



Efeito da aplicação foliar de hidrolisado protéico sob a produtividade de cultivares de brócolis¹

Effect of foliar application of a protein hydrolysate in the productivity of broccoli cultivars

Marcelle Michelotti Bettoni^{2*}, Eliseu Geraldo dos Santos Fabbrin³, Jean Ricardo Olinik³, Átila Francisco Mógor⁴

Resumo - O brócolis (*Brassica oleracea* var. italiana) é uma hortaliça da família das Brássicas cultivado em diversas regiões do mundo, característico de pequenas propriedades, com potencial para cultivos orgânicos, porém é necessário que sejam realizadas pesquisas que disponibilizem produtos que atendam a legislação orgânica, como biofertilizantes a base de hidrolisados protéicos. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação de hidrolisado protéico contendo aminoácidos na produção de duas cultivares de brócolis, em sistema de cultivo orgânico. Os tratamentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições, sendo duas cultivares (Belstar e Fiesta) e quatro tratamentos: testemunha e aplicação via foliar de soluções com as seguintes concentrações de hidrolisado protéico: 2 mL L⁻¹, 4 mL L⁻¹ e 8 mL L⁻¹. As aplicações foram realizadas semanalmente com início aos sete e término aos 63 dias após o transplantio das mudas (DAT), sendo avaliadas as seguintes características no momento da colheita (75 DAT): massa fresca média por cabeça (MFC), massa seca média por cabeça (MSC), diâmetro médio da cabeça (DMC) e produção média estimada (PME). A utilização do hidrolisado na dose 8 mL L⁻¹ resultou em maiores massas seca e fresca, diâmetro de cabeça e produção de brócolis em sistema de cultivo orgânico.

Palavras-chave - Aminoácidos. Biofertilizante. *Brassica oleracea* var. italiana. Sistema de cultivo orgânico.

Abstract - The broccoli (*Brassica oleracea* var. Italica) is a Brassica vegetable grown in various regions of the world and is characteristic of small properties with potential for organic crops. However, surveys that provide products that meet organic legislation, biofertilizers as the basis of protein hydrolysates are necessary for legal purposes. The objective of this study was to evaluate the effect of protein hydrolysate containing amino acids on the production of two cultivars of broccoli grown in organic cropping system. The treatments were arranged in a completely randomized factorial 2 x 4 with four replicates, two cultivars (Belstar and Fiesta) and four treatments: control and foliar application of solutions with the following concentrations of protein hydrolysate: 2 mL L⁻¹, 4 mL L⁻¹, 8 mL L⁻¹. The applications were made weekly beginning and ending at 7 to 63 days after transplant (DAT) and evaluated the following characteristics at harvest (75 DAT): fresh mass per head (FMH), dry mass per head (DMH), head diameter (HD) and estimated average production (EAP). The use of hydrolyzed in 8 mL L⁻¹ dose resulted in higher fresh and dry mass, head diameter and yield of broccoli in organic cropping system.

Key words - Amino acid. Biofertilizer. *Brassica oleracea* var. italiana. Organic system.

*Autor para correspondência

¹Enviado para publicação em 20/08/2012 e aprovado em 08/06/2013

²Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo - DFF, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba - PR, m2bettoni@gmail.com

³Doutorando do Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal, DFF, UFPR, eliseugsfabbrin@yahoo.com.br; jeolinik@yahoo.com.br.

⁴Professor, Doutor, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná - UFPR, Curitiba - PR, atila.mogor@ufpr.br.

Introdução

O brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*) é uma hortaliça da família das Brássicas, que produz uma inflorescência central compacta ou inflorescências laterais, variando conforme a cultivar (FILGUEIRA, 2003). Cultivada em diversas regiões do mundo, sendo a maioria de sua produção realizada por pequenos produtores.

O cultivo do brócolis vem ganhando cada vez mais importância dentre as hortaliças, pelo seu alto valor nutritivo e propriedades nutraceuticas, devido a presença de glucosilatonatos, apresentando propriedades anticancerígenas (ROSA; RODRIGUES, 2001).

No Brasil, seu cultivo é realizado principalmente nos cinturões verdes e a maior parte da produção é destinada ao mercado na forma *in natura*, nas feiras livres e supermercados. Já o brócolis tipo cabeça única pode ser produzido também para processamento e congelamento (FILGUEIRA, 2003).

Em função de sua característica familiar, este é um cultivo com grande potencial para a produção orgânica, principalmente quando localizada próxima aos grandes centros consumidores, como a região metropolitana de Curitiba (RMC), na qual, desde 1981 vigora a lei que estabelece Áreas de Proteção Ambiental (APA's) (Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981 (BRASIL, 1981), locais em que o sistema orgânico tornou-se a única forma de produção.

A aplicação de biofertilizantes na agricultura orgânica é uma técnica viável e com muita aceitabilidade, na qual essas substâncias são utilizadas como forma de complementação ou substituição a fertilizantes sintéticos, ganhando cada vez mais importância sob o ponto de vista econômico e ecológico (PICOLLI *et al.*, 2009).

Os biofertilizantes utilizados na produção orgânica são definidos na IN 46 do MAPA como produtos que contêm componentes ativos ou agentes biológicos, capazes de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, melhorando o desempenho do sistema de produção e que sejam isentos de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos (MAPA, 2012), podendo contemplar aminoácidos, que na configuração levógira, atuam no metabolismo das plantas (BEALE *et al.*, 1975; MÓGOR *et al.*, 2008).

Os aminoácidos sintetizados pelas plantas, além da função estrutural, estão relacionados à síntese de vitaminas, de enzimas, de hormônios e da clorofila. Alguns, também estão envolvidos no transporte e armazenamento de nutrientes, como o glutamato, a glutamina e a asparagina, envolvidos no metabolismo do nitrogênio (CAMPOS, 2008). Segundo Tiffin (1972), quando um íon está

quimicamente ligado a um aminoácido, seu transporte pela membrana celular é facilitado, com absorção mais rápida que quantidades equivalentes do íon na forma livre. Quando aplicados exogenamente, são absorvidos tanto pelas raízes, quanto pelas folhas, que apresentam maior permeabilidade da cutícula aos aminoácidos (MILLER; PUSHNIK, 1983), resultando em desenvolvimento rápido e menor consumo energético para as plantas (CAÇO, 2008).

Diferentes formulações a base de aminoácidos foram estudadas em culturas como soja (FERNANDES *et al.*, 1993), couve-flor (TANAKA *et al.*, 2000), maracujá (COLLARD *et al.*, 2001), tomate (DOTTA *et al.*, 2008), repolho (OLINICK *et al.*, 2011) e beterraba (RÖDER *et al.*, 2011).

O hidrolisado protéico, produto utilizado neste trabalho, é composto pelos aminoácidos glicina, prolina, ácido glutâmico, alanina, arginina e ácido aspártico, os quais atuam em diversos processos metabólicos das plantas.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da aplicação foliar de um hidrolisado protéico, obtido a partir de proteína colagênica, na produção de duas cultivares de brócolis, em sistema orgânico.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na área de Olericultura Orgânica, do Centro de Estações Experimentais do Canguiri, UFPR, na Região Metropolitana de Curitiba-PR, sob as coordenadas de 25°25' latitude sul e 49°08' longitude oeste com altitude de 920 metros.

A região pertence ao Primeiro Planalto do estado do Paraná, cujo clima, de acordo com a classificação de Köppen, é Cfb, com temperatura média mais fria inferior a 18°C e do mês mais quente abaixo de 22°C, e precipitação média anual entre 1.400 a 1.800 mm. O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Álico, de textura argilosa (EMBRAPA, 1999).

A análise do solo na área resultou nos seguintes valores médios na camada de 0-20 cm: pH (CaCl₂)= 6,30; pH SMP= 6,60; Al³⁺ (não detectado pelo método); H⁺+Al³⁺= 3,20 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺= 13,0 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺= 6,50 cmol_c dm⁻³; K⁺= 0,87 cmol_c dm⁻³; P= 73,20 mg dm⁻³; C.O.= 39,7 g dm⁻³; V%= 86 e CTC= 23,57 cmol_c dm⁻³.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, sendo duas cultivares de brócolis de cabeça única cv. Fiesta e Belstar (sementes orgânicas -Bejo Sementes do Brasil Ltda), e quatro concentrações de hidrolisado protéico (0 ; 2; 4 e 8

mL L⁻¹), com quatro repetições.

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, preenchidas com substrato comercial a base de Pinus compostado, no dia 15 de agosto de 2011, sendo mantidas em casa-de-vegetação, com microaspersão temporizada, até 42 dias após a semeadura (DAS), quando foram transplantadas.

O preparo do solo ocorreu previamente, com a utilização de rotoencanteirador, e a fertilização foi realizada com 5 t ha⁻¹ de composto orgânico animal, cuja análise indicou os seguintes valores médios: N= 14,4 g kg⁻¹; P Mehlich= 10,6 g kg⁻¹; K= 11,3 g kg⁻¹; Ca= 31,7 g kg⁻¹; Mg= 6,8 g kg⁻¹; C= 384 g kg⁻¹; pH= 7,1; C/N= 27,6.

As plantas foram dispostas em espaçamento de 0,40 m entre plantas e 0,70 m entre linhas, em parcelas com 1,20 m de largura e 1,5 m de comprimento, totalizando oito plantas por parcela.

O hidrolisado proteico foi aplicado em solução, via foliar, com 5% em peso de N amídico, composto principalmente pelos aminoácidos glicina, prolina, ácido glutâmico, alanina, arginina e ácido aspártico, todos na forma levógira, além de 15% em peso de carbono orgânico total (NPA®). Aos sete dias após o transplante, iniciou-se a aplicação dos tratamentos utilizando pulverizador pressurizado com CO₂, com pressão constante (45 lib pol⁻²) e volume de calda por planta de 200 mL, com intervalos regulares de sete dias (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 e 63 dias após o transplante (DAT)), até a colheita (75 DAT).

Aos 75 dias após o transplante, quatro plantas centrais por parcela foram coletadas para a avaliação da massa fresca média por cabeça (MFC), massa seca média por cabeça (MSC), diâmetro médio da cabeça (DMC) e produção média estimada (PME).

Para a obtenção da MSC, as plantas foram previamente cortadas e acondicionadas em sacos de papel e secas em estufas de circulação forçada de ar a 65°C ± 5°C, até atingirem peso constante. Para a PME, os valores da MFC foram multiplicados pela população de plantas (35.714 plantas ha⁻¹).

Testou-se a homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett, e quando significativa, prosseguiu-se com a ANOVA ao nível de 5% de probabilidade e quando significativo, procedeu-se a análise de regressão, sendo os dados processados no software estatístico Assisat 7.5 e os gráficos gerados no software SigmaPlot.

Resultados e discussão

As análises de variância da interação entre as

cultivares e as doses para as características avaliadas, seus quadrados médios, os coeficientes de variação experimental e as respectivas significâncias pelo teste F, encontram-se na Tabela 1.

A análise de variância não identificou interação entre cultivar e concentrações para nenhuma das características avaliadas (Tabela 1), sendo as respostas das cultivares aos tratamentos avaliados isoladamente.

Tabela 1 - Quadrado médio das massas frescas por cabeça (MFC), produtividade média estimada (PME), massa seca por cabeça (MSC) e diâmetro médio da cabeça (DMC) de brócolis em função das cultivares e concentrações de hidrolisado protéico. Curitiba, 2012

Fontes de Variação	MFC	PME	MSC	DMC
Cultivar	256239,4**	326,84**	404,70 ^{ns}	17,93*
Dose	199198,53**	254,08**	3513,13**	68,19**
Cultivar x Dose	9880,49 ^{ns}	12,60 ^{ns}	237,37 ^{ns}	3,84 ^{ns}
Erro	4631,7	5,91	102,44	3,09
C.V. (%)	19,72	19,72	24,62	12,76
Média Belstar	255,62	9,13	37,56	32,13
Média Fiesta	434,59	15,52	44,67	43,80

ns - não significativo. **significativo a 1%, pelo Teste F. *significativo a 5%, pelo Teste F.

Na Figura 1a, os dados referentes à MFC, indicam que houve aumento da massa fresca em função do aumento da concentração do hidrolisado protéico na solução, em ambas as cultivares, porém com menor peso médio de cabeça da cv Belstar (255,62 g), quando comparada com a cv Fiesta (434,59 g). Tal comportamento refletiu-se na PME, alcançando aproximadamente 15,5 t ha⁻¹ para a cv. Fiesta e 9 t ha⁻¹ para a cv. Belstar (Figura 1b).

Os incrementos observados em consequência da aplicação via foliar do hidrolisado protéico, relacionam-se ao seu conteúdo de aminoácidos, que ao serem absorvidos e metabolizados, podem participar da síntese de vários compostos, com efeito direto sobre o desenvolvimento vegetal, como também relatado por Brandão (2007). A alanina, um dos aminoácidos utilizados nos tratamentos, também pode explicar os aumentos em massa fresca e produtividade, uma vez que este, oriundo do piruvato, é precursor de diversas proteínas essenciais ao crescimento e desenvolvimento vegetativo (KERBAUY, 2008).

A MSC também apresentou comportamento

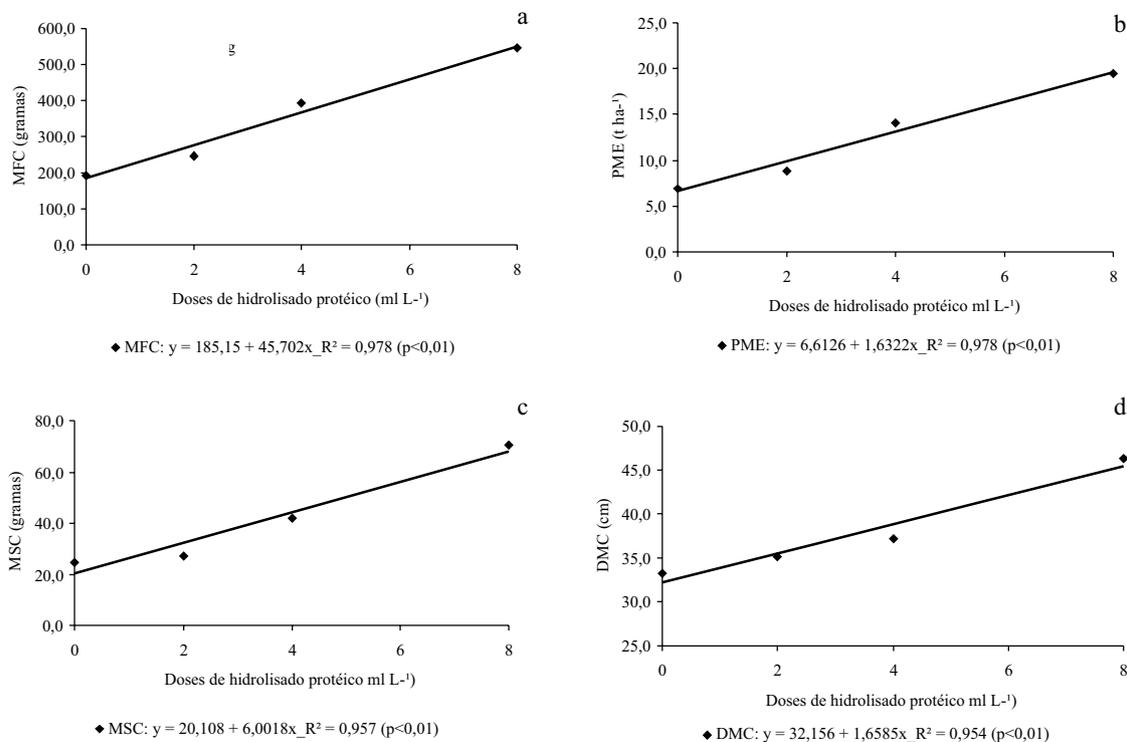


Figura 1 - Massa fresca média por cabeça - MFC (a), produtividade média estimada - PME (b), massa seca média por cabeça - MSC (c) e diâmetro médio de cabeça - DMC (d) de duas cultivares de brócolis (cv. Fiesta e Belstar) em função de doses de hidrolisado protéico, aos 75 dias após o transplante (DAT). Curitiba, 2012.

linear, nas duas cultivares, em função dos aumentos das concentrações do hidrolisado proteico (Figura 1c). Na dose de 8 mL L⁻¹ a produção de MSC foi superior na cv. Fiesta (37,56 gramas) em relação a cv. Belstar (44,67 gramas). Resultado similar foi encontrado por Olinick *et al.* (2011) em mudas de repolho com a aplicação do aminoácido ácido L-glutâmico.

O incremento em massa seca nas doses estudadas (6,0018 g por ml L⁻¹ de hidrolisado protéico) pode ser explicado pela rápida metabolização dos aminoácidos aplicados exogenamente, aumentando assim atividades enzimáticas, com reflexo no metabolismo de nutrientes como o nitrogênio, gerando assim maior acúmulo de fotoassimilados (KERBAUY, 2008). Os aminoácidos glicina e ácido glutâmico, atuam desta forma, além de formarem proteínas, clorofilas e atuarem na catalase e no fitocromo, participam também do metabolismo do nitrogênio (TAIZ; ZEIGER, 2009). A arginina (DUTRA *et al.*, 1999), considerada uma das principais formas de armazenamento de N e precursora de poliaminas, também pode explicar o maior acúmulo de massa seca.

Na Figura 1d, verifica-se que o DMC apresentou aumento linear em função do aumento da concentração do hidrolisado. Assim como os demais aminoácidos

constituintes dos tratamentos, a prolina atua como importante cofator para a manutenção do equilíbrio potencial hídrico dentro da célula, levando ao alongamento celular, à medida que aumenta o turgor das células (GOULART *et al.*, 2011), podendo justificar o aumento no diâmetros de cabeça, sendo mais pronunciado na cv Fiesta (43,80 cm) quando comparado a cv Belstar (32,13 cm).

Conclusões

Nas condições desta pesquisa, o uso do hidrolisado protéico elevou a produção de brócolis das cv. Fiesta e cv. Belstar, em cultivo orgânico, sendo possível sua utilização para aprimorar técnicas neste tipo de sistema.

O brócolis cv Fiesta apresentou maiores incrementos quando comparado a cv Belstar para o mesmo nível de hidrolisado.

Literatura científica citada

BRANDÃO, R. P. Importância dos Aminoácidos na agricultura sustentável. **Informativo BioSoja**, inf.5, p.6-8, 2007. Disponível em: < <http://www.biosoja.com.br/> Acesso em: 28 jun de 2012.

- BRASIL. **Lei nº. 6.902, de 27 de abril de 1981.** Dispõe sobre a Criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.ibd.com.br/legislação>. Acesso em: 03 jun. 2012.
- CAÇO, J. **Aminoácidos–nutrientes orgânicos.** Disponível em: http://www.hubel.pt/hubel/Upload/Images/Artigos/HV_Aminoácidos. 2008. Acesso em: 25 jun. 2012.
- CAMPOS, R. S. **Hortaliças são beneficiadas pelos aminoácidos.** Disponível em: <http://www.revistacampoenegocios.com.br>. 2008. Acesso em: 28 jun. 2012.
- COLLARD, F. H.; ALMEIDA, A. de; COSTA, M. C. R.; ROCHA, M. C. Efeito do uso de biofertilizante agrobio na cultura do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg). **Revista Biociências**, v.7, n.1, p.15-21, jan.-jun.2001.
- DOTTA, J. H.; TEIXEIRA, N. T.; OLIVEIRA, F. C. Micronutrientes e aminoácidos no desenvolvimento em tomateiro cultivado em rizotron. IN: FERTIBIO, Londrina, 2008. **Anais...**, 2008.
- DUTRA, S. V.; DAUDT, C. A.; SOUZA, M. Aminoácidos livres e uréia durante a fermentação do mosto de Cabernet Sauvignon com diferentes leveduras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol.19, n.2, p. 253-257, 1999.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Embrapa Produção de Informação (SPI), 1999, 412p.
- FERNADES, A. A. H.; RODRIGUES, J. D.; RODRIGUES, S. D. Ação do agrostemin sobre a altura e o número de folhas de plantas de soja (*Glycine max* L. Merrill cv. IAC-8). **Scientia Agrícola**, v.50, n.1, p-6-12, 1993.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** 2. ed. Viçosa: UFV, 2003, 412 p.
- GOULART, P. B.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. Efeito dos cofatores hidroquinona, prolina e triptofano no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, v.35, n.5, p.1017-1026, 2011
- KERBAUY, G. **Fisiologia vegetal.** 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008, 431 p.
- MILLER, G. W.; PUSHNIK, J. C. **Iron chlorosis.** Utah Science, v.4, p.99, 1983.
- OLINIK J. R.; MÓGOR, A. F.; RÖDER, C.; FABBRIN, E. G. S., BETTONI, M. M., POLETTO, M. R. Desenvolvimento de mudas de repolho em função da aplicação foliar de ácido L-glutâmico a 30%. **Horticultura Brasileira**, v.29, p. 4256-4260, 2011.
- PICOLLI, E. S.; MARCHIORO, V. S.; BELLAVER, A.; BELLAVER, A. Aplicação de produtos a base de aminoácido na cultura do trigo. **Cultivando o Saber**, v. 2, n. 4, p. 141-148, 2009.
- RÖDER, C.; MÓGOR, A. F.; BETTONI, M. M.; OLINIK, J. R.; KOYAMA, R.; AMARAL, S. S. F. do. Teor relativo de clorofila em beterraba submetido à aplicação foliar de AG 30®, em sistema orgânico de produção. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 4130-4134, 2011.
- ROSA, E.A.S.; RODRIGUES, A.S. Total and individual glucosinolate content in 11 broccoli cultivars grown in early and late seasons. **HortScience**, v.,36, p. 56-59, 2001.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 4º ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.819p.
- TANAKA, M. T.; SENGIK, E.; SCAPIM, C. A.; SANTOS, H. S.; PINTRO, J. C. Influência de bioestimulantes orgânicos e uréia na absorção foliar de boro em couve-flor. **Acta Scientiarum**, v.22, n.4, p. 1115-1118, 2000.
- TIFFIN, L. O. **Translocation of micronutrients in plants.** In: DINAVER, R.C. Micronutrients in agriculture. Madison: Soil Science Society of America, 1972. 207 p.