



RAONI PEREIRA DE CARVALHO

**‘NIÁGARA ROSADA’ TABLE GRAPE CULTIVATED WITH
SEAWEED EXTRACTS**

**LAVRAS - MG
2017**

RAONI PEREIRA DE CARVALHO

**‘NIÁGARA ROSADA’ TABLE GRAPE CULTIVATED WITH SEAWEED
EXTRACTS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador

Dr. Moacir Pasqual

**LAVRAS – MG
2017**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Carvalho, Raoni Pereira de.
Niágara Rosada table grape cultivated with seaweed extracts /
Raoni Pereira de Carvalho. - 2017.
72 p. : il.

Orientador(a): Moacir Pasqual.

.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2017.
Bibliografia.

1. Bioestimulantes. 2. Nutrição. 3. Fisiologia. I. Pasqual,
Moacir . . II. Título.

RAONI PEREIRA DE CARVALHO

**‘NIÁGARA ROSADA’ TABLE GRAPE CULTIVATED WITH SEAWEED
EXTRACTS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração Produção Vegetal, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 25 de julho de 2017.

Dra. Leila Aparecida Salles Pio	UFLA
Dra. Lilian de Aguiar Saldanha	Acadian Plant Health
Dr. Paulo César De Melo	UFLA
Dr. Paulo Márcio Norberto	EPAMIG

Dr. Moacir Pasqual
Orientador

**LAVRAS – MG
2017**

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e o Departamento de Agricultura (DAG), pela oportunidade concedida para realização do doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Dr. Moacir Pasqual, pela orientação e confiança.

Ao Dr. Paulo César de Melo, pelo apoio técnico e amizade.

Ao professor Dr. Nilton Nagib, por disponibilizar a área para pesquisa.

À Dra. Leila Aparecida Salles Pio, por todo auxílio e incentivo.

À Dra. Lilian de Aguiar Saldanha, pelo apoio técnico.

Aos pesquisadores da EPAMIG Dr. Paulo Norberto, Dr. Ângelo Alvarenga e Dr. Émerson Gonçalves, pelo interesse na avaliação e enriquecimento do trabalho.

Aos colegas Dr. Diêgo Faustolo, Dr. Ranieri Reis Laredo, Dr. Helbert Rezende, Dra. Ana Carolina Vilas Boas, pela enorme ajuda durante e após a condução do experimento.

Aos técnicos do Laboratório de Cultura de Tecidos e do Laboratório de Processamento de Produtos de Origem Vegetal, por todo auxílio.

À Ceres Tecnologia Agrícola, pelo fornecimento dos materiais para a realização da pesquisa.

À minha mãe, pelo amor e incentivo de sempre.

Ao meu pai, pelo incentivo e amizade.

À Sarah, pela amizade, amor, leveza e motivação, imprescindíveis para a conclusão dessa etapa.

A toda família, pelo carinho.

À Marli, secretária do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia.

RESUMO

A presente pesquisa foi realizada com o intuito de elucidar o efeito das pulverizações foliares com os extratos das algas marinhas *Ascophyllum nodosum*, *Hypnea musciformis*, *Lithothamnium* sp., *Sargassum vulgare* a 0.6% sobre o comportamento fisiológico, nutricional, produtivo e as características de qualidade pós-colheita da videira 'Niágara Rosada'. Os extratos de algas marinhas foram aplicados em quatro diferentes fases da 'Niágara Rosada', aos 20 dias após a quebra de dormência das gemas, na florada, no estágio de crescimento das bagas e no início da maturação das uvas, durante duas safras agrícolas, 2014 e 2015. O experimento foi conduzido em condições de campo, em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo. Tratamentos com algas marinhas proporcionaram valores significativamente superiores, na maioria das épocas avaliadas, para taxa fotossintética líquida, condutância estomática, eficiência do uso da água e eficiência de carboxilação. Os teores foliares de K, Mg, B, Cu e Zn foram afetados positivamente pelas pulverizações com os extratos de algas marinhas. Plantas tratadas com *Ascophyllum nodosum* apresentaram teores desses nutrientes em patamares superiores em relação à testemunha. As características produtivas produção por planta e estimativa de produtividade foram afetadas pelas pulverizações com algas marinhas, apresentando valores superiores em plantas tratadas com *Ascophyllum nodosum*. As características comprimento e largura dos cachos, massa fresca de bagas e massa fresca do cacho foram afetadas positivamente pelas pulverizações com algas marinhas, principalmente com *Ascophyllum nodosum*. Sólidos solúveis totais, acidez total titulável, ratio, açúcares solúveis totais e pH foram afetados pelos tratamentos com algas marinhas, sendo os maiores valores encontrados com *Ascophyllum nodosum*. O menor valor de L* encontrado em uvas tratadas com produto de *Ascophyllum nodosum* sugere uvas com uma coloração mais escura, tendendo a ser mais tinto.

Palavras-chave: Bioestimulantes. *Vitis labrusca*. Nutrição. Fisiologia. Qualidade dos frutos.

ABSTRACT

The present research was carried out with the aim of elucidating the effect of leaf sprays with extracts of seaweed *Ascophyllum nodosum*, *Hypnea musciformis*, *Lithothamnium* sp., *Sargassum vulgare* 0.6% on the physiological, nutritional, productive behavior and post-harvest quality characteristics of the vine 'Niagara Rosada'. Seaweed extracts were applied at four different stages of 'Niagara Rosada', at 20 days after bud break, flowering, berries growing stage and maturation of the grapes during two crop seasons, 2014 and 2015. The experiment was conducted under field conditions, a randomized block with split plot. Seaweed extracts provided significantly higher values in most of the periods evaluated for net photosynthetic rate, stomatal conductance, water use efficiency and carboxylation efficiency. The leaf contents of K, Mg, B, Cu and Zn were positively affected by pulverization with seaweed extracts. Plants treated with *Ascophyllum nodosum* presented levels of these nutrients at higher levels in relation to the control. The production per plant and productivity estimate was affected by pulverization with seaweed, presenting higher values in plants treated with *Ascophyllum nodosum*. The length and width characteristics of the bunches, fresh mass of berries and fresh mass of the bunch were affected by spraying with seaweed. Total soluble solids, total titratable acidity, ratio, total soluble sugars and pH were affected by treatments with marine algae, being the highest values found with *Ascophyllum nodosum*. The lower L* value found in grapes treated with *Ascophyllum nodosum* product suggests grapes with a darker coloring, tending to be more red.

Keywords: Biostimulants. *Vitis labrusca*. Nutrition. Physiology. Fruits quality.

LISTA DE ABREVIATURAS

- An. *Ascophyllum nodosum*
Hm. *Hypnea musciformis*
Li. *Lithothamnium sp.*
Sg. *Sargassum vulgare*
(A) Taxa fotossintética líquida
(gs) Condutância estomática
(ci) Concentração intra-celular de CO₂
(WUE) Eficiência do uso da água
(Vpdl) Déficit de pressão de vapor foliar
(E) Transpiração
(CE) Eficiência de carboxilação
(L*) Luminosidade
(c) cromaticidade
(h°) ângulo hue

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE.....	9
1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 A videira ‘Niágara Rosada’.....	11
2.2 Algas marinhas como bioestimulantes de plantas.....	13
2.3 <i>Ascophyllum nodosum</i> (L.) Le Jolis.....	15
2.4 <i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen in Jacquin) J.V. Lamouroux.....	16
2.5 <i>Lithothamnium</i> sp.....	17
2.6 <i>Sargassum vulgare</i> C. Agardh.....	17
REFERÊNCIAS.....	19
SEGUNDA PARTE.....	25
ARTIGO 1 ‘Niágara Rosada’ table grape cultivated with seaweed extracts: physiological, nutritional and yielding behavior.....	25
ARTIGO 2 Videira ‘Niágara Rosada’ cultivada com extratos de algas marinhas: características pós-colheita de bagas e cachos.....	51

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o décimo terceiro maior produtor mundial de uva (IBGE, 2016). O país tem apresentado variações consideráveis na produção de uva nos últimos anos. Grande parte desta variação ocorrente se justifica pela interferência do clima na produção. Temperaturas acima da média e escassez de água para irrigação estão entre os fatores que contribuem para a menor produção e o menor preço do produto dessa atividade (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2016).

Uma das principais cultivares de uva plantada no Brasil para consumo *in natura* é a Niágara Rosada, *Vitis labrusca*, que possui grande aceitação pelo consumidor nacional. Pesquisas que buscam a melhoria do seu desempenho no campo (NORBERTO et al., 2009; DEUS et al., 2016) e a melhoria da qualidade pós-colheita dos seus frutos (TECCHIO et al., 2006; SILVA et al., 2009) têm sido realizadas. No campo, buscam-se plantas com bom estado nutricional e boa eficiência fisiológica. Na pós-colheita, buscam-se frutas com bom conteúdo de açúcar, adequada acidez, boa coloração e compactação dos cachos e bom aspecto de sanidade. Ou seja, trata-se não apenas do fator oferta e demanda, mas, também, do fornecimento de um produto diferenciado, no qual é possível a obtenção de melhores preços no mercado.

Os bioestimulantes de plantas, nos quais se incluem os inoculantes microbiológicos, os ácidos húmicos e fúlvicos, os aminoácidos e os extratos de algas marinhas têm trazido bons resultados sobre o desempenho de plantas no campo, bem como sobre a qualidade dos seus produtos (CALVO et al., 2014). Por definição, biofertilizantes ou bioestimulantes são produtos que contêm componentes ativos ou agentes biológicos capazes de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, melhorando o desempenho do sistema de produção, e que seja isento de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos (BRASIL, 2011).

Os extratos de algas marinhas possuem uma complexa composição de macro e micronutrientes de plantas, carboidratos, aminoácidos, vitaminas e elicitores da produção endógena de fitohormônios (BATTACHARYYA et al., 2015; TANDON; DUBEY, 2015). As principais divisões de algas marinhas usadas na agricultura são: as marrons, representadas pela *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, a mais pesquisada em todo o mundo, e por espécies

do gênero *Sargassum* C. Agardh, abundantes na costa marítima brasileira (JACOBUCCI; LEITE, 2014); as vermelhas como *Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacquin) J.V. Lamouroux e *Lithothamnium* sp., também abundantes na costa marítima brasileira (MELO; FURTINI NETO, 2003; CARNEIRO et al., 2014); e as verdes. Cada espécie de alga apresenta sua constituição própria, que definirá, portanto, seu efeito sobre as diferentes espécies vegetais.

A ação sinérgica entre os vários componentes de algas marinhas, somada ao seu efeito não tóxico, não poluente e não perigoso para os seres vivos, exercem efeito bioestimulante quando aplicada sobre as plantas (KHAN et al., 2009). Tais efeitos benéficos são sentidos na nutrição, na fisiologia, na qualidade dos produtos e na produção de diversas espécies vegetais (EYRAS et al., 2008; KALAIVANAN; VENKATESALU, 2012, VINOTH et al., 2012; IBRAHIM, 2013).

Na viticultura, produtos à base de algas já são utilizados para diversos fins. Pesquisas utilizando extratos de diferentes espécies de algas relataram repostas sobre o aumento de área foliar, crescimento de ramos, número de folhas (MUGNAI et al.; 2008; KHAN et al., 2012), aumento da fertilidade de gemas reprodutivas (MONIEM; ABD-ALLAH, 2008), incremento no acúmulo e translocação de nutrientes em tecidos foliares (MANCUSO et al., 2006; MONIEM; ABD-ALLAH, 2008; SABIR et al., 2014), aumento no peso de bagas e cachos e no teor de sólidos solúveis do fruto (KOK et al., 2010; KHAN et al., 2012; ZERMEÑO-GONZÁLEZ et al., 2015), melhoria da eficiência fisiológica sob estresse biótico e abiótico (AZIZ et al., 2003; MANCUSO et al., 2006; KHAN et al., 2012; ZERMEÑO-GONZÁLEZ et al., 2015) e aumento da produção (AZIZ et al., 2003; KHAN et al., 2009; KOK et al., 2010; ZERMEÑO-GONZÁLEZ et al., 2015).

Ainda não há relato de pesquisa envolvendo o uso de bioestimulante de algas marinhas na videira ‘Niágara Rosada’. Contudo, dada a importância econômica e social dessa videira e a potencialidade dos extratos de algas marinhas, é de suma importância o desenvolvimento de pesquisas que elucidem os efeitos desses bioestimulantes sobre essa frutífera. Ressaltando que, os efeitos desses produtos são variáveis de acordo com a espécie de planta usada como teste, além da composição da alga marinha usada como extrato.

Portanto, este trabalho teve o objetivo de testar os efeitos de extratos das algas marinhas *Ascophyllum nodosum*, *Hypnea musciformes*, *Lithothamnium* sp. e *Sargassum vulgare*, sobre o comportamento nutricional, fisiológico e produtivo e sobre as características de qualidade pós-colheita da videira ‘Niágara Rosada’.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A videira ‘Niágara Rosada’

O Brasil é o décimo terceiro maior produtor mundial de uva (IBGE, 2016). Ainda não foram feitas pesquisas discriminando os destinos das uvas produzidas no Brasil, se para indústria ou para o consumo *in natura*. No entanto, estima-se que, em média, 45% do total de uvas produzidas são destinadas ao processamento, principalmente visando à elaboração de vinhos e de sucos e a outra parte, 55%, é destinada ao consumo *in natura*, denominadas uvas de mesa (MELLO, 2015).

A ‘Niágara Rosada’, *Vitis labrusca*, é uma das principais variedades de uva cultivadas no Brasil. Essa videira surgiu do resultado de uma mutação somática natural da ‘Niágara Branca’ (*Vitis labrusca* x *Vitis vinifera*), ocorrida no município de Louveira, estado de São Paulo, em 1933 (MELLO, 2015; DEUS et al., 2016).

Os frutos da ‘Niágara Rosada’ são destinados, em grande parte, ao consumo *in natura*, com grande aceitação pelo consumidor brasileiro. Outros destinos da produção são a elaboração de vinhos e de sucos (MOTA et al., 2009). Essa cultivar apresenta vigor médio, bagas de tamanho médio de polpa doce, suco de sabor foxado, que é conferido aos vinhos produzidos (TECCHIO et al., 2007a).

Essa frutífera tem-se apresentado como uma alternativa interessante para produtores rurais com baixo, médio ou alto nível tecnológico (MELLO, 2015). Isso se deve à maior rusticidade da planta, à menor necessidade de tratamentos culturais durante o cultivo e por apresentar menor custo de produção em relação às uvas finas para mesa (NEIS et al., 2010).

Tais características fizeram com que o cultivo da ‘Niágara Rosada’ se expandisse em todo território nacional, iniciando primeiramente em regiões com ocorrência de clima temperado, depois em regiões com ocorrência de clima subtropical, como o sul de Minas Gerais, e por fim indo para regiões com ocorrência de clima tropical (MELLO, 2015). São Paulo, Santa Catarina e Minas Gerais são os principais estados que a cultivam (BRUNA; BACK, 2015).

A ‘Niágara Rosada’ completa o seu ciclo mediante temperaturas superiores a 10 °C, e, baseado no conceito de graus-dia (GD), a necessidade térmica para o desenvolvimento completo do fruto, da poda à colheita, é de 1549 graus-dia, independente da época de poda (PEDRO JÚNIOR et al., 1993). Portanto, estudos envolvendo a relação entre o comprimento do ciclo dessa videira e a temperatura do ar mostram que em regiões onde a temperatura é

mais elevada, o ciclo da cultura é menor, em razão de seu crescimento acelerado (FERREIRA et al., 2004).

Devido à grande variabilidade climática das regiões onde é cultivada no Brasil, aliada ao avanço de técnicas de manejo que orientam seu cultivo, a colheita da uva ‘Niágara Rosada’ pode ocorrer durante todo o ano no país (NEIS et al., 2010). No estado de São Paulo, principal produtor dessa videira, as colheitas se concentram nos meses de dezembro a abril, gerando menores preços no mercado (SILVA et al., 2009). A expansão da área de cultivo dessa frutífera para regiões tropicais gerou uma entressafra de produção, ocorrente entre os meses de junho a novembro, alcançando maiores preços no mercado (NEIS et al, 2010; MELLO, 2015).

Minas Gerais tem apresentado incremento na produção de uvas de mesa, a qual está concentrada em duas regiões: ao norte do Estado, com uma viticultura tropical na qual predomina o cultivo de uvas finas para mesa; e outra, ao sul, onde predomina a viticultura com variedades americanas, como a ‘Niágara Rosada’ (MARTIN et al., 2009). Os produtores de Minas Gerais enviaram ao CEAGESP em 2014, um dos maiores entrepostos de abastecimento de frutas e hortaliças do mundo, 902 toneladas de uva ‘Niágara Rosada. Em 2008 esse volume foi de 439 toneladas (ALMEIDA et al., 2015). Isso mostra que o cultivo desta frutífera vem crescendo no estado.

Na região vitícola do Sul de Minas Gerais, composta principalmente pelos municípios de Caldas, Andradas e Santa Rita de Caldas, a colheita da uva ‘Niágara Rosada’ se concentra nos meses de janeiro a fevereiro, época de maior safra, o que provoca uma queda acentuada nos preços (FERREIRA et al., 2004). Além disso, as condições climáticas ocorrentes nessa região na época da maturação da uva normalmente não são adequadas, devido às elevadas precipitações e nebulosidades, reduzindo assim a qualidade dos frutos (ORLANDO et al., 2003). A menor incidência de chuvas durante a maturação favorece a concentração do mosto e o aumento da concentração de açúcares na baga (MOTA et al., 2010). Nesse contexto, o produtor que conseguir antecipar sua safra, através de práticas de manejo que visem a alterar o ciclo de produção, poderá obter frutos de maior qualidade e que fujam das épocas de maior safra, obtendo maiores lucros de produção (SILVA et al., 2009).

A produção da videira pode ser afetada por diversos fatores, como: características climáticas adversas; presença da filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*), afídeo que danifica as raízes da videira; manejo inadequado da poda; ocorrência de doenças; adoção de sistemas de condução inadequados; compatibilidade e características do porta-enxerto usado; fertilizações

inadequadas e desequilíbrio nutricional (NORBERTO et al., 2009; MOTA et al., 2009; TEIXEIRA et al., 2015).

Dentre esses fatores, o manejo da qualidade nutricional da ‘Niágara Rosada’ merece atenção especial, visto que influencia diretamente a produção dessa cultura (TECCHIO et al., 2007b). Assim, é de fundamental importância o fornecimento de todos os nutrientes e na quantidade adequada às plantas, usando como ferramentas as análises de solo e as análises foliares, que permitem uma avaliação mais precisa da fertilidade do solo e da nutrição da planta, respectivamente (TECCHIO et al., 2007a).

2.2 Algas marinhas como bioestimulantes de plantas

As algas marinhas habitam um ambiente com grandes heterogeneidades espacial e temporal dos parâmetros físico-químicos. Ou seja, o ambiente marinho possui grandes variações sobre: a composição e a concentração de nutrientes, os níveis e a qualidade de luz, a disponibilidade de CO₂, a temperatura, a salinidade, a pressão de impacto biótico (predação) e o pH. Assim, para se adaptar a esse ambiente, as algas marinhas passaram por diversas mudanças fisiológicas, acarretando na síntese de biomoléculas essenciais para o seu desenvolvimento (STENGEL et al., 2011).

Tais constituintes desenvolvidos pelas algas são de grande importância para diversas atividades humanas, como nas indústrias alimentícias, farmacêuticas, medicinais e agrícolas (CARDOZO et al., 2007; KHAN et al., 2009). No âmbito da agricultura, o desenvolvimento de novas tecnologias para o processamento de algas marinhas tem permitido a extração de valiosos compostos para o cultivo de plantas (ARIOLI et al., 2015; BATTACHARYYA et al., 2015).

Os primeiros registros da utilização de algas marinhas na agricultura foram feitos no ano 60 d.C. por Colummela, em indicação para plantas de repolho, e no século IV, por Palladius, em indicação para plantas de romã e citros. Naquela época, as algas eram utilizadas em aplicação direta no solo, ou previamente compostada, sendo associadas com o papel de adubo ou agente condicionador de solo (CRAIGIE, 2011).

Com o avanço da tecnologia, que possibilitou o surgimento de aparelho para cromatografia, espectrômetro de massa e equipamento de ressonância magnética nuclear, foi possível a identificação exata dos componentes estruturais de algas marinhas (CRAIGIE, 2011). Os principais constituintes de algas marinhas são macro e micronutrientes, elicitores da

produção endógena de fitohormônios, aminoácidos, lipídeos, polissacarídeos, vitaminas e compostos fenólicos (ARIOLI et al., 2015; TANDON; DUBEY, 2015).

Os extratos de algas possuem componentes que induzem nas plantas a produção endógena de citocininas, auxinas, giberelinas e ácidos abscísico (WALLY et al., 2013). Outros constituintes de algas de grande importância são seus polissacarídeos, como o ágar e carragenanas (presentes em algas vermelhas) e os alginatos e fucoidanos (presentes em algas marrons) (STENGEL et al., 2011).

Os extratos de algas marinhas são classificados na agricultura como bioestimulantes ou biofertilizantes de plantas, devido à ação sinérgica entre seus vários componentes, somado ao seu efeito não tóxico e não poluente (KHAN et al., 2009). Por definição, bioestimulantes ou biofertilizantes são produtos que contêm componentes ativos ou agentes biológicos capazes de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, melhorando o desempenho do sistema de produção, e que seja isento de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos (BRASIL, 2011).

Hoje já existem diversas indústrias espalhadas em todo o mundo, as quais produzem e comercializam extratos de algas para uso agrícola. As principais divisões de algas com importância agrícola são as clorofitas (algas verdes), faeofitas (algas marrons) e rodofitas (algas vermelhas) (CRAIGIE, 2011).

Os extratos de algas estão disponíveis no mercado nas formas de produto seco (pó) ou extrato líquido, que é a forma mais utilizada. Esses produtos são indicados para tratamento de sementes, em fertirrigação, em pulverização foliar, em incorporação via solo, em tratamentos por inundação e por sua adição a soluções hidropônicas (KHAN et al., 2012; KAPLAN et al., 2013).

Pesquisas científicas recentes têm mostrado a grande potencialidade no uso de extratos de algas marinhas em plantas. Há pesquisas relatando os efeitos benéficos da utilização das algas marinhas na formação de mudas frutíferas (HAFLE et al., 2009; SOUZA et al., 2009), em aspectos qualitativos do crescimento de plantas (SPINELLI et al., 2010; MOREIRA et al., 2011), na nutrição mineral de plantas (BILLARD et al., 2014; ALI et al., 2016), no desempenho fisiológico de plantas (MIKICIUK; DOBROMILSKA, 2014), na qualidade das frutas (EL-SHAMMA et al., 2013; FAISSAL et al., 2013) e na produtividade (SPINELLI et al., 2009; KOK et al., 2010). Além disso, os extratos de algas possuem componentes que atuam na regulação de genes de resistências biótica e abiótica de plantas (KHAN et al., 2009).

2.3 *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis

A alga marinha marrom *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis é originária de áreas intercostais de regiões temperadas da Europa e da América do Norte (ABDEL-MAWGOUD et al., 2010; MACDONALD et al., 2012). Os estudos sobre sua composição visavam inicialmente à sua importância para uso na alimentação humana. Assim, de acordo com Jensen et al. (1968 relatado por BAARDSETH, 1970, p.7:4), foram encontrados os seguintes componentes: polissacarídeos alginato, manitol e laminarina; minerais diversos; vitaminas C, B, K; aminoácidos e proteínas diversas; e ácidos orgânicos.

A evidência de componentes com atividades comuns a fitohormônios de plantas no extrato de *Ascophyllum nodosum*, foi relatada já na década de 1950 (TANDON; DUBEY, 2015). Sanderson e Jameson (1986) utilizando espectrometria gasosa com cromatógrafo de massa identificaram a zeatina, dihidrozeatina, isopentenil adenina e isopentenil adenosina no extrato dessa alga.

A *Ascophyllum nodosum* é utilizada como fertilizante na agricultura do Canadá, França e Inglaterra desde o século XIX, inicialmente aplicada ao solo em sua forma natural como fonte de matéria orgânica (SILVA et al., 2010). Atualmente, os produtos extraídos dessa alga são comercializados globalmente para fins agrícolas, nas formas de concentrado líquido e pó solúvel (DANESH et al., 2012). Empresas de diversos países fabricam e comercializam produtos dessa alga, como a Acadian Seaplants (Canadá), Biovita (Índia), Valagro (Itália), Bioatlantis (Irlanda), Seasol (Austrália), dentre outras.

Devido a grande abundância, principalmente em países com alto nível tecnológico, a facilidade do cultivo, a rápida regeneração após as colheitas e a rica composição, a alga *Ascophyllum nodosum* e seus produtos têm sido os mais pesquisados e os mais usados na agricultura em todo o mundo (CRAIGIE, 2011). Respostas positivas obtidas com seu uso foram relatadas em várias culturas agrícolas (MACDONALD et al., 2012; SEN et al., 2015). Os efeitos conseguidos com o uso dessa alga sobre as plantas são o estímulo do crescimento da parte aérea e das raízes, a melhoria na absorção de nutrientes e no desempenho fisiológico, o aumento de resistência contra pragas e doenças e o aumento de produção (NAIR et al., 2012; TANDON; DUBEY, 2015).

2.4 *Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacquin) J.V. Lamouroux

O gênero *Hypnea* faz parte da divisão das algas vermelhas (Rhodophyta), da família Hypneaceae, sendo a *Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V. Lamour a espécie mais abundante do gênero, com ocorrência nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico. Essa espécie é amplamente distribuída ao longo do litoral brasileiro, ocorrendo desde o Maranhão até o Rio grande do Sul, incluindo as ilhas oceânicas (COSTA et al, 2012; SANTOS et al., 2015).

Recentes estudos realizados no litoral de diversas localidades do Brasil têm mostrado a existência de diferentes comportamentos fenológicos da *Hypnea musciformis*, que são influenciados, direta ou indiretamente, por fatores ambientais, como insolação, salinidade, hidrodinâmica e temperatura (CAIRES et al., 2013).

A *Hypnea musciformis* é composta, em média, por 14.17% de água, 14.14% de cinzas, 17.12% de proteínas, 54.24% de carboidratos e 0.33% de lipídeos (CARNEIRO et al., 2014). Essa alga apresenta também minerais, como K, Ca, Mg e Fe (EL-SAID; EL-SIKAILY, 2013), componentes com atividades comuns a fitohormônios (YOKOYA et al., 2010) e vitaminas A e C (MARTINS et al., 2013). A carragenana, um polissacarídeo sulfatado, é o constituinte de maior valor comercial encontrado nessa alga, uma vez que é amplamente utilizado como agente geleificante, estabilizante, espessante ou emulsificante nas indústrias de cosméticos, de têxteis e de alimentos (CAIRES et al., 2013).

Estudos recentes têm mostrado o potencial da alga *Hypnea musciformis* e de seus componentes como bioestimulantes de plantas. Selvam e Sivakumar (2014) relataram valores superiores para o comprimento da parte aérea e da raiz, o peso fresco e seco da parte aérea e da raiz, o número de ramos, a área foliar e o conteúdo de clorofila a, b e total em plantas de amendoim tratado com o extrato de *Hypnea musciformis* a 2%. Kumareswari e Rani (2016) relataram aumento no conteúdo de aminoácidos e de vitaminas em plantas de *Amaranthus retroflexus* L. tratadas com o extrato da mesma alga.

Outras pesquisas têm demonstrado também efeitos biológicos de grande interesse em plantas após o tratamento com as carragenanas, como o estímulo ao crescimento e a proteção natural das plantas, por induzir grandes quantidades de metabólitos secundários, como verificado para milho e grão de bico ((BI et al., 2011). Ghannam et al (2013) verificaram o aumento de resistência de plantas de tabaco ao vírus do mosaico, utilizando o mesmo polissacarídeo. Castro et al. (2012) verificaram também em plantas de tabaco, que as carragenanas aumentaram a assimilação de CO₂, a condutância estomática, a eficiência do

fotossistema II, o teor de clorofila a e b e a atividade de rubisco, indicando um aumento na fotossíntese líquida e na assimilação carbono.

2.5 *Lithothamnium* sp.

As algas calcárias do gênero *Lithothamnium* pertencem à família das Coralináceas, grupos de algas vermelhas (Rodophytas). As principais espécies desse gênero são a *Lithothamnium calcareum* e a *Lithothamnium coralloides* (DIAS, 2001).

A *Lithothamnium* spp. é retirada do fundo do mar, do sedimento marinho, após a primeira trituração, é seco ao ar quente e micropulverizado a frio (SOUZA et al., 2009). Consta em sua composição principalmente os carbonatos de cálcio e de magnésio, que são precipitados em suas paredes celulares sob a forma de cristais de calcita, e confere a elas um alto poder de correção da acidez do solo. Também estão presentes mais de 20 oligoelementos em quantidades variáveis, tais como Fe, Mn, B, Ni, Cu, Zn, Mo, Se e Sr (DIAS, 2001).

A plataforma continental brasileira representa, a nível global, a maior extensão coberta por sedimentos carbonáticos dessa alga (DIAS, 2001). Por isso, no Brasil, algumas indústrias que atuam na extração e comercialização de seus produtos, seja para fins agrícolas, pecuários, cosméticos ou farmacêuticos, têm surgido.

Estudos indicam que a primeira menção do uso da *Lithothamnium* na agricultura foi em 1186, como fertilizante e corretivo da acidez do solo (MELO; FURTINI NETO, 2003). Resultados satisfatórios obtidos com o uso dessa alga já foram relatados no crescimento e na produção do feijoeiro (MELO; FURTINI NETO, 2003), no incremento do crescimento de mudas de maracujazeiro doce e maracujazeiro-amarelo (SOUZA et al., 2007; 2009), no incremento da altura da parte aérea de mudas de mamoeiro (HAFLE et al., 2009), na melhoria da qualidade de frutos de pitaia-vermelha (MOREIRA et al., 2011) e no incremento do crescimento e da melhoria da nutrição mineral de oliveiras (CARVALHO et al., 2014). Porém, pesquisas que elucidem seus efeitos em culturas agrícolas através de pulverizações foliares, na forma líquida, são ainda restritos.

2.6 *Sargassum vulgare* C. Agardh

As algas do gênero *Sargassum* C. Agardh pertencem à divisão das algas marrons e à família Sargassaceae. Esse gênero é bem representado no litoral brasileiro, contando com cerca de onze espécies, distribuídas desde o litoral do Estado do Maranhão até o Estado do

Rio Grande do Sul (SZÉCHY; PAULA, 2000). Uma das espécies com maior distribuição no litoral brasileiro é *Sargassum vulgare*, cuja distribuição geográfica estende-se do Estado do Maranhão até o Estado de São Paulo (SZÉCHY et al. 2006; ALMADA et al., 2008).

Espécies do gênero *Sargassum* além de serem fontes alternativas para as indústrias de alginato, como vem acontecendo na Índia, têm sido também aproveitadas na medicina e na alimentação de humanos e de outros animais em diversas partes do mundo (SZÉCHY; PAULA, 2000). Essas algas são fontes de carboidratos, minerais, proteínas, aminoácidos essenciais, betacaroteno e vitaminas (RAMOS et al., 2000; KUMAR et al., 2015).

Challen e Hemingway (1965 como citado por KALAIVANAN; VENKATESALU, 2012) detalharam os componentes de *Sargassum* que possuem grande importância para o cultivo de plantas, tais como: componentes com atividades comuns aos fitohormônios auxinas, citocininas e giberelinas, micronutrientes (Fe, Cu, Zn, Co, Mo, Mn e Ni), vitaminas e aminoácidos. A partir dessas descobertas, pesquisas com essas algas, com a finalidade de bioestimulantes de plantas, vêm sendo realizadas.

Erulan et al. (2009) relataram maior porcentagem de germinação de sementes, maior comprimento da parte aérea e da raiz, maior peso fresco e seco da planta e maior concentração de clorofila a, b e total em plantas *Cajanus cajan* pulverizadas com extrato de *Sargassum* spp. a 0,5%. Kumar e Sahoo (2011) após tratarem sementes de trigo por imersão em biofertilizante de *Sargassum wightii* na concentração de 20% verificaram aumento na germinação das sementes, aumento do número e comprimento de raízes, aumento do comprimento da parte aérea e do número de ramos. Já Kalaivanan e Venkatesalu (2012) relataram aumento na porcentagem de sementes germinadas, aumento do comprimento da parte aérea e da raiz, aumento do peso fresco e seco da planta e incrementos nos teores de nutrientes após embeber sementes de *Vigna mungo* (L.) Hepper em extrato de alga do gênero *Sargassum* a 10%.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-MAWGOUD, A. M. R. et al. Seaweed extract improves growth, yield and quality of different watermelon hybrids. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 6, n. 2, p. 161-168, 2010.
- ALI, N. et al. The effect of *Ascophyllum nodosum* extract on the growth, yield and fruit quality of tomato grown under tropical conditions. **Journal Of Applied Phycology**, v. 28, p. 1353-1362, 2016.
- ALMADA, C. H. B.; VALENTIN, Y. Y.; NASSAR, C. A. G. Aspectos populacionais de *Sargassum vulgare* C. Agardh (ochrophyta, Fucales) NaPontado Arpoador - Rio de Janeiro. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 2, p. 291-298, 2008.
- ALMEIDA, G. V. B.; CAMARA, F. M.; OLIVEIRA, S. L. Mercado e aspectos econômicos da uva 'Niágara Rosada'. In: Uva de Mesa. **Informe Agropecuário (EPAMIG)**, Belo Horizonte, v. 36, n. 289, p. 41-47, 2015.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2016** / Michelle Treichel ...[et al.]. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 88 p. Disponível em: <http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo_edicao/4/2016/04/20160414_0d40a2e2a/pdf/5149_2016fruticultura.pdf> Acessado em: 13/06/2016.
- ARIOLI, T.; MATTNER, S. W.; WINBERG, P. C. Applications of seaweed extracts in Australian agriculture: past, present and future. **Journal of Applied Phycology**, v. 27, p. 2007–2015, 2015.
- AZIZ, A. et al. Laminarin elicits defense responses in grapevine and induces protection against *Botrytis cinerea* and *Plasmopara viticola*. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v. 16, n. 12, p. 1118-1128, 2003.
- BAARDSETH, E. Synopsis of biological data on knobbed wrack *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis. **Fish Synop FAO** No. 38 Rev. 1: v. 44, 1970.
- BATTACHARYYA, D et al. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 39–48, 2015.
- BRASIL (2011). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal, bem como as listas de substâncias permitidas para uso nos sistemas orgânicos de produção animal e vegetal, na forma dessa Instrução Normativa e dos seus Anexos I a VII. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 7 out. 2011 e, seção 1, 31 p. Disponível em:<www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 25 de outubro de 2014.
- BI, F.; IQBAL, S.; ARMAN, M.; ALI, A.; HASSAN, M. Carrageenan as an elicitor of induced secondary metabolites and its effects on various growth characters of chickpea and maize plants. **Journal of Saudi Chemical Society**, v. 15, p. 269–273, 2011.
- BILLARD, V. et al. Two biostimulants derived from algae or humic acid induce similar responses in the mineral content and gene expression of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 33, p. 305–316, 2014.
- BRUNA, E. D.; BACK, A. J. Comportamento da cultivar Niágara Rosada enxertada sobre diferentes porta-enxertos no sul de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 5, p. 924-933, 2015.

- CAIRES, T. A. et al. Phenological studies in populations of *Hypnea musciformis* (Rhodophyta: Gigartinales) in a tropical region of Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 36, n. 2, p. 135–140, 2013.
- CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant Soil**, v. 383, p. 3–41, 2014.
- CARDOZO, K. H. M. et al. Metabolites from algae with economical impact. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part C, v. 146, p. 60–78, 2007.
- CARNEIRO, J. G.; RODRIGUES, J. A. G.; TELES, F. B.; CAVALCANTE, A. B. D.; BENEVIDES, N. M. B. Analysis of some chemical nutrients in four Brazilian tropical seaweeds. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 36, n. 2, p. 137-145, 2014.
- CARVALHO, R. P. et al. Organomineral fertilization on the chemical characteristics of Quartzarenic Neosol cultivated with olive tree. **Scientia Horticulturae**, v. 176, p. 120–126, 2014.
- CASTRO, J. et al. Oligo-carrageenans stimulate growth by enhancing photosynthesis, basal metabolism and cell cycle in tobacco plants (var. Burley). **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 31, p. 173–185, 2012.
- CHALLEN, S. B., HEMINGWAY, J. C. Growth of higher plants in response to feeding with seaweed extracts. **Proc. V Ind. Seaweed Symposium**, p: 359-367, 1965.
- COSTA, I. O. et al. Macroalgas bentônicas associadas a bancos de *Hypnea musciformis* (Wulfen) J.V. Lamour. (Rhodophyta – Gigartinales) em duas praias do litoral baiano. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 2, p. 493-507, 2012.
- CRAIGIE, J. S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. **Journal of Applied Phycology**, v. 23, p. 371-393, 2011.
- DANESH, R. K. et al. Study effects of nitrogen fertilizer management and foliar spraying of marine plant *Ascophyllum nodosum* extract on yield of cucumber (*Cucumis sativus* L.). **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, v. 4, n. 20, p. 1492-1495, 2012.
- DEUS, B. C. S. et al. Photosynthetic capacity of ‘Niagara Rosada’ grapes grown under transparent plastic covering. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.6, p.950-956, jun, 2016.
- DIAS, G. T. M. Granulados bioclásticos – Algas calcárias. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 18, n. 13, p. 307-318, 2001.
- EL-SAID, G.; EL-SIKAILY, A. Chemical composition of some seaweed from Mediterranean Sea coast, Egypt. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 185, p. 6089-6099, 2013.
- EL-SHAMMA, M. S. et al. Efficiency of some organic fertilizers as safe resources on the performance of Valencia Orange trees grown in newly reclaimed soils. **World Applied Sciences Journal**, v. 25, n. 9, p. 1263-1269, 2013.
- ERULAN, V. et al. Studies on the effect of *Sargassum polycystum* (c.agardh, 1824) extract on the growth and biochemical composition of *Cajanus cajan* (l.) mill sp. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v. 6, n. 4, p. 392-399, 2009.
- EYRAS, M. C.; DEFOSSÉ, G. E.; DELLATORRE, F. Seaweed compost as an amendment for horticultural soils in patagonia, Argentina. **Compost Science e Utilization**, v. 16, n. 2, p. 119-124, 2008.

- FAISSAL, A. F.; AKL AHMED, M. M. A.; ORABY AHMED, A. F. Partial replacement of inorganic nitrogen fertilizer by spraying some vitamins, yeast and seaweed extract in Ewaise mango orchard under upper Egypt conditions. **Stem Cell**, v. 4, n. 3, 2013.
- FERREIRA, E. A. et al. Antecipação de safra para videira Niágara Rosada na região sul do estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 6, p. 1221-1227, 2004.
- GHANNAM, A. et al. Enhancement of local plant immunity against tobacco mosaic virus infection after treatment with sulphated-carrageenan from red alga (*Hypnea musciformis*). **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v. 84, p. 19-27, 2013.
- HAFLE, O. M. et al. Produção de mudas de mamoeiro utilizando Bokashi e Lithothamnium. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n.1, 2009.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - **Levantamento Sistemático de Produção Agrícola**, Rio de Janeiro v. 29 n. 3 p. 1-79, abril 2016. Disponível em: <
[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201603.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201603.pdf)> Acessado em: 14/06/2016.
- IBRAHIM, Z. R. Effect of foliar spray of ascorbic acid, Zn, seaweed extracts (Sea) force and biofertilizers (EM-1) on vegetative growth and root growth of olive (*Olea europaea* L.) transplants cv. Hojblanca. **International Journal of Pure and Applied Sciences and Technology**, v. 17, n. 2, p. 79-89, 2013.
- JACOBUCCI, G. B.; LEITE, F. P. P. The role of epiphytic algae and different species of *Sargassum* in the distribution and feeding of herbivorous amphipods. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 42, p. 353–363, 2014.
- JENSEN, A.; NEBB, H.; SAOTER, E. A. The value of Norwegian seaweed meal as a mineral supplement for diary cows. Rep. Norw.Ins-t.Seaweed. Res., (32):35 p., 1968.
- KALAIVANAN, C.; VENKATESALU, V. Utilization of seaweed *Sargassum myriocystum* extracts as a stimulant of seedlings of *Vigna mungo* (L.) Hepper. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 2, p. 466-470, 2012.
- KAPLAN, M. et al. Effect of N pro technology and seactiv complex on growth, yield quantity and quality of ‘Szampion’ apple trees. **Acta Scientiarum Polonorum**, v. 12, n. 6, p. 45-56, 2013.
- KHAN, W. et al. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 28, p. 386-399, 2009.
- KHAN, A. S. et al. Foliar application of mixture of amino acids and seaweed (*Ascophylum nodosum*) extract improve growth and physicochemical properties of grapes. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 14, n. 3, 2012.
- KOK, D. et al. The influences of different seaweed doses on table quality characteristics of cv. Trakya Ilkeren (*Vitis vinifera* L.). **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 16, n. 4, p. 429-435, 2010.
- 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, p. 251–255, 2011.
- KUMAR, S.; SAHOO, D.; LEVINE, I. Assessment of nutritional value in a brown seaweed *Sargassum wightii* and their seasonal variations. **Algal Research**, v. 9, p. 117–125, 2015.

- KUMARESWARI, T.; RANI, M. V. S. Nutritional superiority of seaweed based organic green leafy vegetable, *Amaranthus retroflexus* L. **International Journal of Pharma and Bio Sciences**, v. 7, n. 1, p. 332 – 335, 2016.
- MACDONALD, J. E. et al. Root growth of containerized lodgepole pine seedlings in response to *Ascophyllum nodosum* extract application during nursery culture. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 92. p. 1207-1212, 2012.
- MANCUSO, S. et al. Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. **Advances in Horticultural Science**, v. 20, n. 2, p. 156-161, 2006.
- MARTINS, C. D. L. et al. Antioxidant properties and total phenolic contents of some tropical seaweeds of the Brazilian coast. **Journal of Applied Phycology**, v. 25, p. 1179-1187, 2013.
- MELO, P. C.; FURTINI NETO, A. E. Avaliação do Lithothamnium como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.3, 2003.
- MELLO, L. M. R. Relatório da avaliação de impactos do sistema de produção de uva Niágara Rosada em regiões tropicais. Bento Gonçalves: **Embrapa Uva e Vinho**, 2015.
- MIKICIUK, M.; DOBROMILSKA, R. Assessment of yield and physiological indices of small-sized tomato cv. ‘Bianka F1’ under the influence of biostimulators of marine algae origin. **Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus**, v. 13, p. 31–41, 2014.
- MONIEM, E. A. A.; ABD-ALLAH, A. S. E. Effect of green alga cells extract as foliar spray on vegetative growth, yield and berries quality of Superior grapevines. **American-Eurasian Journal Agricultural & Environmental Sciences**, v. 4, n. 4, p. 427-433, 2008.
- MOREIRA, R. A. et al. Crescimento de pitaiá vermelha com adubação orgânica e granulado bioclástico. **Ciência Rural**, v. 41, n. 5, p.785-788, 2011.
- MOTA, R. V. et al. Produtividade e composição físico-química de bagas de cultivares de uva em distintos porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 6, p. 576-582, 2009.
- MOTA, R. V. et al. Composição de bagas de ‘Niágara Rosada’ E ‘Folha-de-figo’ relacionadas ao Sistema de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1116-1126, 2010.
- MUGNAI, S. et al. Enhancement of ammonium and potassium root influxes by the application of marine bioactive substances positively affects *Vitis vinifera* plant growth. **Journal of Applied Phycology**, v. 20, p. 177–182, 2008.
- NAIR, P. et al. Transcriptional and metabolomic analysis of *Ascophyllum nodosum* mediated freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana*. **BMC Genomics**, v. 13, 2012.
- NEIS, S.; REIS, E. F.; SANTOS, S. C. Produção e qualidade da videira cv. Niágara Rosada em diferentes épocas de poda no sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1146-1153, 2010.
- NORBERTO, P. M. et al. Efeito do sistema de condução em algumas características ecofisiológicas da videira (*Vitis labrusca* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 3, p. 721-726, 2009.
- ORLANDO, T. G. S. et al. Caracterização agrônômica de cultivares de videira (*Vitis labrusca* L.) em diferentes sistemas de condução. **Ciência e Agrotecnologia**, v. especial, p. 1460-1469, 2003.

- PEDRO JÚNIOR, M. J. et al. Caracterização fenológica da videira ‘Niágara Rosada’ em diferentes regiões paulistas. **Bragantia**, Campinas, v. 52, n. 2, p. 153-160, 1993.
- RAMOS, M. V. et al. Amino acid composition of some brazilian seaweed species. **Journal of Food Biochemistry**, v. 24, p. 33-39, 2000.
- SANTOS, R. W. et al. The effect of different concentrations of copper and lead on the morphology and physiology of *Hypnea musciformis* cultivated in vitro: a comparative analysis. **Protoplasma**, v. 252, p. 1203–1215, 2015.
- SABIR, A. et al. Vine growth, yield, berry quality attributes and leaf nutrient content of grapevines as influenced by seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) and nanosize fertilizer pulverizations. **Scientia Horticulturae**, v. 175, p. 1-8, 2014.
- SANDERSON, K.J., JAMESON P.E. The cytokinins in a liquid seaweed extract: Could they be active ingredients? **Acta Horticulturae**, v.179, p.113-16, 1986.
- SELVAM, G. G.; SIVAKUMAR, K. Influence of seaweed extract as an organic fertilizer on the growth and yield of *Arachis hypogea* L. and their elemental composition using SEM–Energy Dispersive Spectroscopic analysis. **Asian Pacific Journal of Reproduction**, v. 3, n. 1, p. 18-22, 2014.
- SILVA, R. J. L.; LIMA, L. C. O.; CHALFUN, N. N. J. C. Efeito da poda antecipada e regime de irrigação nos teores de açúcares em uvas ‘Niágara Rosada’. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 3, p. 844-847, 2009.
- SILVA, C. P.; LASCHI, D.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; MOGOR, A. F. Aplicação foliar do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* e do ácido glutâmico no desenvolvimento inicial de crisântemos (*Dendranthema morifolium* (Ramat.) Kitam.) em vasos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 16, n. 2, p. 179-181, 2010.
- SOUZA, H. A. et al. Doses de lithothamnium e diferentes substratos na produção de mudas de maracujazeiro-doce. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.20, n.4, p.24-30, 2007.
- SOUZA, H. A. et al. A. Avaliação de doses e produtos corretores da acidez em variáveis biométricas na produção de mudas de maracujazeiro. **Acta scientiarum. Agronomy**, v. 31, p. 607-612, 2009.
- SPINELLI, F. et al. Perspectives on the use of a seaweed extract to moderate the negative effects of alternate bearing in apple trees. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, volume especial IsaFruit, p. 131-137, 2009.
- SPINELLI, F. et al. A novel type of seaweed extract as a natural alternative to the use of iron chelates in strawberry production. **Scientia Horticulturae**, v. 125, p. 263–269, 2010.
- STENGEL, D. B.; CONNAN, S.; POPPER, Z. A. Algal chemodiversity and bioactivity: Sources of natural variability and implications for commercial application. **Biotechnology Advances**, v. 29, p. 483–501, 2011.
- SZÉCHY, M. T. M.; PAULA, É, J. Padrões estruturais quantitativos de bancos de *Sargassum* (Phaeophyta, Fucales) do litoral dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 23, n. 2, p. 121-132, 2000.
- SZÉCHY, M. T. M.; GALLIEZ, M.; MARCONI, M. Quantitative variables applied to phenological studies of *Sargassum vulgare* C. Agardh (Phaeophyceae - Fucales) from Ilha Grande Bay, State of Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 1, p. 27-37, 2006.

TANDON, S.; DUBEY, A. Effect of Biozyme (*Ascophyllum nodosum*) biostimulant on growth and development of Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 46, p. 845-858, 2015.

TECCHIO, M. A. et al. Uso de bioestimulante na videira 'Niágara Rosada'. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1236-1240, 2006.

TECCHIO, M. A. et al. Produtividade e teores de nutrientes da videira 'Niagara Rosada' em vinhedos nos municípios de Louveira e Jundiaí. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 1, p. 48-58, 2007a.

TECCHIO, M. A. et al. Características físicas e acúmulo de nutrientes pelos cachos de 'Niagara Rosada' em vinhedos na região de Jundiaí. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 621-625, 2007b.

TEIXEIRA, L. A. J. et al. Normas Dris e níveis críticos de nutrientes para videira 'Niagara Rosada' cultivada na região de Jundiaí-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 247-255, 2015.

VINOTH, S.; GURUSARAVANAN, P.; JAYABALAN, N. Effect of seaweed extracts and plant growth regulators on high-frequency in vitro mass propagation of *Lycopersicon esculentum* L (tomato) through double cotyledonary nodal explant. **Journal of Applied Phycology**, v. 24, p. 1329-1337, 2012.

YOKOYA, N. S. et al. Endogenous cytokinins, auxins and abscisic acid in red algae from Brazil. **Journal of Phycology**, p. 46, p. 1198-1205, 2010.

ZERMEÑO-GONZÁLEZ, A. et al. Biofertilización de vid en relación con fotosíntesis, rendimiento y calidad de frutos. **Agrociencia**, v. 49. p. 875-887, 2015.

SEGUNDA PARTE

ARTIGO 1 - 'NIÁGARA ROSADA' TABLE GRAPE CULTIVATED WITH SEAWEED EXTRACTS: PHYSIOLOGICAL, NUTRITIONAL AND YIELDING BEHAVIOR

ABSTRACT

Adverse environmental factors, such as heat and drought stress may impact negatively the development of vine as it have been observed at Brazil, where one of the most important table grape variety is 'Niágara Rosada'. Bioativactors from marine algae are products that offer to growers opportunity to overcome such environmental problems. Seaweed extracts contain organic compounds and bioactive molecules, which are capable of having beneficial effects to plants physiological, nutritional and yielding behavior. These effects depend on the seaweed extract used, the methodology of production of the seaweed extracts and the plant species. A research was developed on a grower field, for two seasons, aiming to evaluate the effect of foliar applications of seaweed extracts from *Ascophyllum nodosum*, *Hypnea musciformis*, *Lithothamnium* sp. and *Sargassum vulgare* at 0.6%, on 'Niágara Rosada' physiology, nutrition and yield. At most of the evaluations, treatments with seaweed extract show greater values for the net photosynthetic rate, stomatal conductance, water use efficiency and carboxylation efficiency. The leaf contents of K, Mg, B, Cu and Zn were positively affected by foliar application with the seaweed extracts. The yield per plant estimate were affected by foliar application with seaweeds, presenting higher values in plants treated with seaweed extract from *Ascophyllum nodosum* followed by *Lithothamnium* sp.

Keywords: Biostimulants. *Vitis labrusca*. Leaf Gas Exchange. Mineral Nutrition. Sustainable Yield.

**VIDEIRA ‘NIÁGARA ROSADA’ CULTIVADA COM EXTRATOS DE ALGAS
MARINHAS: COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO, NUTRICIONAL E
PRODUTIVO**

RESUMO

Fatores ambientais adversos como temperaturas acima da média e estresse hídrico podem impactar negativamente a produção das videiras, assim como tem sido observado no Brasil, onde uma das principais videiras cultivadas é a ‘Niágara Rosada’. Bioativadores de algas marinhas são produtos que oferecem aos produtores oportunidade de superar tais problemas ambientais. Os extratos de algas marinhas contêm compostos orgânicos e moléculas bioativas, que são capazes de proporcionar efeitos benéficos sobre o comportamento fisiológico, nutricional e produtivo das plantas. Esses efeitos dependem do extrato de alga a ser usado, da metodologia de produção do extrato e da espécie de planta a ser aplicado. O experimento foi conduzido em campo, em duas safras, buscando elucidar o efeito das pulverizações foliares com os extratos das algas marinhas *Ascophyllum nodosum*, *Hypnea musciformis*, *Lithothamnium* sp., *Sargassum vulgare* a 0.6% sobre o comportamento fisiológico, nutricional e produtivo da ‘Niágara Rosada’. Na maioria das avaliações, os tratamentos com extrato de algas marinhas tiveram valores superiores para a taxa de fotossíntese líquida, condutância estomática, eficiência de uso da água e eficiência de carboxilação. Os conteúdos foliares de K, Mg, B, Cu e Zn foram positivamente afetados pelas pulverizações com os extratos de algas marinhas. A produção por planta e a estimativa da produtividade foram afetadas pelas pulverizações foliares com os extratos de algas marinhas, apresentando maiores valores em plantas tratadas com extrato da alga *Ascophyllum nodosum* seguido de *Lithothamnium* sp.

Palavras-chave: Bioestimulantes. *Vitis labrusca*. Medidas de Trocas Gasosas. Nutrição Mineral. Produção Sustentável.

1 INTRODUCTION

Viticulture, an activity of great cultural, economic and social expression, is traditional in temperate climate regions and has been expanding to tropical and subtropical regions. In Brazil, viticulture is being practiced in several states and, as a consequence, the country moved, in less than ten years, from the nineteenth to the thirteenth place in the rank of the major producers of grapes (DEUS et al., 2016). The increase in research in this area, together to greater demand of its products, processed or fresh, by the population, contributed to the advance of the activity in the country.

One of the main table grape cultivars grown in Brazil is ‘Niágara Rosada’, *Vitis labrusca*, which has great acceptance in the national market for consumption fresh. This fruitful plant presents great potential for cultivation at the low, medium and high technological level (BRUNA; BACK, 2015), however, there is considerable yield variations across the country.

The table grape production in the 2014/2015 season was 1.49 million metric tons; in the 2015/2016 season it was of 0.95 million metric tons (IBGE, 2016). A large part of this variation is due to climate interference in the production. In the 2015/2016 season, temperatures above average and shortage of water for irrigation in tropical regions, and excess of rain and frost occurrence in the Southern region brought losses with low yield and lower price of the product (BRAZILIAN FRUIT YEARBOOK, 2016). Thus, this brings the need of research seeking new management practices to improve the productivity of the crop under stresses.

The use of biostimulants in agriculture has been a good strategy for the promotion of improvement in plant performance in the field. Those derived from seaweeds have been largely used in the field and in research across the world. Extracts of seaweeds are natural products and contain essential macro and micronutrients, organic compounds (carbohydrates, amino acids and vitamins) and may result in a phytohormone-like response which help in the nutrition, growth and physiological behavior of plants (CRAIGIE, 2011; ELANSARY *et al.*, 2016).

Products from the seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis are the most utilized in agriculture all over the world, even in countries where it does not occur, such as Brazil. Researchs has shown that the application of products of this seaweed has improved the tolerance of plants subjected to different types of abiotic stress, such as: heat tolerance in

Agrostis stolonifera L. (ZANG; ERVIN, 2008); water and salinity stress in Lettuce, melon, tomato and pepper (NEILY *et al.*, 2010); Orange cv. Clementine under drought stress (SPANN; LITTLE, 2011); *Arabidopsis thaliana* to freezing stress (NAIR *et al.*, 2012); *Spiraea nipponica* and *Pittosporum eugenoides* to a moderate drought conditions (Elansary *et al.*, 2016).

In table grapes there are positive reports on the use of *Ascophyllum nodosum* ((L.) Le Jolis) seaweed based products on production and yield; size, number and fresh weight of each fruit and of the bunches; and on the nutritional state of the plants by the direct provision of nutrients contained in the seaweeds or by the improvement on the translocation of nutrients within the plant itself (NORRIE; KEATHLEY, 2006; KOK *et al.*, 2010; KHAN *et al.*, 2012; SABIR *et al.*, 2014).

Brazil, a country with one of the largest sea coast in the world, has a great diversity of seaweeds, particularly abundant, and having potential as biostimulants are seaweeds of the genus *Sargassum* C. Agardh (JACOBUCCI; LEITE, 2014), red seaweed such as *Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacquin) J.V. Lamouroux (CARNEIRO *et al.*, 2014) and seaweeds of carbonaceous origin such as *Lithothamnium* sp. (MELO; FURTINI NETO, 2003). All these have potential as plant biostimulants, however few research information is available.

Foliar application with Algaenzims^{MR} (Palau Bioquim S.A. de C.V.), a *Sargassum* sp. seaweed based product, improved yield and the physiology of ‘Shiraz’ wine grape (Zermeño-González *et al.* 2015). *Lithothamnium* sp. based products, containing a rich mineral is commonly used in order to promote soil correction and fertility, and thus resulting in yield increase (Moreira *et al.* 2012; Carvalho *et al.* 2014). On the other hand, research with *Hypnea musciformis* as plant biostimulant are still scarce, with no reports on the grapevine.

The results obtained with seaweed extracts depend on the species utilized as extract and on the efficiency of each plant genotype to respond the extract. Besides these factors, temperature, moisture, light intensity which may affect the stomatal opening and the cuticle and cell wall permeability, which can affect uptake (BATTACHARYYA *et al.*, 2015).

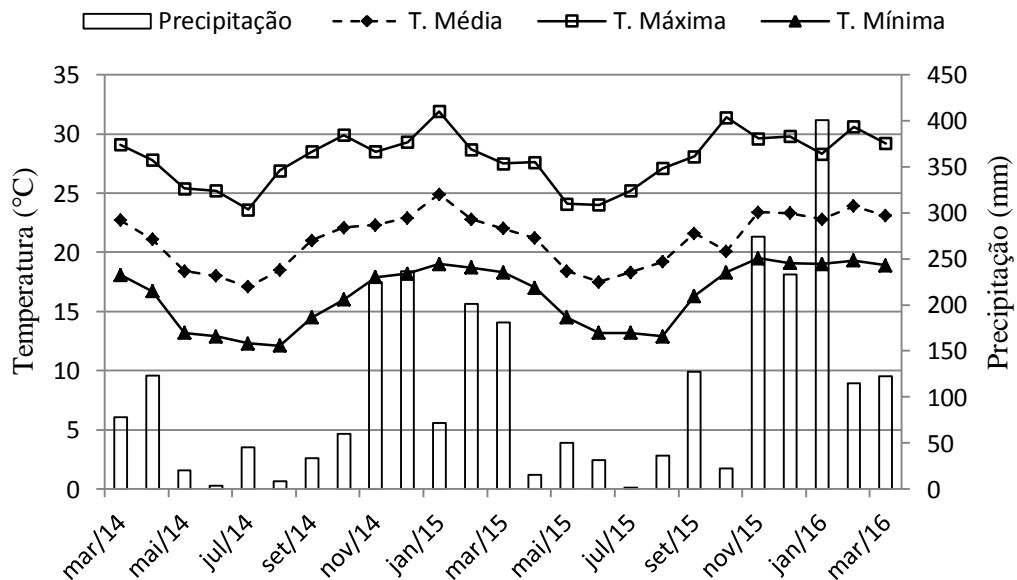
There are still not many research involving the utilization of seaweed extracts in ‘Niágara Rosada’, which is a vine of great economic and social value in Brazil. Therefore, the purpose of this work was to test the effect of the seaweeds *Ascophyllum nodosum*, *Hypnea musciformis*, *Lithothamnium* sp. e *Sargassum vulgare* extracts on the nutritional, physiological and yielding behavior of the ‘Niágara Rosada’ table grape.

2 MATERIAL AND METHODS

Experimental area

The experiment was conducted in the municipality of Lavras - MG, Cartesian coordinates 21° 14' S and 44° 59' W and altitude of 920 m. The region climate is Cwa, classified, according to Köppen, as subtropical humid with dry winter and hot summer (ALVARES *et al.*, 2013). During the experimental period the variations in temperature and precipitation in the region were registered according to Figure 1.

Figure 1 - Average temperatures (Avg. T.), maximum (max.T.) and minimum (min.T.) and monthly accumulated precipitation, during the years of 2014, 2015 and 2016, in the region of Lavras, Minas Gerais.



Source: INMET – Agroclimatological Bulletin.

The area soil was classified, according to the Brazilian Soil classification System (EMBRAPA, 2013), as Red Latosol, clay texture (43% of clay) in the 0 to 20 cm layer and with the following characteristics in the beginning of the experiment: water pH of 6.2; organic matter of 3.6 dag kg⁻¹; exchangeable Ca, Mg and Al with values of 4.5, 1.9 and 0.0 cmol_c dm⁻³, respectively; exchangeable P Mehlich 1 and K of 18.4 and 89.0 mg dm⁻³, respectively; cation exchange capacity at pH 7 of 8.73 cmol_c dm⁻³ and base saturation of 66.7%. Fertilizations were made according the soil and leaf analyses, following the indications of the

Soil Chemistry and Fertility Commission – RS/SC (2004), adopting as standard an average yield, applying N, P₂O₅ and K₂O at the dosages of 20, 20 and 30 kg ha⁻¹, respectively.

Plant characterization

The experiment was conducted in a vineyard established in August 2009, utilizing as graft cultivar the table grape Niágara Rosada (*Vitis labrusca*) and as stock for grafting the cultivar Riparia do Traviú, *Vitis riparia* (*V. rupestris* x *V. cordifolia*). The plants were guided in trellis (espalier), in simple bilateral Royat cordon, composed of 8 spurs and two buds (in a total of 16 productive branches), with spacing between plants of 1.8 m and between lines of 2.0 m (2,770 plants ha⁻¹). A drip irrigation system was utilized only during the more critical dry periods.

The grapevines were pruned at 25 July in both the 2014 and 2015 seasons, and following that, the Bioalho® (garlic extract of Natural Rural S.A., Araraquara-SP) was applied as a dormancy breaker.

Treatments

The treatments were composed by four species of seaweeds used as foliar bioactivators (extracts) and a control (i.e. without seaweed extract). The seaweeds were: a) *Ascophyllum nodosum*, through the commercial product Acadian LSC (An)(Acadian Seaplants Limited, Dartmouth, NS); b) *Hypnea musciformis* (Hm); c) *Lithothamnium* sp. (Li); d) *Sargassum vulgare* (Sg). Hm, Li e Sg were giving by Ceres Tecnologia Agrícola, Lavras – MG. These seaweed extracts are under development by Ceres and the process is under proprietary rights and trade secret. Treatment plants received foliar applications with one of the four liquid seaweeds extracts. The control did not received foliar applications with any seaweed extracts.

For foliar applications, the seaweeds extracts were diluted in pure water, to a final concentration of 0.6%. The foliar sprays were applied four times: a) 20 days after breaking the dormancy of the scions; b) 50 days after the breaking of the dormancy of the scions (bloom); c) in the setting of the fruits (growth stage); d) in the beginning of the coloration of the fruits (verasion). The foliar applications with seaweeds was directed to the leaves, and bunches, when present. Tween-20 at 0.01% was utilized as spreader-sticker.

Measurements of gas exchange and chlorophyll content

The physiological measurements were made in two different phenological stages at two production cycles, which occur after the second and fourth application of the seaweed extracts, correspondent to the blooming and fruit maturation stages, respectively. Four leaves per plant were used for the evaluations were selected based on age, size, and health. They were in the upper third of the canopy and were had full sun exposure.

The gas exchange evaluations were made using a gas analyzer by infra-red (LI-6400XT Portable Photosynthesis System, LI-COR, Lincoln, USA). The characteristics evaluated were: net photosynthesis rate ($A - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), intercellular concentration of CO_2 ($C_i - \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$), CO_2 atmospheric concentration (C_a), stomatal conductance ($g_s - \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiration ($E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) and the water vapor pressure deficit in the leaf ($V_{pdL} - \text{kPa}$). The carboxylation efficiency (CE) and the instantaneous efficiency of water use (WUE) were obtained by the relationships A/C_i e A/E , respectively. An artificial source of radiation photosynthetically active was used (PAR) in closed chamber fixed in $1,500 \mu\text{mol}$ of photons $\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Blue + Red LED LI-6400-02B, LI-COR, Lincoln, USA). The CO_2 assimilation rate in the chamber was measured with the CO_2 environment concentration, which was $395.89 \pm 5,1 \mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$.

Chlorophyll relative index with the chlorophyll meter (Minolta, SPAD-502) was taken on the same leaves of the gas exchange evaluations. The readings were made in the adaxial face of the leaves, besides the central vein, taking the average of three readings per leaf.

Nutritional behavior evaluation

The foliar samplings were made during the beginning of the grapes maturation, two weeks after the fourth application. Six healthy leaves per plant were sampled (petiole + blade), according to methodology proposed by the Soil Chemistry and Fertility Commission – RS/SC (2004).

The material collected was washed and dried in a stove with forced air circulation (65°C , for 72 hours) until attaining constant mass. The dry leaves were ground with a mill (“Wiley” type) and analyzed for nutrient content, according to Malavolta *et al.* (1997), in the Foliar Analysis Laboratory of the Chemistry Department of the federal University of Lavras.

Yield characteristics

The harvest was made after fruits reach the commercial ripening point, equal or higher than 14°Brix , verified with a field refractometer (BRAZIL, 2002). The yield attributes

analyzed were the number of bunches per plant, yield per plant and the estimate of total yield. Only marketable bunches were considered. The production was obtained by the sum of the weights of all bunches of the plant with a precision scale.

Data analysis

The experimental design utilized was randomized complete block five blocks per treatment, four plants per plot and two times of evaluation. Only two central plants in the plot were utilized for the evaluations, avoiding border effects.

The data collected was submitted to analysis of variance to verify the existence of differences among treatments and among periods of evaluation, as well as the interaction among these factors. The test for means used was the Tukey test (0.05 of probability) utilizing the R software.

3 RESULTS AND DISCUSSION

Physiological behavior

The carboxylation efficiency (CE), CO₂ intercellular concentration (C_i), stomatal conductance (g_s), water use efficiency (WUE), net photosynthetic rate (A), transpiration (E), water vapor pressure deficit in the leaf (V_{pdl}) and the chlorophyll content were affected by the foliar application with seaweeds extracts (Tables 1, 2, 3, 4 and 5). Among these characteristics, (A), (g_s) and (CE) were different between periods of evaluation, presenting higher values in the two years of evaluation, in the pre-blooming stage compared to the fruit maturation stage.

The values of photosynthetic rate (A) show on Table 1 were significantly higher for all treatments at the flowering stage at 2014 and 2015. In the blooming stage at 2015 and fruit maturation stage at 2014 and 2015, however, the plants treated with seaweeds presented higher values for photosynthetic rate (A). Increases of 13.9%, 6.2% and 14.4% with *Ascophyllum nodosum* (An), in the fruit maturation (2014) and blooming and fruit maturation (2015) stages, respectively, compared to the control were observed. Hm presented greater value for (A) in the blooming stage of 2015 and Li in the fruit maturation at 2015, with increases of 7.6% and 16.1%, respectively, compared to the control.

As with ‘Niágara Rosada’, other researchers have also found, greater values for photosynthetic rate in plants after the treatment with seaweed extracts. ‘Shiraz’ wine grapes treated with *Sargassum* spp. (ZERMEÑO-GONZÁLEZ *et al.* 2015) and apple trees ‘Fuji’

treated with *Ascophyllum nodosum* (SPINELLI *et al.*, 2009) presented greater photosynthetic rates compared to plants non treated with these extracts.

The seaweed extracts have components such as polysaccharides which act in the increase of the gene regulation of enzymes Rubisco e Anhydrase Carbonic, which are involved in photosynthesis and carbon synthesis in plants (CASTRO *et al.*, 2012; GONZÁLEZ *et al.*, 2013; CALVO *et al.*, 2014). Castro *et al.* (2012) and González *et al.* (2014) researching the application of carragenins, sulfated polysaccharides of red seaweeds such as *Hypnea musciformis*, found an increase of the activity of Rubisco and of the net photosynthesis rate in tobacco and eucalyptus plants, respectively. Recent studies indicate that brown seaweeds, such as *Sargassum vulgare* and *Ascophyllum nodosum*, contain 40 to 70% of carbohydrates, such as cellulose, alginate, laminarin and mannitol, which elicit positive influences in plant physiology, such as the increase of photosynthetic rate (ALI *et al.*, 2016).

Table 1 - Values of the net photosynthetic rate (A) of the ‘Niágara Rosada’ table grape submitted to foliar applications of seaweed extracts.

Treatments	----- A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) -----			
	2014 Blooming	2014 Maturation	2015 Blooming	2015 Maturation
<i>Ascophyllum nodosum</i>	21.41 Aa	18.74 Ab	21.41 ABa	18.11 Ab
<i>Hypnea musciformis</i>	20.96 Aa	17.52 ABb	21.70 Aa	16.18 Bc
<i>Lithothamnium sp.</i>	20.72 Aa	18.36 Ab	20.63 ABa	18.38 Ab
<i>Sargassum vulgare</i>	20.89 Aa	17.70 ABb	21.00 ABa	17.98 Ab
Control	20.94 Aa	16.45 Bb	20.16 Ba	15.83 Bb
Coefficient of variation	4.28%			

Means followed by the same capital letter in the column and lower case within the row within each treatment do not differ between them by the Tukey test ($p < 0.05$).

Source: From the author.

The values of stomatal conductance (gs) (Table 2) were significantly different between treatments during blooming (2015) and fruit maturation (2014 and 2015) stages. In fruit maturation stage (2014 and 2015), the treatments with seaweeds presented higher values for (gs). Increases of stomatal conductance (gs) of 6.3%, 17.0% and 17.8% with *Ascophyllum nodosum* (An), in the blooming stage at 2014 and fruit maturation at 2014 and 2015, respectively, compared to the Control were observed. Li presented higher value of (gs) in the maturation of fruits stage (2015), with an increase of 21.0% compared to the Control.

Higher values for stomatal conductance (gs) were observed when seaweed treatments were applied, among other factors, the presence in these extracts of substances that assist in the endogenous biosynthesis of phytohormones by plants, such as cytokinins, auxins and abscisic acid like activity, are important factors, which undergo important physiological improvements in them (Wally et al., 2013). Cytokinin is largely diffused for having an antioxidant effect and retardant of the stomatal closing in plants (ZHANG; ERVIN, 2008; NISHIYAMA *et al.*, 2011; MEREWITZ *et al.*, 2012). Zhang and Ervin (2004) identified through the ELISA test in the *Ascophyllum nodosum* extract, concentrations of Zeatin-riboside and of Isopentenil-adenine, of 66 $\mu\text{g g}^{-1}$ and 4 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectively. Vinoth *et al.* (2012) identified in seaweeds of the genus *Sargassum* the presence of the 6-Benzilaminopurina, Tiadizuron, Isopentenil-adenina and Zeatina. Yokoya *et al.* (2010) identified in *Hypnea musciformis* the presence of the Isopentenil-adenine, cis-Zeatine and trans-Zeatine.

Table 2 - Values of stomatal conductance (gs) of ‘Niágara Rosada’ table grape to foliar applications of seaweed extracts.

Treatments	-----gs (mol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹) -----			
	2014 Blooming	2014 Maturation	2015 Blooming	2015 Maturation
<i>Ascophyllum nodosum</i>	0.438 Aa	0.412 Aa	0.416 Aa	0.370 Ab
<i>Hypnea musciformis</i>	0.436 Aa	0.390 ABbc	0.420 Aab	0.378 Ac
<i>Lithothamnium sp.</i>	0.392 Ba	0.386 ABa	0.398 Aa	0.380 Aa
<i>Sargassum vulgare</i>	0.426 ABa	0.376 ABbc	0.412 Aab	0.352 ABC
Control	0.412 ABa	0.352 Bb	0.404 Aa	0.314 Bb
Coefficient of variation	6.08%			

Means followed by the same capital letter in the column and lower case within the line within each treatment do not differ between them by the Tukey test ($p < 0.05$).

Source: From the author.

Besides to the presence of cytokinin like activity and the betaines, aminoacids contained in different species of seaweeds, have the function of regulate the dehydration of tissues, maintain the cellular turgor the stomatal conductance of the plants (ASHRAF; FOOLAD, 2007; SPINELLI *et al.*, 2010). These effects were noted in plants of spinach treated with *Ascophyllum nodosum*, demonstrating this product can improve foliar hydric relationships by promoting the cellular turgescence and smaller stomatal limitation (XU; LESKOVAR, 2015). Moreover, the seaweeds extracts have compounds which participate in

the enzyme transcription involved in the production of the betaine (betaine aldehyde dehydrogenase and coline monooxygenase) (KHAN *et al.*, 2009; CALVO *et al.*, 2014).

Anatomic alterations, such as the increase a stomatal density in plants were also observed with the use of seaweed extracts. Strawberry and apple trees treated with products containing *Ascophyllum nodosum* had an increase of stomatal density, which, albeit not significant, contributed to better control of hydric relationships and carbon gain (SPINELLI *et al.*, 2009; SPINELLI *et al.*, 2010).

The (Ci) (Table 3) was higher with An treatment, and was greater than the Sg treatment. An had 2.3% higher (Ci) compared to the control (Table 3). The values of (Ci) in the grapevine leaf, which represents photosynthetic metabolism C3, are largely influenced by the (gs) behavior (BOTA *et al.*, 2016). Larger values of (Ci) promote the increase in the value of the relationship CO₂/O₂ in the Rubisco, favoring the carboxylation instead of the oxygenation of the ribulose-1,5-biphosphate, consequently increasing the photosynthetic rate (MOUTINHO-PEREIRA *et al.*, 2009; SALAZAR-PARRA *et al.*, 2015). Tomato plants ‘Bianka F1’ had an increase of 18.8% in the value of CO₂ intercellular concentration and of 108% in the value of the photosynthetic rate after treatment with *Ascophyllum nodosum* extracts compared to untreated plants (MIKICIUK; DOBROMILSKA, 2014).

The transpiration (E) (Table 3) had the largest value with control, differing only from Hm, which had the smaller value. The control treatment increased the values of (E) in 6.8% over Hm, 5.5% over Sg and Li and 4.1% over An (Table 3). Even with the largest values of (gs) found in ‘Niágara Rosada’ treated with seaweed extracts (Table 3), these plants presented smaller values for (E). This shows that the extracts have capacity to promote greater stomatal opening and greater photosynthetic rate, but conserving the cellular transpiration of the plant.

The characteristic (VpdL) (Table 3) was superior to the control treatment, differing significantly only from An, which had the smallest value. The control treatment increased by 14.4% the value of (VpdL) over An (Table 3). The smaller value of (VpdL) found in An suggests that in this treatment there is less loss of water to the environment, diminishing the need to the stomatal closing to limit loss of water, potentiating the capture of CO₂ and the plant photosynthesis (DEUS *et al.*, 2016).

Superior values of (E) and (VpdL) (Table 3) found in the control confirm the smaller hydric efficiency of the plants from this treatment to accomplish gas exchanges, culminating in smaller photosynthetic rates (Table 1) and stomatal conductance (Table 2). However, none of the treatments evaluated presented limiting values for (VpdL), which are between 0.2 and

1.0kPa, and according to DEUS et al. (2016), that would reduce the normal functioning of the physiologic and growth processes of the plants.

The Water Use Efficiency (WUE) (Table 3) was significantly lower in the control treatment. There was an increase of 14.3% for An, 10.9% for Sg, 10.0% for Hm and 10.4% for Li compared to the control. In the treatments with seaweed application, the predominance or greater values of (A) (Table 1) and smaller values of (E) (Table 3) led to greater values of (WUE) (Table 3), since it is calculated by the relation (A)/(E). This indicates that the grapevines treated with seaweed are conducting photosynthesis with higher hydric efficiency, losing less water to the environment. According to Bota *et al.* (2016), (WUE) is the characteristic that better reflects the capacity of the grapevine in adapting to environments under stress, specially hydric, and is closely linked to the control of gas exchanges through the stomata.

The treatment with An presented greater value for (WUE) (Table 3). Similarly, Mikiciuk and Dobromilska (2014) registered an increase of 133.7% in water use efficiency in tomato plants which received the foliar spraying of 0.3% of biostimulant containing *Ascophyllum nodosum*.

Table 3 - Values of intercellular concentration of CO₂ (Ci), transpiration (E), water use efficiency (WUE) and water vapor pressure deficit in the leaf (VpdL) of the 'Niágara Rosada' table grape submitted to foliar applications of seaweeds extracts.

Treatments	Ci ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol ar}^{-1}$)	E ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	WUE	VpdL (kPa)
<i>Ascophyllum nodosum</i>	271.49 A	7.54 AB	2.63 A	1.80 B
<i>Hypnea musciformis</i>	270.31 AB	7.35 B	2.53 A	1.91 AB
<i>Lithothamnium sp.</i>	265.80 AB	7.44 AB	2.54 A	1.97 AB
<i>Sargassum vulgare</i>	265.00 B	7.44 AB	2.55 A	1.97 AB
Control	265.26 AB	7.85 A	2.30 B	2.06 A
Coefficient of variation	2.46%	6.15%	7.51%	9.55%

Means followed by the same letter in the column do not differ between them by the Tukey test ($p < 0.05$).

Source: From the author.

The carboxylation efficiency (CE) (Table 4) was significantly higher for all treatments at the blooming stage (2014 and 2015). (CE) had its values differentiated among the

treatments only in fruits maturation stage, with values lower to those found in the control and *Hypnea musciformis* (Hm) treatment, respectively, in 2014 and 2015 (Table 4). On the other hand, the treatments An and Li presented higher values at these stage at 2014 and 2015, respectively.

Larger values of (A) and (gs), in the maturation of fruits stage (2014 and 2015), which is when the leaves of the plants begin to enter in senescence, occurring in the treatments with the application of seaweed, influenced directly the behavior of the (CE) in these periods, since it is given by the relation (A)/(Ci). Thus, there is a growing loss of photosynthetic capacity of the plants at this periods, particularly, in the case of ‘Niágara Rosada’, in plants non treated with seaweed, as seen by the smaller value of (A) and (CE).

Table 4 - Values of the carboxylation efficiency (CE) of the ‘Niágara Rosada’ table grape treated with foliar applications of seaweed extract.

Treatments	CE			
	2014 Blooming	2014 Maturation	2015 Blooming	2015 Maturation
<i>Ascophyllum nodosum</i>	0.077 Aa	0.068 Ab	0.079 Aa	0.069 Ab
<i>Hypnea musciformis</i>	0.076 Aa	0.066 ABb	0.079 Aa	0.060 Bb
<i>Lithothamnium</i> sp.	0.075 Aa	0.068 Ab	0.076 Aa	0.070 Aab
<i>Sargassum vulgare</i>	0.079 Aa	0.064 ABb	0.077 Aa	0.067 Ab
Control	0.078 Aa	0.060 Bb	0.074 Aa	0.064 ABb
Coefficient of variation	5.36%			

Means followed by the same capital letter in the column and lower case within the line within each treatment do not differ between them by the Tukey test ($p < 0.05$).

Source: From the author.

Plants treated with An had the largest value of chlorophyll content, differing significantly from the treatments Hm and Control. Increments were found in the content of chlorophyll compared to the control of 6.98% for An and 4.3% for Sg and Li (Table 5).

Greater CO₂ availability and greater activity of the Rubisco requires larger reducing and energetic power for photosynthesis to occur. Thus, to match these increases, there a need of an increase of the chlorophyll content. Plants with greater content of chlorophyll have greater capacity to absorb solar irradiation, converting with more efficiency light energy into stored chemical energy (TASKOS *et al.*, 2015).

Table 5 - Chlorophyll content of the ‘Niágara Rosada’ table grape submitted to foliar application of seaweed extracts.

Treatments	Chlorophyll content (%)
<i>Ascophyllum nodosum</i>	53.19 A
<i>Hypnea musciformis</i>	49.55 B
<i>Lithothamnium</i> sp.	51.85 AB
<i>Sargassum vulgare</i>	51.86 AB
Control	49.72 B
Coefficient of variation	5.07%

Means followed by the same capital letter in the column do not differ between them by the Tukey test ($p < 0.05$).

Source: From the author.

According to what was found for ‘Niágara Rosada’, Sabir *et al.* (2014) and Zermeño-González *et al.* (2015), after treating ‘Narince’ grapevines with *Ascophyllum nodosum* extract and ‘Shiraz’ with *Sargassum* spp. extract, respectively, verified an increase in the chlorophyll content compared to the control plants. Such behavior is registered in several agricultural crops, such as *Trigonella foenum-graecum* L. with the use of the *Sargassum illicifolium* extract at 50% (PISE; SABALE, 2010), in *Cajanus cajan* with spraying of 0.5% of the extract of *Sargassum polycystum* (C.Agardh, 1824), in dry beans (*Cyamopsis tetragonoloba*) with the application of *Sargassum wightii* powder extract at a concentration of 1.5% (VIJAYANAND *et al.*, 2014), in peanuts (*Arachis hypogea*) with *Hypnea musciformis* at 2% (SELVAM; SIVAKUMAR, 2014), in strawberry and apple trees treated with an *Ascophyllum nodosum* based product (SPINELLI *et al.*, 2009; SPINELLI *et al.*, 2010) and in hybrid tomato plants with 0.5% of *Ascophyllum nodosum* (ALI *et al.*, 2016).

The seaweeds extracts have components which act on the increase of chloroplast biogenesis and on the reduction of the degradation and retarding of senescence of the leaf chlorophylls (VIJAYANAND *et al.*, 2014; BATTACHARYYA *et al.*, 2015), culminating in plants with greater chlorophyll contents. One of these components is the glycine betaine, abundant mainly in the chloroplasts, where they play a vital role in the adjustment and protection of the tilacoid membrane, keeping the photosynthetic efficiency of the plants (ASHRAF; FOOLAD, 2007; KHAN *et al.*, 2009; SABIR *et al.*, 2014; VIJAYANAND *et al.*, 2014).

Nutricional Behavior

The foliar contents of K, Mg, B, Cu e Zn on the table grape ‘Niágara Rosada’ were affected by foliar application with seaweed extracts. From those, only Cu was statistically significant with timing of application (Tables 6 and 7).

K was higher in the An, treatment compared to the Control, (Table 6). This may explain the greater values of (A) and (gs) (Tables 1 and 2) found in the treatments with seaweed, since K acts in the opening and closing of the stomas, in the CO₂ concentration control in the sub-stomatal chamber and in the opening and closing of the stomas, and in the production of photosynthesis (MOUTINHO-PEREIRA *et al.*, 2010; HERNÁNDEZ-HERRERA *et al.*, 2013).

Mg was superior in the Sg, differing significantly from Hm, which presented the smallest content for this nutrient (Table 6). Mg and N have close relation to the chlorophyll content in plants, as already verified in grapevines by Moutinho-Pereira *et al.* (2010). However, in spite of the treatments with seaweeds present superior values for the chlorophyll content compared to the Control, except Li, the contents of N and Mg do not differ significantly between plants treated and untreated with seaweeds.

Table 6 - Foliar contents of macronutrients in the ‘Niágara Rosada’ table grape submitted to foliar applications of seaweed extracts.

Treat	N	P	K	Ca	Mg	S
	1 st - 2 nd	1 st - 2 nd	1 st - 2 nd	1 st - 2 nd	1 st - 2 nd	1 st - 2 nd
-----g kg ⁻¹ -----						
An	23.02 A	1.83 A	9.49 A	16.55 A	2.75 AB	2.17 A
Hm	22.96 A	1.74 A	9.21 AB	16.00 A	2.59 B	2.23 A
Li	22.46 A	1.83 A	9.06 AB	16.33 A	2.93 AB	2.31 A
Sg	22.77 A	1.84 A	8.89 AB	16.68 A	3.14 A	2.26 A
Con- trol	22.86 A	1.93 A	8.83 B	16.12 A	2.92 AB	2.16 A
Pattern *	16 – 24	1.2 – 4.0	8 – 16	16 - 24	2 – 6	-
C.V.	3.85%	7.57%	4.88%	6.69%	10.33%	10.65%

1st: first evaluation (2014); 2nd: second evaluation (2015); An: *Ascophyllum nodosum*; Sg: *Sargassum vulgare*; Hm: *Hypnea musciformis*; Li: *Lithothamnium* sp.;

*Soil Chemical and Fertility Commission – RS/SC (2004).

Means followed by the same capital letter in the column and lower case within the line within each treatment do not differ between them by the Tukey test (p<0.05).

Source: From the author.

As for the micronutrients, B was greater in An and Li treatments and lower with Sg and Control (Table 7). Zn was higher in the An, differing significantly from Li, Control and Sg (Table 7). These nutrients play important functions in plants. Zn acts in the enzyme metabolism involved in the formation of pollen, fruits and proteins (SABIR *et al.*, 2014; SABIR, 2015) and B plays a role in the carbohydrates metabolism, sugar translocation, pollen germination, hormonal action in growth and normal functioning of the apical meristem, in the synthesis of nucleic acid and in the structure and function of the membrane (CHOULIARAS *et al.*, 2009).

Table 7 - Foliar contents of micronutrients in the 'Niágara Rosada' table grape submitted to foliar applications of seaweed extracts.

Treat	B		Cu		Fe	Mn	Zn
	1 st - 2 nd	1 st	2 nd	1 st - 2 nd	1 st - 2 nd	1 st - 2 nd	1 st - 2 nd
	-----mg kg ⁻¹ -----						
An	38.59 A	3.24 ABa	2.26 Ab	149.19 A	72.28 A	29.03 A	
Hm	33.49 BC	2.98 CDa	1.56 Bb	148.62 A	70.37 A	28.49 AB	
Li	36.13 AB	3.46 ABa	1.83 Bb	143.40 A	81.60 A	26.50 BC	
Sg	31.04 C	3.80 Aa	1.44 BCb	143.36 A	73.16 A	24.60 C	
Control	30.64 C	2.60 Da	1.09 Cb	138.48 A	83.36 A	25.91 C	
Pattern*	30 - 65	-		60 - 180	30 - 300	25 - 60	
C.V.	6.50%	6.19%		7.94%	13.73%	6.20%	

1^o: first evaluation (2014); 2^o: second evaluation (2015); An: *Ascophyllum nodosum*; Sg: *Sargassum vulgare*; Hm: *Hypnea musciformis*; Li: *Lithothamnium* sp.; *Soil Chemical and Fertility Commission – RS/SC (2004).

Means followed by the same capital letter in the column and lower case within the line within each variable do not differ between them by the Tukey test ($p < 0.05$).

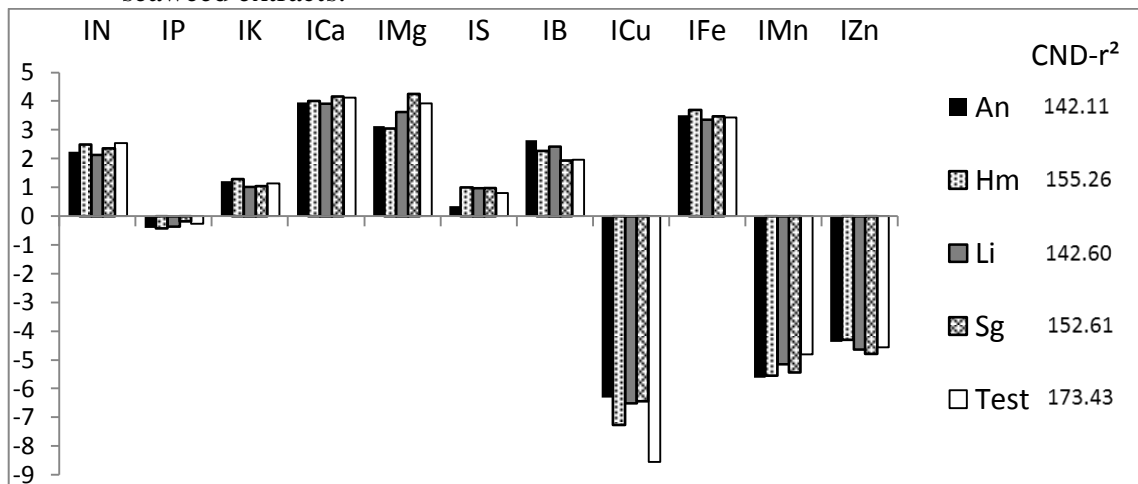
Source: From the author.

Cu was significantly superior in the Sg, Li and An for the first year of evaluation and in the An for the second year of evaluation. On the other hand, the smaller contents of Cu were found in the control and Hm in the first year of evaluation and in the control in the second year of evaluation. Regarding the periods, the contents of this nutrient were significantly superior in the first year of evaluation compared to the second year, for all treatments (Table 7). As was found with the application of An, Turan and Kose (2004) observed an increase in the absorption of Cu, during a dose effect evaluation of several

commercial extracts of seaweeds in the grapevine 'Karaerik' in nutrient deficient medium, reinforcing that algae extracts may improve the absorption of Cu.

Analyzing the foliar nutrient contents for each treatment with the Software CND-Vine (Compositional Nutrient Diagnosis) (ROZANE et al., 2015), The Equilibrium Indexes (I) are generated for each nutrient and the CND-r² (Figure 2), obtained by the sum of squares of (I) each treatment. The proximity of the axle 0 for the Equilibrium Index (I) of each nutrient and the smaller value of CND-r² in the treatment, represent greater nutritional equilibrium. Therefore, in a crescent order, from the treatments with smaller to the larger values of CND-r², what reflects the most balanced to the less balanced it can be stated: An (142.11), Li (142.60), Hm (155.26), Sg (152.61) and Control (173.43) (Figure 2), which shown us greater nutritional equilibrium in An and smaller in the Control. In spite of CND-Uva use as base for the data analyses of *Vitis vinífera* cultivated in the region of the State of Rio Grande do Sul, this method, for considering the adequate range of each nutrient, as well as their inter-relationships, presents itself as one of the most modern and sensitive tool for the nutritional diagnostic of the grapevine crop (ROZANE et al., 2015).

Figure 2 - Indexes of Nutrient Equilibrium (I) and Indexes of Nutritional Disequilibrium (CND-r²) in the 'Niágara Rosada' table grape submitted to foliar application of seaweed extracts.



Source: CND-Vine (ROZANE et al., 2015)

The treatment An had higher levels of most of the nutrients evaluated and with more equilibrium among them. Such behavior is explained by the presence of balanced amounts of all macro and micronutrients essential to the plants contained in this product, coming in a smaller part from the seaweed itself and mostly concentrated during the manufacture process, as follows: N (3–6 g kg⁻¹), K₂O (50–70 g kg⁻¹), P₂O₅ (<1 g kg⁻¹), S (3–6 g kg⁻¹), Mg (0.5–1 g

kg⁻¹), Ca (1–2 g kg⁻¹), Na (10–15 g kg⁻¹), Fe (30–80 mg kg⁻¹), B (20–50 mg kg⁻¹), Zn (5–15 mg kg⁻¹), Cu (1–5 mg kg⁻¹), Mn (1–5 mg kg⁻¹), as specified by Mikiciuk and Dobromilska, (2014). Similar behavior to the found for ‘Niágara Rosada’ on tomato plants, which presented greater content of N, P, K, Ca, Fe and Zn after the application through the soil and foliar spraying of the extract of *Ascophyllum nodosum* (ALI et al., 2016). According to Fráguas and Czermainski (2001) the leaf of the grapevine has a high capacity of ionic exchange, and potentiate its absorption with the presence of chelating agents in the fertilizers. Thus, by containing chelating agents, i.e. mannitol, the seaweed extracts when combined with minerals can increase the permeability of the leaf membranes to the entry of nutrients (MANCUSO et al., 2006; MUGNAI et al., 2008; CRAIGIE, 2011), what remained evident in the treatment An.

The treatment Hm presented significant increments over the foliar content of the ‘Niágara Rosada’ grapevine for the nutrients Zn and in the second year for Cu in comparison to the Control. However, in one of the few studies on the mineral composition of Hm, El-Said and El-Sikaily (2013) did not find significant amounts of the nutrients Zn and Cu; on the other hand, significant contents of K, Ca, Mg and Fe were found. Given the positive effect of Hm on the nutrition of ‘Niágara Rosada’, researches which better clarify its composition are necessary.

Li significantly increased the contents of B and Cu (Table 7) and presented good nutritional balance (Figure 2). Seaweeds of this genus contain a rich mineral constitution, mainly for Ca and Mg, in the form of carbonates, besides other 20 oligoelements, such as Fe, Mn, B, Ni, Cu, Zn, Mo, Se and Sr (MELO; FURTINI NETO, 2003). Albeit the greater content of Ca and Mg in Li constitution, this treatment did not obtained significant increases of these nutrients in ‘Niágara Rosada’. This may be justified due to Ca and Mg being supplied by the plant mainly through the soil. Ca, specifically, is characterized for having low mobility in the plant, being transported via xylem, specially in the occurrence of environmental factors which influence the plant transpiration (SABIR et al., 2014).

Sargassum vulgare (Sg) caused a significant increase for Cu in the first year of evaluation. In spite of not existing any specific information on the mineral composition of the seaweed *Sargassum vulgare*, it is known that this genus present in its constitution Mg, K, Zn, Cu, Mn, Fe and Na (KALAIIVANAN; VENKATESALU, 2012; KUMAR et al., 2015). Vijayanand et al. (2014) identified that Mg is present in larger amounts I seaweeds of this genus, justifying the grater content of this nutrient found in the plants of this treatment.

The insignificant changes in the contents of N and S may be due to the low content in the seaweed products and, also, because of the organic matter present in the soil and the fertilizations be the main sources for the plants. Khan et al. (2012) also did not observe significant increase of the N content in the 'Perlette' grapevine with the foliar spraying at the dosage 0.5 mL L^{-1} of a product composed of *Ascophyllum nodosum* (12%) amino acids (20%), compared to plants which did not receive sprayings. However, studies with molecular markers verified that the genes involved in the absorption and transport of N and S are among the most affected by the application of seaweeds, mainly at the root level (CALVO et al., 2014).

Phosphorus (P) and iron (Fe) also did not differ significantly among treatments. The availability of these nutrients for the plants are conditioned by their availabilities in the soil, which in turn are affected by concentration gradient, by the soil texture and the mineralogy of the clay fraction present (ELZINGA; SPARKS, 2007; XU et al., 2006). The phosphate fertilization and the mineralogy of the clay of the experimental area, rich in Fe, equally posed for all the treatments, justify the insignificant alteration of their contents. However, Spinelli et al. (2010) studying the behavior of strawberry plants in a substrate deficient in Fe, verified that plants treated with the An extract presented better adaptability and yield in this environment compared to the ones which received products based in iron chelate (6% Fe), demonstrating the supply of this nutrient by the seaweed product.

In spite of the differences of the foliar contents observed for the treatments, all the nutrients evaluated had their values within the adequate sufficiency range, according to the soil Chemistry and Fertility Commission – RS/SC (2004).

Productive characteristics

The characteristics yield per plant and estimate of productivity were affected by the sprayings with seaweed, but without significant differences between years of evaluation (Table 8).

Although the number of bunches per plant was not different among treatments, an increment for this variable of 10.54% in the *Ascophyllum nodosum* (An) treatment, 5.27% in the Li and 1.24% in the Hm, compared to the Control (Table 8) was observed. Higher yield per plant and, consequently, yield estimate were obtained on plants treated with An and Li, with increments of 24.15% and 13.17%, respectively, compared to the Control (Table 8). In turn, Hm resulted in intermediate values for these characteristics.

Table 8 - Number of bunches per plant, production per plant and estimate of production of the 'Niágara Rosada' table grape submitted to foliar application of seaweed extracts.

Treatments	Number of bunches per plant	Production per plant (kg)	Productivity estimate (t ha ⁻¹)
<i>Ascophyllum nodosum</i>	26.30 A	5.09 A	14.10 A
<i>Hypnea musciformis</i>	24.58 A	4.36 B	12.07 B
<i>Lithothamnium</i> sp.	25.57 A	4.63 AB	12.84 AB
<i>Sargassum vulgare</i>	24.33 A	4.23 B	11.72 B
Control	24.29 A	4.11 B	11.38 B
Coefficient of variation	10.01%	9.29%	9.29%

Means followed by the same letter in the column do not differ between them by the Tukey test ($p < 0.05$).

Source: From the author.

Yield increase with the use of biostimulants from seaweeds was observed in other grape varieties. Norrie and Keathley (2006) reported increase in yield, increase in weight and size of the fruits and bunches with eight foliar sprayings with the product Acadian at 2 L ha⁻¹ in 'Thompson Seedless'. Kok et al. (2010) registered increments in yield per plant of 27.10% and 5.39%, for the doses of 1000 and 3000 ppm, respectively, with spraying of *Ascophyllum nodosum* in 'Trakya Ilkeren'. In turn, Zermeño-González et al. (2015) studying the efficiency of product based in *Sargassum* spp. through the application via soil (2 L ha⁻¹) and via foliar (0.5 L ha⁻¹) registered an increment of 13.9% in the production in 'Shiraz' compared to plants which did not received the application of the product.

According to studies made by Tecchio et al. (2006) in several commercial vineyards in the municipalities of Jundiaí and Louveira, the yield of 'Niágara Rosada' was positively correlated with foliar contents of K and with the proportion K/Mg in leaf samples conducted at the beginning of fruit maturation stage. Teixeira et al. (2015) through survey of data from several vineyards in the region of Jundiaí, revealed that the grape yield was significantly associated to plants with a better balanced nutrition, but with the foliar sampling conducted at the full bloom stage.

Thus, the larger values of yield found with An and Li may be justified by nutritional gain, based on significant increment observed for macro and micronutrients (Tables 6 and 7), as well as a better nutritional balance found in these treatments (Figure 2). Plants with better nutritional balance have better performance of the physiological characteristics, resulting in a

greater capacity to produce biomass in their environment of cultivation (TASKOS et al., 2015).

Generally, the seaweeds extracts have a complex composition of minerals, precursors of plant hormones, polysaccharides, vitamins, and antioxidant phenolic compounds against free radicals (MARTINS et al., 2013; CALVO et al., 2014). All these components are involved in multiple, and still unknown, reactions of the plant metabolism, improving their physiological, nutritional and productive performance, as noted for 'Niágara Rosada'.

The seaweed extracts of Hm and Sg in spite of producing few differences compared to the control on the yielding characteristics evaluated in this study, positive effects on the yield of other plant species have been obtained. These positive effects were noted in 'Shiraz' grapevines with the *Sargassum* sp. extract (ZERMEÑO-GONZÁLEZ et al., 2015) and in peanuts plants (*Arachis hypogea* L.) applying *Hypnea musciformis* to the soil (SELVAM; SIVAKUMAR, 2014).

For seaweed extracts from *Hypnea musciformis*, *Lithothamnium* sp. and *Sargassum vulgare* other studies are necessary to evaluate different dosages of sprayings. Other factor that may be considered is the addition of minerals to these extracts, macro and micronutrients, in balanced amounts for the grapevine crop, aiming the obtainment of commercial products, such as product like Acadian.

4 CONCLUSIONS

The best values on the gas exchange measurements obtained with 'Niagara' table grape treated with seaweed extracts from *Ascophyllum nodosum*, *Hypnea musciformis*, *Lithothamnium* sp. and *Sargassum vulgare*, suggest that these extracts make the plants more apt to tolerate abiotic stress.

Foliar sprayings on table grape 'Niágara Rosada' with extracts of seaweed promote increments in the foliar nutrient contents of K, Mg, B, Cu and Zn. Larger increments are obtained with *Ascophyllum nodosum* extract.

The per plant production and the yield estimate were improved by foliar applications with the seaweed extract with *Ascophyllum nodosum*, independently of the evaluation periods. This treatment increased yield per plant and productivity estimate in 24.15% in relation to Control.

REFERENCES

- ALI, N. et al. The effect of *Ascophyllum nodosum* extract on the growth, yield and fruit quality of tomato grown under tropical conditions. **Journal Of Applied Phycology**, v. 28, p. 1353-1362, 2016.
- ALVARES, C. A. et al. G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728, 2013.
- ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environmental and Experimental Botany**, v. 59, p. 206-216, 2007.
- BATTACHARYYA, D. et al. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 39–48, 2015.
- BOTA, J. et al. Differences among grapevine cultivars in their stomatal behavior and water use efficiency under progressive water stress. **Agricultural Water Management**, v. 164, p. 91–99. 2016.
- BRAZIL (2002). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 001, de 01 de fevereiro de 2002. Estabelece o Regulamento Técnico de identidade e de qualidade para a classificação da uva rústica, na forma dessa Instrução Normativa e dos seus Anexos I a III. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 4 fev, 2002 e, seção 1, 2p. Available in: <www.agricultura.gov.br>. Accessed in December 12, 2015.
- BRAZILIAN FRUIT YEARBOOK (2016 / Michelle Treichel ...[et al.]. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2016. 88 p. Available in: <http://www.grupogaz.com.br/tratadas/eo_edicao/4/2016/04/20160414_0d40a2e2a/pdf/5149_2016fruticultura.pdf> Accessed in: 06/13/2016.
- BRUNA, E. D.; BACK, A. J. Comportamento da cultivar Niágara Rosada enxertada sobre diferentes porta-enxertos no sul de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 34, n. 5, p. 924-933, 2015.
- CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant Soil**, v. 383, p. 3–41, 2014.
- CARNEIRO, J. G. et al. Analysis of some chemical nutrients in four Brazilian tropical seaweeds. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 36, n. 2, p. 137-145, 2014.
- CARVALHO, R. P. et al. Organomineral fertilization on the chemical characteristics of Quartzarenic Neosol cultivated with olive tree. **Scientia Horticulturae**, v. 176, p. 120–126, 2014.
- CASTRO, J. et al. Oligo-carrageenans stimulate growth by enhancing photosynthesis, basal metabolism, and cell cycle in tobacco plants (var. Burley). **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 31, p. 173–185, 2012.
- CHOULIARAS, V. et al. The effects of a seaweed extract in addition to nitrogen and boron fertilization on productivity, fruit maturation, leaf nutritional status and oil quality of the olive (*Olea europaea* L.) cultivar Koroneiki. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, p. 984–988, 2009.

- CRAIGIE, J. S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. **Journal of Applied Phycology**, v. 23, p. 371-393, 2011.
- DEUS, B. C. S. et al. Photosynthetic capacity of ‘Niagara Rosada’ grapes grown under transparent plastic covering. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.6, p.950-956, 2016.
- ELANSARY, H. O.; WOZNIAK, K. S.; KING, I. W. Enhancing stress growth traits as well as phytochemical and antioxidant contents of *Spiraea* and *Pittosporum* under seaweed extract treatments. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 105, p. 310-320, 2016.
- EL-SAID, G.; EL-SIKAILY, A. Chemical composition of some seaweed from Mediterranean Sea coast, Egypt. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 185, p. 6089-6099, 2013.
- ELZINGA, E. J.; SPARKS, D. L. Phosphate adsorption onto hematite: an in situ ATR-FTIR investigation of the effects of pH and loading level on the mode of phosphate surface complexation. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 308, p. 53-70, 2007.
- EMBRAPA. National Soil Research Center. **Brazilian System Of Soil Classification**. 3. ed, Brasília, DF : EMBRAPA, 2013, 353 p. il.
- FRÁGUAS, J. C.; CZERMAINSKI, A. B. C. Avaliação de produtos para a nutrição da videira via foliar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 25, p. 1007-10015, 2001.
- GONZÁLEZ, A. et al. Seaweed oligosaccharides stimulate plant growth by enhancing carbon and nitrogen assimilation, basal metabolism, and cell division. **Journal of Plant Growth Regulation**, n. 32, p. 443–448, 2013.
- GONZÁLEZ, A. et al. Oligo-carrageenan kappa increases NADPH, ascorbate and glutathione syntheses and TRR/TRX activities enhancing photosynthesis, basal metabolism, and growth in *Eucalyptus* trees. **Frontiers in Plant Science**, v. 5, p. 1-13, 2014.
- HERNÁNDEZ-HERRERA, R. M. et al. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). **Journal of Applied Phycology**, published online, 17 July 2013.
- IBGE (Brazilian Institute of Geography and Statistics) - Systematic Survey of Agricultural Production - Rio de Janeiro v. 29 n. 3 p. 1-79, abril 2016. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201603.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201603.pdf)> Accessed in: 06/14/2016.
- INMET – Agroclimatological Bulletin (2014, 2015 e 2016). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=agrometeorologia/boletinsAgroclimatologicos>> Accessed in: May 15, 2016.
- JACOBUCCI, G. B.; LEITE, F. P. P. The role of epiphytic algae and different species of *Sargassum* in the distribution and feeding of herbivorous amphipods. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 42, p. 353–363, 2014.
- KALAIVANAN, C.; VENKATESALU. V. Utilization of seaweed *Sargassum myriocystum* extracts as a stimulant on seedlings of *Vigna mungo* (L.) Hepper. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 10, p. 466 – 470, 2012.
- KHAN, W. et al. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 28, p. 386–399, 2009.
- KHAN, A. S. et al. Foliar application of mixture of amino acids and seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract improve growth and physicochemical properties of grapes. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 14, n. 3, 2012.

- KOK, D. et al. The influences of different seaweed doses on table quality characteristics of cv. Trakya Ilkeren (*Vitis vinifera* L.). **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 16, n. 4, p. 429-435, 2010.
- KUMAR, S.; SAHOO, D.; LEVINE, I. Assessment of nutritional value in a brown seaweed *Sargassum wightii* and their seasonal variations. **Algal Research**, v. 9, p. 117–125, 2015.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**, 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997, 319 p.
- MANCUSO, S. et al. Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. **Advances in Horticultural Science**, v. 20, n. 2, p. 156-161, 2006.
- MARTINS, C. D. L. et al. Antioxidant properties and total phenolic contents of some tropical seaweeds of the Brazilian coast. **Journal of Applied Phycology**, v. 25, p. 1179-1187, 2013.
- MELO, P. C.; FURTINI NETO, A. E. Avaliação do *Lithothamnium* como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 3, p. 508-519, 2003.
- MEREWITZ, E. B. et al. Elevated cytokinin content in ipt transgenic creeping bentgrass promotes drought tolerance through regulating metabolite accumulation. **Journal of Experimental Botany**, v. 63, p. 1315-1328, 2012.
- MIKICIUK, M.; DOBROMILSKA, R. Assessment of yield and physiological indices of small-sized tomato cv. 'Bianka F1' under the influence of biostimulators of marine algae origin. **Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus**, v. 13, p. 31–41, 2014.
- MOREIRA, R. A. et al. Produtividade e teores de nutrientes em cladódios de pitaia vermelha utilizando-se adubação orgânica e granulada bioclástica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p. 714-719, 2012.
- MOUTINHO-PEREIRA, J. et al. Effects of elevated CO₂ on grapevine (*Vitis vinifera* L.): Physiological and yield attributes. **Vitis**, v. 48, n. 4, p. 159–165, 2009.
- MOUTINHO-PEREIRA, J. et al. Effects of Open-Top Chambers on physiological and yield attributes of field grown grapevines. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 32, p. 395-403, 2010.
- MUGNAI, S. et al. Enhancement of ammonium and potassium root influxes by the application of marine bioactive substances positively affects *Vitis vinifera* plant growth. **Journal of Applied Phycology**, v. 20, p. 177–182, 2008.
- NISHIYAMA, R. et al. Analysis of cytokinin mutants and regulation of cytokinin metabolic genes reveals important regulatory roles of cytokinins in drought, salt and abscisic acid responses, and abscisic acid biosynthesis. **Plant Cell**, v.23, p.2169-2183, 2011.
- NORRIE, J.; KEATHLEY, J. P. Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine-plant extract applications to 'Thompson seedless' grape production. (Proceedings of the Xth International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production). **Acta Horticulturae**, v. 727, n. 1, p. 243–248. 2006.
- PISE, N. M.; SABALE, A. B. Effect of seaweed concentrates on the growth and biochemical constituents of *Trigonella foenum-graecum*. **Journal of Phytology**, v. 2, n. 4, p. 50–56, 2010.
- ROZANE, D. E. et al. CND-Uva. Programa de computador: Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI: BR000000000000. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; Universidade Federal de Santa Maria; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Université Laval. 2015.

- SABIR, A. et al. Vine growth, yield, berry quality attributes and leaf nutrient content of grapevines as influenced by seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) and nanosize fertilizer pulverizations. **Scientia Horticulturae**, v. 175, p. 1-8, 2014.
- SABIR, A. Improvement of the pollen quality and germination levels in grapes (*Vitis vinifera* L.) by leaf pulverizations with nanosize calcite and seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*). **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 25, p. 1599-1605, 2015.
- SALAZAR-PARRA, C. et al. Carbon balance, partitioning and photosynthetic acclimation in fruit-bearing grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo) grown under simulated climate change (elevated CO₂, elevated temperature and moderate drought) scenarios in temperature gradient greenhouses. **Journal of Plant Physiology**, v. 174, p. 97–109, 2015.
- SELVAM, G. G.; SIVAKUMAR, K. Influence of seaweed extract as an organic fertilizer on the growth and yield of *Arachis hypogea* L. and their elemental composition using SEM–Energy Dispersive Spectroscopic analysis. **Asian Pacific Journal of Reproduction**, v. 3, n. 1, p. 18-22, 2014.
- SOIL CHEMICAL AND FERTILITY COMMISSION – RS/SC (2004) Brazilian Society Of Soil Science. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**, 10. ed., Porto Alegre, 2004, 400 p.
- SPINELLI, F. et al. Perspectives on the use of a seaweed extract to moderate the negative effects of alternate bearing in apple trees. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, ISAFRUIT Special Issue, p. 131–137, 2009.
- SPINELLI, F. et al. A novel type of seaweed extract as a natural alternative to the use of iron chelates in strawberry production. **Scientia Horticulturae**, v. 125, p. 263–269, 2010.
- TASKOS, D. G. et al. Using active canopy sensors and chlorophyll meters to estimate grapevine nitrogen status and productivity. **Precision Agriculture**, v. 16, p. 77-98, 2015.
- TECCHIO, M. A. et al. Correlação entre a produtividade e os resultados de análise foliar e de solo em vinhedos de ‘Niagara Rosada’. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1056-1064, 2006.
- TEIXEIRA, L. A. J. et al. Normas Dris e níveis críticos de nutrientes para videira ‘Niagara Rosada’ cultivada na região de Jundiaí-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 247-255, 2015.
- TURAN, M.; KÖSE, C. Seaweed extracts improve copper uptake of grapevine. **Acta Agriculturae Scandinavica Plant Science**, v. 54, p. 213–220, 2004.
- VIJAYANAND, N. et al. Potential of liquid extracts of *Sargassum wightii* on growth, biochemical and yield parameters of cluster bean plant. **Asian Pacific Journal of Reproduction**, v. 3, n. 2, p. 150-155, 2014.
- VINOTH, S.; GURUSARAVANAN, P.; JAYABALAN, N. Effect of seaweed extracts and plant growth regulators on high-frequency in vitro mass propagation of *Lycopersicon esculentum* L. (tomato) through double cotyledonary nodal explant. **Journal of Applied Phycology**, v. 24, p. 1329-1337. 2012.
- WALLY, O. S. D. et al. Regulation of phytohormone biosynthesis and accumulation in *Arabidopsis* following treatment with commercial extract from the marine macroalga *Ascophyllum nodosum*. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 32, p. 324–339, 2013.

XU, N.; CHRISTODOULATOS, C.; BRAIDA, W. Modeling the competitive effect of phosphate, sulfate, silicate and tungstate anions on the adsorption of molybdate onto goethite. **Chemos.**, v. 64, p. 1325-1333, 2006.

YOKOYA, N. S. et al. Endogenous cytokinins, auxins and abscisic acid in red algae from Brazil. **Journal of Phycology**, p. 46, p. 1198-1205, 2010.

ZHANG, X.; ERVIN, E. H. Cytokinin containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinin and drought resistance. **Crop Science**, v. 44, p1-10, 2004.

ZHANG, X.; ERVIN, E. H. Impact of seaweed extract-based cytokinins and zeatin riboside on creeping bentgrass heat tolerance. **Crop Science**, v. 48, p. 364-370, 2008.

ZERMEÑO-GONZÁLEZ, A. et al. Biofertilización de vid en relación con fotosíntesis, rendimiento y calidad de frutos. **Agrociencia**, v. 49. p. 875-887, 2015.

ARTIGO 2 VIDEIRA ‘NIÁGARA ROSADA’ CULTIVADA COM EXTRATOS DE ALGAS MARINHAS: CARACTERÍSTICAS PÓS-COLHEITA DE BAGAS E CACHOS

RESUMO

Extratos de algas marinhas proporcionam melhorias sobre a qualidade dos produtos vegetais, bem como sobre as produções deles. Os benefícios dos extratos de algas marinhas são atribuídos à sua rica composição que contém macro e micronutrientes, aminoácidos, vitaminas, antioxidantes e hormônios naturais. Os mecanismos envolvidos na melhoria da qualidade dos alimentos quando da aplicação de algas marinhas são a alteração do metabolismo e o aumento da regulação de enzimas biossintéticas. O experimento foi conduzido em campo, em duas safras, buscando elucidar o efeito das pulverizações foliares com os extratos das algas marinhas *Ascophyllum nodosum*, *Hypnea musciformis*, *Lithothamnium* sp., *Sargassum vulgare* a 0.6% sobre as características de qualidade pós-colheita de bagas e cachos da videira ‘Niágara Rosada’. Os extratos de algas marinhas foram aplicados em quatro diferentes fases da ‘Niágara Rosada’, aos 20 dias após a quebra de dormência das gemas, na florada, no estágio de crescimento das bagas e no início da maturação das uvas. O comprimento e a largura dos cachos e a massa fresca dos cachos e das bagas foram afetados positivamente por pulverizações com *Ascophyllum nodosum*. Sólidos solúveis totais, acidez total titulável, ratio, açúcares solúveis totais e pH foram afetados pelos tratamentos com algas marinhas, sendo os maiores valores encontrados com *Ascophyllum nodosum*. O menor valor de L* encontrado em uvas tratadas com produto de *Ascophyllum nodosum* sugere uvas com uma coloração mais escura, tendendo a ser mais tinto.

Palavras-chave: Bioestimulantes. *Vitis labrusca*. Qualidade dos Frutos. Tamanho dos frutos. Intensidade de Coloração.

'NIAGARA ROSADA' GROWN WITH SEAWEED EXTRACTS: POST-HARVEST CHARACTERISTICS OF BERRIES AND CLUSTERS

ABSTRACT

Seaweed extracts provide positive actions on the quality of the plant products as well as their production. The benefits attributed to seaweed extracts are due to its rich composition containing macro and micronutrients, aminoacids, vitamins, antioxidants and natural hormones. The mechanisms involved in improving the quality of food when applying seaweed are altered metabolism and increased regulation of biosynthetic enzymes. A research was developed on a grower field, for two seasons, aiming to evaluate the effect of foliar applications of seaweed extracts from *Ascophyllum nodosum*, *Hypnea musciformis*, *Lithothamnium* sp. and *Sargassum vulgare* at 0.6%, on post-harvest characteristics of berries and clusters of 'Niágara Rosada'. Seaweed extracts were applied at four different stages of 'Niagara Rose' at 20 days after bud breakage, at blooming, at berries growing stage and early maturity stage. Length and width of the bunches and a fresh mass of clusters and berries were affected by spraying with *Ascophyllum nodosum*. Total soluble solids, total titratable acidity, ratio, total soluble sugars and pH were affected by treatments with seaweeds, being the highest values found with *Ascophyllum nodosum*. The lowest (L*) value found in grapes treated with the *Ascophyllum nodosum* product suggests grapes with a darker heart tending to be more red.

Keywords: Biostimulants. *Vitis labrusca*. Quality of Fruits. Fruit Size. Coloring Intensity.

1 INTRODUÇÃO

A ‘Niágara Rosada’, *Vitis labrusca*, é uma das principais videiras cultivadas no Brasil. Seu plantio expandiu em todo território nacional, primeiramente na região Sul do Brasil (com ocorrência de clima temperado) e nas regiões subtropicais do Sudeste, indo posteriormente indo para regiões tropicais (MAIA et al., 2012; MELLO, 2015).

O cultivo da ‘Niágara Rosada’ é uma alternativa interessante para os produtores rurais, independente do seu nível tecnológico, pela rusticidade, pelo menor número de tratamentos culturais e pelo baixo custo de produção em relação às uvas finas para mesa (NEIS et al., 2010). Seu principal destino é o consumo *in natura*, que apresenta grande aceitação do consumidor brasileiro. Outros destinos da produção são a elaboração de vinhos e sucos (BRUNA; BACK, 2015; MELLO, 2015).

Quando para o mercado *in natura*, o preço da ‘Niágara Rosada’ é bastante variável de acordo com a época do ano em que é comercializada, se na safra ou entre-safra, e em relação às características pós-colheita das frutas. Os atributos de qualidade desejados pelo consumidor de uva *in natura* são frutas com boas características químicas, como bom conteúdo de açúcar e acidez equilibrada, e boas características físicas, como maior tamanho, intensa coloração e bom aspecto sanitário (SILVA et al., 2009; KOK et al., 2010). A maturação ideal das uvas destinadas ao consumo *in natura* é estabelecida principalmente pela determinação do teor de sólidos solúveis totais (mínimo de 14%) e pela relação sólidos solúveis totais/ acidez total titulável (BRASIL, 2002), determinante na palatabilidade e na intensidade da cor (MOTA et al., 2009). Assim, torna-se necessária a oferta de uvas com boas características físicas e químicas por parte do produtor, de modo a garantir maior procura e maior preço do produto no mercado.

A composição química das bagas da videira é influenciada pelo potencial genético, pelas condições climáticas, pelo estágio de maturação e pelas práticas de manejo adotadas (MOTA et al., 2009). As práticas de manejo que vêm sendo utilizadas visando à melhoria da qualidade das uvas são o uso de porta-enxertos com boa compatibilidade (MOTA et al., 2009), o uso de coberturas plásticas para diminuir a precipitação diretamente na planta (COMIRAN et al., 2012), o uso de reguladores de crescimento vegetal (TECCHIO et al., 2006a), a adubação equilibrada e as pulverizações com fertilizantes foliares (FRÁGUAS; CZERMAINSKI, 2001; TECCHIO et al., 2006b), entre os quais estão os biofertilizantes ou bioestimulantes de plantas, como os extratos de algas marinhas (KOK et al., 2010; KHAN et al., 2012; SABIR et al., 2014).

A alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, a mais utilizada em pesquisas em todo o mundo, originária de mares de regiões temperadas do hemisfério norte, têm apresentado bons resultados sobre produtos da viticultura (KHAN et al., 2012; SABIR et al., 2014). Em pesquisa com a videira ‘Trakya Ilkeren’, Kok et al. (2010) relataram aumento da produtividade, da massa de bagas e de cachos, do teor de sólidos solúveis, do conteúdo total de compostos fenólicos e de taninos, após três pulverizações do extrato de *Ascophyllum nodosum*. Os autores ainda relataram que o tratamento com produtos a base de algas marinhas pode ser uma alternativa válida às técnicas de maturação precoce de uvas de mesa, melhorando o gerenciamento da produção.

Algumas algas abundantes na costa marítima brasileira, como as algas do gênero *Sargassum* C. Agardh (JACOBUCCI; LEITE, 2014), a alga vermelha *Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacquin) J.V. Lamouroux (CARNEIRO et al., 2014) e as algas carbonáticas do gênero *Lithothamnium* (MELO; FURTINI NETO, 2003), têm apresentado potencial como bioestimulantes de plantas, com efeitos comprovados na melhoria da qualidade de alimentos (MOREIRA et al., 2012; SELVAM; SIVAKUMAR, 2014; ZERMEÑO-GONZÁLEZ et al., 2015). Dessas, apenas a *Sargassum sp.* foi utilizada em pesquisa com videira, na qual ficou comprovado seu efeito no aumento do teor de sólidos solúveis em frutos da ‘Shiraz’ (ZERMEÑO-GONZÁLEZ et al., 2015).

Os benefícios dos extratos de algas marinhas são atribuídos à sua rica composição que contém macro e micronutrientes, aminoácidos, vitaminas, antioxidantes e elicitores da produção de fitohormônios (CRAIGIE, 2011; BATTACHARYYA et al., 2015). Segundo Khan et al. (2011), os mecanismos envolvidos na melhoria da qualidade dos alimentos, quando da aplicação de algas marinhas, são a alteração do metabolismo e o aumento da regulação de enzimas biosintéticas, notados com mais frequência em plantas frutíferas.

Em vista disso, pesquisas com os bioestimulantes de algas marinhas vêm sendo realizadas com as mais variadas culturas agrícolas, desde as produtoras de grão, até as produtoras de frutas (CALVO et al., 2014; BATTACHARYYA et al., 2015). Em fruticultura há relatos de pesquisas com algas em citros (EL-SHAMMA et al., 2013), macieira (SPINELLI et al., 2009), mangueiras (FAISSAL et al., 2013; MOHAMED; EL- SEHRAWY, 2013) oliveiras (CHOULIARAS et al., 2009), dentre outras.

Contudo, é importante frisar que os efeitos dos extratos de algas marinhas são variáveis. Essa variação pode ocorrer de acordo com a espécie de alga utilizada como extrato, dada sua ampla diversidade de composição, e com a espécie vegetal a ser testada, já que cada uma apresenta uma eficiência de absorção e aproveitamento de seus componentes.

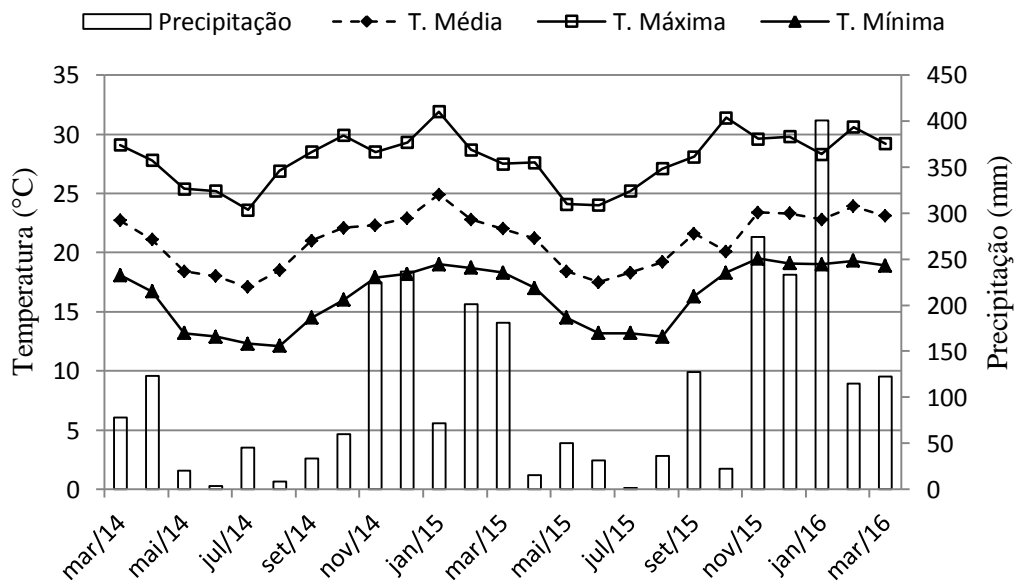
Não há relato de pesquisa envolvendo o uso de extratos de algas marinhas na videira ‘Niágara Rosada’. Portanto, o objetivo deste trabalho foi testar o efeito de extratos das algas marinhas *Ascophyllum nodosum*, *Hypnea musciformis*, *Lithothamnium* sp. e *Sargassum vulgare* sobre a qualidade dos frutos da videira ‘Niágara Rosada’.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Área experimental

O experimento foi realizado no município de Lavras - MG, coordenadas 21° 14' S e 44° 59' W e altitude de 920 m. O clima da região é do tipo Cwa, classificado, segundo Köppen, como subtropical úmido com inverno seco e verão quente (ALVARES et al., 2013). Durante o período experimental, as variações de temperatura e precipitação da região foram registradas conforme a Figura 1.

Figura 1 - Temperaturas média (T. média), máxima (T. máxima) e mínima (T. mínima) e precipitação mensal acumulada, durante os anos de 2014, 2015 e 2016, na região de Lavras, Minas Gerais.



Fonte: INMET – Boletim Agroclimatológico.

O solo da área foi classificado, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMBRAPA, 2013), como Latossolo Vermelho, textura argilosa (43% de argila) na camada de 0 a 20 cm e com as seguintes características no início do experimento: pH em água de 6.2; matéria orgânica de 3.6 dag kg⁻¹; Ca, Mg e Al trocáveis com valores de 4.5, 1.9 e 0.0 cmol_c

dm⁻³, respectivamente; P Mehlich 1 e K trocável de 18.4 e 89.0 mg dm⁻³, respectivamente; capacidade de troca de cátions a pH 7 de 8.73 cmol_c dm⁻³ e saturação por bases de 66.7%. As adubações foram realizadas de acordo com as análises de solo e folha, seguindo as indicações da Comissão de Química e Fertilidade do solo – RS/SC (2004), adotando como padrão uma média produtividade, aplicando N, P₂O₅ e K₂O nas dosagens de 20, 20 e 30 kg ha⁻¹, respectivamente.

Caracterização das plantas

O experimento foi realizado em vinhedo implantado em agosto de 2009, utilizando como cultivar copa a Niágara Rosada (*Vitis labrusca*) e como porta-enxerto a cultivar Ripária do Traviú, *Vitis riparia* (*V. rupestris* x *V. cordifolia*). As plantas foram conduzidas em espaldeira, em cordão simples esporonado bilateral, composto de oito esporões e duas gemas (totalizando dezesseis ramos produtivos), espaçamento entre plantas de 1.8 m e entre linhas de 2.0 m (2.770 plantas ha⁻¹). Foi utilizado o sistema de irrigação localizado do tipo gotejamento apenas nos períodos mais críticas de seca. As videiras foram podadas em no dia 25 de julho em ambas as safras de 2014 e 2015, e em seguida, foi aplicado o Bioalho® (extrato de alho da Natural Rural S.A., Araraquara-SP) como quebrador de dormência.

Tratamentos

Os tratamentos foram compostos por quatro espécies de algas marinhas usadas como biofertilizantes foliares (extratos) e uma testemunha. As algas marinhas utilizadas foram: a) *Ascophylum nodosum*, através do produto comercial Acadian (An) (Acadian Seaplants Limited, Dartmouth, NS); b) *Hypnea musciformis* (Hm); c) *Lithothamnium* sp. (Li); d) *Sargassum vulgare* (Sg). Hm, Li e Sg foram fornecidos pela Ceres Tecnologia Agrícola, Lavras - MG, cujos extratos ainda se encontram em fase de testes para comercialização e o processo de fabricação resguardado em segredo industrial. As plantas receberam pulverizações com os quatro extratos líquidos das algas. A testemunha não recebeu pulverização com esses extratos.

Para as pulverizações, os extratos de algas foram diluídos em água pura, obtendo-se a concentração final de 0.6%. As pulverizações foliares foram parceladas em quatro épocas: a) 20 dias após a quebra de dormência das gemas; b) 50 dias após a quebra de dormência das gemas (florada); c) no pegamento da baga (estágio de crescimento); d) no início da coloração das bagas. As pulverizações com algas foram direcionadas também para os cachos, quando da presença dos mesmos. Foi utilizado como espalhante adesivo o Tween-20 a 0,01%.

Avaliação das características físicas das bagas e dos cachos

A evolução da maturação dos frutos da videira foi acompanhada a partir da mudança de cor das bagas. A partir desse ponto, em intervalos de tempo cada vez menores, foram feitas avaliações do teor de sólidos solúveis totais (SST) com o uso de um refratômetro de campo. Tal procedimento teve o objetivo de determinar o ponto de maturação comercial da uva, que é quando a mesma atinge o valor de (SST) igual ou maior a 14°Brix (BRASIL, 2002). Após todas as parcelas terem atingido o ponto de maturação comercial, foi realizada a colheita das uvas e as avaliações das características químicas e físicas de bagas e de cachos.

Foram avaliados o comprimento, a largura e a massa fresca das bagas e dos cachos e o número de bagas por cacho. O comprimento e a largura das bagas foram auferidos com paquímetro e a massa das bagas com uso de uma balança de precisão, obtendo a média de vinte bagas por parcela. O número de bagas por cacho foi quantificado pela média de vinte cachos por parcela. As medidas de tamanho dos cachos foram tomadas com o uso de uma régua graduada e a massa dos cachos com o uso de uma balança de precisão, selecionando-se vinte cachos por parcela.

Avaliação das características químicas das bagas

Após a colheita das uvas, foram coletadas vinte bagas por parcela, no terço médio dos cachos, em todos os tratamentos. A seguir, as uvas foram trituradas para extrair o mosto, com o qual se determinou o teor de sólidos solúveis totais (SST - %), a acidez total titulável (ATT - %), os açúcares solúveis totais (AST - %), e o pH no Laboratório de Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Tomou-se uma gota do mosto para leitura do teor de (SST) em refratômetro digital Reichert AR200, com compensação de temperatura automática a 25°C. O pH foi determinado em um pHmetro digital TECNAL (Tecnal 3MP). A (ATT) foi obtida por titulação com solução de hidróxido de sódio 0,1N, utilizando como indicador a fenoftaleína 0,1%, expressando-se os resultados em % de ácido tartárico. Com os dados obtidos, determinou-se o Ratio, que é a relação entre (SST/ATT). Todas essas análises seguiram as técnicas da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2007). Os (AST) foram determinados pelo método Antrona, segundo metodologia descrita por Dische (1962).

Avaliação da intensidade de coloração das bagas

As características luminosidade (L^*), cromaticidade (c) e tonalidade (ângulo Hue – h°) foram analisadas através de um colorímetro Minolta, modelo CR 400, seguindo a metodologia da Commission Internationale de l'Eclairage (1978). Para avaliação dessas características foram tomadas medidas de dez bagas por parcela experimental.

Análise estatística

O delineamento utilizado foi blocos casualizados em parcelas subdivididas no tempo, cinco blocos por tratamento, quatro plantas por parcela e duas épocas de avaliação. Foram utilizadas para as avaliações apenas as duas plantas centrais da parcela, evitando o efeito de bordadura.

Os dados coletados para cada variável foram submetidos à análise de variância para verificar a existência de diferenças entre os tratamentos e entre as épocas de avaliação, bem como da interação desses fatores. O teste de médias empregado foi o de Tukey (0,05 de probabilidade) utilizando o software R.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características físicas de bagas e cachos

O comprimento e a largura dos cachos e a massa fresca das bagas e dos cachos foram afetados pelas pulverizações com algas marinhas, especialmente com An. Não houve interação entre os tratamentos aplicados e as épocas de avaliação para nenhuma dessas características.

O comprimento e a largura de bagas e cachos tiveram valores superiores com An e inferiores com Test. Porém, esses tratamentos tiveram seus valores diferenciados significativamente apenas para o comprimento e largura de cachos (Tabela 1). Houve incrementos de 1.01 mm (5.05%) para o comprimento da baga, 0.98 mm (5.17%) para a largura da baga, 1.32 cm (10.21%) para o comprimento do cacho e 1.17 cm (16.67%) para a largura do cacho com An sobre Test.

O número de bagas por cacho, apesar de não ter diferenciado significativamente entre os tratamentos, teve maior valor com An, que aumentou o valor dessa característica em 2.60 unidades (6.99%) sob Test, que teve o menor valor (Tabela 2). A massa fresca da baga foi significativamente superior com An em relação à Test, incrementando em 0.35 g (7.69%) o valor dessa característica sobre Test (Tabela 2). Já a massa fresca do cacho foi

significativamente superior com An em relação à Sg e Test (Tabela 2). An aumentou em 25.63 g (15.22%) a massa fresca do cacho em relação a Test.

Tabela 1 - Comprimento e largura das bagas e dos cachos da videira ‘Niágara Rosada’ submetida a aplicações foliares de extratos de algas marinhas.

Tratamentos	Bagas		Cachos	
	Comprimento -----mm-----	Largura	Comprimento -----cm-----	Largura
<i>Ascophyllum nodosum</i>	21.02 A	19.93 A	14.25 A	8.19 A
<i>Hypnea musciformis</i>	20.36 A	19.29 A	13.43 AB	7.45 AB
<i>Lithothamnium</i> sp.	20.44 A	19.33 A	13.64 AB	7.63 AB
<i>Sargassum vulgare</i>	20.25 A	19.12 A	13.18 AB	7.39 AB
Testemunha	20.01 A	18.95 A	12.93 B	7.02 B
Coefficiente de variação	4.00%	3.86%	6.79%	9.47%

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2017).

Os tratamentos, Hm, Li e Sg não obtiveram valores com diferenças significativas em relação à Test para nenhuma das características físicas de bagas e cachos. Contudo, Hm, Li e Sg aumentaram em 9.34 g (5.55%), 13.00 g (7.72%) e 5.18 g (3.08%), respectivamente, os valores de massa fresca do cacho em relação à Test, característica em que são notadas maiores diferenças percentuais daqueles sobre este tratamento.

Os efeitos positivos conseguidos com extratos de algas sobre o crescimento de bagas e cachos, como notado para ‘Niágara Rosada’, estão associados à presença nesses produtos de substâncias que, ou induzem a metabolização de reguladores de crescimento vegetal por parte das plantas, ou apresentam comportamento semelhante aos reguladores de crescimento (KHAN et al., 2009; SPINELLI et al., 2010; KHAN et al., 2011; WALLY et al., 2013). Zhang e Ervin (2004) identificaram através do teste ELISA no extrato *Ascophyllum nodosum* concentrações de Zeatina-ribosídeo (ZR) e de Isopentenil-adenina (iPA), de 66 $\mu\text{g g}^{-1}$ e 4 $\mu\text{g g}^{-1}$, respectivamente. Já Vinoth et al. (2012) identificaram em algas do gênero *Sargassum* a presença do Ácido naftalenoacético, Ácido indolilacético, Ácido butírico, 6-Benzilaminopurina, Tiadizuron, Isopentenil-adenina e Zeatina. Yokoya et al. (2010) identificaram em *Hypnea musciformis* a presença de Ácido indolilacético, Indol-3-acetamida, Isopentenil-adenina, cis-Zeatina e trans-Zeatina.

Tabela 2 - Número de bagas por cacho e massa fresca da baga e do cacho da videira ‘Niágara Rosada’ submetida a aplicações foliares de extratos de algas marinhas.

Tratamentos	Número de bagas por cacho	Massa fresca da baga (g)	Massa fresca do cacho (g)
<i>Ascophyllum nodosum</i>	39.80 A	4.90 A	194.05 A
<i>Hypnea musciformis</i>	38.31 A	4.67 AB	177.76 AB
<i>Lithothamnium</i> sp.	38.57 A	4.77 AB	181.42 AB
<i>Sargassum vulgare</i>	37.90 A	4.64 AB	173.60 B
Testemunha	37.20 A	4.55 B	168.42 B
Coefficiente de variação	8.19%	5.16%	6.95%

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2017).

A auxina e citocinina exercem efeitos já bem conhecidos em videiras, os quais vão desde o crescimento de bagas, até o aumento de massa dos cachos. As auxinas aumentam a extensibilidade da parede celular, promovem a divisão das células, o crescimento das folhas e das raízes e regulam o desenvolvimento dos frutos. As citocininas promovem a divisão celular, a mobilização de nutrientes, a formação e a atividade dos meristemas apicais, o desenvolvimento floral, a quebra de dormência de gemas, a expansão celular e o desenvolvimento de frutos (TECCHIO et al., 2006a; SILVA et al., 2009; WALLY et al. 2013).

Testando o bioestimulante à base de reguladores de crescimento, Stimulate, através de pulverizações nos cachos de ‘Niágara Rosada’ durante o estágio inicial de crescimento, Tecchio et al. (2006a) observaram o crescimento linear do cacho de acordo com o aumento da dosagem desse produto. Mas, os resultados da massa fresca e largura do cacho, massa fresca da baga e número de bagas por cachos não foram influenciados pelo uso do produto.

Os maiores valores das características físicas de bagas e cachos encontrados nos tratamentos com algas, mesmo sem diferenças significativas em alguns casos, podem ser justificados também à presença de minerais nesses produtos. O produto contendo (An), tratamento que proporcionou valores superiores para todas as características físicas de bagas e cachos, contém quantidades equilibradas de todos os macros e micronutrientes essenciais às plantas, como segue: N (3–6 g kg⁻¹), K₂O (50–70 g kg⁻¹), P₂O₅ (<1 g kg⁻¹), S (3–6 g kg⁻¹), Mg (0.5–1 g kg⁻¹), Ca (1–2 g kg⁻¹), Na (10–15 g kg⁻¹), Fe (30–80 mg kg⁻¹), B (20–50 mg kg⁻¹), Zn

(5–15 mg kg⁻¹), Cu (1–5 mg kg⁻¹), Mn (1–5 mg kg⁻¹), conforme especificado por Mikiciuk e Dobromilska, (2014). A alga *Li* também possui uma rica constituição mineral, principalmente para Ca e Mg, na forma de carbonatos, além de outros 20 oligoelementos, tais como Fe, Mn, B, Ni, Cu, Zn, Mo, Se e Sr (MELO; FURTINI NETO, 2003). Hm possui teores significativos de K, Ca, Mg e Fe (EL-SAID; EL-SIKAILY, 2013). Já algas do gênero *Sargassum*, apresentam em sua constituição Mg, K, Zn, Cu, Mn, Fe e Na (KALAIIVANAN; VENKATESALU, 2012; KUMAR et al., 2015).

Dentre todos os nutrientes contidos nos bioestimulantes de algas, o macronutriente K e os micronutrientes B e Zn exercem funções bastante reconhecidas sobre os frutos das videiras. O K atua na melhoria da translocação de carboidratos e na síntese de proteínas (HERNÁNDEZ-HERRERA et al., 2013; MOUTINHO-PEREIRA et al., 2010). Dentre todos os elementos minerais presentes na baga madura o K é considerado o principal, representando até 50% do total (MOTA et al., 2010). O B é um elemento de grande importância para a frutificação adequada e alargamento de frutas (CHOULIARAS et al., 2009). Já o Zn é responsável direto pela síntese do triptofano, um precursor do regulador de crescimento auxina (ácido indolacético), que por sua vez atua no metabolismo de enzimas envolvidas na formação do pólen, das bagas e das proteínas (SABIR et al., 2014; SABIR, 2015).

Resultados semelhantes aos encontrados para a ‘Niágara Rosada’ sobre o crescimento de bagas e cachos com uso de extratos de An foram relatados em pesquisas com outras videiras. Norrie e Keathley (2006) relataram maior comprimento e massa fresca de bagas em ‘Thompson Seedless’ com oito pulverizações com An. Sabir et al. (2014) encontraram maiores valores para largura de bagas, massa fresca de baga, número de bagas por cacho e massa fresca de cachos em videira ‘Narince’ pulverizada com a combinação de extrato de An e nanopartículas de calcita em comparação a videiras pulverizadas apenas com nanopartículas de calcita.

Apesar do aumento da massa fresca dos cachos registrados nos tratamentos com os extratos de algas marinhas, todos os tratamentos tiveram seus cachos classificados na Classe 2, que é quando os mesmos apresentam massa ≥ 150 g e < 250 g (BRASIL, 2002). Nesses termos, o valor de comercialização do produto voltado para o consumo *in natura* seria o mesmo para todos os tratamentos. Cachos maiores, como os classificados nas Classes 3, 4 e 5, que apresentam massa > 250 gramas, tendem a um maior valor de comercialização.

Outras pesquisas realizadas com ‘Niágara Rosada’ conduzidas também em espaldeira mostraram valores próximos aos encontrados em Test para as características massa fresca de cachos (MOTA et al., 2010), número de cachos por planta (ORLANDO et al., 2003;

NORBERTO et al., 2008) e produção por planta (ORLANDO et al., 2003). Portanto, o tratamento com bioestimulantes de algas marinhas, principalmente An, torna-se opção viável de manejo, visando à melhoria das características físicas de bagas e cachos da ‘Niágara Rosada’.

Características químicas das bagas

Todos os atributos químicos das bagas, como SST, ATT, Ratio, AST e pH foram afetados pelos tratamentos com os extratos de algas marinhas, principalmente com An. Não houve interação entre os tratamentos aplicados e as épocas de avaliação para nenhuma dessas características.

SST teve maior valor com An, diferenciando significativamente de Sg e Test (Tabela 3). An aumentou em 7.61% o valor de SST sob Test. Os demais tratamentos não se diferenciaram significativamente para essa característica. Os resultados obtidos mostram que uvas tratadas com An acumulam mais açúcares em sua polpa, já que o teor de sólidos solúveis reflete principalmente os níveis de açúcares das mesmas.

A ATT teve maior valor com Test, que diferenciou significativamente de An e Sg (Tabela 3). Test teve valor de ATT superior em 13.61% e 9.71% em relação à An e Sg, respectivamente. A ATT avaliada representa a quantificação do ácido tartárico, ácido orgânico predominante em uvas, que apresenta influência sobre as características organolépticas da uva.

O atributo Ratio foi superior com An, cujo valor se diferenciou significativamente de Test. Houve incremento de 21.87% no valor de Ratio com An em relação à Test (Tabela 3). Os demais tratamentos não se diferenciaram significativamente para esse atributo (Tabela 3). Fica claro que o valor superior de Ratio com An é devido ao maior valor de SST e menor valor de ATT encontrados nesse tratamento (Tabela 3). O Ratio é um indicativo da qualidade dos frutos, já que traça um parâmetro entre quantidades de açúcares e ácidos presentes na fruta e, assim, define as características de sabor. Portanto, as uvas tratadas com An apresentaram, teoricamente, melhor palatabilidade.

O atributo químico AST foi significativamente superior com An em relação aos demais tratamentos, que não diferiram entre si para essa característica (Tabela 4). Houve incremento de 9.31% de AST com An em relação à Test. O pH foi superior com An, seguido de Li, que apresentaram diferenças significativas em relação a Test (Tabela 4). An e Li incrementaram em 6.03% e 4.44%, respectivamente, o valor de pH sobre Test. O aumento dos

teores de açúcares e do valor do pH, como verificado para An, são fatores que melhoram a palatabilidade da uva *in natura* e aumentam a aceitação da mesma pelo consumidor.

Tabela 3 - Valores de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e ratio das bagas da videira ‘Niágara Rosada’ submetida a aplicações foliares de extratos de algas marinhas.

Tratamentos	SST (%)	ATT (% ácido tartárico)	Ratio
<i>Ascophyllum nodosum</i>	16.68 A	1.69 B	9.92 A
<i>Hypnea musciformis</i>	15.84 AB	1.78 AB	8.94 AB
<i>Lithothamnium</i> sp.	15.80 AB	1.80 AB	8.83 AB
<i>Sargassum vulgare</i>	15.30 B	1.75 B	8.78 AB
Testemunha	15.50 B	1.92 A	8.14 B
Coefficiente de variação	4.59%	6.63%	9.51%

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).
Fonte: Do autor (2017).

Pesquisas anteriores realizadas em diferentes videiras mostraram o potencial de An na melhoria dos atributos químicos das uvas. Kok et al. (2010) pulverizando An na videira ‘Trakya Ilkeren’ em três fases diferentes, encontraram valores superiores de SST e ATT em relação às plantas não pulverizadas. Khan et al. (2012) pulverizando produto contendo An adicionado de aminoácidos em quatro épocas diferentes na videira ‘Perlette’, relataram aumento de 30% para SST, 50% para Ratio, 30% para açúcares redutores e 40% para AST em relação às plantas não pulverizadas. Contudo, contrariando todos os resultados citados, Sabir et al. (2014) não encontraram diferenças significativas para SST, ATT e pH em videiras ‘Narince’ após pulverizações com extrato de An.

Nair et al. (2012), usando de abordagens transcriptômicas e metabolômicas em *Arabidopsis thaliana* tratadas com *Ascophyllum nodosum*, encontraram que um dos principais genes dessa planta afetados por esse extrato foram os de acúmulo de açúcar. Khan et al. (2012) justificam que os incrementos sobre as características físicas de bagas e cachos conseguidos com os extratos de algas se devem à presença de enzimas capazes de melhorar a síntese de proteínas, de ácidos e de açúcares nas plantas.

Os extratos de algas marinhas possuem uma complexa composição de minerais, compostos comuns a fitormônios, polissacarídeos, vitaminas e compostos fenólicos

antioxidantes contra radicais livres, que estão envolvidos em múltiplas reações no metabolismo das plantas (MARTINS et al., 2013; CALVO et al., 2014). O K, um dos nutrientes mais abundantes em extratos de algas, tem importante papel na abertura e fechamento dos estômatos, no controle da concentração de CO₂ na câmara sub-estomática e na realização da fotossíntese (MOUTINHO-PEREIRA et al., 2010; HERNÁNDEZ-HERRERA et al., 2013). As betainas, aminoácidos contidos em diferentes espécies de algas marinhas, têm a função de regular a desidratação dos tecidos, de manter o turgor celular e a condutância estomática das plantas (ASHRAF; FOOLAD, 2007; SPINELLI et al., 2010). Os polissacarídeos contidos em algas atuam no aumento da regulação de genes das enzimas Rubisco e Anidrase Carbônica, que são envolvidas na fotossíntese e na síntese de carbono em plantas (CASTRO et al., 2012). Tudo isso contribui para um melhor desempenho fisiológico e, conseqüentemente, para maior produção de fotoassimilados pelas plantas, culminando em aumento da qualidade dos seus produtos, como maior acúmulo de açúcares e da quantidade produzida (KHAN et al., 2012).

Tabela 4 - Valores de açúcares solúveis totais (AST) e pH das bagas da videira ‘Niágara Rosada’ submetida a aplicações foliares de extratos de algas marinhas.

Tratamentos	AST (%)	pH
<i>Ascophyllum nodosum</i>	19.02 A	3.34 A
<i>Hypnea musciformis</i>	17.97 B	3.24 AB
<i>Lithothamnium</i> sp.	17.91 B	3.29 A
<i>Sargassum vulgare</i>	17.38 B	3,24 AB
Testemunha	17.40 B	3.15 B
Coeficiente de variação	4.05%	2.30%

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).
Fonte: Do autor (2017).

Os tratamentos com Hm, Li e Sg não tiveram efeitos significativos para as características químicas avaliadas. No entanto, algumas pesquisas com essas algas têm mostrado seus potenciais para essa finalidade. Com extratos de algas do gênero *Sargassum*, foram verificados aumentos significativos nos valores de açúcares redutores e AST em *Vigna mungo* (KALAIIVANAN; VENKATESALU, 2012) e de SST e proteínas em tomateiros (KUMARI et al., 2011). Pesquisas envolvendo a alga Li foram direcionadas quase que

exclusivamente para seu efeito no solo, principalmente junto a compostos orgânicos. Apesar disso, Moreira et al. (2011) verificaram aumentos nos valores de SST e Ratio em frutos de pitaia (*Hylocereus undatus*) após a aplicação no solo de um composto orgânico adicionado da alga Li. Já a pulverização com Hm, que possui importante fonte de minerais, carboidratos, proteínas e lipídeos (CARNEIRO et al., 2014), trouxe maiores valores de aminoácidos e vitaminas em grãos de *Amaranthus retroflexus* (L.) (KUMARESWARI; RANI, 2016).

Na região do sul de Minas Gerais, Orlando et al. (2003), Ferreira et al. (2004), Norberto et al. (2008), Mota et al. (2010) encontraram valores de SST de 15.30%, 13.79%, 13.78% e 15.37%, respectivamente, em 'Niágara Rosada'. Silva et al. (2009) encontraram valores de AST próximo a 17% na mesma região para a mesma videira.

Ferreira et al. (2004) e Silva et al. (2009) testaram os efeitos da antecipação da poda como forma de anteciparem a colheita e conseguirem maiores teores de açúcares da uva 'Niágara Rosada'. As condições climáticas ocorrentes na região Sul de Minas Gerais durante a fase de maturação da uva, que vai de novembro a janeiro, não são adequadas, devido principalmente à elevada precipitação, conforme verificado na Figura 1, e relatado por Orlando et al. (2003). Elevadas precipitações nessa fase são responsáveis por diminuir a qualidade da uva, por diminuir o teor de açúcar e por aumentar a susceptibilidade de doenças na mesma.

Portanto, o tratamento com bioestimulantes de algas marinhas como An, que apresentou maiores valores de SST e AST, pode servir como técnica complementar para garantir a qualidade da uva da 'Niágara Rosada' nessa região. Silva et al. (2009) relatam também a importância de estudos sobre técnicas de manejo que visam à antecipação da safra da videira 'Niágara Rosada', fugindo do pico de produção que vai de dezembro a fevereiro, como meio de se alcançar melhores preços no mercado. Assim, o tratamento com An, por ter acumulado mais açúcar no mesmo espaço de tempo que Test, poderia ter sua colheita adiantada, já que atingiu primeiramente o valor de SST de 14%, que é estabelecido como norma para o ponto de colheita comercial dessa videira.

Intensidade de coloração das bagas

Apenas o atributo de cor (L^*) foi afetado pelos tratamentos com algas marinhas. Não houve interação significativa entre os tratamentos e as épocas de avaliação para nenhuma das características de intensidade de coloração.

A característica (L^*) foi superior com Test, seguido de Hm e Sg, que diferiram significativamente de An (Tabela 5). (L^*) mede a claridade ou luminosidade da amostra,

variando entre o preto (0) e o branco (100). Portanto, Test, Hm e Sg apresentaram uma coloração mais clara, mais avermelhada que violácea. Por outro lado, An apresentou valor de luminosidade caracterizando uma coloração mais escura, tendendo a ser mais tinto.

Os valores de cromaticidade não diferiram significativamente entre as épocas de avaliação e os tratamentos aplicados. No entanto, An apresentou o maior valor e Li o menor valor para essa característica (Tabela 5). A cromaticidade mensura a intensidade de cor, sendo que amostras com maiores valores, como encontrado em An, apesar de não terem diferenciado significativamente, indicam uma coloração mais intensa.

O valor de tonalidade (h°) foi superior com An e inferior com Test, porém sem diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 5). Maiores valores para (h°), como encontrado em An, indicam uma coloração mais arroxeadada. Do contrário, menores valores desse atributo, como encontrado em Test, indicam uma coloração com nuances próxima ao vinho.

Tabela 5 - Valores de luminosidade (L), cromaticidade (c) e tonalidade (h°) das bagas da videira ‘Niágara Rosada’ submetidas a aplicações foliares de extratos de algas marinhas.

Tratamentos	L*	c	h°
<i>Ascophyllum nodosum</i>	27.05 B	7.10 A	347.69 A
<i>Hypnea musciformis</i>	29.77 A	7.00 A	345.12 A
<i>Lithothamnium</i> sp.	28.51 AB	6.91 A	344.62 A
<i>Sargassum vulgare</i>	29.47 A	7.07 A	344.50 A
Testemunha	30.25 A	6.92 A	343.84 A
Coeficiente de variação	5.82%	7.14%	2.01%

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Do autor (2017).

Do mesmo modo ao observado para ‘Niágara Rosada’, Strydom (2013) relatou redução significativa dos valores de (L*) com a aplicação de extrato de An em videiras ‘Flame Seedless’, indicando uma coloração mais escura nas bagas. A redução nos valores de (L*) foi acompanhado pelo aumento da concentração de antocianinas nesse tratamento, o que pode ser uma possível explicação para esse comportamento. Por outro lado, Kok et al. (2010)

não encontraram aumentos significativos nos valores de (L*) em uvas ‘Trakya Ilkeren’ após tratamento com extratos de An.

Em pesquisa com tomateiro, Ali et al. (2016) relataram redução significativa nos valores de (L*) após aplicação de An. Ainda com tomateiro, Kumari et al. (2011) encontraram aumento linear e significativo na concentração de licopeno após aplicações de crescentes dosagens do extrato de *Sargassum johnstonii*. Essas ocorrências evidenciam que os extratos de algas exercem influência no aumento da concentração de carotenoides, que por sua vez influenciam a coloração e a qualidade nutricional dos frutos.

4 CONCLUSÕES

O comprimento e a largura dos cachos e as massas frescas das bagas e dos cachos da videira ‘Niágara Rosada’ são afetados por pulverizações com algas marinhas, independente das épocas de avaliação. Maiores incrementos são conseguidos com *Ascophyllum nodosum*.

Sólidos solúveis totais, acidez total titulável, ratio, açúcares solúveis totais e pH são afetados pelos tratamentos com algas marinhas, especialmente com *Ascophyllum nodosum*.

O menor valor para luminosidade (L*) em uvas pulverizadas com *Ascophyllum nodosum* sugere frutos com a coloração mais escura tendendo a ser mais tinto nesse tratamento.

REFERÊNCIAS

- ALI, N.; FARRELL, A.; RAMSUBHAG, A.; JAYARAMAN, J. The effect of *Ascophyllum nodosum* extract on the growth, yield and fruit quality of tomato grown under tropical conditions. **Journal Of Applied Phycology**, v. 28, p. 1353-1362, 2016.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728, 2013.
- ASHRAF, M.; FOOLAD, M. R. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. **Environmental and Experimental Botany**, v. 59, p. 206-216, 2007.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 18. ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 2007.
- BATTACHARYYA, D. et al. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture, **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 39–48, 2015.
- BRASIL (2002). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 001, de 01 de fevereiro de 2002. Estabelece o Regulamento Técnico de identidade e de qualidade para a classificação da uva rústica, na forma dessa Instrução Normativa e dos seus Anexos I a III. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 4 fev, 2002 e, seção 1, 2p. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 12 de dezembro de 2015.
- BRUNA, E. D.; BACK, A. J.; Comportamento da cultivar Niágara Rosada enxertada sobre diferentes porta-enxertos no sul de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 5, p. 924-933, 2015.
- CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant Soil**, v. 383, p. 3–41, 2014.
- CARNEIRO, J. G. et al. Analysis of some chemical nutrients in four Brazilian tropical seaweeds. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 36, n. 2, p. 137-145, 2014.
- CASTRO, J. et al. Oligo-carrageenans stimulate growth by enhancing photosynthesis, basal metabolism, and cell cycle in tobacco plants (var. Burley). **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 31, p. 173–185, 2012.
- COMIRAN, F. et al. Microclima e produção de videiras 'Niágara Rosada' em cultivo orgânico sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 1, p. 152-159, Março 2012.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**, 10. ed., Porto Alegre, 2004, 400 p.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE. **Recommendations on uniform color spaces-color difference equations, psychometric color terms**. Paris: CIE, 1978.
- CHOULIARAS, V. et al. The effects of a seaweed extract in addition to nitrogen and boron fertilization on productivity, fruitmaturation, leaf nutritional status and oil quality of the olive (*Olea europaea* L.) cultivar Koroneiki. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, p. 984–988, 2009.

- CRAIGIE, J. S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. **Journal of Applied Phycology**, v. 23, p. 371-393, 2011.
- DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. ed. **Carbohydrate chemistry**. New York, Academic Press, 1962, p. 477-512.
- EL-SAID, G.; EL-SIKAILY, A. Chemical composition of some seaweed from Mediterranean Sea coast, Egypt. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 185, p. 6089-6099, 2013.
- EL-SHAMMA, M. S. et al. Efficiency of some organic fertilizers as safe resources on the performance of valencia orange trees grown in newly reclaimed soils. **World Applied Sciences Journal**, v. 25, p. 1263-1269, 2013.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, DF : EMBRAPA, 2013. 353 p. il.
- FAISSAL, A. F.; AKL AHMED, M. M. A.; ORABY AHMED, A. F. Partial replacement of inorganic nitrogen fertilizer by spraying some vitamins, yeast and seaweed extract in Ewaise mango orchard under upper Egypt conditions. **Stem Cell**, v. 4, n. 3, 2013.
- FERREIRA, E. A. et al. Antecipação de safra para videira Niágara Rosada na região sul do estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1221-1227, nov./dez., 2004.
- FRÁGUAS, J. C.; CZERMAINSKI, A. B. C. Avaliação de produtos para a nutrição da videira via foliar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n. 25, p.1007-10015, 2001.
- HERNÁNDEZ-HERRERA, R. M. et al. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). **Journal of Applied Phycology**, published online 17 July 2013.
- INMET – Boletim Agroclimatológico (2014, 2015 e 2016). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=agrometeorologia/boletinsAgroclimatologicos>> Acesso em: 15 de maio de 2016.
- JACOBUCCI, G. B.; LEITE, F. P. P. The role of epiphytic algae and different species of *Sargassum* in the distribution and feeding of herbivorous amphipods. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 42, p. 353–363, 2014.
- KALAIVANAN, C.; VENKATESALU, V. Utilization of seaweed *Sargassum myriocystum* extracts as a stimulant on seedlings of *Vigna mundo* (L.) Hepper. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 10, p. 466 – 470, 2012.
- KHAN, W. et al. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 28, p. 386–399, 2009.
- KHAN, W. et al. Bioassay to detect *Ascophyllum nodosum* extract-induced cytokinin-like activity in *Arabidopsis thaliana*. **Journal of Applied Phycology**, v. 23, p. 409–414, 2011.
- KHAN, A. S. et al. Foliar application of mixture of amino acids and seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract improve growth and physicochemical properties of grapes. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 14, n. 3, 2012.
- KOK, D. et al. The influences of different seaweed doses on table quality characteristics of cv. Trakya Ilkeren (*Vitis vinifera* L.). **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 16, n. 4, p. 429-435, 2010.

- KUMARESWARI, T.; RANI, M. V. S. Nutritional superiority of seaweed based organic green leafy vegetable, *Amaranthus retroflexus* L. **International Journal of Pharma and Bio Sciences**, v. 7, n. 1, p. 332 – 335, 2016.
- KUMARI, R.; KAUR, I.; BHATNAGAR, A. K. Effect of aqueous extract of *Sargassum johnstonii* Setchell & Gardner on growth, yield and quality of *Lycopersicon esculentum* Mill. **Journal of Applied Phycology**, v. 23, p. 623–633, 2011.
- KUMAR, S.; SAHOO, D.; LEVINE, I. Assessment of nutritional value in a brown seaweed *Sargassum wightii* and their seasonal variations. **Algal Research**, v. 9, p. 117–125, 2015.
- MAIA, J. D. G. Melhoria da qualidade da uva ‘Niágara Rosada’. In: MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. (Ed.). **O cultivo da videira Niágara no Brasil**. Embrapa, Brasília, DF, 2012. p. 123-135.
- MARTINS, C. D. L. et al. Antioxidant properties and total phenolic contents of some tropical seaweeds of the Brazilian coast. **Journal of Applied Phycology**, v. 25, p. 1179-1187, 2013.
- MELLO, L. M. R.; Relatório de Avaliação de Impactos do sistema de produção de uva ‘Niágara Rosada’ em Regiões Tropicais. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Centro Nacional De Pesquisa de Uva e Vinho - **Embrapa Uva e Vinho**, Bento Gonçalves, março de 2015.
- MELO, P. C.; FURTINI NETO, A. E. Avaliação do *Lithothamnium* como corretivo da acidez do solo e fonte de nutrientes para o feijoeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 3, 2003.
- MIKICIUK, M.; DOBROMILSKA, R. Assessment of yield and physiological indices of small-sized tomato cv. ‘Bianka F1’ under the influence of biostimulators of marine algae origin. **Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus**, v. 13, p. 31–41, 2014.
- MOHAMED, A. Y.; EL-SEHRAWY, O. A. M. Effect of seaweed extract on fruiting of hindy bisinnara mango trees. **Journal of American Science**, v. 9, n. 6, p. 537-544, 2013.
- MOREIRA, R. A. et al. Produção e qualidade de frutos de Pitaia-Vermelha com adubação orgânica e granulada bioclástico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, Volume Especial, p. 762-766, 2011.
- MOREIRA, R. A. et al. Produtividade e teores de nutrientes em cladódios de pitaia vermelha utilizando-se adubação orgânica e granulada bioclástico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p. 714-719, 2012.
- MOTA, R. V. et al. Produtividade e composição físico-química de bagas de cultivares de uva em distintos porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 6, p. 576-582, 2009.
- MOTA, R. V. et al. Composição de bagas de ‘Niágara Rosada’ E ‘Folha-de-figo’ relacionadas ao Sistema de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1116-1126, 2010.
- MOUTINHO-PEREIRA, J. et al. Effects of Open-Top Chambers on physiological and yield attributes of field grown grapevines. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 32, p. 395-403, 2010.
- NAIR, P. et al. Transcriptional and metabolomic analysis of *Ascophyllum nodosum* mediated freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana*. **BMC Genomics**, v. 13, 2012.
- NEIS, S.; REIS, E. F.; SANTOS, S. C. Produção e qualidade da videira cv. Niágara Rosada em diferentes épocas de poda no sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1146-1153, 2010.

- NORBERTO, P. M. et al. Influência do sistema de condução na produção e na qualidade dos frutos das videiras Folha de Figo e Niágara Rosada em Caldas, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 450-455, 2008.
- NORRIE, J.; KEATHLEY, J. P. Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine-plant extract applications to ‘Thompson seedless’ grape production. (Proceedings of the Xth International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production). **Acta Horticulturae**, v. 727, n. 1, p. 243–248. 2006.
- ORLANDO, T. G. S. et al. Caracterização agrônômica de cultivares de videira (*Vitis labrusca* L.) em diferentes sistemas de condução. **Ciência e Agrotecnologia**, v. especial, p. 1460-1469, 2003.
- SABIR, A. et al. Vine growth, yield, berry quality attributes and leaf nutrient content of grapevines as influenced by seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) and nanosize fertilizer pulverizations. **Scientia Horticulturae**, v. 175, p. 1-8, 2014.
- SABIR, A. Improvement of the pollen quality and germination levels in grapes (*Vitis vinifera* L.) by leaf pulverizations with nanosize calcite and seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*). **The Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 25, n. 6, p. 1599-1605, 2015.
- SELVAM, G. G.; SIVAKUMAR, K. Influence of seaweed extract as an organic fertilizer on the growth and yield of *Arachis hypogea* L. and their elemental composition using SEM–Energy Dispersive Spectroscopic analysis. **Asian Pacific Journal of Reproduction**, v. 3, n. 1, p. 18-22, 2014.
- SILVA, R. J. L.; LIMA, L. C. O.; CHALFUN, N. N. J. C. Efeito da poda antecipada e regime de irrigação nos teores de açúcares em uvas ‘Niágara Rosada’. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 3, p. 844-847, 2009.
- SPINELLI, F. et al. Perspectives on the use of a seaweed extract to moderate the negative effects of alternate bearing in apple trees. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, ISAFRUIT Special Issue, p. 131–137, 2009.
- SPINELLI, F. et al. A novel type of seaweed extract as a natural alternative to the use of iron chelates in strawberry production. **Scientia Horticulturae**, v. 125, p. 263–269, 2010.
- STRYDOM, J. Effect of CPPU (*N*-(2-Chloro-4-Pyridinyl)-*N'*-Phenylurea) and a seaweed extract on Flame Seedless, Redglobe and Crimson Seedless grape quality. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 34, n. 2, p. 233-240, 2013.
- TECCHIO, M. A. et al. Uso de bioestimulante na videira ‘Niágara Rosada’. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1236-1240, nov./dez., 2006a.
- TECCHIO, M. A. et al. Correlação entre a produtividade e os resultados de análise foliar e de solo em vinhedos de Niagara Rosada. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.6, p.1056-1064, 2006b.
- VINOTH, S.; GURUSARAVANAN, P.; JAYABALAN, N. Effect of seaweed extracts and plant growth regulators on high-frequency in vitro mass propagation of *Lycopersicon esculentum* L (tomato) through double cotyledonary nodal explant. **Journal of Applied Phycology**, v. 24, p. 1329-1337. 2012.
- WALLY, O. S. D. et al. Regulations of phytohormone biosynthesis and accumulation in *Arabidopsis* following treatment with commercial extract from the marine macroalga *Ascophyllum nodosum*. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 32, p. 324–339, 2013.

YOKOYA, N. S. et al. Endogenous cytokinins, auxins and abscisic acid in red algae from Brazil. **Journal of Phycology**, p. 46, p. 1198-1205, 2010.

ZHANG, X.; ERVIN, E. H. Cytokinin containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinin and drought resistance. **Crop Science**, v. 44, p1-10, 2004.

ZERMEÑO-GONZÁLEZ, A. et al. Biofertilización de vid en relación con fotosíntesis, rendimiento y calidad de frutos. **Agrociencia**, v. 49, p. 875-887, 2015.