

Aplicação foliar do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* e do ácido glutâmico no desenvolvimento inicial de crisântemos (*Dendranthema morifolium* (Ramat.) Kitam.) em vasos⁽¹⁾

CRISTIANO PEREIRA DA SILVA⁽²⁾, DENISE LASCHI⁽²⁾, ELIZABETH ORIKA ONO⁽³⁾,
JOÃO DOMINGOS RODRIGUES⁽³⁾ e ÁTILA FRANCISCO MOGOR⁽⁴⁾

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi de verificar o efeito fisiológico da aplicação foliar do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* e do ácido glutâmico no desenvolvimento inicial de crisântemo. De acordo com os resultados obtidos pode-se verificar que o extrato de alga apresenta efeito significativo na altura e no diâmetro dos caules e massa matéria seca das raízes. Em relação ao ácido glutâmico não foi observado efeito significativo nas características avaliadas.

Palavras chaves: *Ascophyllum nodosum*, ácido glutâmico, crisântemo.

ABSTRACT

Leaf application of algae extract of *Ascophyllum nodosum* and the glutamic acid in the development of chrysanthemum in vases (*Dendranthema morifolium* (Ramat.) Kitam).

The objective this work it was verify the physiologic effect of the application to foliate the extract of *Ascophyllum nodosum* and acid glutamyc in the begin growth of chrysanthemum. With the obtained results verified that the extract presents significant effect in the height and in the diameter the stems and mass matter dry the roots. In relation to the acid glutamyc significant effect was not observed in the evaluate characteristics.

Keyword: *Ascophyllum nodosum*, acid glutamyc, chrysanthemum.

1. INTRODUÇÃO

O crisântemo (*Dendranthema grandiflorum* (Ramat) Kitam), planta originária do Japão, é uma das plantas ornamentais, mais comercializadas no Brasil, por três motivos principais: precisão com que responde ao fotoperíodo, diversidade de tipos de cores e de flores, durabilidade comercial das flores e rentabilidade no comércio varejista e atacadista (LASCHI e SILVÉRIO, 2003).

Atualmente é uma das flores mais comercializadas nos estados produtores de plantas ornamentais, como São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Pernambuco e Ceará. Neste sentido, o crisântemo tem ocupado o segundo lugar em volume de comercialização (PEROSA, 2002; STRINGHETA et al.; 2003). Trata-se de uma planta cultivada para comercialização em vaso ou cortada, contanto, para isso, com diferentes métodos de cultivos e variedades.

Há algum tempo, vem-se tentando substituir o uso de substâncias químicas pelo acondicionamento de substâncias mais orgânicas, consideradas como bioestimulante. É comum em cultivos de plantas ornamentais, a utilização de produtos orgânicos, em função da sua disponibilidade, variando, portanto, com as regiões e com a cultura, além do aspecto econômico (STRINGHETA et al.; 2003). Alternativas no uso de substratos como casca de arroz carbonizada, esterco de curral, areia, e resíduos orgânicos, doados por usinas de compostagem de lixos urbanos, que são transformados em compostos orgânicos, para serem agregados em misturas de substratos, para melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas, tem sido al-

ternativas de baixo custo e redução dos problemas ambientais (STRINGHETA et al.; 2003).

Atualmente pouco se sabe sobre a utilização através da aplicação via foliar de extrato de alga e ácido glutâmico e seus efeitos fisiológicos em plantas ornamentais. No entanto, conhecem as possíveis respostas fisiológicas desses produtos para algumas espécies de plantas, principalmente, na cultura de grãos e olericultura. A utilização na agricultura e olericultura de produtos naturais que possuam hormônios vegetais ou exibam atividade reguladora quando aplicados às plantas, tem sido objeto de estudo de diversos autores (VERKLEIJ, 1992; ZHANG e SCHMIDT, 1999; ZHANG et al., 2002).

No extrato da alga *Ascophyllum nodosum* foram identificadas e quantificadas diversas fontes naturais de citocininas, (TAY et al., 1985; SANDERSON e JAMESON, 1986; SANDERSON et al., 1987). A citocinina de maior ocorrência natural é a zeatina e seus derivados: zeatina ribosídio, zeatina ribotídio, dihidrozeatina e isopentenil adenina, sendo que os níveis endógenos de citocininas livres nos tecidos vegetais estão entre 1 e 100 mg g⁻¹ da massa seca (SRIVASTAVA, 2002).

SANDERSON e JAMESON (1986) identificaram o complexo de citocininas presentes no extrato de *A. nodosum*, composto por zeatina, dihidrozeatina, isopentenil adenina, isopentenil adenosina, utilizando espectrometria gasosa com cromatógrafo de massa (GC-MS). ZHANG e ERVIN (2004) Identificaram através do teste ELISA (enzyme linked immunosorbent assay) a concentração de zeatina ribosídio (ZR) e de isopentenil adenina (iPA) no extrato *A. nodosum*, de 66 µg g⁻¹ e 4 µg g⁻¹, respectivamente.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 23/10/2006 e aceito em 10/08/2010.

⁽²⁾ Universidade Estadual Paulista – UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias – FCA, Departamento de Produção Vegetal / Horticultura. Campus de Botucatu. Caixa Postal 237, 18603-970. E-mail: cpsilva@fca.unesp.br / laschi@fca.unesp.br

⁽³⁾ Universidade Estadual Paulista – UNESP, Instituto de Biociências – IB, Departamento de Botânica, Caixa Postal 510, 18618-000. E-mail: eoono@ibb.unesp.br / mingo@ibb.unesp.br

⁽⁴⁾ Universidade Federal do Paraná – UFPR, Campus de Curitiba, Departamento de Fitotecnia. E-mail: mogor@terra.com.br

Dentre os efeitos fisiológicos das citocininas destacam-se: promover a divisão celular, alongamento celular, crescimento de gemas, diferenciação dos feixes vasculares, crescimento radial do caule, ativação do câmbio vascular, crescimento de folhas, além disto, a citocinina é responsável pela ativação da enzima rubisco, aumentando a fixação de CO₂ através da fotossíntese (ONO, 2006, RODRIGUES, 2006).

Segundo KERIN (1998), *A. nodosum*, chamada de alga marrom, encontrada em abundância no Atlântico Norte e cultivada comercialmente no litoral da Nova Escócia, é utilizada como fertilizante na agricultura do Canadá, França e Inglaterra desde o século 19, inicialmente aplicado ao solo em sua forma natural como fonte de matéria orgânica.

A partir de meados dos anos 70 o extrato passou a ser utilizado em aplicações foliares em diversas culturas, principalmente hortaliças, frutas e flores (WAALAND, 1981) e em 1991 a Comunidade Européia credenciou o uso de produtos comerciais à base de extratos de algas para aplicações foliares ou no solo também para a agricultura orgânica (MASNY et al., 2004).

No Brasil a utilização do ácido glutâmico e do extrato da alga *A. nodosum*, na agricultura brasileira é regulamentada pelo Decreto Presidencial no 4.954, de 14 de janeiro de 2004, e definida no Anexo III, Capítulo VI, da Instrução Normativa 10, de 28 de outubro de 2004. No referido anexo, ambos os compostos se enquadram como agentes quelantes/complexantes em formulações de fertilizantes para aplicação foliar e fertirrigação. Portanto, a elucidação dos seus efeitos fisiológicos em plantas sob condições normais de desenvolvimento, pode trazer uma nova luz às formas de utilização desses compostos pelos seus possíveis efeitos bioestimulantes.

As funções do ácido glutâmico (Glu) e da glutamina (Gln), aminoácido derivado deste, estão bem elucidados no metabolismo vegetal (TAIZ e ZEIGER, 2002). Por exemplo, Samuel et al. (1975) examinando a distribuição de carbono do ácido aminolevolúrico (ALA) *in vivo* em folhas de espinafre, após aplicação exógena de Glu com radioisótopo C¹⁴, demonstraram que o esqueleto carbônico de 5 carbonos do Glu é incorporado intacto ao ALA, indicando que o primeiro precursor da síntese de clorofila é o Glu.

No metabolismo do nitrogênio, as funções do Glu e Gln são bem descritos (RHODES et al., 1980; RHODES et al., 1986; MAYER et al., 1990), partindo do complexo Glutamina Sintase (GS) e Glutamato Sintetase (GOGAT) considerado a via metabólica primária na assimilação de amônia nas plantas superiores. O NH₃ é incorporado ao radical amina da Gln no cloroplasto por uma isoforma de GS. O grupo amina da Gln é transferido para o composto 2-oxiglutarato através de uma reação no cloroplasto catalizada pela GOGAT, produzindo duas moléculas de Glu. Uma dessas moléculas de Glu pode ser utilizada na síntese de Gln, enquanto a outra é utilizada em outras reações do cloroplasto, ou exportada ao citoplasma e utilizada na síntese de dois aminoácidos, a prolina (Pro) e o gamaminobutirato (GABA). O Glu, Gln, Pro e GABA definem os fluxos de aminoácidos mantendo constantes as proporções de aminoácidos do cloroplasto e citosol.

No citoplasma, a prolina (Pro) é formada através da reação

entre a carboxila gama do glutamato e o ATP resultando num composto denominado glutamato-5-fosfato, que é reduzido por NADPH a glutamato-5-semialdeído (semialdeído glutâmico) que se torna cíclico espontaneamente formando o pirrolino-5-carboxilato, este sofre uma redução final que resulta na formação da Pro (CÂMARA et al., 2000).

Neste sentido, aplicação do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* e ácido glutâmico, tende a favorecer no desenvolvimento da planta, influenciando na diretamente nas vias fisiológicas, do metabolismo primário e secundário, como na fotossíntese e respiração, que consequentemente, resultará na formação de mudas mais vigorosas e saudáveis. No entanto, pouco se sabe em relação às respostas fisiológicas destes bioestimuladores nas espécies ornamentais.

O presente trabalho tem como objetivo verificar as possíveis respostas fisiológicas na aplicação do extrato de alga *A. nodosum* mais o ácido glutâmico no desenvolvimento inicial do crisântemo em vasos (*Dendranthema morifolium* (Ramat.) Kitam).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação no Departamento de Produção Vegetal/Horticultura, na Faculdade de Ciências Agrônômicas, Fazenda Lageado, da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, Botucatu -SP. As sementes foram plantadas no dia 05/08/2006, em vasos com capacidade de 1L, contendo a mistura dos seguintes substratos: casca de arroz carbonizada, vermiculita e Plantmax® na proporção de 2:2:1, sendo acondicionados em condições de ripado, com 50% de luminosidade. O extrato de alga e o ácido glutâmico foram aplicados via foliar, no total de três aplicações iniciais, aos 20, 30 e 40 dias após o plantio das sementes, com equipamento pressurizado (CO₂), pressão constante de 200 micra, bico tipo leque.

Os tratamentos utilizados foram: T1: controle (água); T2: Solução contendo 6% de ácido glutâmico (AG); T3: Solução contendo 6% do extrato da alga (EXT) *Ascophyllum nodosum*.; T4: Solução contendo 3% de ácido glutâmico + 3% do extrato da alga *A. nodosum*; T5: Solução contendo 1,5% de ácido glutâmico + 1,5% do extrato da alga *A. nodosum* + 1,5% de cloreto de cálcio (Ca).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 5 tratamentos, 3 repetições, 8 vasos por parcelas, com total de 120 plantas. Aos 60 dias foram avaliadas as seguintes características: a) altura das plantas, b) número de folhas, c) diâmetro do caule, d) área foliar, e) massa da matéria seca da parte aérea e raízes. Após cinco dias de cada aplicação foi quantificado o teor de clorofila utilizando-se clorofilômetro SPAD. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos na Tabela 1, verificou-se que o tratamento 2, onde utilizou-se somente o extrato de alga *A. nodosum* a 6% do produto, apresentou os melhores resultados para a altura das plantas e o diâmetro do caule.

Tabela 1. Efeito da aplicação foliar de extrato de alga e ácido glutâmico na altura e no diâmetro do caule em mudas de crisântemos aos 60 dias após o plantio, Botucatu/2006

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
T1 (Controle)	14,18 bc	4,49 c
T2 (6% EXT)		
T3 (6% AG)	14,56 b	6,44 b
T4 (3% EXT + AG)	13,88 c	6,29 b
T5 (1,5% EXT + AG + Ca)	14,43 b	6,66 b
Médias	15,18	6,41
Desvio Padrão	0,71	1,50
Teste F	0,55	0,43

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com os resultados da tabela 2 verifica-se que nos tratamentos 2 e 3, onde se utilizou somente o extrato de alga e ácido glutâmico, os resultados obtidos foram os melhores quanto ao número de folhas e área foliar. Observa-se também, que para massa de matéria seca das raízes os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos em que se utilizou somente o extrato de alga (T2) e a combinação entre o extrato de alga, ácido glutâmico e cloreto de cálcio (T5). Este fato pode estar associado a disponibilidade de cálcio (Ca²⁺) pela

absorção de cloreto de cálcio, mais o extrato de alga *A. nodosum*, rico em citocinina (zeatina e cinetina) pelas plantas, auxiliando no alongamento e reconstrução da parede celular.

Para os teores de clorofila a tabela 3 mostra que durante as avaliações semanais realizadas 5 dias após a aplicação dos produtos, com o leitor SPAD, que independente das concentrações do extrato de alga e do ácido glutâmico, não houve efeito significativo no teor de clorofila total presente nas plantas.

Tabela 2. Efeito da aplicação foliar do extrato de alga e do ácido glutâmico no número de folhas, área foliar e massa seca de raízes em mudas de crisântemos aos 60 dias após o plantio, Botucatu/2006

Tratamentos	Número de Folhas	Área Foliar (dm ²)	Massa seca raízes (mg)
T1 (Controle)	8,52 b	195,3514 b	2,52 b
T2 (6% EXT)			5,21 a
T3 (6% AG)			4,15 a
T4 (3% EXT + AG)		225,9856 ab	4,14 a
T5 (1,5% EXT + AG + Ca)		210,4178 b	4,28 a
Médias	9,46	220,39552	4,06
Desvio Padrão	0,717112	33,93983	0,97
Teste F	0,006997	1,697634	0,29

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Efeito da aplicação foliar do extrato de alga e do ácido glutâmico no teor de clorofila total em mudas de crisântemos aos 60 dias após o plantio, Botucatu/2006

Tratamentos	Teor de clorofila total (unidade Spad)
T1 (Controle)	25,86 a
T2 (6% EXT)	25,57 a
T3 (6% AG)	24,61 a
T4 (3% EXT + AG)	23,78 a
T5 (1,5% EXT + AG + Ca)	24,21 a
Médias	24,88
Desvio Padrão	0,96

Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos pode-se concluir que: a) o extrato de alga testado de *Ascophyllum nodosum* favoreceu o desenvolvimento inicial de mudas de crisântemos em vasos, com respostas fisiológicas observáveis na altura, diâmetro do caule e formação de raízes; b) a aplicação do ácido glutâmico para o cultivo de crisântemo, independente da concentração testada, não apresentou desempenho satisfatório nas características avaliadas.

REFERÊNCIAS

- CÂMARA, T.R., WILLADINO, L., TORNÉ, J.R., MANICK, A., SANTOS, M.A. Efeito do stress salino e da prolina exógena em calos de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, n.2, p.146-155, 2000.
- KERIN, B.F. **Impact of harvesting on the nitrogen, phosphorus and carbon contents of the brow algae *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis (rockweed)**. Dissertação de Mestrado. The University of New Brunswick. 1998, 120p.
- LASCHI, D.; SILVÉRIO, P. Efeito de condicionamento mecânico no controle de porte e qualidade de crisântemo evasado. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.9, n.1, p. 71-77, 2003.
- MAYER, R.R., CHERRY, J.H., RHODES, D. Effects of heat shock on amino acid metabolism of cowpea cells. **Plant Physiology**, v.94, p.796-810, 1990.
- MASNY, A., BASAK, A., ZURAWICZ, E. Effects of foliar application of KELPAK SL and GOEMAR BM 86 preparations on yield and fruit quality in two strowberri cultivars. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v.12, p.23-27, 2004.
- ONO, E.O. (Instituto de Biociências, UNESP/SP, Departamento de Botânica –Fisiologia Vegetal, Campus de Botucatu. Comunicação Pessoal. 2006.
- PEROSA, J.M.Y. Participação brasileira no mercado internacional de flores e planta ornamentais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.8, n.1/2, p. 1-11, 2002.
- RHODES, D., SIMS, A.P., RHODES, D., FOLKES, B.F. Pathway of ammonia assimilation in illuminated *Lemna minor*. **Phytochemistry**, v.19, p.357-65, 1980.
- RHODES, D., HANDA, S., BRESSAN, R.A. Metabolic changes associated with adaptation of plant cells to water stress. **Plant Physiology**, v.82, p.890-903, 1986.
- RODRIGUES, J.D. (Instituto de Biociências, UNESP/SP, Departamento de Botânica –Fisiologia Vegetal, Campus de Botucatu. Comunicação Pessoal. 2006.
- SANDERSON, K.J., JAMESON P.E. The cytokinins in a liquid seaweed extract: Cold they be active ingredients? **Acta Horticulturae**, v.179, p.113-16, 1986.
- SANDERSON, K.J., JAMESON P.E., ZABKIEWICZ, J.A. Auxin in a seaweed extract: identification and quantification of Indol-3-acetic acid by gas chromatography-mass spectrometry. **Journal of Plant Physiology**, v.129, p. 363-67, 1987.
- SRIVASTAVA, L.M. Cytokinins In: SRIVASTAVA, L.M. (Ed.) **Plant growth and development: Hormones and environment**. Academic Press, p.191-204, 2002.
- STRINGHETA, A.C.O.; MARTINEZ, H.P.; CARDOSO, A.A.; COSTA, C.A. Teores foliares de macronutrientes em crisântemos cultivados em substratos contendo composto de lixo urbano e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.9, n.2, p. 191-197, 2003.
- TAY, S.A.B., MACLEOD, J.K., PALNI, L.M.S., LETHAN, D.S. Detection of Cytokinins in a Seaweed Extract. **Phytochemistry**, v. 24, p.2611-6, 1985.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.
- VERKLEIJ, N.F. Seaweed extracts in agriculture and horticulture: A review. **Biological Agriculture and Horticulture**, v.8, p.309-24. 1992.
- WALAND, J.R. Commercial utilization. In: LOBBAN, C.S., WYNNE, M.J. (Eds.) **The Biology of seaweeds**. Blackwell Scientific, Oxford: 1981, 786 p.
- ZHANG, X., ERVIN, E.H., SCHMIDT, R.E. Physiological effect of liquid applications of a seaweed extract and humic acid on creeping bentgrass. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.128, p.492-6, 1999.
- ZHANG, X., SCHMIDT, R.E., ERVIN, E.H., DOAK, S. Creeping bentgrass physiological responses to natural plant growth regulators and iron under two regimes. **HortScience**, v.37, p.898-902, 2002.
- ZHANG, X., ERVIN, E.H. Cytokinin containig seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinin and drought resistance. **Crop Science**, v. 44 p1-10, 2004.