto a base de aminoácidos (Ajifol) foi capaz de aumentar a tolerância contra a infecção de patógenos através da ativação da defesa vegetal. Foi observado que a aplicação foliar do produto (que também continha macro e micronutrientes) reduziu a infecção pela bactéria *Pseudomonas syringae* pv. Maculicola em folhas de *Arabdopsis thaliana* (IGARASHI et al., 2010), uma espécie vegetal muito utilizada em estudos acadêmicos.

Esta bactéria causa doenças em plantas da família da couve-flor, brócolis, couve, nabo e mostarda (Brassicaceae); gerando lesões necróticas e cloróticas. Consequentemente, o crescimento da planta é prejudicado, reduzindo a qualidade do produto e gerando perdas na produção.

No estudo citado, notou-se que o produto aumentou a expressão de genes (PAD3, WRKY, dentre outros) e enzimas (quitinase e glucanase) relacionadas à defesa vegetal, em cerca de 0,5 a 386,0 e 1,57 a 2,90 vezes a mais do que o observado no controle, respectivamente. De acordo com os autores, tais dados sugerem que a planta reconhece alguns componentes do produto, induzindo a resposta de defesa (elicitores). Embora pouco abordada neste trabalho, a infecção por *Colletotrichum higginsianum*, um dos fungos

patogênicos causadores da antracnose, também foi diminuída após a aplicação do produto à base de aminoácidos (IGARASHI et al., 2010).

Em outro estudo, realizado em São Joaquim, SC, foi avaliada a porcentagem frutos de maçã 'Gala' infectados pela sarna (*Venturia inaequalis*) após 9 aplicações de agroquímicos. Observou-se que AminoPlus 1mL L^{-1} incrementou a ação do fungicida Score (0,14 mL L^{-1}), diminuindo a infestação de sarna em comparação ao fungicida aplicado isoladamente (Figura 5).

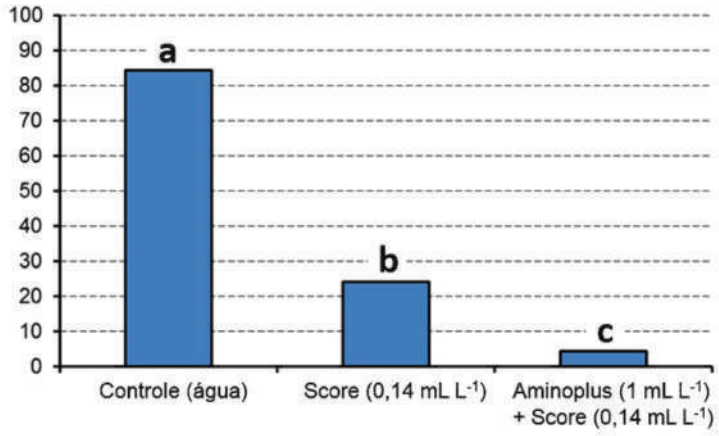

Figura 5 - Porcentagem de Sarna (*Venturia inaequalis*) nos frutos de maçã 'Gala', tratada com 9 aplicações de agroquímicos, São Joaquim, Médias seguidas por letras distintas, diferem entre si pelo teste de Duncan (5%)

Deste modo, nota-se a potencial utilização de produtos à base de aminoácidos no combate à doenças.

5 PRODUTOS ATUALMENTE NO MERCADO

Abaixo observamos a Tabela 6 com a denominação comercial dos produtos à base de aminoácidos que atualmente encontram-se disponíveis no mercado brasileiro e/ou mundial.

Tabela 6 - Nome comercial e composição de alguns produtos a base de aminoácidos comercializados (adaptado de HSU, 1986; JEPPSEN et al., 2000; CANTO NETO et al., 2001; THOMAS et al., 2009; PICOLLI et al., 2009, EL-RAZEK; SALEH, 2012; PACHOLCZAK et al., 2012b; LIMBERGER; GHELLER, 2013)

Nome comercial	**Descrição**
Ajifol Fosfito Plus	Aminoácidos com macronutrientes e carbono orgânico
AlgaminoPlant	Mistura de extratos de algas marinhas (espécies do gênero *Sargassum*, *Laminaria*, *Ascophyllum* e *Fucus*), complementada com sais de potássio de aminoácidos (10%)
Aminolforte 20	Aminoácidos e oligopeptídeos
AminoPlus	Aminoácidos com macronutrientes e carbono orgânico
BioGain Algamino	Fertilizante organomineral à base de extrato de algas marinhas e aminoácidos de origem vegetal
Codamin	Aminoácidos associados a micronutrientes
Flororgan	Mistura de aminoácidos associados a nutrientes
Fosnutren 20R	Aminoácidos e oligopeptídeos
Humiforte 20	Aminoácidos e oligopeptídeos
Kadostim 20	Mistura de aminoácidos
Metalosates	Nutrientes complexados por aminoácidos
Planta 100	Fertilizante foliar com aminoácidos
Pepton 85/16	85% de aminoácidos (16% na forma de L-aminoácidos livres)
Torpet	Aminoácidos, macro e micronutrientes e matéria orgânica

* A maioria dos produtos está disponível em diversas formulações que diferem entre si principalmente pela proporção dos nutrientes. Contudo, em alguns casos, existem produtos em que alguns compostos são também adicionados e/ou retirados

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante observar que geralmente os produtos à base de aminoácidos são combinados com macro e micronutrientes, não sendo possível, em muitos casos, isolar o efeito dos aminoácidos sobre a produtividade vegetal. Além disso, embora os fabricantes citem a presença de aminoácidos na constituição dos produtos, geralmente os rótulos não possuem a proporção em que estes compostos estão presentes na solução e nem especificam quais são os aminoácidos na mesma. Deste modo, presume-se que a participação dos aminoácidos na constituição destes produtos é variável, dificultando a avaliação dos efeitos destes compostos sobre os parâmetros estudados.

Para dificultar, alguns produtos à base de aminoácidos são também utilizados em conjunto com outras substâncias (tais como extratos de algas), surgindo dúvidas se o efeito observado é devido aos aminoácidos, ao outro composto ou gerado pela combinação de ambos. Além disso, existe ainda a necessidade da condução de trabalhos em campo e, principalmente, sob condições tropicais, para a obtenção de resultados mais próximos da nossa realidade.

REFERÊNCIAS

AHMED, F.F.; IBRAHIEM, A.A.; MANSOUR, A.E.M.; SHAABAN, E.A; EL-SHAMMAA, M.S. Response of Thompson Seedless grapevines to application of some amino acids enriched with nutrients as well as organic and biofertilization. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, Ma'am, v. 7, n. 2, p. 282-286, 2011.

ALBUQUERQUE, T.C.S.; DANTAS, B.F. **Cultivo da videira:** uso de substâncias orgânicas na produção de uvas de mesa. Embrapa Semiárido. 2004. 4 p. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 08 mar. 2009.

_____. **Aplicação foliar de aminoácidos e a qualidade das uvas da cv. Benitaka**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2010. 19 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 23).

BARROS Jr., M.C.; TEIXEIRA, L.H.B.; LUZ, P.H.C.; VITTI, G.C. Aplicação de manganês, zinco e aminoácido via foliar na cultura do milho. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 9., 2001, São Paulo. **Agropecuária, ciências biológicas:** resumos... São Paulo: USP, 2001. 1 CD-ROM.

BENZING, D.H.; HENDERSON, K.; KESSEL, B.; SULAK, J. The absorptive capacities of bromeliad trichomes. **American Journal of Botany**, New York, v. 63, p. 1009-1014, 1976.

CANTO NETO, B.L.; LUZ, P.H.; VITTI, G.C.; MARCHIORI, L.F.S. Aplicação de macronutrientes e aminoácidos na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 9., 2001, São Paulo. **Agropecuária, ciências biológicas:** resumos... São Paulo: USP, 2001. 1 CD-ROM.

CASTRO, A.M.C.; BOARETTO, A.E. **Adubação foliar do feijoeiro com nutrientes, vitamina B1 e metionina.** Disponível em: <http://calvados.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/agraria/article/ viewfile/1008/834>. Acesso em: 25 maio 2006.

CASTRO, P.R.C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: ESALQ, DIBD, 2006. 46 p. (Série Produtor Rural, 32).

CASTRO, P.R.C**.** Efeitos de aminoácidos na produtividade do videira 'Rubi'. **Relatório Técnico Ajinomoto**. Piracicaba, 2013a. 21 p.

_____ Efeitos de aminoácidos na produtividade do cafeeiro 'Icatú'. **Relatório Técnico Ajinomoto**. Piracicaba, 2013b. 21 p.

CASTRO, P.R.C.; GONÇALVES, M.R.; CATO, S.C. Efeitos da aplicação foliar de Codamin e de Brassinolide em feijoeiro. **Revista da Agricultura**, Piracicaba, v. 81, n. 1, p. 24-30, 2006.

CASTRO, P.R.C.; MACEDO, W.R.; LAMBAIS, G.R.; MANSANO, S. R. Ação anti-estresse de Flororgan em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* cv. Carioca). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLOGIA VEGETAL, 13., 2011, Búzios. **Resumos...** Búzios: UENF, 2011. 1 CD-ROM.

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, nº Especial).

CODA. **Nutrição vegetal:** catálogo geral. Petrolina: Compañia de Agroquímicos, 2000. 11 p.

DEVLIN, R.M.; WITHAM, F.H. **Plant physiology**. Boston: PWS Publ., 1983. 340 p.

DOMINGO, A.; NAGATOMO, Y.; TAMAI, M.; TAKAKI, H. Free tryptophan and indolacetic acid in zinc-deficient radish shoots. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 38, p. 261-267, 1992.

EL-RAZEK, E.A.; SALEH, M.M.S. Improve productivity and fruit quality of Florida Prince peach trees using foliar and soil applications of amino acids. **Middle-East Journal of Scientific Research**, Cairo, v. 12, n. 8, p. 1165-1172, 2012.

FOLTRAM, A.M.T.; OKAJIMA, M.S.U.; TABUCHI, C.S.; LIMA, J.F.; MIYAMOTO, M.N.; GLORIA, R.M.; MINAMI, K. Efeito da aplicação foliar de aminoácidos sobre a produção de alface, batata, cenoura e berinjela. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESALQ, 5., 1990, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: ESALQ, 1990. 1 CD-ROM.

GRAHAN, J.S.D.; MORTON, R.K.; RAISON, J.K. The *in vivo* uptake and incorporation of radioisotopes into proteins of wheat endosperm. **Australian Journal of Biological Sciences**, Melbourne, v. 17, p. 102-114, 1964.

HAQUE, M.Z.; KOBAYASHI, M.; FUJII, K.; TAKAHASHI, E. The incorporation of aminoacids and nucleic acid bases into the seedling, reproductive stage and young ear portion of rice plants. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 34, p. 17-24, 1971.

HSU, H.H. The absorption and distribution of Metalosates from foliar fertilization. In: ASHMEAD, H.D.; ASHMEAD, H.H.; MILLER, G.W.; HSU, H.H. (Ed.). **Foliar feeding of plants with amino acid chelates**. Park Ridge: Noyes Publ., 1986. p. 236-254.

HSU, H.H.; ASHMEAD, H.D.; GRAFF, D.J. Absorption and distribution of foliar-applied iron by plants. In: ASHMEAD, H.D.; ASHMEAD, H.H.; MILLER, G.W.; HSU, H.H. (Ed.). **Foliar feeding of plants with amino acid chelates**. Park Ridge: Noyes Publ., 1986. p. 569-574.

IGARASHI, D.; TAKEDA, T.; NARUSAKA, Y.; TOTSUKA, K. Glutamate fermentation by-product activates plant defense responses and confers resistance against pathogen infection. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 158, p. 668-675, 2010.

JEPPSEN, R.B. Characteristics of the metal amino acid chelates and their role in foliar absorption by plants. **Dissertation Abstracts**, Ann Arbor, v. 32, n. 129, p. 16, 2000.

KARAM, D.; SILVA, J.A.A.; COELHO, A.M.; MAGALHÃES, P.C.; GAZZIERO, D.L.P.; VARGAS, L. **Aminoácido potássico como recuperador de milho intoxicado por nicosulfuron**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 4 p. (Circular Técnica, 142).

KHAN, A.S.; AHMAD, B.; JASKANI, M.J.; AHMAD, R; MALIK, A.U. Foliar application of mixture of amino acids and seaweed (*Ascophylum nodosum*) extract improve growth and physicochemical properties of grapes. **International Journal of Agriculture and Biology**, Praga, v. 14, n. 3, p. 383-388, 2012.

KIKUTI, H.; TANAKA, R.T. Produtividade e qualidade de sementes de feijão em função da aplicação de aminoácidos e nutrientes. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia. **Resumos...** Disponível em: <http://www. cnpaf.embrapa.br /conafe/pdf/conafe2005-0278>. Acesso em: 25 maio 2006.

KINRAIDE, T.B. Interamino acid inhibition of transport in higher plants. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 68, p. 1327-1333, 1972.

KURSANOV, A.L. The transport of organic substances in plants. **Endeavour**, London, v. 20, p.19-25, 1961.

LAMBAIS, G.R.; MACEDO, W.R.; ROSSI, G.; MENDES, S.L.; CASTRO, P.R.C.; MANSANO, S.R. Evidências fisiológicas e enzimáticas nas plantas de soja em resposta a aplicação foliar de Flororgan. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISIOLOGIA VEGETAL, 13., 2011, Búzios. **Resumos...** Búzios: UENF, 2011. 1 CD-ROM.

MALAVOLTA, E. **Potássio, magnésio e enxofre nos solos e culturas brasileiras.** 2. ed. Piracicaba: Instituto da Potassa-Fosfato, 1980. 91 p. (Boletim Técnico, 4).

MELO, W.J.; FORNASIERI FILHO, D.; VITTI, G.C. Efeito de um ativador biológico à base de cisteína sobre a cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 159-167, 1983.

MENDES, R.T.; SANTOS, R.B.; RESENDE, R.C.; PEREIRA, M.A.M.; PELÁ, A. Aplicação foliar de nitrogênio e aminoácidos na cultura do pimentão. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10.; JORNADA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO, 6.; SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2011, Anápolis. **Anais...** Anápolis: UFG, 2011. p. 1-5.

MOHIDEEN, J.S.; HOSSAIN, B.; NAGATOMO, Y.; TAMAI, M.; TAKAKI, H. Effect of zinc deficiency on the concentration of free tryptophan at different growth stages in higher plants. **Bulletin of the Faculty Agriculture Miyazaki University**, Miyazaki, v. 41, p. 1-9, 1994.

MOUCO, M.A.C. Cobalto na fixação de frutos em mangueira Haden. In: CONGRESSO BRASILEIRO E FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBF; EPAGRI, 2004. 1 CD-ROM.

MOUCO, M.A.C.; LIMA FILHO, J.M.P. Efeito da aplicação de aminoácidos na mangueira (*Mangifera indica* L.) na região semi-árida brasileira. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS, 6., 2004, Petrolina. **Resumos...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido; Valexport, 2004. 1 CD-ROM.

MURILLO, O.; BADILLA, Y. Propagación vegetativa de la teca en Costa Rica. In: SEMINARIO Y GRUPO DE DISCUSIÓN VIRTUAL SOBRE TECA, 2003, Heredia. **Anais...** Heredia: Universidad Nacional, Instituto de Investigación y Servicios Forestales, 2003. 1 CD-ROM.

NASHOLM, T.; EKBLAD, A.; NORDIN, A.; GIESLER, R.; HOGBERG, M.; HOGBERG, P. Boreal forest plants take up organic nitrogen. **Letters to Nature**, Madison, v. 192, 1998.

NASHOLM, T.; KIELLAND, K.; GANETEG, U. Uptake of organic nitrogen by plants. **New Phytologist**, Oxford, n. 182, p. 31-48, 2009.

NELSON, C.D.; GORHAM, P.R. Translocation of ^{14}C- labeled amino acids and amides in the stems of young soybean plants. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 37, p. 431-438, 1959a.

_____. Physiological control of the distribution of translocated amino acids and amides in young soybean plants. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 37, p. 439-447, 1959b.

NICKELL, L.G.; KORTSCHAK, H.P. Arginine: Its role in sugarcane growth. **Hawaiian Planters' Record**, Aiea, v. 57, p. 230-235, 1964.

NYMAN, L.P.; DAVIS, J.P.; O'DELL, S.J.; ARDITTI, J.; STEPHENS, G.C.; BENZING, D.H. Active uptake of amino acids by leaves of an epiphytic vascular plant, *Tillandsia paucifolia* (Bromeliaceae). **Plant Physiology**, Bethesda, v. 83, n. 3, p. 681-684, 1987.

OSAKI, K.; TAI, K. The studies on nitrogen metabolism of paddy rice at heading. (1) Free proline in the pollens. **Soil and Plant Food**, Tokyo, v. 6, p. 184-187, 1961.

PACHOLCZAK, A.; SZYD£O, W.; JACYGRAD, E.; FEDEROWICZ, M. Effect of auxins and the biostimulator algaminoplant on rhizogenesis in stem cuttings of two dogwood cultivars (*Cornus alba* 'Aurea' and 'Elegantissima'). **Acta Scientiarum Polonorum**, Warszawa, v. 11, n. 2, p. 93-103, 2012a.

PACHOLCZAK, A.; SZYD£O, W.; ZAGÓRSKA, K.; PETELEWICZ, P. The effect of biopreparations on the rooting of stem cuttings in *Cotinus coggygria* 'Young Lady'. **Horticulture and Landscape Architecture**, Praga, v. 33, p. 33-41, 2012b.

PACHOLCZAK, A.; SZYD£O, W.; PETELEWICZ, P.; ZAGÓRSKA, K.; SZULCZYK, K. The effect of algaminoplant on rhizogenesis in stem cuttings of *Physocarpus opulifolius* 'Dart's Gold' and 'Red Baron'. **Acta Scientiarum Polonorum**, Warszawa, v. 12, n. 3, p. 105-116, 2013.

PICOLLI, E.S.; MARCHIORO, V.S.; BELLAVER, A.; BELLAVER, A. Aplicação de produtos a base de aminoácido na cultura do trigo. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 2, n. 4, p. 141-148, 2009.

RABANAL, M.R.R.; BARRANTES, J.G. **Respuesta del pino (*Pinus patula* Schl. et Cham) y quinual (*Polylepis racemosa* Ruiz & Pav) a la aplicación de micorrizas y un bioestimulante en suelos para revegetación de zonas mineras (Yanacocha - Cajamarca).** Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2007. 13 p.

RAMAIAH, P.K.; RAO, M.V.K.; CHOKKANNA, N.G. Zinc deficiency and aminoacids of coffee leaves. **Turrialba**, San Jose, v. 14, p. 136-139, 1964.

SALAMI, A.U.; KENEFICK, D.G. Stimulation of growth in zinc-deficient corn seedlings by the addition of tryptophan. **Crop Science**, Madison, v. 10, p. 291-294, 1970.

SCHLIEMANN, W.; KOBAYASHI, N.; STRACK, D. The decisive step in betaxanthin biosynthesis is a spontaneous reaction. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 119, p. 1217-1232, 1999.

SERCILOTO, C.M.; CASTRO, P.R.C. Interações entre diferentes substâncias aplicadas às plantas de feijoeiro e o glifosato. In: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ CODA (ESALQ/CODA). **Relatório técnico.** Piracicaba, 2005. p. 12-16.

SLÁVIK, M. Production of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) seedlings on substrate mixes using growth stimulants. **Journal of Forest Science**, Praga, v. 51, n. 1, p. 15-23, 2005.

SOARES, A.R.; BONINI, E.A.; FERRARESE, M.L.L.; FERRARESE, O.; SIQUEIRA, O. Lignificação de raízes de soja sob ação de L-3,4-dihidroxifenilalanina (L-DOPA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2005, Londrina. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 87.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Tradução de E.L. Santarém et al. Porto Alegre: ARTMED, 2009. 819 p.

TAKAKI, H.; KUSHIZAKI, M. Accumulation of free tryptophan and tryptamine in zinc deficient plants. **Plant and Cell Physiology**, Tokyo, v. 11, p. 793-804. 1970.

TEIXEIRA, L.H.B.; BARROS JR., M.C.; VITTI, G.C.; LUZ, P.H.C. Efeito da aplicação de produtos enriquecidos com aminoácidos e de fontes de cobre na cultura da soja. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 9., 2001, São Paulo. **Agropecuária, ciências biológicas:** resumos... São Paulo: USP, 2001. 1 CD-ROM.

THOMAS, J.; MANDAL, A.K.A.; KUMAR, R.R., CHORDIA, A. Role of biologically active amino acids formulations on quality and crop productivity of tea (*Camellia* sp.). **International Journal of Agricultural Research**, New York, v. 4, n. 7, p. 228-236, 2009.

THORNE, J.H.; SCHMITT, M.R.; HAVELKA, V.D. Supplemental foliar methionine and CO_2 enrichment effects on the kinetics of seed growth, assimilate uptake, and yields of fields grow soybeans. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY, 76., 1984, Las Vegas. **Abstracts...** Madison: American Society of Agronomy, 1984. p. 117.

TSUI, C. The role of zinc in auxin synthesis in the tomato plant. **American Journal of Botany**, New York, v. 35, p. 172-180, 1948.

VARISI, V.A.; TORO, A.A.; DE PAULA, J.A.C.; AZEVEDO, R.A. Síntese de lisina em milho: efeito de aminoácidos e cálcio na regulação da atividade da dihidropicolinato sintase. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 16., 2006, Piracicaba. **Resumos...** Piracicaba: SBSP, 2006. 1 CD-ROM.

VIRTANEN, A.I.; LINKOLA, H. Organic compound as nitrogen nutrition for higher plants. **Nature**, London, v. 158, p. 515-516, 1946.

VITAL, W.M.; TEIXEIRA, N.T.; SHIGIHARA, R.; DIAS, A.F.M. Adubação orgânica com biossólido suíno com aplicações foliares de biofertilizantes na cultura do tomilho (*Thymus vulgaris* L.). **Revista Ecossistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 27, n. 1/2, p. 69-70, 2003.

WHITE, P.R. Amino acids in nutrition of excised tomato roots. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 12, p. 793-802, 1937.

ZOBIOLE, L.H.S.; OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D.F.; KREMER, R.J. Uso de aminoácido exógeno na prevenção de injúrias causadas por glyphosate na soja RR. **Planta Daninha**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 643-653, 2010.

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 Comis-são de Cultura e Extensão que avaliará os textos previa-mente.

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.

www.esalq.usp.br/biblioteca/publicacao.php

COMO ADQUIRIR

Para adquirir as publicações, depositar no Banco do Brasil, Agência 0056-6, C/C 306.344-5 o valor referente ao(s) exemplare(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

www.esalq.usp.br/biblioteca

Série Produtor Rural
USP/ESALQ/DIBD

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.