



ARTIGO ORIGINAL

Renata Koyama<sup>1\*</sup>  
Marcelle Michelloti Bettoni<sup>2</sup>  
Cynthia Roder<sup>2</sup>  
Adriane Marinho de Assis<sup>1</sup>  
Sérgio Ruffo Roberto<sup>1</sup>  
Átila Francisco Mógior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina – UEL,  
Rod. Celso Garcia Cid, Pr 445, Km 380,  
86051-990, Londrina, PR, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná – UFPR,  
Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê, 80035-050,  
Curitiba, PR, Brasil

**Autor Correspondente:**

\*E-mail: [emykoyama@hotmail.com](mailto:emykoyama@hotmail.com)

**PALAVRAS-CHAVE**

Agricultura orgânica  
Adubação foliar  
Biofertilizante  
*Lycopersicon esculentum*

**KEYWORDS**

Organic agriculture  
Foliar fertilization  
Biofertilizer  
*Lycopersicon esculentum*

## Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis no desenvolvimento vegetativo e na produção do tomateiro

### *Seaweed extract of Ascophyllum nodosum* (L.) *Le Jolis* on tomato yield and vegetative development

**RESUMO:** Biofertilizantes a base de extrato de alga marinha podem substituir os fertilizantes sintéticos convencionais permitindo sua utilização na agricultura orgânica. O objetivo foi avaliar o efeito do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis no desenvolvimento vegetativo e na produção do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*). O experimento foi conduzido em ambiente protegido e a campo utilizando-se a cultivar Piccolo F1. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro repetições em arranjo fatorial  $5 \times 2 \times 5$  (cinco combinações de doses e frequências de aplicação de extrato de alga, dois ambientes: cultivo protegido e campo e 5 datas de avaliação) para as variáveis diâmetro médio do caule, número médio de folhas, teor relativo de clorofila, já para as demais variáveis o delineamento foi em esquema fatorial  $5 \times 2$  (cinco combinações de doses e frequências de aplicação de extrato de alga, dois ambientes). Foram avaliadas as seguintes variáveis: diâmetro do caule, teor relativo de clorofila da folha, número de folhas, massa média dos frutos, número de frutos, diâmetro longitudinal e transversal dos frutos, comprimento da ráquis e produção média. Verificou-se que a dose de 0,3% de extrato de alga em cultivo protegido e a campo, aplicados a cada quinze dias proporcionou o aumento da produção, sem alterar as características dos frutos e o crescimento vegetativo da planta.

**ABSTRACT:** Biofertilizers based on seaweed extract are a source of nutrients that can replace conventional synthetic fertilizers, allowing their use in organic agriculture. The objective of this research was to evaluate the effect of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis seaweed extract on tomato (*Lycopersicon esculentum*) yield and vegetative development. The experiment was carried out under protected cultivation and in the field, using the Piccolo F1 cultivar. The experimental design was completely randomized in  $5 \times 2 \times 5$  factorial arrangement (five combinations of doses and frequency of seaweed extract application; two environments: greenhouse and field, with five assessment dates) for the variables: stem diameter, average number of leaves and relative chlorophyll content. For the other variables, a  $5 \times 2$  factorial design was used (five combinations of doses and frequency of seaweed extract application; two environments); the following variables were evaluated: stem diameter, leaf relative chlorophyll content, number of leaves, average fruit weight, number of fruits, longitudinal and transverse fruit diameter, rachis length and average yield. It was possible to verify that the 0.3% seaweed extract dose under protected cultivation and in the field, applied every two weeks, increased the tomato yield, without altering the characteristics of fruits and vegetative growth.

## 1 Introdução

A cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) destaca-se por sua importância econômica e social, sendo a segunda olerícola mais produzida mundialmente, com aproximadamente quatro milhões de hectares e produção aproximada de 146 milhões de toneladas colhidas em 2010 (FAO, 2010).

A busca por alimentos provenientes de sistemas de produção sustentáveis, como o método orgânico, é uma tendência que vem se fortalecendo e sendo consolidada mundialmente. O aumento da produção e da demanda são sinais que evidenciam uma mudança de hábito alimentar do consumidor, visando diminuir os riscos de contaminação por possíveis resíduos de agrotóxicos nos alimentos (SOUZA, 2003). Neste sentido, torna-se importante o uso de insumos específicos para cultivos orgânicos, como alguns biofertilizantes a base de algas marinhas (KUMAR; SAHOO, 2011).

O bom desempenho de processos vitais da planta pode ser obtido mediante a aplicação de pequenas doses de biofertilizantes, permitindo o incremento na quantidade e qualidade dos frutos colhidos, mesmo sob condições ambientais adversas (CASILLAS et al., 1986). O extrato de alga da espécie *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, membro da ordem Fucales e a família Fucaceae, popularmente conhecida como alga parda ou marrom, devido à coloração marrom amarelada apresentada quando viva (LE JOLIS, 1863), é retirado de plantas marinhas frescas, colhidas nas águas do Atlântico Norte na costa do Canadá, sendo uma fonte natural de macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, Cu e Zn), aminoácidos (alanina, ácido aspártico e glutâmico, glicina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, tirosina, triptofano e valina), citocininas, auxinas, e ácido abscísico, substâncias que afetam o metabolismo celular das plantas e conduzem ao aumento do crescimento, bem como ao incremento da produtividade (PAYAN; STALL, 2004; ZHANG; ERVIN, 2004; ALBUQUERQUE; ALBUQUERQUE, 2008; TAI; ZAIGER, 2009).

Uma vasta gama de efeitos benéficos tem sido observada com aplicação do extrato de *A. nodosum*, incluindo o aumento do rendimento da cultura, maior absorção de nutrientes, o aumento da resistência às geadas e condições de estresse, um aumento no tempo de prateleira do fruto, a melhoria na germinação de sementes e a redução da incidência de ataque de fungos e insetos (ABETZ, 1980; METTING et al., 1990).

Vários trabalhos têm comprovado a eficiência da *A. nodosum* no aumento da produtividade de culturas como pimentão (*Capsicum annuum* L.) (ERIS; SIVRITEPE; SIVRITEPE, 2011); feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (TEMPLE; BOMKE, 1989) e citros (*Citrus sinensis* L.) (KOO; MAYO, 1994). Além disso, o estudo realizado com a pulverização aérea de extrato de algas proporcionou a melhoria na qualidade dos frutos de macieira (*Pyrus malus* L.), em função do acréscimo na coloração avermelhada (MARANGONI; ROMBOLA; SORRENTI, 2004).

Embora os efeitos benéficos da aplicação de biofertilizantes tenham sido comprovados em várias culturas, sua utilização na agricultura é bastante divergente, o que mostra a necessidade de novas pesquisas para melhor avaliar seus efeitos, uma vez

que as respostas das plantas variam em função da espécie, do estágio de desenvolvimento, da concentração do extrato, da interação entre reguladores vegetais e fatores ambientais, como a temperatura e a umidade (ABRANTES, 2008; TAI; ZEIGER, 2009).

Com base no exposto, o objetivo foi avaliar o efeito do extrato de alga *A. nodosum* no desenvolvimento vegetativo e na produção do tomateiro cultivado em ambiente protegido e a campo.

## 2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no município de Pinhais, estado do Paraná, Brasil (25° 25' S e 49° 08' W, altitude de 930 m). O clima da região é classificado como temperado do tipo Cfb (KÖPPEN, 1948), com a temperatura média mais fria inferior a 18 e 22 °C no mês mais quente. A precipitação média anual varia entre 1.400 a 1.800 mm. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, com os seguintes valores médios na camada de 0-20 cm: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,9; pH SMP = 6,6; Al<sup>3+</sup> = 0; H + Al = 3,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 6,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 3,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 1,42 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; P = 88,5 mg dm<sup>-3</sup>; C = 35,1 g dm<sup>-3</sup>; V% = 78 e CTC = 14,62 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR).

As sementes do tomateiro 'Piccolo F1' foram obtidas da empresa Agristar do Brasil Ltda<sup>®</sup>. Em junho de 2010 realizou-se a semeadura em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, contendo substrato Plantmax<sup>®</sup>, colocando-se uma semente por célula a uma profundidade de 1 cm, e mantidas em viveiro, com sistema de irrigação por nebulização intermitente com intervalo de rega de 15 minutos por 15 segundos. A ponta do nebulizador empregado apresentava vazão de 48 L h<sup>-1</sup>. Aos 40 dias após a semeadura, as mudas apresentavam 4 folhas definitivas, com diâmetro médio da base de 2,33 mm e altura média de 6,4 cm.

Em agosto de 2010, as mudas foram retiradas das bandejas e parte foi transplantada para canteiros em campo aberto e parte para canteiros em ambiente protegido em túnel do tipo Hermano, coberto com filme de polietileno transparente com 100 µ de espessura, 20 m de comprimento e 4,0 m de largura, com pé direito de 3,0 m. Os canteiros foram preparados, com dimensões de 18 m de comprimento, 1,2 m de largura com 0,3 m de altura, com espaçamento de 0,6 m entre linhas no campo e no túnel. A irrigação foi realizada uma vez ao dia por sistema de gotejamento com vazão de 1,2 L h<sup>-1</sup>. A correção e a adubação orgânica do solo foram realizadas de acordo com a análise química, utilizando insumos autorizados pela legislação da produção orgânica (RAIJ et al., 1996).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 5 × 2 × 5 (cinco combinações de doses e frequências de aplicação de extrato de alga, dois ambientes - cultivo protegido e campo, e cinco datas de avaliação), com quatro repetições, contendo três plantas por parcela, para as variáveis diâmetro médio do caule, número médio de folhas, teor relativo de clorofila, já para as demais variáveis o delinemaneto foi em esquema fatorial 5 × 2 (cinco

combinações de doses e frequências de aplicação de extrato de alga, dois ambientes - cultivo protegido e campo).

Aos sete dias após o transplante (DAT) das mudas, foram realizadas as aplicações do biofertilizante nos tratamentos via foliar: a) controle, com aplicação de água (0% Extrato de algas (E.A.)); b) extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis na concentração de 29% em volume na dose de 0,3% da calda de pulverização (3 mL L<sup>-1</sup>) aplicados semanalmente (0,3% E.A.S.); c) extrato de alga na dose de 0,5% da calda de pulverização (5 mL L<sup>-1</sup>) aplicados semanalmente (0,5% E.A.S.); d) extrato de alga na dose de 0,3% da calda de pulverização (3 mL L<sup>-1</sup>) aplicados quinzenalmente (0,3% E.A.Q.) e e) extrato de alga na dose de 0,5% da calda de pulverização (5 mL L<sup>-1</sup>) aplicados quinzenalmente (0,5% E.A.Q.). Para a aplicação do produto, utilizou-se um pulverizador costal, com capacidade de 5 L, modelo Guarany 0425.25, com pressão de 690 kPa e vazão de 1,1 L min<sup>-1</sup>.

Aos 30 DAT iniciaram-se as avaliações com intervalos de 15 dias e que se estenderam até a colheita, sendo avaliados: diâmetro do caule (mm), medido imediatamente abaixo do primeiro racimo, utilizando-se um paquímetro digital marca Mitutoyo modelo 500-143B; teor relativo de clorofila da folha (nm) e número de folhas. Para as avaliações do teor relativo de clorofila utilizou-se o clorofilômetro manual N-Tester, com leituras realizadas na primeira folha superior e imediatamente oposta ao primeiro racimo.

A colheita dos frutos foi realizada aos 100 DAT, coletando-se os três racimos do terço médio das plantas, a partir do segundo racimo emitido, para a avaliação da massa média dos frutos (g), número de frutos dos três racimos por planta, diâmetro longitudinal e transversal (cm) dos frutos, comprimento da ráquis (cm) e produção média (kg planta<sup>-1</sup>). Para a análise do diâmetro transversal e longitudinal e altura dos frutos foram utilizados os cinco frutos centrais de cada racimo. Para as análises de peso, utilizou-se balança marca MARTE, modelo A5000 e para as medidas de diâmetro, altura e comprimento, utilizou-se o paquímetro digital.

Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 3 Resultados e Discussão

Avaliando-se o diâmetro médio do caule, verificou-se que não houve interação significativa entre os três fatores (doses e frequências de aplicação, ambientes e épocas), entretanto a interação entre os fatores doses e frequências e ambiente, bem como época de avaliação e o ambiente foram significativos (Tabela 1).

Na interação entre ambiente e os tratamentos houve diferença estatística, sendo que todos os tratamentos em ambiente protegido, bem como os a campo, tiveram desempenho superior ao tratamento com aplicação semanal de 0,5% de extrato de alga a campo (Tabela 1). Na interação entre o ambiente e épocas de avaliação houve um incremento no diâmetro do caule no decorrer do tempo, apresentando os maiores diâmetros aos 100 DAT nos ambientes, sem haver diferença entre os 60 e 75 DAT no ambiente protegido. O maior diâmetro do caule proporciona às plantas a capacidade de translocar maior volume de nutrientes e água para a parte aérea, que seriam utilizados no crescimento vegetativo, no acúmulo de biomassa e nos processos metabólicos e fotossintéticos da planta (MAZZONI; TRUFEM, 2004).

Para o número médio de folhas, houve interação significativa entre os tratamentos e as épocas e entre os ambientes e as épocas de avaliação. O maior número de folhas foi verificado aos 100 DAT, para o controle, indicando que com a ausência do produto, a planta, na relação fonte dreno, investiu mais em sua parte vegetativa (Tabela 2). Independentemente do ambiente, o número de folhas foi maior aos 100 DAT, quando se considera apenas a interação entre épocas e tratamentos. O mesmo incremento no crescimento vegetativo, foi observado em estudo sobre o efeito de extratos de algas marinhas no crescimento e fisiologia de algumas plantas herbáceas rasteiras como Creeping Bentgrass (*Agrostis palustris* Huds.) (ZHANG; ERVIN, 2004). De forma similar, quando plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.) foram pulverizadas com extrato de *Ascophyllum nodosum*, foi observado o aumento do crescimento e da produtividade da cultura (ERIS; SIVRITEPE; SIVRITEPE, 2011).

**Tabela 1.** Diâmetro médio do caule (DMC) de tomate cv. Piccolo F1, sob cultivo protegido e a campo, em função das doses e frequências de aplicação de extrato de alga (E.A.), avaliado entre 30 e 100 dias após o transplante (DAT). Curitiba, 2010.

| Tratamentos              | DMC (mm)          |        |         |                   |        |
|--------------------------|-------------------|--------|---------|-------------------|--------|
|                          | Ambiente          |        | Época   | Ambiente          |        |
|                          | Cultivo protegido | Campo  |         | Cultivo protegido | Campo  |
| 0% E.A. <sup>1</sup>     | 17,5*aA           | 18,9aA | 30 DAT  | 14,6cA            | 12,3cA |
| 0,3% E.A.S. <sup>2</sup> | 16,1aA            | 17,2aA | 45 DAT  | 16,9bcA           | 14,8cA |
| 0,5% E.A.S.              | 15,8aA            | 13,5bB | 60 DAT  | 17,2abcA          | 18,0bA |
| 0,3% E.A.Q. <sup>3</sup> | 16,6aA            | 16,9aA | 75 DAT  | 17,5abA           | 18,4bA |
| 0,5% E.A.Q.              | 16,9aA            | 18,1aA | 100 DAT | 19,7aA            | 21,2aA |
| CV% ambiente             | 25,5              |        |         | 25,5              |        |
| CV% tratamento           | 17,8              |        |         | 17,8              |        |
| DMS Coluna               | 3,3               |        |         | 2,8               |        |
| DMS Linhas               | 4,7               |        |         | 2,5               |        |

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>E.A. = Extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (L.) jolis. <sup>2</sup>E.A.S. = Extrato de alga semanal. <sup>3</sup>E.A.Q. = Extrato de alga quinzenal.

**Tabela 2.** Número médio de folhas (NMF) de tomate cv. Piccolo F1, sob cultivo protegido e a campo, em função das doses e frequências de aplicação de extrato de alga (E.A.), avaliado entre 30 e 100 dias após o transplantio (DAT). Curitiba, 2010.

| Tratamentos              | NMF     |         |         |         |         |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                          | Épocas  |         |         |         |         |
|                          | 30 DAT  | 45 DAT  | 60 DAT  | 75 DAT  | 100 DAT |
| 0% E.A. <sup>1</sup>     | 12,0*aE | 19,7aD  | 26,5aC  | 43,7aB  | 57,2aA  |
| 0,3% E.A.S. <sup>2</sup> | 12,2aE  | 19,7aD  | 26,2aC  | 38,7abB | 49,5bA  |
| 0,5% E.A.S.              | 11,7aD  | 17,1aD  | 24,7aC  | 35,7bB  | 48,7bA  |
| 0,3% E.A.Q. <sup>3</sup> | 13,0aD  | 18,7aD  | 27,2aC  | 37,2bB  | 47,5bA  |
| 0,5% E.A.Q.              | 12,0aD  | 19,5aC  | 29,2aB  | 28,7cB  | 41,0cA  |
| DMS Coluna               |         |         | 6,30    |         |         |
| DMS Linhas               |         |         | 6,30    |         |         |
| Cultivo protegido        | 17,70aE | 24,60aD | 30,70aC | 38,30aB | 50,00aA |
| Campo                    | 6,70bE  | 13,60bD | 22,90bC | 35,40bB | 47,60aA |
| DMS Coluna               |         |         | 2,82    |         |         |
| DMS Linhas               |         |         | 3,88    |         |         |
| CV%                      |         |         | 10,95   |         |         |

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>E.A. = Extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (L.) jolis. <sup>2</sup>E.A.S. = Extrato de alga semanal. <sup>3</sup>E.A.Q. = Extrato de alga quinzenal.

Para o teor relativo de clorofila (Tabela 3) não foram verificadas interações entre os fatores, havendo diferença significativa apenas com relação à época de avaliação, para a qual houve um aumento do teor de clorofila nas folhas à medida que as plantas foram se desenvolvendo, sendo as maiores médias detectadas aos 75 e 100 DAT, em relação àquelas obtidas aos 30 e 45 DAT. Em experimento com tomate cv. Castlemart foi obtido aumento do teor de clorofila com a aplicação de extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Joli, aplicados via foliar e no solo (BLUNDEN; JENKINS; LIU, 1997).

Para a massa média de frutos, a interação entre os tratamentos e os ambientes foi significativa. A dose 0,5% de extrato de alga semanal, em ambiente protegido, bem como a dose 0,3%, em ambas frequências de aplicação e o controle, a campo, foram superiores a dose 0,3% semanal em cultivo protegido e a 0,5% semanal a campo, demonstrando que há diferentes respostas quanto à aplicação do produto de acordo com o ambiente e as frequências de aplicação (Tabela 4).

Para as características diâmetro transversal e longitudinal de frutos não houve interação significativa entre tratamentos e ambientes, nem quando analisados isoladamente, ou seja, não ocorreu influência do ambiente sobre os tratamentos e vice-versa (Tabela 4). Resultados semelhantes foram observados em trabalho com tomate orgânico, testando três coberturas verdes de solo e três modos de aplicação do extrato de algas no tomate cv. Orsetti's Halley 3155, em que não obtiveram diferenças significativas para as variáveis analisadas nos frutos, com aplicação do mesmo extrato de alga (TOURTE; BUGG; SHENNAN, 2000).

Quanto ao comprimento da ráquis (CR), que refere-se ao eixo da inflorescência, acima do pedúnculo que sustenta as flores ou frutos (RAVEN; EVERT; EICCHORN, 2001), verificou-se a interação entre os tratamentos e ambientes, no cultivo protegido foram obtidas as melhores médias para os tratamentos com aplicação de extrato de alga na concentração

**Tabela 3.** Média de teores relativos de clorofila (TRC) das folhas abaixo do primeiro racimo de tomate cv. Piccolo F1, avaliado entre 30 e 100 dias após o transplante (DAT). Curitiba, 2010.

| Época   | TRC (nm) |
|---------|----------|
| 30 DAT  | 466,2*b  |
| 45 DAT  | 488,9b   |
| 60 DAT  | 510,7ab  |
| 75 DAT  | 537,4a   |
| 100 DAT | 553,0a   |
| CV%     | 9,9      |
| DMS     | 17,8     |

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

de 0,3% nas duas frequências, 0,5% de extrato de alga aplicados semanalmente e no controle. No cultivo á campo a melhor média foi obtida no tratamento com aplicações quinzenais de extrato de alga na concentração de 0,5%, não diferindo estatisticamente do tratamento com aplicações semanais de extrato de alga a 0,3% e do controle (Tabela 5).

Com relação ao número médio de frutos de três racimos por planta, verificou-se interação entre tratamentos e ambientes, sendo os melhores resultados observados com aplicações quinzenais, na dose 0,3% em ambiente protegido, e 0,5%, a campo (Tabela 5), porém sem diferir do controle e da dose 0,3% semanal em ambiente protegido, bem como da 0,5% semanal, a campo. O menor número de frutos foi observado nas plantas que não receberam aplicação de extrato de alga (controle), a campo. No extrato da alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, foi detectada a presença de citocinina zeatina ribosídeo (66 µg g<sup>-1</sup>) e isopentil adenina (iPA) (4 µg g<sup>-1</sup>), e de acordo com Zhang e Ervin (2004), tais valores são considerados como alta concentração. Possivelmente, os efeitos observados

**Tabela 4.** Massa média de frutos (MMF), diâmetro transversal de frutos (DTF) e diâmetro longitudinal de frutos (DLF) de tomate cv. Piccolo F1, sob cultivo protegido e a campo, em função das doses e frequências de extrato de alga (E.A.). Curitiba, 2010.

| Tratamentos              | MMF (g fruto <sup>-1</sup> ) |         | DTF (cm)*ns       |       | DLF (cm)ns        |       |
|--------------------------|------------------------------|---------|-------------------|-------|-------------------|-------|
|                          | Ambiente                     |         |                   |       |                   |       |
|                          | Cultivo protegido            | Campo   | Cultivo protegido | Campo | Cultivo protegido | Campo |
| 0% E.A. <sup>1</sup>     | 31,3*abA                     | 33,4aA  | 54,5              | 35,0  | 31,37             | 33,4  |
| 0,3% E.A.S. <sup>2</sup> | 24,2bB                       | 38,6aA  | 61,0              | 38,0  | 24,22             | 34,7  |
| 0,5% E.A.S.              | 35,6aA                       | 21,3bB  | 48,5              | 44,5  | 35,67             | 21,3  |
| 0,3% E.A.Q. <sup>3</sup> | 30,7abA                      | 34,7aA  | 62,5              | 40,0  | 30,77             | 38,6  |
| 0,5% E.A.Q.              | 30,4abA                      | 29,8abA | 45,5              | 51,0  | 30,41             | 29,8  |
| CV%                      | 9,6                          |         |                   | 12,6  |                   | 4,2   |
| DMS Coluna               | 9,9                          |         | -                 |       | -                 |       |
| DMS Linhas               | 6,7                          |         | -                 |       | -                 |       |

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup>não significativo. <sup>1</sup>E.A. = Extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (L.) jolis. <sup>2</sup>E.A.S. = Extrato de alga semanal. <sup>3</sup>E.A.Q. = Extrato de alga quinzenal.

**Tabela 5.** Comprimento da ráquis (CR), número de frutos por planta (NF) de três racimos do terço médio, produção média (PM) por planta de tomate cv. Piccolo, sob cultivo protegido e a campo, em função das doses e frequências de extrato de alga (E.A.). Curitiba, 2010.

| Tratamentos              | CR (cm)           |          | NF                |         | PM (kg planta <sup>-1</sup> ) |       |
|--------------------------|-------------------|----------|-------------------|---------|-------------------------------|-------|
|                          | Ambiente          |          |                   |         |                               |       |
|                          | Cultivo protegido | Campo    | Cultivo protegido | Campo   | Cultivo protegido             | Campo |
| 0% E.A. <sup>1</sup>     | 26,0*aA           | 24,6abA  | 54,5abcA          | 35,0bB  | 1,7bA                         | 1,1cB |
| 0,3% E.A.S. <sup>2</sup> | 24,8aA            | 24,0abcA | 61,0abA           | 38,0abB | 1,4cA                         | 1,3bB |
| 0,5% E.A.S.              | 25,8aA            | 22,0bcB  | 48,5bcA           | 44,5abA | 1,7bA                         | 0,9dB |
| 0,3% E.A.Q. <sup>3</sup> | 23,6aB            | 21,5cA   | 62,5aA            | 40,0abB | 1,9aA                         | 1,5aB |
| 0,5% E.A.Q.              | 19,1bB            | 26,6aA   | 45,5cA            | 51,0aA  | 1,5cA                         | 1,4aB |
| CV%                      | 3,8               |          | 8,3               |         | 2,0                           |       |
| DMS Coluna               | 2,9               |          | 13,2              |         | 99,8                          |       |
| DMS Linhas               | 2,0               |          | 8,9               |         | 67,4                          |       |

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>1</sup>E.A. = Extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (L.) jolis. <sup>2</sup>E.A.S. = Extrato de alga semanal. <sup>3</sup>E.A.Q. = Extrato de alga quinzenal.

na característica NF se devam à formação de fitohormônios ou pelo melhor uso da concentração endógena já existente, estimulada pelo uso de EA. As citocininas influenciam no movimento de nutrientes para a folha, podendo ser criada uma nova relação fonte-dreno (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Em relação à produção média por planta, as doses 0,3% quinzenal para o cultivo protegido e 0,3 e 0,5% a campo, com aplicações quinzenais, foram as que proporcionam as maiores médias, e no cultivo em ambiente protegido a produção foi superior em comparação ao cultivo em campo, sugerindo que em ambiente protegido pode-se aplicar uma dose menor, uma vez que não está sujeito a tantas variações bióticas e abióticas (Tabela 5). Segundo Martins (1992), tal superioridade em ambiente protegido propicia ao tomateiro um incremento na produção, podendo ser de 4 a 15 vezes superior às obtidas em campo. Componentes do extrato de algas tais como citocininas, auxinas, e ácido abscísico, são substâncias de crescimento que afetam metabolismo celular em plantas tratadas, como no caso da rúcula, conduzindo ao acréscimo da produção da cultura (VERNIERI et al., 2005).

Estudos comprovaram o efeito benéfico de biofertilizante no crescimento e no desenvolvimento de diversas plantas como pimentão (*Capsicum annuum* L.) (ERIS; SIVRITEPE; SIVRITEPE, 2011), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (TEMPLE; BOMKE, 1989) e batata (*Solanum tuberosum* L.) (SARHAN, 2011) com a aplicação de extrato de algas marinhas. Entretanto, Csizinszky (1984) obteve o aumento de produtividade de até 99% no rendimento do cultivo de tomate com aplicações de EA, enquanto Tourte, Bugg e Shennan (2000) não observaram diferenças significativas na produção e na qualidade dos frutos.

Diante desses aspectos, verifica-se que o extrato de alga pode ser um importante biofertilizante para a cultura do tomate, sendo que a dose 0,3% a cada 15 dias estimula a produção do tomate nos ambientes estudados, o que representa um menor custo ao produtor, além dos benefícios no que se refere ao menor risco de contaminação por resíduos de pesticidas nos frutos, por se tratar de uma fonte natural de nutrientes, aminoácidos e reguladores vegetais. No entanto, outros estudos podem ser realizados, visando verificar a influência na qualidade dos frutos.

## 4 Conclusões

A dose de *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis indicada é 0,3% para cultivo protegido e a campo, aplicada a cada quinze dias, proporcionando o aumento da produção, sem alterar as características dos frutos e o crescimento vegetativo da planta.

## Referências

ABETZ, P. Seaweed extracts: have they a place in Australian agriculture or horticulture. *Institute of Agricultural Science and Technology*, v. 46, p. 23-9, 1980.

ABRANTES, F. L. *Efeito de bioestimulante sobre a produtividade e qualidade fisiológica de dois cultivares de feijão cultivados no inverno*. 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2008.

ALBUQUERQUE, A. A. R. N.; ALBUQUERQUE, T. C. S. *Cultivo da couve em substrato fertirrigado com aplicações de organominerais*. 2008. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CPATSA/38881/1/OPB1909.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2012.

BLUNDEN, G.; JENKINS, T.; LIU, Y. W. Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. *Journal of Applied Phycology*, v. 8, n. 6, p. 535-543, 1997. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02186333>

CASILLAS, V. J. C.; LONDOÑO, I. J.; GUERRERO, A. H.; BUITRAGO, G. L. Analisis cuantitativo de la aplicacion de cuatro bioestimulantes en el cultivo del rabano (*Raphanus sativus* L.). *Acta Agronomica*, v. 36, n. 2, p. 185-195, 1986.

CSIZINSZKY, A. A. Response of tomatoes to seaweed based nutrient sprays. *Proceedings of Florida State Horticultural Society*, v. 97, p. 151-157, 1984.

ERIS, A. H. O.; SIRRITEPE, H. O.; SIRRITEPE, N. The effect of seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract on yield and quality criteria in peppers. *Acta Horticulturae*, v. 412, p. 733-737, 2011.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. *FAOstat database results*. 2010. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 26 abr. 2012.

KOO, R. C. J.; MAYO, S. Effects of seaweed sprays on citrus fruit production. *Proceedings of the Florida State Horticultural Science*, v. 107, p. 82-85, 1994.

KÖPPEN, W. *Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica. México, 1948. 479 p.

KUMAR, G.; SAHOO, D. Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. Pusa Gold. *Journal of Applied Phycology*, v. 23, n. 2, p. 251-255, 2011. <http://dx.doi.org/10.1007/s10811-011-9660-9>

LE JOLIS, A. *Liste des algues marines de Cherbourg*. Cherbourg, 1863. 168 p. Mémoires de la Société Impériale des Sciences Naturelles de Cherbourg.

MARANGONI, B.; ROMBOLA, A. D.; SORRENTI, G. Use of natural compounds for plant nutrition and protection in organic farmed orchards. *Bulletin OILB/SROP*, v. 5, p. 129-136, 2004.

MARTINS, G. *Uso de casa de vegetação com cobertura plástica na tomaticultura de verão*. 1992. 65 f. Tese (Doutorado)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1992.

MAZZONI, V. S. C.; TRUFEM, S. F. B. Efeitos da poluição aérea e edáfica no sistema radicular de *Tibouchina pulchra* Cogn. (Melastomataceae) em área de Mata Atlântica: associações micorrízicas e morfologia. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 27, p. 337-348, 2004.

METTING, B.; ZIMMERMAN, W. J.; CROUCH, I. J.; VAN, S. J. *Agronomic uses of seaweed and microalgae*. In: AKATSUKA, I (Ed.). *Introduction to applied phycology*. The Hague: SPB Academic Publishing, 1990. 627 p.

PAYAN, J. P. M.; STALL, W. Effects of aminolevulinic acid and acetyl thioproline on weed free and weed infested St. Augustine Turfgrass. *Florida State Horticultural Society*, v. 117, p. 282-285, 2004.

RAIJ, B. V.; SILVA, N. M.; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A.; HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLIZAZZI, J. R.; DECHEN, A. R.; TRANI, P. E. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. 170 p. (IAC. Boletim Técnico, n. 100).

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICCHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 928 p.

SARHAN, T. Z. Effect of humic acid and seaweed extracts on growth and yield of potato plant (*Solanum tuberosum* L) Desireé cv. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, v. 39, n. 2, 2011.

SOUZA, R. J. *Cultura da beterraba: Cultivo convencional e cultivo orgânico*. Lavras: UFLA. 2003. 37p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

TEMPLE, W. D.; BOMKE, A. A. Effects of kelp (*Macrocystis integrifolia* and *Ecklonia maxima*) foliar applications on bean crop growth. *Plant and Soil*, v. 117, n. 1, p. 85-92. 1989. <http://dx.doi.org/10.1007/BF02206260>

TOURTE, L.; BUGG, R. L.; SHENNAN, C. Foliar-applied seaweed and fish powder do not improve yield and fruit quality of organically grown processing tomatoes. *Biological Agriculture and Horticulture*, v. 18, n. 1, p. 15-27, 2000. <http://dx.doi.org/10.1080/01448765.2000.9754861>

VERNIERI, P.; BORGHESI, E.; FERRANTE, A.; MAGNANI, G. Application of biostimulants in floating system for improving rocket quality. *Journal of Food Agriculture and Environment*, v. 3, p. 86-88, 2005.

ZHANG, X.; ERVINE, E. H. Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with Creeping bent grass leaf cytokinins and drought resistance. *Crops*, v. 44, p. 1737-1745, 2004. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2004.1737>