



MANUAL DE BOAS PRÁTICAS

GESTÃO DO SOLO E DA ÁGUA EM ESPÉCIES PRODUTORAS DE FRUTOS SECOS



Coordenação científica
Manuel Ângelo Rodrigues
Carlos Manuel Correia

MANUAL DE BOAS PRÁTICAS

GESTÃO DO SOLO E DA ÁGUA EM ESPÉCIES PRODUTORAS DE FRUTOS SECOS

Editor
CNCFS

FICHA TÉCNICA

TÍTULO

MANUAL DE BOAS PRÁTICAS: GESTÃO DO SOLO E DA ÁGUA EM ESPÉCIES PRODUTORAS DE FRUTOS SECOS

COORDENAÇÃO

Instituto Politécnico de Bragança – Manuel Ângelo Rodrigues
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro - Carlos Manuel Correia

AUTORES

Manuel Ângelo Rodrigues e Margarida Arrobas (CIMO/IPB)
Ana Lobo Santos e Rosalina Marrão (CNCFS)
Daniela Santos, Óscar Machado, Rosinda Leonor Pato, Rui Amaro e Maria José Cunha (IPC/CERNAS/CFE/ESA)
Alberto Azevedo Gomes, Regina Menino e Isabel Videira e Castro (INIAV)
Davide Gaião, Cristina Amaro da Costa, Daniela Teixeira Costa, Paula M. R. Correia, Raquel Guiné e Helena Esteves Correia (IPV/CARNAS/ESA)
António Castro Ribeiro e David Santos Barreales (CIMO/IPB)
Carlos M. Correia (CITAB/UTAD)

EDIÇÃO CNCFS

FOTOGRAFIAS

Manuel Ângelo Rodrigues e Margarida Arrobas (CIMO/IPB)
Ana Lobo Santos e Rosalina Marrão (CNCFS)
Daniela Santos, Óscar Machado, Rosinda Leonor Pato, Rui Amaro e Maria José Cunha (IPC/CERNAS/CFE/ESA)
Alberto Azevedo Gomes, Regina Menino e Isabel Videira e Castro (INIAV)
Davide Gaião, Cristina Amaro da Costa, Daniela Teixeira Costa, Paula M. R. Correia, Raquel Guiné e Helena Esteves Correia (IPV/CARNAS/ESA)
António Castro Ribeiro e David Santos Barreales (CIMO/IPB)
Carlos M. Correia (CITAB/UTAD)

DESIGN /PAGINAÇÃO CNCFS

ISBN 978-989-54993-3-5

DATA Dezembro de 2022

ÍNDICE

1. Breve perspetiva sobre o setor dos frutos secos, 1

Ana Lobo Santos, Rosalina Marrão

2. Correção do solo e adubação dos pomares à instalação, 4

Margarida Arrobas e M. Ângelo Rodrigues

3. A nutrição e fertilização da noqueira, 12

Daniela Santos, Óscar Machado, Rosinda Leonor Pato, Rui Amaro, Maria José Cunha

4. Fertilização do castanheiro, 32

Margarida Arrobas e M. Ângelo Rodrigues

5. Gestão da fertilidade do solo e fertilização em pomares biológicos, 41

Margarida Arrobas, M. Ângelo Rodrigues

6. Utilidade das pastagens permanentes biodiversas para uma gestão sustentável do solo em soutos, 51

Alberto Gomes, Regina Menino, Isabel Videira e Castro

7. Gestão da rega na aveleira, 63

Davide Gaião, Cristina Amaro da Costa, Daniela Teixeira Costa, Paula M. R. Correia, Raquel Guiné, Helena Esteves Correia

8. Estratégias de rega para o amendoal num clima em mudança, 72

António Castro Ribeiro, David Santos Barreales

9. Aplicação de algas marinhas em caldas foliares, 81

M. Ângelo Rodrigues, Carlos Correia, Margarida Arrobas

10. Aplicação de hidrolisados de proteína em caldas foliares, 87

M. Ângelo Rodrigues, Carlos Correia, Margarida Arrobas

9

Aplicação de algas marinhas em caldas foliares

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

¹ Centro de Investigação de Montanha, Instituto Politécnico de Bragança

² Centro de Investigação e Tecnologias Agroambientais e Biológicas, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Índice

9.1 Introdução

9.2 As algas marinhas como promotoras do crescimento das plantas

9.3 As algas marinhas como bioestimulante para as plantas

9.4 Utilização potencial de extratos de algas marinhas na fruticultura de sequeiro

9.5 Nota final

Referências

9.1 Introdução

A utilização de algas marinhas como alimento ou fertilizante agrícola é ancestral. Nos últimos anos elas têm surgido no mercado dos fertilizantes sobretudo na forma de extrato para aplicação ao solo, na água de rega, ou por via foliar. A sua concentração em nutrientes é diminuta e as doses aplicadas muito baixas, pelo que os seus efeitos nas plantas não serão devidos ao fornecimento de nutrientes. Nos últimos anos estes produtos têm vindo a ser designados de bioestimulantes e assume-se que têm um efeito positivo nas plantas para além da sua concentração em nutrientes. A designação de “bioestimulante para as plantas” foi recentemente adotada pela União Europeia, que passou a integrar uma grande diversidade de produtos para uso agrícola, incluindo os que contêm microrganismos benéficos. O uso crescente de produtos comerciais contendo algas marinhas na agricultura justifica que a investigação lhe dê atenção para que os produtores possam tirar o melhor partido do seu uso.

9.2 As algas marinhas como promotoras do crescimento das plantas

As macroalgas marinhas constituem um grupo vasto de mais de 10.000 espécies, dispersas pelos grupos feófitas (algas castanhas, filo Ochrophyta), rodófitas (algas vermelhas, filo Rhodophyta) e clorófitas (algas verdes, Chlorophyta) (Goñi et al., 2020). Sendo autotróficas, têm um papel relevante na ecologia dos oceanos como alimento e abrigo de uma grande diversidade de outros organismos. A primeira evidência do uso humano de algas marinhas foi encontrada em restos orgânicos com 15.000 anos no sul do Chile, onde um antigo grupo migratório de origem costeira se estabeleceu e terá utilizado algas na sua alimentação (Dillehay et al., 2008). Textos antigos e estudos etnográficos diversos têm revelado que as algas marinhas foram usadas pelo homem ao longo dos tempos e em diversas civilizações, não só na alimentação, mas também como medicamento, em cosméticos, tinturarias e como fertilizante agrícola (Battacharyya et al., 2015). Em Portugal, o seu uso como fertilizante agrícola terá sido, contudo, o mais generalizado (Pereira e Cotas, 2020).

O valor fertilizante reconhecido às algas marinhas tem vindo a aumentar o seu uso na agricultura e diversificado as formas de utilização. Para além da sua aplicação como corretivo orgânico

diretamente ao solo, a partir da segunda metade do século XX ganhou importância o uso de extratos à base de algas para aplicação por via foliar, na água de rega ou em hidroponia. Com extratos usam-se quantidades muito pequenas de matéria-prima o que permite generalizar o seu uso a regiões afastadas das zonas costeiras. No formato de extratos, a quantidade de nutrientes aplicados por unidade de área é insignificante para poder influenciar o crescimento das plantas pelo seu baixo conteúdo em nutrientes. Contudo, tem vindo a ser demonstrado que os extratos de algas marinhas têm capacidade para estimular o crescimento das plantas, sendo os seus efeitos mediados por promotores de crescimento e elicitores (Rouphael e Colla, 2020).

Algumas algas marinhas contêm diversos compostos com atividade hormonal, designadamente auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico, poliamidas, polissacáridos e compostos fenólicos (du Jardin et al., 2020). Para além disso, há também evidência de que os efeitos hormonais dos extratos de algas marinhas se explicam, em grande medida, por regulação negativa e positiva (down and upregulation) dos genes de biossíntese das hormonas nos tecidos das plantas e em menor extensão pelo conteúdo hormonal original dos extratos de algas (du Jardin, 2015; De Saeger et al., 2020).

9.3 As algas marinhas como bioestimulante para as plantas

As algas marinhas utilizadas na forma de extrato para aplicação ao solo ou em caldas foliares não devem ser vistas como fertilizantes, devido à reduzida quantidade de nutrientes que contêm. Estes produtos são normalmente incluídos no grupo dos bioestimulantes. O conceito “bioestimulante das plantas” tem sido difícil de estabelecer, embora venha sendo utilizado há alguns anos a esta parte em contextos variados. Nele se têm incluído, para além de extratos de algas, ácidos húmicos e fúlvicos, extratos de plantas, hidrolisados de proteínas e outros compostos azotados (com grande destaque para aminoácidos), quitosano e outros biopolímeros e compostos inorgânicos diversos (fosfite, silício, ...). Recentemente, tem sido defendido que o conceito deve incluir produtos contendo microrganismos benéficos (bactérias e fungos), habitualmente referidos como biofertilizantes. Assim, um bioestimulante das plantas é um produto que contém substâncias e/ou microrganismos cuja função, quando aplicado às plantas ou à rizosfera, é estimular processos naturais que beneficiem a absorção e a eficiência de uso de nutrientes, favorecem a tolerância a stresses abióticos e/ou a qualidade das plantas (Colla e Rouphael, 2015; Shukla et al., 2019; du Jardin et al., 2020).

A União Europeia reconheceu recentemente os bioestimulantes das plantas como uma categoria distinta dentro dos produtos fertilizantes, em regulamento publicado em 25 de junho de 2019 no jornal oficial da União Europeia [Regulamento (UE) 2019/1009, de 5 de junho]. De acordo com a nova regulamentação, um bioestimulante para plantas é um produto fertilizante UE cuja função é estimular os processos de nutrição das plantas, independentemente do teor de nutrientes do produto, com o único objetivo de melhorar pelo menos uma das seguintes características das plantas ou da sua rizosfera: a) eficiência na utilização de nutrientes; b) tolerância ao stress abiótico; c) características de qualidade; ou d) disponibilidade de nutrientes no solo ou na rizosfera. Dos bioestimulantes para plantas não se espera uma ação direta sobre pragas ou doenças ainda que se tenha verificado que alguns podem melhorar a tolerância das plantas a stresses bióticos (Gunupuru et al., 2019; Patel et al., 2020). De qualquer forma, a legislação

européia considera que os bioestimulantes são, por natureza, mais semelhantes aos produtos fertilizantes do que à maioria dos produtos fitofarmacêuticos. Os seus efeitos complementam os fertilizantes e têm por objetivo otimizar a eficiência destes e reduzir as quantidades de fertilizantes a aplicar.

De uma forma global, espera-se que o mercado dos bioestimulantes das plantas cresça a uma taxa de 12,3% ao ano e que possa atingir o valor de 5,5 mil milhões de dólares em 2027 (Carmody et al., 2020). Atualmente, os extratos de algas de uso mais generalizado são obtidos a partir da espécie *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolies. Vasta literatura tem evidenciado que os extratos destas algas podem beneficiar as plantas em diversos aspetos, aumentando a sua tolerância à salinidade (Shukla et al., 2019), a temperaturas elevadas (Carmody et al., 2020), a stresse hídrico (Xu e Leskovar, 2015; Goñi et al., 2018) e/ou aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos (Taskos et al., 2019; Viencz et al., 2020). Referências relativas à redução da incidência de doenças também são comuns. Gunupuru et al. (2019), por exemplo, reportaram redução de incidência de podridão cinzenta em ameixeiras e Patel et al. (2020) uma melhor ativação das defesas do feijoeiro contra o oídio. É também frequente um produto bioestimulante comercial conter misturas de diversas substâncias ou o mesmo produto ser recomendando tanto para aplicação foliar como ao solo, obtendo-se por vezes sinergismos benéficos para as plantas no uso destas misturas (Sandepogu et al., 2019).

9.4 Utilização potencial de extratos de algas marinhas na fruticultura de sequeiro

No interior Norte de Portugal, o setor dos frutos secos, com particular destaque para a amendoeira, está instalado em solos de fertilidade muito reduzida (Figura 9.1). As principais fragilidades edáficas são causadas por um declive das parcelas geralmente elevado, habitualmente destinadas a estes pomares, cujos solos, devido a erosão contínua, apresentam espessura efetiva muito reduzida, bem como teores de argila e matéria orgânica muito baixos. Daqui resulta o principal constrangimento ao desenvolvimento das árvores que é a reduzida capacidade de armazenamento de água, tendo em conta que esta é uma agricultura quase integralmente de sequeiro. Os aspetos referidos, associados à acidez dos solos e à reduzida disponibilidade de alguns nutrientes importantes, fazem com que estes agro-sistemas tenham fraca produtividade primária. Deve também acrescentar-se que no contexto do aquecimento global é expectável que as condições ambientais se agravem, com aumento das vagas de calor e redução da precipitação anual (Quinteiro et al., 2019). Neste cenário, a técnica cultural deve estar em permanente adaptação a um ambiente em mudança (Correia e Rodrigues, 2020).

Os extratos de algas marinhas são conhecidos por melhorarem o desempenho das plantas, sobretudo em situações de stresse abiótico. No plano teórico, os pomares de sequeiro poderiam beneficiar com a utilização destes fatores de produção tendo em conta as fortes restrições ecológicas em que são cultivados. Contudo, grande parte da investigação que tem sido feita com algas marinhas ocorreu em ambiente muito controlado, em vasos ou em estufa. Em escala comercial é mais difícil obter resposta das plantas à aplicação destes produtos (Afonso et al., 2021). Na aplicação à escala comercial há muitos aspetos que têm de ser otimizados para que se possa tirar partido efetivo da sua utilização. Pouco ou nada se sabe sobre as melhores datas (estados fenológicos) e momentos (hora do dia) de aplicação ou por quanto tempo persiste

o efeito do produto e qual a frequência de aplicação mais adequada. A gama de produtos no mercado também é muito diversa, dependendo das marcas, não sendo crível que todos tenham efeito similar. É também comum em produtos comerciais a combinação de várias substâncias com efeito bioestimulante, o que dificulta a avaliação separada de cada constituinte podendo mesmo haver efeitos sinérgicos entre eles. Por outro lado, os produtos têm um custo de mercado tendencialmente elevado. Tem sempre de se avaliar se o retorno em produtividade ou no valor da produção compensa o investimento no produto e na sua aplicação.



Figura 9.1. Amendoal se sequeiro instalado em solo de baixa fertilidade

9.5 Nota final

A presença no mercado nacional de fertilizantes de produtos contendo extratos de algas marinhas é significativa. Eles aparecem em formulações para aplicação de caldas foliares, mas também para aplicação ao solo, sobretudo na água de rega. O marketing destes produtos é relativamente fácil, porque podem ser comercializados como produtos inovadores e tem por base as algas marinhas, um produto fertilizante de valor inquestionável. Contudo, aquilo que se aplica não são diretamente as algas, mas extratos obtidos a partir delas, sendo as quantidades aplicadas realmente diminutas. Os extratos de algas podem ser aplicados em doses de 3 a 4 litros por hectare. Não há ainda estudos independentes suficientes que permitam assegurar que resulta sempre um benefício para o produtor da sua aplicação, pelo que é muito importante intensificarem-se estudos que façam alguma luz sobre este importante setor do mercado dos fertilizantes, hoje designados de bioestimulantes para as plantas. Para os produtores eles são fatores de produção, têm um custo assegurado (do produto e da aplicação), mas ninguém pode assegurar um retorno quantificado.

Referências

- Afonso, S., Arrobas, M., Rodrigues, M.Â. 2021. Response of Hops to Algae-Based and Nutrient-Rich Foliar Sprays. *Agriculture* 11, 798. <https://doi.org/10.3390/agriculture11080798>
- Battacharyya D, Babgohari MZ, Rathor P, Prithiviraj B (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Sci Hortic* 196: 39–48.
- Carmody N, Goñi O, Łangowski Ł and O'Connell S (2020). Ascophyllum nodosum extract biostimulant processing and its impact on enhancing heat stress tolerance during tomato fruit set. *Front Plant Sci* 11:807.
- Colla G, Rouphael Y (2015). Biostimulants in horticulture. *Sci Hortic* 196: 1–2.
- Correia CM, Rodrigues MA (2020). Alterações climáticas e degradação do solo no interior de Portugal: um cocktail explosivo para as culturas perenes. *Revista Agrotec* 36 (Setembro): 4-7.
- De Saeger J, Van Praet S, Vereecke D, Park J, Jacques S, Han T, Depuydt S (2020). Toward the molecular understanding of the action mechanism of Ascophyllum nodosum extracts on plants. *J Appl Phycol* 32: 573–597.
- Dillehay TD, Ramirez C, Pino M, Collins MB, Rossen J, Pino-Navarro JD (2008). Monte Verde: seaweed food, medicine, and the peopling of South America. *Sci* 320: 784–789.
- 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.
- Goñi O, Quille P, O'Connell S (2018). Ascophyllum nodosum extract biostimulants and their role

in enhancing tolerance to drought stress in tomato plants. *Plant Physiol Biochem* 126: 63–73.

Goñi O, Quille P, O'Connell S (2020). Seaweed Carbohydrates. In: Geelen D, Xu L (eds). *The Chemical Biology of Plant Biostimulants*. Wiley, NJ, USA, p. 57-94.

Gunupuru LR, Patel JS, Sumarah MW, Renaud JB, Mantin EG, Prithiviraj B (2019). A plant biostimulant made from the marine brown algae *Ascophyllum nodosum* and chitosan reduce *Fusarium* head blight and mycotoxin contamination in wheat. *PLoS ONE* 14(9): e0220562.

Patel JS, Selvaraj V, Gunupuru LR, Rathor PK, Prithiviraj B. (2020). Combined application of *Ascophyllum nodosum* extract and chitosan synergistically activates host-defense of peas against powdery mildew. *BMC Plant Biol* 20:113.

Pereira L, Cotas J (2020). Historical Use of Seaweed as an Agricultural Fertilizer in the European Atlantic Area. In: Pereira L, Bahcevandziev K, Joshi NH (eds). *Seaweeds as Plant fertilizers, and Agricultural Biostimulants and Animal Feeder*. CRC Press, NW, USA, p. 1-22.

Quinteiro P, Rafael S, Vicente B, Marta-Almeida M, Rocha A, Arroja L, Dias AC (2019). Mapping green water scarcity under climate change: A case study of Portugal. *Sci Total Environ* 696:134024.

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

Sandepogu M, Shukla PS, Asiedu S, Yurgel S, Prithiviraj B (2019). Combination of *Ascophyllum nodosum* extract and humic acid improve early growth and reduces post-harvest loss of lettuce and spinach. *Agriculture* 9: 240.

Shukla PS, Mantin EG, Adil M, Bajpai S, Critchley AT, Prithiviraj B (2019). *Ascophyllum nodosum*-based biostimulants: Sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management. *Front. Plant Sci.* 10: 655.

Taskos D, Stamatiadis S, Yvin J-C, Jamois F (2019). Effects of an *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. extract on grapevine yield and berry composition of a Merlot vineyard. *Sci Hortic* 250: 27–32.

Vienz T, Oliari ICR, Ayub RA, Faria CMDR, Botelho RV (2020). Postharvest quality and brown rot incidence in plums treated with *Ascophyllum nodosum* extract. *Ciênc Agrár (Londrina)* 41(3): 753-766.

Xu C, Leskovar DI (2015). Effects of *A. nodosum* seaweed extracts on spinach growth, physiology and nutrition value under drought stress. *Sci. Hortic.* 183: 39–47.