

USO DE AMINOÁCIDOS NO SECTOR DOS FRUTOS SECOS

Introdução

Os hidrolisados de proteína e diversos outros compostos azotados têm vindo a ter uma presença crescente na alimentação humana e nas rações para animais, bem como em produtos para a nutrição das plantas. As versões comerciais mais comuns destinadas à nutrição vegetal surgem como produtos ricos em aminoácidos livres e péptidos, e são sobretudo recomendados para aplicação foliar, embora alguns sejam também recomendados para fertirrega, hidroponia e pelletização de sementes. A gama presente no mercado é extensa e de composição por vezes muito complexa, uma vez que os produtos comerciais contendo aminoácidos resultam frequentemente de misturas de hidrolisados de proteína com extratos de algas e micronutrientes. Destes produtos espera-se sobretudo um efeito “bioestimulante nas plantas”, com múltiplos benefícios potenciais para os processos fisiológicos, que possam conduzir a aumentos de produtividade e/ou qualidade dos produtos agrícolas. Contudo, a bibliografia internacional reporta também muitos fracassos com a utilização deste tipo de produtos. A importância do tópico recebeu a atenção do Grupo Operacional EGIS – Estratégias de Gestão Integrado do Solo e da Água em Espécies Produtoras de Frutos Secos, que estabeleceu uma rede de ensaios no Interior Norte de Portugal sobre a temática que envolve as culturas da amendoeira, aveleira e noqueira (Figura 1).

Os hidrolisados de proteína face à legislação europeia

Os hidrolisados de proteína são hoje comercializados na União Europeia como bioestimulantes para as plantas [Regulamento (UE) 2019/1009, de 5 de Junho]. Um bioestimulante é uma categoria distinta dos produtos fertilizantes convencionais cujo papel principal é fornecer nutrientes às plantas. Dos bioestimulantes espera-se um estímulo nos processos

fisiológicos das plantas independente do seu teor em nutrientes. O objectivo da sua aplicação pode ser melhorar a eficiência fisiológica de uso de nutrientes, aumentar a tolerância a stresses abióticos, a qualidade dos produtos e a disponibilidade de nutrientes a partir da rizosfera (du Jardin et al. 2020). Entende-se que os seus efeitos complementam os efeitos dos fertilizantes convencionais, tendo por objectivo otimizar a eficiência destes e reduzir as quantidades de fertilizantes a aplicar.

Para além dos hidrolisados de proteína, diversas outras substâncias são enquadradas no grupo dos bioestimulantes, designadamente ácidos húmicos e fúlvicos, extratos de algas marinhas e de plantas, quitosana e outros biopolímeros, compostos inorgânicos diversos, como fosfito e silício, e microrganismos benéficos (fungos e bactérias) (du Jardin 2015). Os produtos comerciais por vezes resultam da mistura de algumas destas substâncias, sendo produtos de elevada complexidade.

Os produtos comerciais ricos em aminoácidos e peptídeos usados na nutrição das plantas são obtidos por hidrólise química (usando ácidos ou bases fortes) ou enzimática de proteínas presentes em resíduos agroindustriais, tanto de origem animal (couro, vísceras, penas, sangue, ...) como de plantas (subprodutos ou culturas dedicadas) (Colla et al. 2015). Diversas moléculas, incluindo betaínas, poliamidas e diversos aminoácidos não proteicos também presentes em tecidos vegetais, têm vindo a receber particular atenção. A glicina betaína, por exemplo, é um caso especial de um derivado de aminoácido com reconhecidas propriedades antistresse nas plantas (Chen e Murata 2011). Acresce que o interesse no desenvolvimento desta área está, não apenas na obtenção de produtos comerciais para uso agrícola, mas por representar também uma forma sustentável de gestão de subprodutos (du Jardin et al. 2020).

Nas últimas décadas foi colocada no mercado uma grande diversidade de produ-



› Figura 1 – Nogal em agricultura biológica integrado nos ensaios de GO EGIS

tos obtidos de hidrolisados de proteína de origem animal ou vegetal. A maioria dos produtos comerciais são de origem animal, obtidos a partir de hidrólise química. Embora estes produtos tendam a ser seguros, sem grandes riscos genotóxicos, ecotóxicos ou fitotóxicos (Corte et al. 2014), a União Europeia proibiu a sua aplicação sobre as partes edíveis de vegetais na agricultura biológica [Regulation (EU) no 354/2014], tendo em conta a preocupação crescente com o uso de hidrolisados obtidos de proteína animal. Assim, e como seria expectável, os produtos comerciais obtidos a partir de hidrólise enzimática de proteína vegetal têm vindo a ganhar importância no mercado.

De qualquer forma, não haverá dúvidas de que a utilização de hidrolisados de proteína na agricultura vai conhecer um forte crescimento nos próximos anos, na medida em que cada vez mais se reconhecem os seus efeitos benéficos nas culturas, em particular quando cultivadas em condições de stresse abiótico (Alzahrani e Rady 2019; Desoky et al. 2019; Rouphael e Colla 2020).

Efeitos dos hidrolisados de proteína nas plantas

Os aminoácidos, se aplicados às folhas, penetram rapidamente nos tecidos e são distribuídos pela planta. O processo ocorre por difusão através de poros na membrana, sendo um processo activo energeticamente dependente (Yakhin et al. 2017). A complexidade dos hidrolisados de proteína e, sobretudo, de produtos comerciais com mistura de diversas substâncias, torna difícil esclarecer o seu modo de acção e a forma como afectam as plantas. No caso dos produtos comerciais, cada caso é um caso, sendo que os efeitos de uns não se podem generalizar a outros produtos aparentemente similares. Contudo, efeitos positivos da aplicação de aminoácidos nas plantas estão suficientemente documentados (Colla e Rouphael 2015; Diego e Spíchal 2020).

A aplicação exógena de hidrolisados de proteína estimulam o metabolismo e a assimilação de azoto, aumentando a actividade de enzimas chave do processo, como nitrato redutase, nitrito redutase,

glutamina sintetase e glutamato sintetase. Os hidrolisados de proteína também podem influenciar diferentes vias metabólicas do metabolismo do carbono, como a glicólise e o ciclo de Krebs, com acção sobre enzimas como malato desidrogenase, isocitrato desidrogenase e citrato sintase, interligando os metabolismos do carbono e do azoto, resultando em aumento da fotossíntese e do suprimento de energia para o metabolismo celular, bem como do equilíbrio hormonal das plantas (Colla et al. 2014).

O forte investimento dos últimos anos na ciência dos alimentos orientou muitos estudos para a avaliação do valor alimentar e nutracêutico dos produtos vegetais. Tem também sido verificado que os hidrolisados de proteína, devido aos seus efeitos nos metabolismos primário e secundário das plantas, podem aumentar os teores em compostos antioxidantes (carotenoides, polifenóis, flavonoides, ...) e reduzir o teor de compostos indesejáveis, como nitratos e metais, melhorando a qualidade dos alimentos (Colla et al. 2015).

Grande parte da agricultura mundial é feita sob acção de algum tipo de stresse que reduz a produtividade das culturas, designadamente salinidade, stresses hídrico e térmico (frio e calor), pH adverso, toxicidade de metais e/ou deficiência em nutrientes. Alguns aminoácidos, como arginina e prolina, e derivados de aminoácidos, como glicina betaína, têm sido extensivamente estudados devido à sua capacidade de indução de respostas de defesa das plantas a algum tipo de stresse abiótico (du Jardin 2012; Colla et al. 2014; Diego e Spíchal 2020). Como efeitos indirectos quando aplicados ao solo ou às plantas, os hidrolisados de proteína podem aumentar a biomassa e a actividade microbiana, a respiração do solo e a sua fertilidade geral (du Jardin 2015).

Problemas e necessidades de investigação

Os benefícios da aplicação de hidrolisados de proteína são obtidas com doses mínimas de produtos. Frequentemente, usam-se 1,5 a 4 L de produto comercial por hectare, o que significa que o impacto dos macronutrientes per se é

negligenciável e até mesmo o de micronutrientes. Nestas condições, resultados positivos têm de ser obtidos de forma indirecta pelo seu efeito bioestimulante nas plantas. A vasta literatura que tem sido publicada sobre estas substâncias nem sempre refere resultados positivos, tendo sido registadas situações em que ocorreram efeitos fitotóxicos e/ou redução de produtividade, embora estes problemas tenham sido mais frequentemente associados a produtos de origem animal (Yakhin et al. 2017).

Deve também notar-se que nas aplicações ao solo (em fertirrega, por exemplo) a eficácia da absorção dos aminoácidos pelas plantas pode ser fortemente reduzida (Moe 2013). As plantas podem absorver aminoácidos e pequenas moléculas orgânicas pelas raízes. Contudo, os microrganismos são competidores mais eficientes que as plantas por estas moléculas (White 2012). Em condições de temperatura e humidade no solo que favoreçam a actividade biológica, elas são rapidamente utilizadas pelos microrganismos. Os minerais, em particular o azoto, são posteriormente libertados para as plantas, mas com o uso de bioestimulantes, o processo é quantitativamente pouco relevante. Os microrganismos que vivem na filosfera também podem reduzir a eficácia da aplicação dos aminoácidos por via foliar, porque também eles competem com as plantas pelos aminoácidos e peptídeos (Colla et al. 2015). Assim, um resultado não positivo da aplicação de um produto comercializado como bioestimulante não significa que se trate necessariamente de um produto ineficaz ou de má qualidade. O resultado pode estar relacionado com condições de aplicação inadequadas.

O efeito destes produtos depende em grande medida das condições de aplicação, desde logo a espécie e/ou cultivar, condições ambientais, estados fenológicos, modo de aplicação (foliar vs solo) e permeabilidade da folha aos princípios activos quando aplicados por via foliar. Intenso trabalho experimental é necessário para otimizar as condições de aplicação em condições reais de cultivo, com todos os constrangimentos a que as plantas estão sujeitas e dada a elevada diversidade

de produtos comerciais no mercado. O sector dos frutos secos do Interior Norte de Portugal, estabelecido em condições ecológicas marginais, designadamente por estar quase integralmente baseado em sequeiro e em solos de reduzida fertilidade, pode tirar partido do uso destes produtos (Figura 2). Contudo, falta informação científica e desenvolvimento experimental de base que oriente os produtores a usarem soluções adequadas à sua situação concreta, para que possam ter retorno económico face ao investimento na aquisição dos produtos e da sua aplicação.

M. Ângelo Rodrigues¹, Carlos M. Correia² e Margarida Arrobas¹

¹CIMO, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal

²CITAB, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

Agradecimento

Integrado nas actividades do Grupo Operacional EGIS – Estratégias de Gestão Integrado do Solo e da Água em Espécies Produtoras de Frutos Secos (Iniciativa ID 91).

Referências

• Alzahrani Y, Rady MM (2019). Compared to antioxidants and polyamines, the role of maize grain-derived organic biostimulants

in improving cadmium tolerance in wheat plants. *Ecotoxicol Environ Saf* 182: 109378. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109378>

• Chen THH, Murata N (2011). Glycinebetaine protects plants against abiotic stress: mechanisms and biotechnological applications. *Plant Cell Environ* 34: 1–20.

• Colla G, Nardi S, Cardarelli M, Ertan A, Lucini L, Canaguier R, Rouphael Y (2015). Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. *Sci Hortic* 196: 28–38.

• Colla G, Rouphael Y (2015). Biostimulants in horticulture. *Sci Hortic* 196: 1–2.

• Colla G, Rouphael Y, Canaguier R, Svecova E, Cardarelli M (2014). Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. *Front Plant Sci* 5: 1–6.

• Corte L, Dell'Abate MT, Magini A, Migliore M, Felici B, Roscini L, Sardella R, Tancini B, Emiliani C, Cardinali G, Benedetti A (2014). Assessment of safety and efficiency of nitrogen organic fertilizers from animal-based protein hydrolysates: A laboratory multidisciplinary approach. *J Sci Food Agric* 94: 235–245.

• Desoky EM, Elrys AS, Rady MM (2019). Integrative moringa and licorice extracts application improves *Capsicum annuum* fruit yield and declines its contaminant contents on a heavy metal contaminated saline soil. *Ecotoxicol Environ Saf* 169: 50–60.

• Diego N, Spíchal L (2020). Use of plant metabolites to mitigate stress effects in crops. In: Geelen D, Xu L (eds). *The Chemical Bio-*

logy of Plant Biostimulants. Wiley, NJ, USA, p. 264-300.

• du Jardin P (2012.) *The Science of Plant Biostimulants – A bibliographic analysis*. Adhoc Study Report to the European Commission DG ENTR. 2012; http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/fertilizers/final_report_bio_2012en.pdf.

• du Jardin P (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Sci Hortic* 196: 3-14.

• du Jardin P, Xu L, Geelen D (2020). Agricultural functions and action mechanisms of plant biostimulants (PBs): An introduction. In: Geelen D, Xu L (eds). *The Chemical Biology of Plant Biostimulants*. Wiley, NJ, USA, p. 3-29.

• Moe LA (2013). Amino acids in the rhizosphere: from plants to microbes. *Am J Bot* 100: 1692–1705.

• Rouphael Y, Colla, G (2020). Biostimulants in agriculture. *Front Plant Sci* p. 11.

• White PJ (2012). Ion uptake mechanisms of individual cells and roots: Short distance transport. In: Marschner P, editor. *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. London, UK: Elsevier; p. 7-147.

• Yakhin OI, Lubyantsev AA, Yakhin IA and Brown PH (2017). Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. *Front Plant Sci* 7: 2049. doi: 10.3389/fpls.2016.02049. ●



› Figura 2 – Amendoal de sequeiro integrado nos ensaios de GO EGIS