



3º Simpósio Nacional de Fruticultura

Vila Real, 4 e 5 de dezembro de 2014



Associação
Portuguesa de
Horticultura



Centre for the Research and Technology of
Agro-Environment and Biological Sciences



Centro Operativo e Tecnológico
Hortofrutícola Nacional

Ficha Técnica:

Título: 2º Simpósio Nacional de Fruticultura

Colecção: Actas Portuguesas de Horticultura, nº 23

Editor: ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE HORTICULTURA

Rua da Junqueira, 299 – 1300-338 Lisboa

Coordenação: Raúl Rodrigues e Ana Paula Silva

Autores: vários

Edição e Coordenação: Raúl Rodrigues e Ana Paula Silva

Tiragem: 200 exemplares

ISBN: 978-972-8936-16-7

Otimização da aplicação de um bio-estimulante para o aumento da produtividade e qualidade do morango

João F. Silva¹, Rita F. Pinheiro¹, Ana L. Amaro², Maria J. Pereira², Mariana Roriz², Ana Aguiar¹, Manuela Pintado², Marta W. Vasconcelos², Susana M.P. Carvalho^{1,2,*}

¹ Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, Departamento de Geociências Ambiente e Ordenamento do Território, Rua do Campo Alegre 697, 4169-007 Porto, Portugal

² CBQF - Centro de Biotecnologia e Química Fina – Laboratório Associado, Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa/Porto, Rua Arquitecto Lobão Vital, Apartado 2511, 4202-401 Porto, Portugal, * Email: susana.carvalho@fc.up.pt

Resumo

Os bio-estimulantes à base de produtos naturais têm vindo a ser utilizados por alguns produtores de morango para aumentar a produtividade e qualidade do fruto. Atendendo ao seu elevado custo é premente levar a cabo estudos que permitam validar os seus efeitos e otimizar a sua aplicação. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de um bio-estimulante comercial à base de extratos de algas na produtividade e qualidade do morango produzido em sistema de cultura sem solo. Nesse sentido, foram testadas duas vias de administração (fertirrega e foliar), duas frequências de aplicação (a cada 15 e a cada 30 dias, durante todo o ciclo cultural) e três doses de bio-estimulante (1,5; 3,0 e 4,5 l/ha). De um modo geral, a aplicação do bio-estimulante para o aumento da produção revelou-se mais eficaz por via da fertirrega comparativamente à aplicação foliar. O maior acréscimo de produtividade foi observado aquando da aplicação de 4,5 l/ha a cada 15 dias por fertirrega (20%), tendo-se verificado um aumento do número total de frutos produzidos (11%) e do peso médio dos frutos (8%), comparativamente ao controlo comercial (1,5 l/ha a cada 30 dias). No que respeita os parâmetros de qualidade, observou-se um aumento máximo de firmeza (45%), na aplicação via fertirrega de 4,5 l/ha de bio-estimulante a cada 30 dias. Aplicações foliares demonstraram promover um maior teor de sólidos solúveis dos frutos e a manutenção da sua luminosidade durante o armazenamento. Os resultados deste estudo evidenciam claramente que a escolha do método de aplicação do bio-estimulante tem um impacto relevante em particular na produtividade e textura dos frutos.

Palavras-chave: *Ascophyllum nodosum*, cor, extratos de algas, firmeza, *Fragaria ananassa*, grau brix, número de frutos.

Abstract

Biostimulants derived from natural products are being used by several strawberry growers to increase productivity and fruit quality. Given their high cost it is of utmost importance to carry out studies to validate their positive effect at plant level and to optimize their application. This study aimed at evaluating the effect of a commercial seaweed-derived biostimulant on yield and quality of strawberry produced in soilless cultivation system. Therefore, two application methods (fertigation and foliar application), two frequencies of application (every 15 and every 30 days throughout the cultivation period) and three doses of biostimulant (1.5, 3.0 and 4.5 l/ha) have been tested. In general, the application of biostimulant aiming at increased productivity proved to be more effective via fertigation compared to foliar application. The highest productivity was observed upon application of 4.5 l/ha every 15 days via fertigation (20% increase), with an increase in the total number of fruits produced (11%) and in the average fruit fresh weight (8%), compared to the commercial control (i.e. 1.5 l/ha every 30 days). As regards the quality parameters, there was a maximum increase of firmness

(45%) when 4.5 l/ha of seaweed extract was applied via fertigation every 30 days. Foliar applications promoted the highest levels of soluble solids content and were efficient in maintaining the fruit brightness during storage. This study clearly showed that the method, dose and frequency of biostimulant application has a significant impact on the productivity and fruit texture.

Introdução

Devido à crescente competitividade no setor hortofrutícola, os produtores de morango procuram aumentar a produtividade recorrendo frequentemente à aplicação de reguladores de crescimento de síntese, à base de giberelinas (Roussos *et al.*, 2009). No entanto, a aplicação destes químicos privilegia o aumento da dimensão do fruto descurando as propriedades bioquímicas e o sabor do mesmo. Como tal, tem-se verificado um aumento da insatisfação dos consumidores de morango devido ao sabor e qualidade inconsistente destes frutos (Azodanlou *et al.*, 2003). Assim, nos últimos 10-15 anos os bio-estimulantes à base de extratos de algas marinhas começaram a ser amplamente utilizados como alternativa aos reguladores de crescimento de síntese (Craigie *et al.*, 2011). Estes produtos possuem na sua composição substâncias bioativas, potenciadoras do metabolismo das plantas quando aplicados em pequenas quantidades (Zhang & Schmidt, 1997). Entre as substâncias presentes nos bio-estimulantes à base de extratos de algas encontram-se nutrientes essenciais, vários compostos orgânicos, enzimas, ácidos húmicos e aminoácidos (ex. betaínas), vitaminas, hormonas vegetais (giberelinas, citocininas e auxinas) e elementos inorgânicos em baixas concentrações (Khan *et al.*, 2009; Zodape *et al.*, 2011; Abubakar *et al.*, 2013). Ao nível da planta têm sido descritos em diferentes estudos efeitos no aumento do desenvolvimento do sistema radicular (facilitando a absorção de água e nutrientes), aumento do crescimento vegetativo e aumento da taxa de floração e frutificação. Paralelamente, foi ainda observado um aumento da resistência a stresses abióticos (temperaturas extremas, seca, salinidade) e stress bióticos (resistência a pragas e doenças), o que resulta de um modo geral num aumento do rendimento das culturas (Crouch & van Staden 1992; Khan *et al.*, 2009; Zodape *et al.*, 2011; Dantas *et al.*, 2012).

Embora existam alguns estudos que comprovam o efeito positivo da aplicação de extratos de algas na cultura de morango (Roussos *et al.*, 2009; Alam *et al.*, 2013), a informação disponível é ainda muito escassa nomeadamente no que respeita a otimização da aplicação dos mesmos à cultura de morango em sistema hidropónico. Por exemplo, é sabido que em certas espécies o modo de aplicação (fertirrega ou foliar) (Spann & Little, 2011) assim como a dose de bio-estimulante aplicada influencia a eficácia do mesmo. Atendendo aos custos associados à utilização destes produtos é fundamental avaliar de uma forma detalhada os efeitos da sua aplicação a nível da produtividade e qualidade. Este estudo teve como objectivo otimizar a aplicação de um bio-estimulante comercial na produção de morangos em sistema hidropónico. Para tal, foram avaliados os efeitos do modo de aplicação (fertirrega e foliar), dose (1.5; 3.0 e 4.5 l/ha em fertirrega e 1.5 e 3.0 l/ha na aplicação foliar) e frequência de aplicação (quinzenal ou mensal) do bio-estimulante na produtividade e qualidade dos frutos. Os atributos de qualidade (teor em sólidos solúveis, firmeza e cor) foram avaliados quer à colheita quer após 7 dias de vida de prateleira, a 5 °C.

Material e Métodos

Condições de crescimento

Este estudo foi conduzido no período de Outubro de 2013 a Junho de 2014. Plantas enraizadas de morango (*Fragaria ananassa* Duch), cultivar 'Festival', com duas a três folhas, foram plantadas no dia 16 de Outubro de 2013, com uma densidade de 20 plantas m⁻² numa estufa multi-túnel de polietileno com 1 ha, equipada com o sistema New Growing System (NGS, Almería, Espanha). Este sistema de produção sem solo com recirculação da solução

nutritiva, é constituído mangas de polietileno de dupla camada onde é colocado o substrato (fibra de coco) e a tubagem, para garantir a fertirrega gota-a-gota. Estas mangas são suportadas por calhas de ferro suspensas a uma altura regulável.

No total foram avaliadas 10 modalidades de aplicação de um bio-estimulante comercial à base de extratos de algas (*Ascophyllum nodosum*) (Fitoalgas green, SAPEC Agro, Portugal), sendo seis tratamentos aplicados por fertirrega e quatro por via foliar (pulverização das folhas). Os seis tratamentos com aplicação por fertirrega resultaram da combinação de três concentrações de bio-estimulante (1.5, 3.0 e 4.5 l/ha), cada uma das quais aplicadas a cada 15 ou 30 dias, ao longo de todo o ciclo cultural. Os restantes quatro tratamentos foram aplicados por via foliar, com concentrações de 1.5 e 3.0 l/ha, também aplicados quinzenal ou mensalmente. O tratamento de controlo foi a aplicação de 1.5 l/ha a cada 30 dias, uma vez que essa era a modalidade utilizada pelo produtor sendo aplicada a toda a estufa, já que esta apenas possui um setor de fertirrega. Como tal, para os restantes tratamentos foi aplicada uma dose extra de bio-estimulante com o auxílio de uma seringa, sendo injectada individualmente em cada planta a dose extra correspondente ao respetivo tratamento.

Análise dos parâmetros produtivos

A colheita dos frutos decorreu de Fevereiro a Junho de 2014. Os frutos foram colhidos no estado de maturação comercial (i.e. 100 % da superfície com cor vermelha) já que os mesmos se destinam ao mercado nacional. Todos os frutos colhidos ao longo do ciclo cultural foram contados e pesados com uma balança de precisão. Com os dados recolhidos foram determinados os parâmetros de produtividade, expressos em peso total de frutos planta⁻¹ e em número de frutos planta⁻¹.

Análise dos parâmetros físico-químicos

No pico de produção foi efetuada uma avaliação de qualidade à colheita (dia 0) e após 7 dias de vida de prateleira em morangos conservados em câmaras de refrigeração a 5 °C. Nesse sentido foram determinados os seguintes parâmetros físico-químicos: teor em sólidos solúveis (TSS), firmeza e cor do pericarpo.

O TSS foi medido em cada amostra de sumo de morango (n = 3) através de um refratómetro digital (Modelo PR-32 Alpha, Atago Co., Tokyo, Japan). A firmeza dos frutos foi determinada na zona equatorial do fruto com recurso a um texturómetro (TA.XTPlus Texture Analyzer, Tetzgure Technologies, Massachusetts, EUA), equipado com uma célula de carga de 5 kg. A força para conduzir uma sonda cilíndrica TA-55, 5 mm de diâmetro a perfurar 5 mm do tecido, a uma velocidade de 1.5 mm s⁻¹ foi registada. A determinação da cor da epiderme dos frutos foi efetuada segundo o sistema de coordenadas CIE, L*, a*,b*, por meio de um colorímetro CR-400 (Konica-Minolta, Osaka, Japan), com um iluminante D65 e um ângulo de observação de 2°. O equipamento foi calibrado com uma placa branca no início de cada uma das datas de observação das amostras. A coordenada tonalidade (hue°) foi calculada pela equação $h^\circ = \arctan(b^*/a^*)$. As medições com o colorímetro foram realizadas na zona equatorial dos frutos de cada tratamento.

Resultados

Parâmetros de produtividade

A aplicação de bio-estimulante por fertirrega na dose de 4.5 l/ha a cada 15 dias, originou uma maior produtividade (20%; Fig. 1) comparativamente com o controlo (1.5 l/ha a cada 30 dias), embora sem diferenças significativas entre estes tratamentos. O aumento de produtividade resultou do acréscimo do número total de frutos produzidos (10%; Fig. 1) assim como do aumento do peso médio do fruto (8%; resultados não apresentados). Relativamente ao modo de aplicação, verifica-se que geralmente a aplicação de bio-estimulante por fertirrega é mais eficaz no aumento da produtividade, apresentando ainda um número de frutos por planta

significativamente superior ao observado nos tratamentos por via foliar. Por fim, avaliando o efeito da frequência de aplicação na produtividade pode-se concluir que a aplicação do bio-estimulante a cada 15 dias promoveu o peso total de frutos produzidos por planta com diferenças significativas na maioria dos tratamentos via fertirrega e foliares (Fig. 1A). Curiosamente, quando comparados tratamentos que resultaram na mesma dose de bio-estimulante numa base mensal (i.e. dose 1.5 l/ha a cada 15 dias comparativamente com 3 l/ha a cada 30 dias), verifica-se que uma menor dose de bio-estimulante mais frequente é mais eficaz no aumento do número de frutos.

Um estudo recente também demonstrou o aumento da produtividade (em 30 a 40%) e do número de frutos em três cultivares de morango ('Camarosa', 'Chandler' e 'Festival') tratadas com 1 ou 2 g/l de bio-estimulante em pó à base de extratos de algas *Ascophyllum nodosum*. Porém, aplicações de doses superiores (4 g/l) não tiveram efeito significativo nestes parâmetros produtivos quando comparados com plantas controlo onde não foi aplicado bio-estimulante. Paralelamente a cultivar 'Albion' não se mostrou sensível à aplicação de bio-estimulante, o que revela que existe uma interação entre o bio-estimulante e a cultivar (Alam *et al.*, 2013). A aplicação de Actiwave® aumentou igualmente a produtividade (g planta⁻¹) em 26% (Spinelli *et al.*, 2010).

Parâmetros físico-químicos

Teor em sólidos solúveis

A aplicação de bio-estimulante via fertirrega, na dose de 1.5 l/ha a cada 15 dias resultou na produção de morangos com um TSS mais baixo quando comparado com os restantes tratamentos. Porém, esta diferença só foi significativa para aplicações de 3 e 4.5 l/ha a cada 30 dias na modalidade de fertirrega e na aplicação foliar de 1.5 l/ha a cada 30 dias, tendo representado um aumento máximo de 11% (Fig. 2.). Relativamente ao modo de aplicação, a aplicação foliar de bio-estimulante mostrou ser o método que, independentemente da concentração e frequência de aplicação, deu origem a frutos com maior TSS à colheita (Fig. 2).

Após 7 dias de armazenamento a 5 °C verificou-se uma tendência decrescente no TSS dos frutos armazenados, tendo sido esse decréscimo mais acentuado no tratamento 1.5 l/ha a cada 30 dias quando aplicados via fertirrega (o que representa o tratamento com menor dose de bio-estimulante). O decréscimo verificado no TSS sugere a redução no total de açúcares e pode ser atribuído à actividade metabólica dos frutos durante o armazenamento, podendo ser explicado pela hidrólise da sacarose e a utilização de açúcares redutores na respiração do fruto (Mishra & Kar, 2014). No caso da fertirrega, uma maior frequência na aplicação de bio-estimulante, ou seja, de 15 em 15 dias, parece ter um efeito benéfico na manutenção do TSS no fruto durante a vida de prateleira, possivelmente ao reduzir o stress metabólico possivelmente associado a uma aplicação mais esporádica, de 30 em 30 dias. Contrariamente, na aplicação foliar, a frequência de aplicação mais eficaz na manutenção do TSS foi a de 30 em 30 dias, o que pode ser interpretado pela facilidade de acesso ao bio-estimulante aplicado directamente na parte aérea da planta.

Firmeza

A firmeza é um critério frequentemente usado para avaliar a qualidade dos frutos, uma vez que está directamente relacionada com o desenvolvimento dos mesmos, com o amadurecimento e com o potencial de armazenamento dos mesmos (De Ketelaere *et al.*, 2004). Uma redução da firmeza de um fruto diminui o seu tempo de prateleira uma vez que os torna mais predispostos a lesões mecânicas, contaminações e aparecimento de bolor (Cordenunsi *et al.*, 2003).

A aplicação de bio-estimulante via fertirrega na dose de 4.5 l/ha a cada 30 dias promoveu o maior aumento da firmeza dos frutos à colheita, resultando em frutos 45% mais firmes que os do tratamento controlo, que por sua vez originou os frutos com a menor firmeza embora não

significativamente diferente de outros tratamentos (Fig. 3). Apesar de os melhores resultados de firmeza dos frutos terem sido observados com a aplicação de 4.5 l/ha a cada 30 dias, a aplicação da mesma concentração mas de 15 em 15 dias parece ter um efeito negativo neste parâmetro de qualidade. No que respeita a via de administração do bio-estimulante, a aplicação foliar não teve efeito benéfico na firmeza dos frutos relativamente ao método de aplicação fertirrega e não foram encontradas diferenças significativas entre diferentes doses e frequência de aplicação do bio-estimulante.

Como seria de esperar, do dia 0 para o dia 7 verificou-se de um modo geral uma diminuição na firmeza dos frutos (Fig. 3). Esta diminuição de firmeza ocorre, durante o armazenamento, independentemente do estado de maturação inicial do fruto (Nunes *et al.*, 2006). Verificou-se igualmente uma tendência decrescente na firmeza dos tratamentos via fertirrega com uma frequência de aplicação quinzenal à medida que a concentração aumenta, sugerindo um maior conteúdo de água na sua composição, uma vez que o seu peso apresenta uma tendência contrária à anteriormente referida (Fig. 1.) A firmeza do morango decresce ao longo do seu desenvolvimento, derivado em parte à expansão da parede celular à medida que o estado de hidratação aumenta (Schwab & Raab, 2004). A aplicação de tratamentos foliares à base de extratos de algas resultou num aumento do tempo de prateleira de pêssegos (Skelton & Senn, 1966). No caso da aplicação de bio-estimulante via foliar, nas doses de 1.5 e 3 l/ha, a cada 15 dias, verificou-se um aumento e a manutenção da firmeza dos frutos, respectivamente, o que pode estar relacionado com alguma desidratação na superfície dos frutos, provocada pelo contacto directo com o bio-estimulante.

Outra observação importante foi que a aplicação bio-estimulante na dose de 1.5 l/ha a cada 15 dias (3.0 l/ha no final de 30 dias) origina frutos com uma maior firmeza do que aplicar a 3.0 l/ha de 30 em 30 dias. Menor concentração com uma maior frequência tem um efeito positivo na firmeza dos frutos relativamente à aplicação de concentrações mais elevadas com menor frequência. O fornecimento mais frequente de bio-estimulante pouco concentrado pode resultar numa situação de melhor equilíbrio metabólico, favorecendo a manutenção da integridade das células e atrasando a perda de atributos de qualidade inerentes à vida de prateleira.

Cor

Os frutos provenientes dos tratamentos foliares, que apresentam a mesma dose de aplicação mensal (1.5 l/ha a cada 15 dias e 3.0 l/ha a cada 30 dias) resultaram no valor significativamente mais baixo de L^* à colheita (Tabela 1). De um modo geral, verificou-se uma tendência decrescente do valor de L^* durante o armazenamento, significando que o fruto se tornou mais baço, com exceção dos tratamentos acima indicados coo apresentando menor L^* à colheita onde se registou uma manutenção da luminosidade dos frutos. Já para as aplicações via fertirrega na dose 4.5 l/ha a cada 30 dias, registaram-se os valores significativamente mais elevados de L^* relativamente aos restantes tratamentos.

No que respeita a intensidade vermelha no dia da colheita, tal como foi descrito para a luminosidade, observou-se uma intensidade inferior nos frutos produzidos por plantas com aplicação foliar na dose 1.5 l/ha a cada 15 dias e 3 l/ha a cada 30 dias, com diferenças significativas para com os restantes tratamentos foliares. Passados 7 dias de armazenamento os frutos apresentam uma tendência de redução do valor de a^* , tendo sido registado que frutos provenientes do tratamentos de controlo 1.5 l/ha apresentaram o valor mais elevado e portanto, conservaram melhor a intensidade vermelha. No que diz respeito à tonalidade, no dia 0, os frutos oriundos do tratamento com a dose de 4.5 l/ha a cada 15 apresentaram o valor mais baixo de tonalidade, com diferenças significativas relativamente aos tratamentos via fertirrega mensais, com a exceção da aplicação de controlo. Por sua vez o valor mais alto foi registado na mesma dosagem responsável pelo valor mais baixo mas com frequência diferente (4.5 l/ha a cada 30 dias), com diferenças significativas relativamente às restantes aplicações via fertirrega mensais bem como aos tratamentos foliares na dose 1.5 l/ha a cada 15 dias e 3.0 l/ha a cada 30

dias, sendo que os frutos produzidos nestes dois últimos casos recebem a mesma dose mensalmente. Passados 7 dias de armazenamento, a tonalidade dos frutos decresceu de forma generalizada, indicando que os frutos ficaram com uma maior tonalidade vermelha.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao José Carvalho pelo apoio prestado para a implementação do ensaio na sua empresa Hortivolátil (Famalicão).

Referências

- Abubakar AR, Ashraf N, Ashraf M. 2013. Effect of plant biostimulants on growth, chlorophyll content, flower drop and fruit set of pomegranate Cv Kandhari Kabuli. *International Journal of Agriculture, Environment & Biotechnology* 6: 305-309.
- Alam MZ, Braun PG, Norrie J, Hodges DM. 2013. Effect of *Ascophyllum* extract application on plant growth, fruit yield and soil microbial communities of strawberry. *Canadian Journal of Plant Science* 93: 23-36.
- Azodanlou R, Darbellay C, Luisier JL, Villettaz JC, Amado R. 2003. Quality assessment of strawberries (*Fragaria* species). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 715-721.
- Cordenunsi BR, Nascimento JRO, Lajolo FM. 2003. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. *Food Chemistry* 83: 167-173.
- Craigie JS. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology* 23: 371-393.
- Crouch IJ, van Staden J. 1992. Effect of seaweed concentrate on the establishment and yield of greenhouse tomato plants. *Journal of Applied Phycology* 4: 291-296.
- Dantas ACVL, Queiroz JMO, Almeida VO, Vieira EL. 2012. Effect of gibberellic acid and the biostimulant stimulate® on the initial growth of tamarind. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34: 8-14.
- De Ketelaere B, Lammertyn J, Molenberghs G, Desmet M, Nicolai B, de Baerdemaeker J. 2004. Tomato cultivar grouping based on firmness change, shelf life and variance during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology* 34: 187-201.
- Khan W, Rayirath UP, Subramanian S, Jithesh MN, Rayorath P, Hodges DM, Critchley AT, Craigie JS, Norrie J, Balakrishnan P. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation* 28: 386-399.
- Mishra, R. & Kar, A. 2014. Effect of Storage on the Physicochemical and Flavour Attributes of Two Cultivars of Strawberry Cultivated in Northern India. *The Scientific World Journal*. vol. 2014, Article ID 794926, 7 pages.
- Nunes MCN, Brecht JK, Morais AMMB, Sargent SA. 2006. Physicochemical changes during strawberry development in the field compared with those that occur in harvested fruit during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 180-190.
- Roussos PA, Denaxa NK, Damvakaris T. 2009. Strawberry fruit quality attributes after application of plant growth stimulating compounds. *Scientia Horticulturae* 119: 138-146.
- Schwab W, Raab T. 2004. Developmental changes during strawberry fruit ripening and physico-chemical changes during postharvest storage. In: Dris R, Jain SM. (Eds.), *Production Practices and Quality Assessment of Food Crops, 'Quality handling and Evaluation'*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands 3: 341-369.

- Skelton BJ, Senn, TL. 1966. Effect of seaweed on quality and shelf-life of Harvest Gold and Jerseyland peaches. South Carolina Agr. Expt. Sta. Hort. Dept. Res. Ser. No. 86.
- Spann TM, Little HA. 2011. Applications of a commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* increases drought tolerance in container-grown ‘Hamlin’ sweet orange nursery trees. *HortScience* 46: 577-582.
- Spinelli F, Fiori G, Noferini M, Sprocatti M, Costa G. 2010. A novel type of seaweed extract as a natural alternative to the use of iron chelates in strawberry production. *Scientia Horticulturae* 125: 263–269.
- Zhang X, Schmidt RE. 1997. The impact of growth regulators on the a-tocopherol status in water-stressed *Poa pratensis* L. *International Turfgrass Society Research Journal* 8: 1364–1373.
- Zodape ST, Gupta A, Bhandari SC, Rawat US, Cahudhary DR, Eswara K, Chikara J. 2011. Foliar application of seaweed sap as biostimulant for enhancement of yield and yield quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Scientific and Industrial Research* 70: 215-219.

Quadros e figura

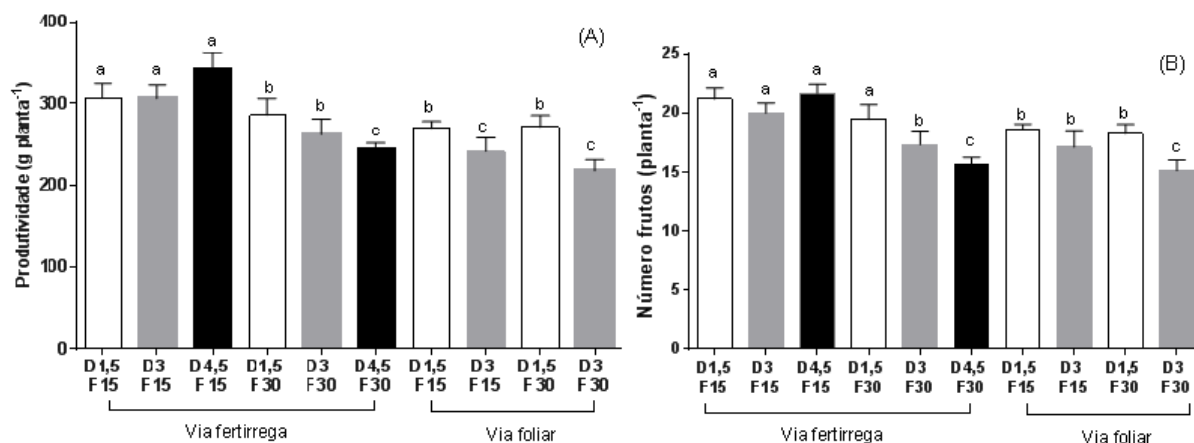


Figura 1 - Efeito da aplicação de bio-estimulante por via fertirrega e via foliar na produtividade em g/planta (A) e no número de frutos por planta (B) de morango cv. ‘Festival’ produzido em sistema hidropónico NGS. Letras diferentes indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre tratamentos. Abreviaturas: D = dose da aplicação de bio-estimulante (l/ha); F = frequência de aplicação (dias). Tratamento controle = D1,5 F30 via fertirrega.

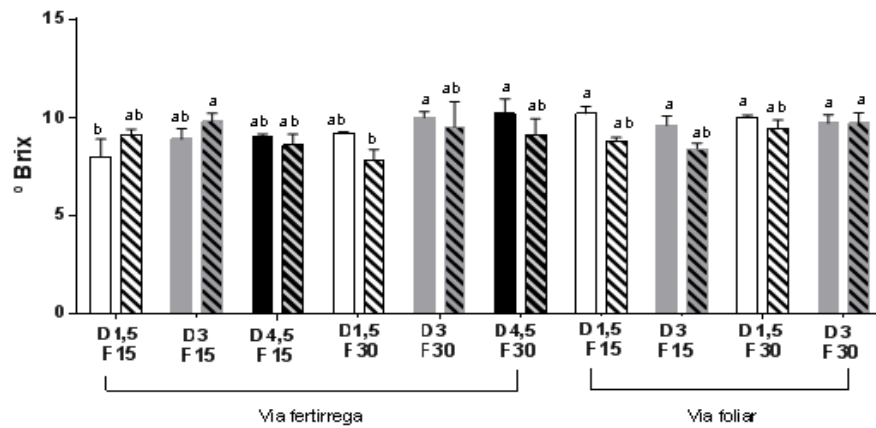


Figura 2 - Efeito da aplicação de bio-estimulante por via fertirrega e via foliar no grau brix de frutos, à colheita (barras sem riscas) e após 7 dias (barras com riscas) de vida de prateleira a 5°C, de morango cv. 'Festival' produzido em sistema hidropônico NGS. Letras diferentes indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre tratamentos para a mesma data. Abreviaturas: D = dose da aplicação de bio-estimulante (l/ha); F = frequência de aplicação (dias). Tratamento controle = D1,5 F30 via fertirrega.

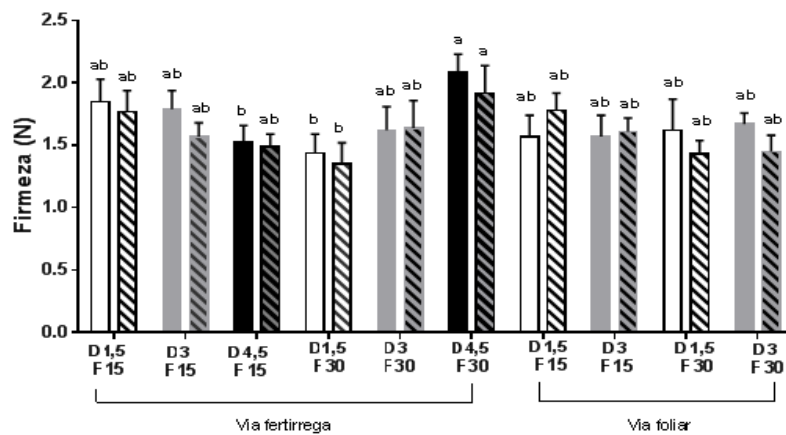


Figura 3 - Efeito da aplicação de bio-estimulante por via fertirrega e via foliar na firmeza de frutos, à colheita (barras sem riscas) e após 7 dias (barras com riscas) de vida de prateleira a 5°C, da cultivar 'Festival' produzido em sistema hidropônico NGS. Letras diferentes indicam diferenças significativas ($P < 0,05$) entre tratamentos para a mesma data. Abreviaturas: D = dose da aplicação de bio-estimulante (l/ha); F = frequência de aplicação (dias). Tratamento controle = D1,5 F30 via fertirrega.

Tabela 3 - Efeito da aplicação de bio-estimulante nos Parâmetros: Luminosidade, Coordenada a*, Tonalidade e Diferença de Cor Total de frutos à colheita (dia 0) e após 7 dias de vida de prateleira a 5°C. Os valores apresentados são as médias ± erro padrão. Abreviaturas: D = concentração da aplicação de bio-estimulante (L/ha); F frequência de aplicação (dias). Tratamento controle = D1,5 F30 via fertirrega.

Tratamento	Luminosidade (L*)		Coordenada a*		Tonalidade (h°)		Δ E
	Dia 0	Dia7	Dia 0	Dia 7	Dia 0	Dia7	
Fertirrega							
D1,5 F15	35,9±1,83 bc	32,9±1,92 ab	36,8±3,70 bc	35,1±1,97 bc	29,30±3,51 ab	27,84±2,36 ab	6,50±2,37 a
D3 F15	36,4±3,01 bc	32,9±2,05 ab	37,7±3,15 c	34,9±3,21 bc	29,03±2,95 ab	28,51±3,72 ab	7,60±4,58 a
D4,5 F15	35,0±2,59 ab	34,1±3,4 bc	35,4±3,64 bc	33,8±2,88 bc	27,11±3,41 a	29,25±4,18 ab	7,04±4,34 a
D1,5 F30	34,9±1,81 ab	34,3±3,18 bc	35,9±3,20 bc	35,8±3,71 c	28,21±3,60 ab	28,76±2,68 ab	6,49±4,82 a
D3 F30	35,0±2,38 ab	32,6±2,03 a	34,6±2,65 ab	33,2±3,43 a	28,94±4,17 b	26,02±1,95 b	6,42±4,38 a
D4,5 F30	37,6±2,48 c	33,6±1,2 b	36,0±3,91 bc	33,6±1,91 a	31,87±4,44 c	28,50±3,10 ab	7,89±3,11 a
Foliar							
D1,5 F15	33,9±2,06 a	34,4±2,63 bc	32,8±2,74 a	33,5±4,13 a	28,28±3,48 ab	29,21±3,76 ab	6,41±2,26 a
D3 F15	36,2±2,93 bc	32,9±2,66 ab	35,9±2,93 bc	33,2±3,38 a	30,15±3,81 b	28,42±3,02 a	8,31±4,47 a
D1,5 F30	36,5±3,23 bc	34,8±1,82 c	35,9±4,72 bc	34,4±3,21 a	29,87±3,90 ab	29,25±1,96 a	8,11±4,01 a
D3 F30	33,4±2,03 a	34,6±1,92 c	32,9±2,60 a	34,4±1,97 b	27,50±2,79 ab	27,90±3,22 ab	6,12±2,52 a