ISSN: 1984-5529 Científica Dracena v.54, n.1, 2026

https://doi.org/10.5016/1984-5529.2026.v54.1394

Bioestimulantes e condicionadores de solo no cultivo de *Physalis peruviana*

Bioestimulants and soil conditioners in the cultivation of *Physalis peruviana*

Henrique Martins de OLIVEIRA[1], Leila Aparecida Salles PIO[2], Paulo Henrique Sales GUIMARÃES[3], Paulo César de MELO[2], Dalilhia Nazaré dos SANTOS[2], Rafael PIO[2], Ana Claudia COSTA[4], Moysa Silva de ASSIS[1]

[1] Mestre em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras. e-mail: henriqueoliveir@hotmail.com, moysa.assis2@estudante.ufla.br;
[2] Doutor/a em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras. e-mail: leila.pio@ufla.br, rafaelpio@ufla.br, pcmelo@ufla.br, dalilhiasantos@empaer.mt.gov.br;
[3] Doutor em Estatística e Experimentação Agropecuária, Universidade Federal de Lavras. e-mail: paulo.guimaraes@ufla.br;
[4] Autor para correspondência, Doutora em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Departamento de Agricultura, Aquenta Sol, Lavras – MG, CEP: 37200-900, e-mail: anaclaudia.costa@ufla.br.

Recebido em: 08-03-2022; Aceito em: 26-10-2026

Resumo

O *fisális* (*Physalis peruviana*), frutífera pertencente à família Solanaceae, é originário dos Andes sul-americanos emuito cultivado na Colômbia, mas ainda pouco conhecido no Brasil. Devido a exploração comercial recente no país, ainda há desconhecimento científico sobre o manejo da adubação dessas plantas, especialmente em relação ao uso de bioestimulantes e condicionadores de solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de bioestimulantes e condicionadores de solo no cultivo de *fisális*. As plantas foram colocadas em vasos de 20 L com substrato comercial juntamente com os condicionadores de solo (calcário de conchas de ostras e *Lithothamnium calcareum*), ambos na concentração de 6 $kg.m^{-3}$. Quinzenalmente as plantas foram pulverizadas via foliar com os bioextratos de algas bioestimulantes (*Ascophyllum nodosum*; *Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis; Laminaria digitata, Hypnea musciformis e Sargassum Vulgare*) na concentração 10 $mL.L^{-1}$. Foram realizadas análises fitotécnicas quinzenalmente, mensurando-se altura de planta, diâmetro do caule, número de flores, número de frutos, teor de clorofila das folhas e foi quantificada a produção. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2 (3 bioextratos de algas x 2 condicionadores de solo), perfazendo 6 tratamentos, com 18 repetições. A análise estatística foi realizada utilizando o modelo de distribuição de Poisson e modelo misto generalizado, que expressa a probabilidade de uma série de eventos ocorrerem em certo período de tempo. Conclui-se que os três bioestimulantes (bioextratos de algas) e os dois condicionadores favoreceram o crescimento e produção de *Physalis peruviana.*

Palavras-chave adicionais: extrato de algas; fruticultura tropical; nutrição de plantas.

Abstract

Cape gooseberry (*Physalis peruviana*), a fruit belonging to the Solanaceae family, is originally from the South American Andes, being widely explored in countries like Colombia, but still little known and cultivated in Brazil. Due to recent commercial exploitation in Brazil, there is still a lack of scientific knowledge about the management of the fertilization of these plants, especially in relation to the use of biostimulants and soil conditioners. The aim of this work was to evaluate the effect of biostimulants and soil conditioners in the cultivation of cape gooseberry. The plants were placed in 20 L pots with commercial substrate together with soil conditioners (oyster shell limestone and *Lithothamnium calcareum*), both at a concentration of 6 $kg.m^{-3}$. Biweekly the plants were sprayed via leaf with bioextracts of biostimulating algae (*Ascophyllum nodosum*; *Laminaria digitata* and *Hypnea musciformis*; *Laminaria digitata*, *Hypnea musciformis* and *Sargassum Vulgare*) at a concentration of 10 $mL.L^{-1}$. Phytotechnical analyzes were performed biweekly, measuring plant height, stem diameter, number of flowers, number of fruits, production per plant and chlorophyll content. The experimental design used was completely randomized in a 3 x 2 factorial scheme (3 algae bioextracts x 2 soil conditioners), totaling 6 treatments, with 18 repetitions. Statistical analysis was performed using the Poisson distribution model and generalized mixed model, which expresses the probability of a series of events occurring in a certain period of time. It is concluded that the three biostimulants (algae bioextracts) and the two conditioners were efficient in the vegetative and productive increments of *Physalis peruviana*.

Additional keywords: plant nutrition; seaweed extract; tropic fruit growing.

Introdução

Pertencente à família Solanaceae, o fisális (*Physalis peruviana* L.) é caracterizado por um cálice permanente e inflado que envolve e protege o fruto contra herbívoros e intempéries (SILVA *et al*., 2016). Seu cultivo é amplamente difundido na Colômbia e outros países dos Andes sul-americanos. No Brasil essa frutífera é mais conhecida como “camapum” e “joá-de-capote” e pode ser confundida com outras espécies. A fruta é considerada nobre, como a amora, cereja, framboesa, mirtilo e pitaya e apresenta elevado valor de mercado, fazendo com que seu consumo fique restrito ao mercado gourmetizado. Segundo Silva *et al*. (2017), seu consumo ainda é reduzido no país devido ao alto valor agregado dos frutos, exigência em mão de obra especializada no manejo, colheita e cuidados no transporte e armazenamento.

O cultivo do fisális é uma opção interessante na diversificação de pomares para pequenos fruticultores, devido à rusticidade da cultura, elevado valor de mercado dos frutos, possibilidade de processamento em geleias, doces, sorvetes e de comercialização de produtos orgânicos (Curi *et al*., 2017). *Physalis peruviana* entrou recentemente no ranking de pequenas frutas e tem apresentado grande potencial para o mercado nacional e internacional, atraindo consumidores devido ao seu sabor exótico e inúmeros benefícios nutricionais (Moura *et al*., 2016).

A exploração comercial no Brasil é recente, assim, ainda há desconhecimento científico sobre o manejo da adubação dessas plantas (Silva *et al*., 2016), especialmente em relação ao uso de bioestimulantes e condicionadores de solo que podem propiciar ganhos em produtividade e consequentemente, incremento na renda do produtor.

Os bioestimulantes podem ser definidos como produtos que contêm princípio ativo capaz de atuar direta ou indiretamente sobre toda planta ou parte dela, elevando a sua produtividade por conter fitormônios, os quais são estimulantes do crescimento e desenvolvimento de plantas, bem como da produção de frutos (Vasconcelos, 2006). Os bioestimulantes provenientes de bioextratos de algas marinhas, constituem uma alternativa ecologicamente correta ao uso de fertilizantes (Carvalho & Castro, 2014) e nas últimas décadas, houve aumento significativo na utilização desses insumos na agricultura.

Estudos com substâncias bioestimulantes, como os bioextratos de algas marinhas, mostram aumento na resistência e adaptação das plantas às condições de estresse (Nair *et al*., 2011). Além disso, os bioestimulantes têm sido utilizados em muitas culturas, promovendo o desenvolvimento de plantas por possuírem compostos como aminoácidos, vitaminas e sais minerais (Carvalho & Castro, 2014).

Já os condicionadores de solo são produtos com ação corretiva da acidez do solo, promovem a melhoria das propriedades físicas, físico-químicas e biológicas, da capacidade de troca de cátions e da estrutura do solo (Formoso *et al*., 2008).

Apesar de existirem estudos com bioestimulantes e condicionadores de solo em algumas culturas, sabe-se pouco sobre o efeito desses produtos no crescimento e desenvolvimento das plantas e não há informações sobre possíveis interações entre os bioestimulantes, como os bioextratos de algas, em associação com os condicionadores de solo.

Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de bioextrato de algas marinhas e condicionadores de solo no cultivo de *fisális*.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Olericultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), município de Lavras-MG, região Sul do estado de Minas Gerais, a 918 m de altitude, latitude 21º14'S e longitude 45º00'GRW. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima regional é do tipo Cwa, com características Cwb, apresentando duas estações definidas: seca, com temperaturas mais baixas de abril a setembro, e chuvosa, com temperaturas mais elevadas, de outubro a março. O experimento foi realizado entre os meses de maio a outubro de 2016.

Foram preenchidos 108 vasos (20 L) com substrato comercial Tropstrato (Viva Verde®), composto por casca de pinus, turfa e vermiculita expandida, enriquecidos com macro e micronutrientes. O substrato apresentava 60% (p/p) de umidade, 130% (p/p) de capacidade de retenção de água, 200 $kg.m^{-3}$ de densidade em base seca, 5,8 de pH. Os condicionadores de solo foram misturados ao substrato na proporção de 6 $kg.m^{-3}$ de calcário de conchas ou de *Lithothamnium calcareum*, de acordo com os tratamentos utilizados.

As mudas de fisális foram obtidas por sementes extraídas de frutos maduros, lavadas em água corrente e secadas a sombra. Após a germinação em bandejas contendo substrato comercial estas foram transplantadas, 30 dias após a semeadura, para os vasos e mantidas em estufa com sistema de irrigação por gotejamento. A partir de então foram efetuadas pulverizações foliares com os bioextratos de algas marinhas na concentração 10 $mL.L^{-1}$, a cada 15 dias, totalizando 5 pulverizações (0, 15, 30, 45 e 60 dias após o transplantio) sendo estes: *Ascophyllum nodosum* (produto comercial); *Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis*; *Laminaria digitata*, *Hypnea musciformis e Sargassum vulgare*.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2 (3 bioextratos de algas x 2 condicionadores de solo), perfazendo 6 tratamentos, com 18 repetições. As avaliações ocorreram em 5 tempos distintos (0, 15, 30, 45 e 60 dias após o transplantio), caracterizando um experimento com medidas repetidas. Assim, é razoável considerar que exista correlação entre as diferentes observações feitas em uma mesma unidade experimental, de forma que um modelo linear clássico não é adequado, por pressupor a independência entre as observações. Desta forma, o modelo mais simples para ensaios com medidas repetidas no tempo é o modelo de parcela subdivida, da seguinte forma:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \gamma_{ij} + \beta_k + (\tau\beta)_{ik} + \varepsilon_{ijk} \qquad (1)$$

Em que y_{ijk} é o valor observado para a variável reposta; μ é uma constante a todas as observações; τ_i é o efeito do i-ésimo tratamento; γ_{ij} é o erro associado às parcelas com $y_{ijk} \sim N\left(0, \sigma_a^2\right)$; β_k é o efeito do k – ésimo tempo; $\left(\tau\beta\right)_{ik}$ é o efeito da interação do i-ésimo tratamento com o k-ésimo tempo e ε_{ijk} é o erro associado às subparcelas, com $\varepsilon_{ijk} \sim N\left(0, \sigma^2\right)$. Assim, ao se aplicar nas parcelas o nível do fator primário foram tomadas medidas repetidas em períodos sucessivos (o fator secundário é o tempo). Admitiu-se que essas medidas são tomadas em ocasiões distintas, têm variâncias homogêneas e são igualmente correlacionadas. Para condução das análises foi utilizado o *software* R (R Development Core Team, 2012).

Durante a condução do experimento, as plantas foram tutoradas com fitilho amarrados em bambus de 1,80 m de altura. Também foi realizado desbaste de ramos laterais para condução da planta em haste única. A partir de então, permitiu-se que a planta crescesse naturalmente, sendo deixados ramos laterais para produção de frutos.

Durante a condução do experimento, foram feitas 5 avaliações fitotécnicas quinzenais de altura das plantas, com auxílio de uma trena; diâmetro do caule a 5 cm do solo, com auxílio de paquímetro; e número de flores e frutos por simples contagem. Também foi avaliado o teor de clorofila ($mg.cm^{-2}$) nas folhas intermediárias, por meio de clorofilômetro (Spad). Por último, a partir de 45 dias da antese, foram efetuadas as coletas de frutos para quantificação da produção. Ao todo foram realizadas 7 colheitas quinzenais de frutos, os quais foram pesados calculando-se a produção por tratamento.

Resultados e Discussão

Houve interação significativa entre os fatores bioestimulantes e condicionadores de solo para todas as variáveis fitotécnicas analisadas. Foi observado que a variável altura de plantas, não apresentou normalidade. Portanto, foi necessário fazer uma transformação do tipo Box-Cox nos dados. Os dados transformados podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise de variância para a variável altura de plantas, utilizando o modelo de parcela subdivida no tempo (dados transformados). *Analysis of variance for the plant height variable, using the split-plot over time model (transformed data).*

Fontes de variação	GL	QM	F calculado	Valor p
Intercepto	1	426	13391,481	< 0,0001
Bioextrato	2	102	22,092	< 0,0001
Condicionador	1	102	1,928	0,1680
Tempo	1	426	8352,049	< 0,0001
Bioextrato x Condicionador	2	102	3,532	0,0329
Bioextrato x Tempo	2	426	57,319	< 0,0001
Condicionador x Tempo	1	426	1,867	0,1726
Bioextrato x Condicionador x Tempo	2	426	3,467	0,0321

Fonte: autoria própria

Observa-se que foram significativos ao nível de 5% de probabilidade somente Bioextrato; Tempo; Bioextrato x Condicionador; Bioextrato x Tempo e a interação tripla Bioextrato: Condicionador: Tempo.

Utilizando um modelo misto, considerando a parcela como efeito aleatório, tem-se as estimativas dos parâmetros do modelo estimado (Tabela 2).

Tabela 2. Modelo estimado para variável altura: Altura ~ Bioextrtao* Condicionador* Tempo2 + Parcela (efeito aleatório). *Estimated model for variable height: Height ~ Bioextrtao* Conditioner* Time2 + Plot (random effect).*

Efeitos Fixos	Estimativa	Erro Padrão (SE)
(Intercepto)	11,49471	0,25008
Tratamento C	1,76916	0,35367
T (tempo)	2,30543	0,06067
Tratamento C: Condicionador Litho	-1,20488	0,50016
Tratamento C: T	-0,39909	0,08580
Tratamento A: T	0,17215	0,08580
Condicionador Litho: T	0,25182	0,08580
Tratamento C: Condicionador Litho: T	-0,28600	0,12134
Tratamento A: Condicionador Litho: T	-0,26639	0,12134
Efeito Aleatório (parcela)	Estimativa (variância)	Desvio padrão (SD)
Parcela	1,0596	1,029
Resíduo	0,3307	0,575

Tratamento A (*Ascophyllum nodosum*); Tratamento B (*Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis*) e Tratamento C (*Laminaria digitata*; *Hypnea musciformis* e *Sargassum vulgare*) com condicionador Litho (*Lithothamnium calcareum*) e T (tempo).
Treatment A (Ascophyllum nodosum); Treatment B (Laminaria digitata and Hypnea musciformis) and Treatment C (Laminaria digitata; Hypnea musciformis and Sargassum vulgare) and T (time).
Fonte: autoria própria

Na Figura 1 é possível observar que para a variável altura de plantas, o condicionador de solo calcário de conchas em combinação com os bioextratos de algas: *Laminaria digitata*, *Hypnea musciformis* e

Sargassum Vulgare (3), promoveu o maior desenvolvimento das plantas de fisális em altura, seguido do tratamento B, que combina *Lithothamnium calcareum* com os bioextratos de algas *Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis* (2). Os demais tratamentos propiciaram menores alturas aos 60 dias após o transplantio. A Tabela 2 apresenta o modelo estimado para a variável altura de plantas.

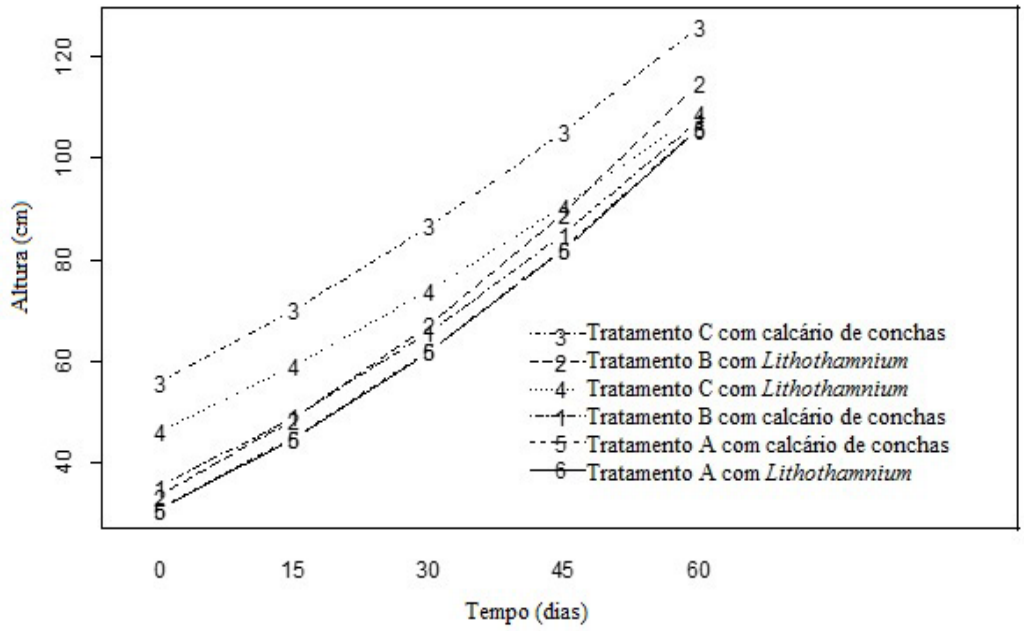


Figura 1. Interação Bioextrato "dentro" de Condicionador, para a variável altura de plantas. Tratamento A (*Ascophyllum nodosum*); Tratamento B (*Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis*) e Tratamento C (*Laminaria digitata*; *Hypnea musciformis* e *Sargassum vulgare*) com condicionadores de solo *Lithothamnium* e calcário de conchas de ostras. *Bioextract interaction "inside" the Conditioner, for the plant height variable. Treatment A (Ascophyllum nodosum); Treatment B (Laminaria digitata and Hypnea musciformis) and Treatment C (Laminaria digitata; Hypnea musciformis and Sargassum vulgare) with Lithothamnium soil conditioners and oyster shell limestone.*

Fonte: autoria própria

Silva *et al*. (2010) utilizaram o bioextrato de alga *Ascophyllum nodosum* e ácido glutâmico no cultivo do crisântemo e observaram incremento na altura das plantas. Analisando os efeitos do bioextrato de algas em altura, os resultados podem ser atribuídos às respostas no metabolismo vegetal, pois os bioextratos contêm auxinas e citocininas, os quais têm efeito direto no crescimento e desenvolvimento vegetal (Taiz & Zeiger, 2016).

Comparando-se os dois condicionadores de solo, calcário de conchas de ostras e *Lithothamnium calcareum,* nota-se que o calcário promoveu maior altura de plantas ao longo do tempo (Figura 1). Segundo Oliveira *et al*. (2012), o calcário de conchas apresenta potencial para correção da acidez do solo, sendo um corretivo alternativo às tradicionais fontes corretoras.

Para a variável diâmetro do caule, maiores diferenças são observadas a partir dos 45 dias de cultivo para o tratamento A, *Lithothamnium calcareum* (6) com a alga *Ascophyllum*, seguido novamente do tratamento B, ou seja, *Lithothamnium calcareum* (2) associado aos bioextratos de algas *Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis* (Figura 2). A Tabela 3 apresenta o modelo estimado para a variável diâmetro do caule.

Tabela 3. Modelo estimado para variável diâmetro do caule. Caule ~ bioextrato de Alga*Corretivo*Tempo + Parcela (efeito aleatório). *Estimated model for stem diameter variable. Stem ~ Alga Bioextract*Corrective*Weather + Portion (random effect).*

Efeitos Fixos	Estimativa	Erro Padrão (SE)
Tratamento C	0,022664	0,008589
Tratamento A	-0,027027	0,008589
T (tempo)	0,057318	0,003495
Tratamento C: T	-0,015484	0,004942
Tratamento A: T	0,014221	0,004942
Intercepto	1,002645	0,006074
Efeito Aleatório (parcela)	Estimativa (variância)	Desvio padrão (SD)
Parcela (intercepto)	0,0004446	0,02108
Resíduo	0,0010971	0,03312

Tratamento A (*Ascophyllum nodosum*); Tratamento B (*Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis*) e Tratamento C (*Laminaria digitata*; *Hypnea musciformis* e *Sargassum vulgare*) e T (tempo).
Treatment A (Ascophyllum nodosum); Treatment B (Laminaria digitata and Hypnea musciformis) and Treatment C (Laminaria digitata; Hypnea musciformis and Sargassum vulgare) and T (time).
Fonte: autoria própria

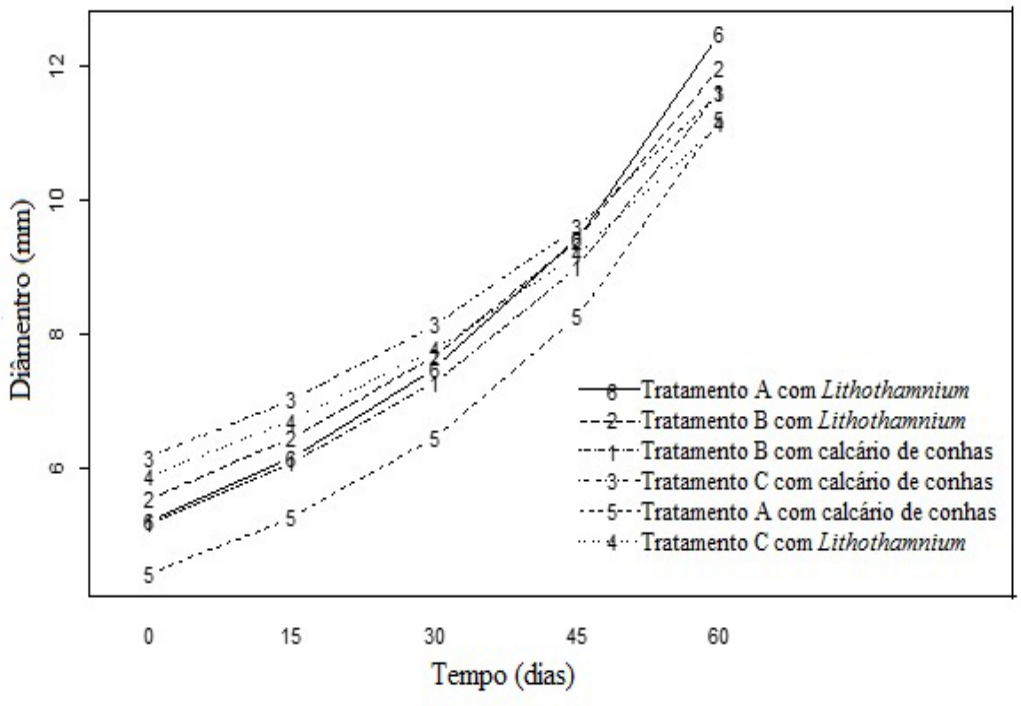


Figura 2. Diâmetro do caule de plantas de fisális com condicionador de solo e bioextratos de algas. Tratamento A (*Ascophyllum nodosum*); Tratamento B (*Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis*) e Tratamento C (*Laminaria digitata*; *Hypnea musciformis* e *Sargassum vulgare*). *Stem diameter of physalis plants with soil conditioner and algae bioextracts. Treatment A (Ascophyllum nodosum); Treatment B (Laminaria digitata and Hypnea musciformis) and Treatment C (Laminaria digitata; Hypnea musciformis and Sargassum vulgare).*

Fonte: autoria própria

O efeito do extrato de alga (dose de 10 ml L^{-1}) no aumento de diâmetro do caule, está relacionado com a composição do mesmo, pois essas algas apresentam em sua constituição importantes fitormônios como citocinina e giberelinas. Estes fitormônios agem na divisão e alongamento celular das plantas (Taiz & Zeiger, 2016). Segundo Oliveira *et al.* (2002) o emprego da combinação de reguladores vegetais (giberelina e citocinina) no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro permitiu um incremento nos valores dos diâmetros.

Em relação à variável número médio de flores, como são dados provenientes de contagem, utilizou-se a distribuição de Poisson. O modelo é misto com a parcela como efeito aleatório e os demais (Bioextrato, Condicionador e Tempo) como fixos.

O tratamento que promoveu maior número de flores consistiu na aplicação de *Lithothamnium calcareum* (6) associado a alga *Ascophyllum nodosum*, após os 45 dias, quando houve incremento significativo na floração das plantas de fisális (Figura 3). Apesar do tratamento B (2) ter alcançado quantidade similar de flores aos 45 dias, no período final (60 dias) houve grande incremento na floração do tratamento A, fazendo com que este de sobressaísse (Figura 3). A Tabela 4 apresenta o modelo estimado para a variável número de flores.

Tabela 4. Modelo estimado para variável número de flores. Floração ~ bioextrato de Alga*Corretivo*Tempo + Parcela (efeito aleatório), sendo que a floração segue um modelo de Poisson (Modelo Misto Generalizado de Poisson). *Estimated model for variable number of flowers. Flowering ~ Alga bioextract*Corrective*Time + Plot (random effect), and flowering follows a Poisson model (Generalized Mixed Poisson Model).*

Efeitos Fixos	Estimativa	Erro Padrão (SE)
Tratamento B	1,09792	0,09826
Tratamento C	1,82808	0.08313
Tratamento A	1,18727	0,09659
t (tempo)	0,77719	0,06134
Condicionador Litho	0,63826	0,13032
Tratamento A :Condicionador Litho	-0,63207	0,17552
Tratamento C:T	-0,51043	0,07431
Condicionador Litho:T	-0,18424	0,07572
Tratamento C:c Condicionador Litho:T	0,18916	0,09596
Efeito Aleatório (parcela)	Estimativa (variância)	Desvio padrão (SD)
Parcela (intercept)	0,09115	0,3019

Tratamento A (*Ascophyllum nodosum*); Tratamento B (*Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis*) e Tratamento C (*Laminaria digitata*; *Hypnea musciformis* e *Sargassum Vulgare*) com condicionador de solo Litho (*Lithothamnium*) e T (tempo).
Treatment A (Ascophyllum nodosum); Treatment B (Laminaria digitata and Hypnea musciformis) and Treatment C (Laminaria digitata; Hypnea musciformis and Sargassum vulgare) with Litho (Lithothamnium) and T (weather) soil conditioner.
Fonte: autoria própria

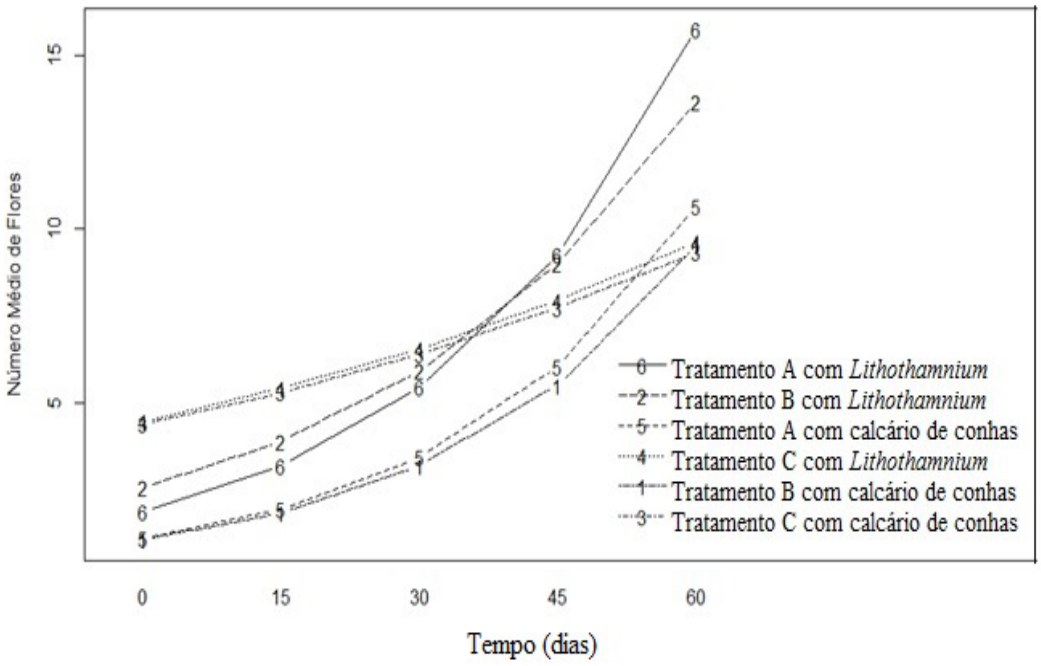


Figura 3. Interação bioextrato de alga "dentro" de condicionador para a variável número de flores. Tratamento A (*Ascophyllum nodosum*); Tratamento B (*Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis*) e Tratamento C *(Laminaria digitata*; *Hypnea musciformis* e *Sargassum vulgare*) com *Lithothamnium* calcareum e calcário de conchas de ostras. *Interaction of algae bioextract "inside" a conditioner for the variable number of flowers. Treatment A (Ascophyllum nodosum); Treatment B (Laminaria digitata and Hypnea musciformis) and Treatment C (Laminaria digitata; Hypnea musciformis and Sargassum vulgare) with Lithothamnium calcareum and oyster shell limestone.*

Fonte: autoria própria

Para a variável número médio de frutos (Figura 4), verifica-se que até os 45 dias de cultivo o tratamento com o condicionador *Litothaminum calcareum* (4) em combinação com as três algas *Laminaria digitata*, *Hypnea musciformis* e *Sargassum vulgare* foi superior aos demais, porém, aos 60 dias de cultivo, os tratamentos (3) calcário de conchas mais algas *Laminaria digitata*; *Hypnea musciformis* e *Sargassum vulgare*, (2) *Litothaminum calcareum* mais algas *Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis* e (6) *Litothaminum calcareum* mais alga *Ascophyllum* também proporcionaram incremento no número de frutos ao final do período de frutificação, a ponto de não se observar um tratamento superior dentre estes. A Tabela 5 apresenta o modelo estimado para a variável número de frutos.

Tabela 5. Modelo estimado para variável número médio de frutos. Fruto ~ Alga* Corretivo* Tempo + Parcela (efeito aleatório). *Estimated model for variable mean number of fruits. Fruit ~ Alga* Corrective* Time + Portion (random effect).*

Efeitos Fixos	Estimativa	Erro Padrão (SE)
Tratamento B	2,00898	0,10016
Tratamento C	2,90365	0,09259
Tratamento A	1,69011	0,10546
T(tempo)	1,36975	0,03993
Condicionador Litho	0,55990	0,13799
Tratamento C: Condicionador Litho	-0,53122	0,19010
Tratamento C:T	-0,30341	0,04751
Tratamento A:T	0,26741	0,06161
Efeito Aleatório (parcela)	Estimativa (variância)	Desvio padrão (SD)
Parcela (intercept)	0,1386	0,3723
Resíduo		

Tratamento A (*Ascophyllum nodosum*); Tratamento B (*Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis*) e Tratamento C (*Laminaria digitata*; *Hypnea musciformis* e *Sargassum vulgare*) com condicionador de solo Litho (*Lithothamnium calcareum*) e T (tempo).
Treatment A (Ascophyllum nodosum); Treatment B (Laminaria digitata and Hypnea musciformis) and Treatment C (Laminaria digitata; Hypnea musciformis and Sargassum vulgare) with Litho (Lithothamnium calcareum) and T (weather) soil conditioner.
Fonte: autoria própria

Koo e Mayo (1994) avaliaram o efeito de pulverizações com bioextrato de algas em laranjeiras e toranjeiras durante o intervalo de 2 a 3 anos. Árvores pulverizadas com bioextrato de algas aumentaram a produção de frutos de 10% a 25% com relação à testemunha, sendo que a combinação de pulverização no pré-florescimento e pós-florescimento produziu a melhor resposta na produção. Segundo os autores, a aplicação do bioextrato de algas reduziu a queda prematura de frutos e promoveu a mudança de coloração da casca mais cedo que nas testemunhas (árvores que não receberam a aplicação do bioextrato de algas), embora o tamanho dos frutos não tenha diferido entre os tratamentos (Koo & Mayo, 1994).

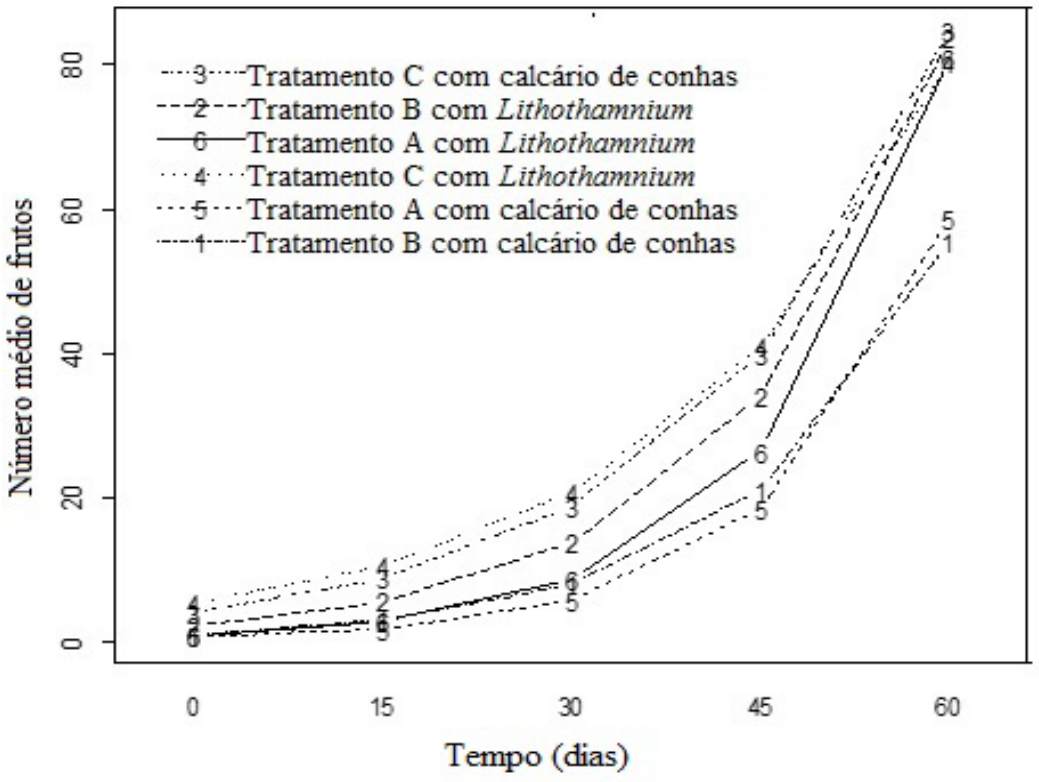


Figura 4. Número médio de frutos de fisális com condicionador de solo e bioextratos de algas. Tratamento A (*Ascophyllum nodosum*); Tratamento B (*Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis*) e Tratamento C (*Laminaria digitata*; *Hypnea musciformis* e *Sargassum vulgare*). *Mean number of physalis fruits with soil conditioner and algae bioextracts. Treatment A (Ascophyllum nodosum); Treatment B (Laminaria digitata and Hypnea musciformis) and Treatment C (Laminaria digitata; Hypnea musciformis and Sargassum Vulgare).*

Fonte: autoria própria

Para a variável produção (Figura 5), observa-se que ao final de 90 dias de cultivo, maior produção, cerca de 120 g de frutos de fisális por planta, foi observada no tratamento com *Lithothamnium calcareum* mais bioextratos de *algas Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis* (2). A produção obtida no presente trabalho corrobora com a obtida por Thomé e Osaki (2010) ao trabalharem com a adubação da mesma espécie em campo, os quais também obtiveram em média 120 g de frutos de fisális por planta. A Tabela 6 apresenta o modelo estimado para a variável produção.

Tabela 6. Modelo estimado para variável produção. Produção ~ bioextrato de Alga*Corretivo*Tempo + Parcela (efeito aleatório). *Estimated model for variable production. Production ~ Alga Bioextract* Corrective* Time + Portion (random effect).*

Efeitos Fixos	Estimativa	Erro Padrão (SE)
Tratamento B	2,93081	0,17666
Tratamento C	4,40361	0,17666
Tratamento A	2,94839	0,17666
T (tempo)	2,70885	0,16223
Condicionador Litho	0,87195	0,24984
Tratamento C: Condicionador Litho	-1,33591	0,35331
Tratamento A: Condicionador Litho	-0,81364	0,35331
Tratamento C:T	-0,68591	0,22943
Efeito Aleatório (parcela)	Estimativa (variância)	Desvio padrão (SD)
Parcela (intercept)	0,0886	0,2977
Resíduo	3,3119	1,8199

Tratamento A (*Ascophyllum nodosum*); Tratamento B (*Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis*) e Tratamento C (*Laminaria digitata*; *Hypnea musciformis* e *Sargassum Vulgare*) com condicionador de solo Litho (*Lithothamnium*) e T (tempo).
Treatment A (Ascophyllum nodosum); Treatment B (Laminaria digitata and Hypnea musciformis) and Treatment C (Laminaria digitata; Hypnea musciformis and Sargassum Vulgare) with Litho (Lithothamnium) and T (weather) soil conditioner.
Fonte: autoria própria

A mistura dos bioextratos das três algas *Laminaria digitata*; *Hypnea musciformis* e *Sargassum Vulgare*, com o condicionador calcário de conchas (3), também apresentou boa produção de fisális até os 75 dias. No entanto após 75 dias de produção até o ciclo final, a mistura de bioextratos de algas *Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis*, com o condicionador de solo *Lithothamnium*, se sobressai, como indicado anteriormente. Os demais tratamentos apresentaram produção média de 80 a 95 gramas de frutos por planta, com uma produção crescente até os 90 dias de produção após antese das flores.

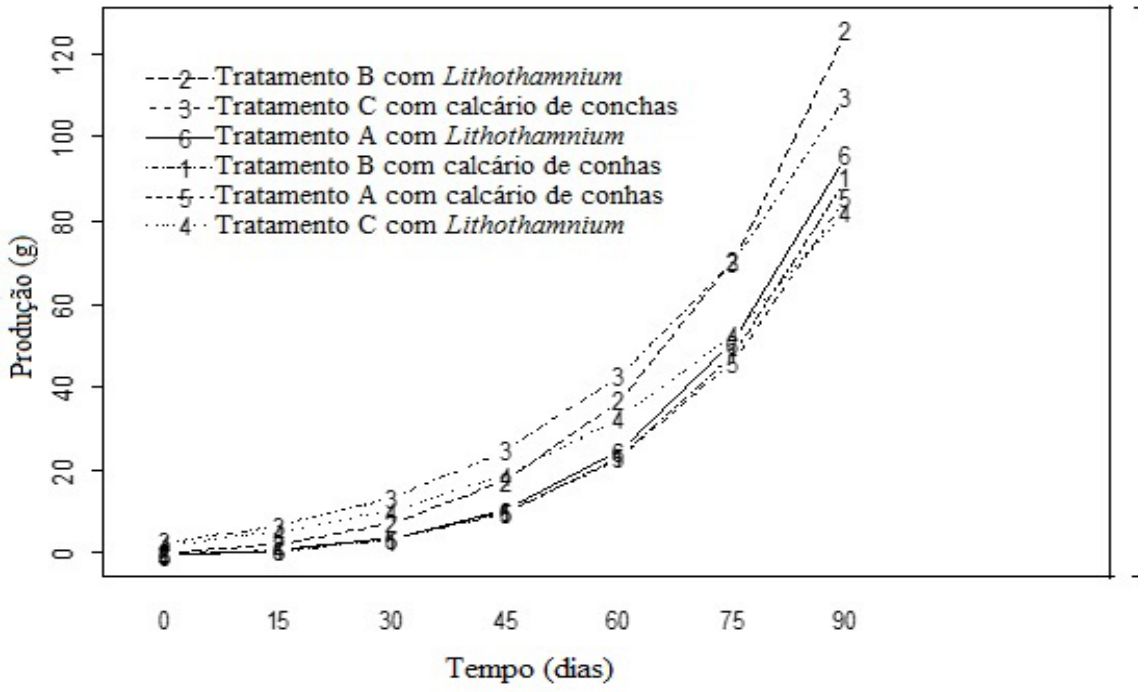


Figura 5. Interação alga com condicionador de solo para variável produção. Tratamento A (*Ascophyllum nodosum*); Tratamento B (*Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis*) e Tratamento C (*Laminaria digitata*; *Hypnea musciformis* e *Sargassum vulgare*) com *Lithothamnium* e calcário de conchas de ostras. *Interaction between algae and soil conditioner for variable yield. Treatment A (Ascophyllum nodosum); Treatment B (Laminaria digitata and Hypnea musciformis) and Treatment C (Laminaria digitata; Hypnea musciformis and Sargassum vulgare) with Lithothamnium and oyster shell limestone.*

Fonte: autoria própria

Em estudos com plantas cítricas, notou-se que a aplicação do bioextrato de alga, durante 3 anos em tangerinas, promoveu aumento de 30% na produção de frutos. Também foi observado aumento do conteúdo de açúcar e redução da acidez do suco de laranja 'Navelina' e das tangerinas 'Satsuma' e 'Clementina', após a utilização do bioextrato da alga *Ascophyllum nodosum* (Fornes *et al*., 1995).

Quanto aos dados de clorofila, somente o uso do bioextrato de algas foi significativo para o teor de clorofila. Pela Figura 6 pode ser observado que dentre os bioextratos, a alga *Ascophyllum nodosum* (3) apresentou maior incremento em teor de clorofila para plantas de fisális. Já a mistura das três algas, sendo *Laminaria digitata*, *Hypnea musciformis* e *Sargassum vulgare* (2), resultou em decréscimo no teor de clorofila (Figura 6). A Tabela 7 apresenta o modelo estimado para a variável teor de clorofila.

Tabela 7. Modelo estimado para variável clorofila. Clorofila ~ bioextrato de Alga*Corretivo*Tempo + Parcela (efeito aleatório). *Estimated model for variable chlorophyll. Chlorophyll ~ Alga Bioextract*Corrective*Weather + Portion (random effect).*

Efeitos Fixos	Estimativa	Erro Padrão (SE)
Tratamento B	-1,118	0,001599
Tratamento C	-1,121	0,001590
Tratamento A	-1,117	0,001590
Efeito Aleatório (parcela)	Estimativa (variância)	Desvio padrão (SD)
Parcela (intercepto)	0,000019	0,004391
Resíduo	0,000133	0,011558

Tratamento A (*Ascophyllum nodosum*); Tratamento B (*Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis*) e Tratamento C *(Laminaria digitata*; *Hypnea musciformis* e *Sargassum vulgare*).
Treatment A (Ascophyllum nodosum); Treatment B (Laminaria digitata and Hypnea musciformis) and Treatment C (Laminaria digitata; Hypnea musciformis and Sargassum vulgare).
Fonte: autoria própria

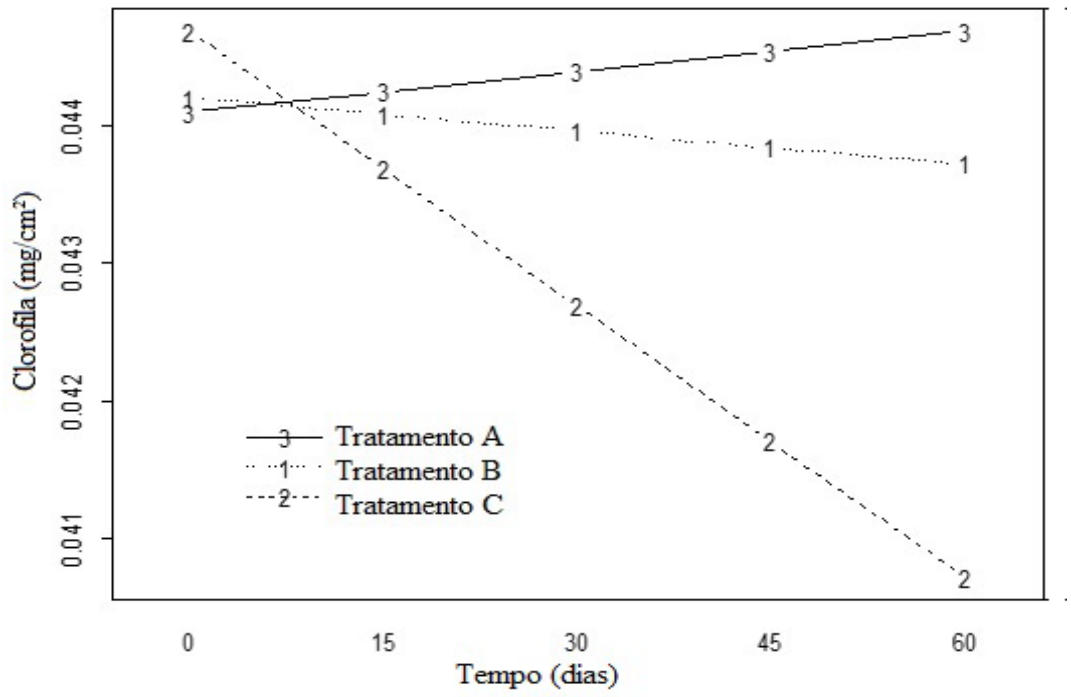


Figura 6. Teor de clorofila de folhas de fisális com condicionador de solo e bioextratos de algas.

Chlorophyll content of physalis leaves with soil conditioner and algae bioextracts.

Tratamento A (*Ascophyllum nodosum*); Tratamento B (*Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis*) e Tratamento C (*Laminaria digitata*; *Hypnea musciformis* e *Sargassum vulgare*).
Treatment A (Ascophyllum nodosum); Treatment B (Laminaria digitata and Hypnea musciformis) and Treatment C (Laminaria digitata; Hypnea musciformis and Sargassum vulgare).
Fonte: autoria própria

A clorofila é o pigmento envolvido na fotossíntese e segundo Silva *et al*. (2011), o teor de clorofila correlaciona-se com a concentração de N na planta e, também, com a produtividade das culturas. Em algumas frutíferas, como citros (Souza *et al*., 2011) e nogueira-pecã (Hardin *et al*., 2012), o uso do índice SPAD (teor de clorofila) tem se mostrado adequado para auxiliar no manejo na adubação nitrogenada.

Por fim, observou-se melhores combinações de condicionadores de solo e bioestimulantes de acordo com as fases fenológicas da cultura do fisális. Na fase vegetativa, a combinação que se repete favorável tanto para altura quanto diâmetro das plantas é a combinação do condicionador *Lithothamnium calcareum* com os bioextratos de algas *Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis* (2). Na floração, a combinação do condicionador *Lithothamnium calcareum* com a alga *Ascophyllum* é a mais adequada (6). Na fase de frutificação, a combinação proporcionada pelo tratamento A com *Lithothamnium calcareum* (6), é uma das quatro que gera melhor incremento no número de frutos. Na fase de produção, o tratamento *Lithothamnium calcareum* com os bioextratos de algas *Laminaria digitata* e *Hypnea musciformis* indicou ser a combinação superior.

Essa ampla possibilidade de uso dos condicionadores e bioestimulantes marinhos se dá, provavelmente, porque estes contêm diversos reguladores de crescimento, tais como citocininas, auxinas, giberelinas (Durand *et al*., 2003), bem como macronutrientes, Ca, K, P e micronutrientes Fe, Cu, Zn, B, Mn, Co, Mo (Khan *et al*., 2009). Esses componentes podem funcionar sinergicamente, ocasionando a cada combinação, um resultado positivo para cada fase fenológica da cultura do fisális.

Portanto, como se pode observar, não há um padrão quanto a melhor combinação de bioestimulantes e condicionadores a serem utilizados durante todo o cultivo de fisális. E isso pode ser atrativo do ponto de vista econômico, porque dá ao agricultor a liberdade de usar a combinação mais adequada diante de sua disponibilidade financeira.

Conclusão

Os três bioestimulantes (bioextratos de algas), *Laminaria digitata, Hypnea musciformis e Sargassum vulgare* e os dois condicionadores, calcário de conchas e *Lithothamnium calcareum* foram eficientes nos incrementos vegetativos e produtivos de *Physalis peruviana.*

Referências bibliográficas

CARVALHO MEA, Castro PRC (2014) Extratos de algas e suas aplicações na agricultura. Piracicaba: ESALQ. 58 p. (Série Produtor Rural, n.56).

CURI PN, Carvalho CS, Salgado DL, Pio R, Pasqual M, Souza FBM, Souza VR (2017) Influence of different types of sugars in physalis jellies. Food Science and Technology 37(3):349-355. https://doi.org/10.1590/1678-457x.08816

DURAND N, Briand X, Meyer C (2003) The effect of marine bioactive substances (N PRO) and exogenous cytokinins on nitrate reductase activity in Arabidopsis thaliana. Physiologia Plantarum 119(4):489-493. https://doi.org/10.1046/j.1399-3054.2003.00207.x

FORMOSO CH, Cavarreto BM, Teixeira NT, Lopes GO (2008) Condicionador de solo no cultivo alface e rúcula. Disponível em: http://www.diadecampo.com.br/arquivos/materias/%7B0555C2F7-D43F-4441-92F5-7535306C48A3%7D_52_2.pdf (Acesso em 01 dez 2021).

FORNES F, Sánchez-Perales M, Guardiola JL (1995) Effect of a seaweed extract on citrus fruit maturation. Acta Horticulturae 379(6):75-82. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1995.379.6

HARDIN JA, Smith MW, Weckler PR, Cheary BS (2012) Situ Measurement of Pecan Leaf Nitrogen Concentration using a Chlorophyll Meter and Vis-near Infrared Multispectral Camera. Hortscience 47(7):955-960. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.7.955

KHAN W, Menon U, Subramanian S, Jithesh MN (2009) Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. Journal of Plant Growth Regulation 28(4):386-399. https://doi.org/10.1007/s00344-009-9103-x

KOO RCJ, Mayo S (1994) Effects of seaweed sprays in citrus fruit production. Proceedings of the Florida State for Horticultural Science 107:82-85.

MOURA PHA, Coutinho G, PIO R, Bianchini FG, Curi PN (2016) Plastic covering, planting density, and prunning in the production of cape gooseberry (Physalis peruviana L.) in subtropical region. Revista Caatinga 29(2): 367-374. https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n213rc

NAIR P, Kandasamy S, Zhang J, Ji X, Kirby C, Benkel B, Hodges MD, Critchley AT, Hiltz D, Prithiviraj B (2011) Transcriptional and metabolomic analysis of Ascophyllum nodosum mediated freezing tolerance in Arabidopsis thaliana. BMC Genomics, 13(1): 643. https://doi.org/10.1186/1471-2164-13-643

OLIVEIRA BMC, Araújo GVR, Silva TEP (2012) Viabilidade do uso de conchas de mariscos como corretivo de solos. Disponível em: http://docplayer.com.br/10076306-Viabilidade-do-uso-de-conchas-de-mariscos-como-corretivo-de-solos.html (Acesso em 01 dez 2021).

R development core team (2012) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: http://www.R-project.org/. (Acesso em 01 dez 2021).

SILVA DF, Pio R, Nogueira PV, Silva PAO, Figueiredo AL (2017) Pollen viability and quantification of pollen grains in species of Physalis. Revista Ciência Agronômica 48(2):365-373. https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170042

SILVA DF, Peche PM, Pio R, Soares JDR, Nogueira PV, Vílla F (2016) The production of Physalis spp. seedlings grown under different-colored shade nets. Acta Scientiarum Agronomy 38(2)257-263. https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i2.27893

SILVA DF, Pio R, Soares JDR, Elias HHS, Villa F, Vilas Boas EVB (2016) Light spectrum on the quality of fruits of physalis species in subtropical area. Bragantia 75(3):371-376. https://doi.org/10.1590/1678-4499.463

SILVA MAG, Mannigel A, Muniz AS, Porto SMA (2011) Ammonium sulphate on maize crops under no tillage. Bragantia 71(1):90-97. https://doi.org/10.1590/S0006-87052012000100014

SILVA CP, Laschi D, Ono EO, Rodrigues JD, Mogor AF (2010) Aplicação foliar do extrato da alga Ascophyllum nodosum e do ácido glutâmico no desenvolvimento inicial de crisântemos (Dendranthema morifolium (Ramat.) Kitam.) em vasos. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental 16(2):179-181. https://doi.org/10.14295/rbho.v16i2.561

SOUZA TR, Salomão LC, Andrade TF, Villa Bôas RL, Quaggio JA (2011) Medida indireta da clorofila e sua relação com o manejo da adubação nitrogenada em plantas cítricas fertirrigadas. Revista Brasileira de Fruticultura, 33(3):993-1003. https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000300036

TAIZ L, Zeiger E (2016) Plant physiology. 6 ed. Sunderland: Sinauer Associates. 888 p.

THOMÉ M, Osaki F (2010) Nitrogen, phosphorus and potassium fertilization results on Physalis spp. yeld. Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais 8(1):11-18. https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v8i1.10364

VASCONCELOS ACF (2006) Uso de bioestimulantes na cultura do milho e da soja. Esalq (Tese de Doutorado).