

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

ANELISE MARQUES DE SOUSA

**FRUTIFICAÇÃO EFETIVA E PRODUÇÃO DE MACIEIRAS CV. GALA
TRATADAS COM EXTRATO DE ALGA *Ascophyllum nodosum* E THIDIAZURON**

**PONTA GROSSA – PR
2017**

ANELISE MARQUES DE SOUSA

FRUTIFICAÇÃO EFETIVA E PRODUÇÃO DE MACIEIRAS CV. GALA
TRATADAS COM EXTRATO DE ALGA *Ascophyllum nodosum* E THIDIAZURON

Dissertação apresentada à Universidade Estadual
de Ponta Grossa para obtenção do título de Mestre
em Agronomia, área de concentração Agricultura.
Linha de Pesquisa: Fisiologia, Melhoramento e
Manejo de culturas

Orientador: Prof. Dr. Renato Vasconcelos
Botelho

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub

PONTA GROSSA – PR
2017

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

S725 Sousa, Anelise Marques de
 Frutificação efetiva e produção de
 macieiras CV. Gala tratadas com extrato
 de alga *Ascophyllum nodosum* e thidiazuron/
 Anelise Marques de Sousa. Ponta Grossa,
 2017.
 64f.

 Dissertação (Mestrado em Agronomia -
 Área de Concentração: Agricultura),
 Universidade Estadual de Ponta Grossa.
 Orientador: Prof. Dr. Renato
 Vasconcelos Botelho.
 Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Antonio
 Ayub.

 1. *Malus domestica* Borkh.
 2. Fitorreguladores. 3. Manejo orgânico.
 I. Botelho, Renato Vasconcelos. II. Ayub,
 Ricardo Antonio. III. Universidade
 Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em
 Agronomia. IV. T.

CDD: 634.11



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

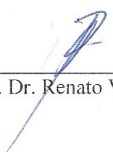
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação: “**Frutificação efetiva e produção de macieiras cv. Gala tratadas com extrato de alga *Ascophyllum nodosum* e thidiazuron**”.

Nome: Anelise Marques de Sousa

Orientador: Renato Vasconcelos Botelho

Aprovado pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Renato Vasconcelos Botelho



Prof. Dr. Amanda Regina Baptista Godoy



Prof. Dr. Ruy Inácio Neiva de Carvalho

Data da Realização: 30 de maio de 2017.

À Melissa, minha fonte de força e inspiração.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela luz e sabedoria, por me orientar e guiar meus caminhos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa para o desenvolvimento deste projeto.

À empresa Frutas Perboni, pela concessão da área para o estudo.

À Universidade Estadual de Ponta Grossa e a todos os mestres que participaram de minha formação durante o curso de mestrado.

Com muita admiração e respeito, agradeço ao meu orientador, professor Dr. Renato Botelho, por me aceitar como orientanda, pelo constante apoio, paciência, compreensão e conhecimentos a mim despendidos. Muito obrigada pelo estímulo, pela amizade e respeito construídos ao longo destes anos.

Ao meu coorientador, professor Dr. Ricardo Ayub, e a toda equipe do Laboratório de Biotecnologia Aplicada a Fruticultura, Sr. Wilson, Letícia, Marina, Daurimar, Iohan, Isabela, Marília, Jessé, Keren e Luane, pelo companheirismo e imensa ajuda durante todo o trabalho.

Às professoras Daiane Garabeli Trojan e Adriane Alfaro, pelo carinho desde a graduação, pelos conhecimentos, conselhos, amizade e pela confiança que depositam em mim e em meu trabalho.

Ao meu pai Antônio, à minha mãe Sonia e à minha irmã Roberta, pelo amor incondicional e incentivo me oferecido durante toda a minha vida,

À minha família, meu bem maior, a quem devo as maiores alegrias nesta vida. Ao meu marido, confidente e amigo Lucas, pelo amor e paciência que teve comigo ao longo dos anos da elaboração deste trabalho. Obrigada por sua força, dedicação, por toda a sua capacidade de compreensão, confiança em mim, enfim, por sua presença. À minha amada filha Melissa, que é a razão do meu viver, a alegria que me move e que me inspira a sempre procurar ser uma pessoa melhor.

À minha querida tia Mara e à minha avó Ignez (*in memoriam*), por acreditarem no meu potencial e me incentivarem. Sempre serão meus exemplos de força, amor, caráter e dignidade. Sei que, de seu lugar, olham e torcem por mim.

Enfim, agradeço de coração a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho.

Queremos ter certezas e não dúvidas, resultados e não experiências, mas nem mesmo percebemos que as certezas só podem surgir através das dúvidas e os resultados somente através das experiências.

Carl Jung

SOUSA, A.M. Frutificação efetiva e produção de macieiras cv. ‘Gala’ tratadas com extrato de alga *Ascophyllum nodosum* e thidiazuron. 2017, 55p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 2017.

RESUMO

Para atender à crescente demanda de consumo de maçãs, é necessário buscar por tecnologias que melhorem os aspectos produtivos. O thidiazuron é uma feniluréia com ação de citocinina que pode promover o aumento na frutificação efetiva e o tamanho dos frutos. A aplicação de bioestimulantes derivados do extrato de algas pode ser uma alternativa para o manejo orgânico da macieira. O objetivo deste trabalho foi avaliar a frutificação efetiva e produção de macieiras cv. ‘Gala’ tratadas com extrato de alga *Ascophyllum nodosum* e thidiazuron. O experimento foi conduzido durante os ciclos 2015/2016 e 2016/2017 no município de Porto Amazonas – PR em macieiras da cultivar ‘Gala’ sobre o porta-enxerto ‘Marubakaido’ com interenxerto EM-9. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 8 tratamentos e 5 repetições, com parcela experimental constituída por 1 planta. Os tratamentos foram: thidiazuron nas concentrações de 10 e 15mg/L, extrato de *Ascophyllum nodosum* nas concentrações de 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,6% e uma testemunha, sendo que, em ambos os ciclos, as aplicações foram realizadas no estágio de plena floração (F2). Foram avaliadas as variáveis frutificação efetiva (%), número de frutos por planta, produtividade (kg), massa fresca média de frutos (g), número de sementes por fruto, comprimento e diâmetro médio de frutos e relação comprimento/diâmetro (C/D) dos frutos, acidez titulável, sólidos solúveis, firmeza de polpa (N) e crescimento de ramos (cm). Tanto o thidiazuron quanto o extrato de algas, mesmo em baixas concentrações, influenciaram a produção, com efeitos distintos para cada ciclo de avaliação. De maneira geral, o extrato de *Ascophyllum nodosum* nas doses de 0,3 e 0,4% promoveu maior número de frutos por planta, maior produtividade por planta e crescimento de ramos em pelo menos um dos ciclos de experimento, com resultados semelhantes ao uso do produto tradicional a base de thidiazuron.

Palavras-chave: *Malus domestica* Borkh. Fitorreguladores. *Ascophyllum nodosum*. Frutificação efetiva.

SOUSA, A.M. Fruit set and production of apple cv. 'Gala' treated with *Ascophyllum Nodosum* seaweed extract and thidiazuron. 2017, 55p. Master's Dissertation in Agronomy – State University of Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, 2017.

ABSTRACT

To meet the growing demand for apple consumption, it is necessary to search for technologies that improve the productive aspects. Thidiazuron is a phenylurea with cytokinin action that can promote the increase in fruit set and fruit size. The application of biostimulants derived from algae extracts may be an alternative for the organic management of apples. The objective of this study was to evaluate the fruit set and production of apple cv. 'Gala' treated with extract of seaweed *Ascophyllum nodosum* and thidiazuron. The experiment was arranged during the 2015/2016 and 2016/2017 cycles in the city of Porto Amazonas – PR, in apple trees of the 'Gala' cultivar on the 'Marubakaido' rootstock with EM-9 intergraft. The experimental design was a randomized block design, with 8 treatments and 5 replications, with experimental plot consisting of 1 plant. The treatments were: thidiazuron at concentrations of 10 and 15mg / L, *Ascophyllum nodosum* seaweed extract at concentrations of 0.1; 0.2; 0.3; 0.4 and 0.6% and one untreated check, and in both cycles the applications were carried out in the full bloom stage (F2). The average fruit weight (g), number of seeds per fruit, length and mean diameter of fruit and length/diameter ratio (C/D) of fruits, titratable acidity, soluble solids, pulp firmness (N) and growth of branches (cm). Both thidiazuron and algae extract, even at low concentrations, influenced production, with distinct effects for each evaluation cycle. In general, the extract of *Ascophyllum nodosum* at 0.3 and 0.4% promoted higher number of fruits per plant, higher productivity per plant, and growth of branches in at least one of the experiment cycles, with similar results to the use of the traditional thidiazuron-based product.

Key words: *Malus domestica* Borkh. Phyto regulators. *Ascophyllum nodosum*. Fruit set.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Área experimental localizada no pomar comercial da empresa Frutas Perboni. Porto Amazonas/PR 2015.....	30
Figura 2 –	Estádios fenológicos da macieira, segundo Fleckinger (1953), com modificações. (A): gema dormente; (B) gema inchada - ponta de prata; (C) ponta verde; (C3-D) 1,3 cm verde; (D2) 1,3cm verde com folhas; (E) botão verde; (E2) botão rosado; (F) início da floração; (F2) plena floração; (G) final da floração; (H) queda de pétalas; (I) frutificação efetiva; (J) frutos verdes com 10mm de diâmetro.....	31
Figura 3 –	Inflorescência de macieira cv. ‘Gala’ na ocasião da pulverização. Porto Amazonas/PR 2015.....	31
Figura 4 –	Frutificação efetiva de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i>), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas-PR.....	35
Figura 5 –	Número de frutos por planta em macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i>), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas-PR.....	36
Figura 6 –	Produtividade (kg) por planta em macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i>), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas-PR.....	38
Figura 7 –	Massa média de frutos (g) de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i>), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas-PR.....	39
Figura 8 –	Crescimento de ramos (cm) de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i>), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas-PR.....	40
Figura 9 –	Número de sementes por fruto de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i>), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas-PR.....	41
Figura 10 –	Comprimento dos frutos (mm) de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i>), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas-PR.....	42
Figura 11 –	Diâmetro dos frutos (mm) de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i>), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas-PR.....	43

- Figura 12 – Relação comprimento/diâmetro de frutos de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de *Ascophyllum nodosum*), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas – PR.....44
- Figura 13 – Sólidos solúveis (°Brix) de frutos de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de *Ascophyllum nodosum*), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas – PR.....45
- Figura 14 – Acidez total titulável (% ácido málico g/100mL) de frutos de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de *Ascophyllum nodosum*), em diferentes doses, na plena floração nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas – PR.....46
- Figura 15 – Firmeza de polpa (N) de frutos de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de *Ascophyllum nodosum*), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas – PR.....46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Constituição do fertilizante organomineral Algamare®	29
Tabela 2 – Tratamentos, doses, principal ingrediente ativo e fabricante dos produtos utilizados no experimento. Porto Amazonas – PR.....	32

LISTA DE ABREVIATURAS

ABA	Ácido abscísico
AJ	Ácido jasmônico
ANOVA	Análise de Variância
AS	Ácido salicílico
AT	Acidez titulável
C/D	Comprimento/Diâmetro dos frutos
C/N	Carbono/Nitrogênio
Cv	Cultivar
DAAT	Dias após a aplicação dos tratamentos
F2	Plena Floração
NaOH	Hidróxido de sódio
PCa	Prohexadione de Cálcio
SS	Sólidos Solúveis
TDZ	Thidiazuron

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	OBJETIVOS.....	18
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
3.1	Aspectos econômicos da cultura da macieira.....	19
3.2	Aspectos botânicos.....	20
3.3	Características da Cultivar ‘Gala’	21
3.4	Desenvolvimento reprodutivo.....	21
3.5	Reguladores vegetais.....	24
3.6	Thidiazuron (TDZ).....	26
3.7	Extrato de <i>Ascophyllum nodosum</i>	27
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
6	CONCLUSÕES.....	48
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
	REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

A região Sul do Brasil possui como característica o cultivo de plantas frutíferas de clima temperado, com destaque para a cultura da macieira (*Malus domestica* Borkh.), que, nas últimas décadas, apresentou um notável desenvolvimento, permitindo ao Brasil passar de país importador para exportador. Segundo o IBGE, na safra de 2015/2016 foram colhidas no país 1,14 milhão de toneladas de maçãs, em uma área total de 36,31 mil hectares. As principais cultivares produzidas no Brasil são a ‘Gala’, a ‘Fuji’ e seus clones, que respondem por aproximadamente 95% da produção nacional de maçãs (ABPM, 2017).

Para atender à crescente demanda de consumo de maçãs, é necessário buscar por tecnologias que melhorem os aspectos produtivos. A baixa frutificação efetiva é um dos maiores problemas relacionados com a produção de maçãs no Brasil e tem como principal causa as limitações que envolvem o processo de polinização. A ausência de fertilização do óvulo em flores de macieira resulta em um menor número de frutos fixados por planta, frutos menores, e, portanto, redução na produtividade e rentabilidade do pomar. A frutificação pode ser afetada por diversos fatores, como condições ambientais desfavoráveis (chuvas e/ou geadas durante o florescimento), baixa atividade de insetos polinizadores, falta de cultivares polinizadoras e assincronia do período de florescimento entre as cultivares.

Diante destes obstáculos, para se obter uma alta frutificação, diversos estudos vêm sendo realizados e demonstram que o uso de reguladores vegetais pode ser uma alternativa para maximizar a frutificação e a qualidade de frutos (FLETCHER et al., 2000). De todos os produtos usados na fruticultura, os reguladores vegetais, por possuírem estrutura química muito semelhante aos hormônios sintetizados pelas plantas, são os que oferecem menos riscos, pois além de serem usados em baixíssimas concentrações, degradam-se rapidamente, tanto na planta quanto no solo (CAMILO, 2006).

Em meio às citocininas sintéticas disponíveis com ação sobre a frutificação, o thidiazuron (TDZ) apresenta eficiência no aumento da frutificação efetiva e tamanho de frutos de macieira nas condições brasileiras. Além do aumento do tamanho dos frutos, foram relatadas alterações no formato destes frutos, que se tornaram mais alongados, indicando que o thidiazuron afeta a direção da divisão e expansão celular (PETRI et al., 2001; PETRI, 2008).

Petri et al. (2001) também observaram que a aplicação de TDZ, apesar de aumentar a frutificação efetiva na cultivar ‘Gala’, reduziu o número de sementes, e quando aplicada em pleno florescimento apresentou os melhores resultados. Esses mesmos autores também observaram que a aplicação de TDZ em pleno florescimento retardou a maturação de frutos.

De qualquer forma, nas últimas décadas, o uso indiscriminado de agroquímicos e substâncias sintéticas na produção de alimentos vem causando preocupação em nível mundial. A crítica ao modelo de agricultura vigente cresce à medida que estudos comprovam que a maior parte dos produtos utilizados contaminam os alimentos e o meio ambiente. Dentro desse contexto, aumenta-se progressivamente a procura por produtos livres de substâncias sintéticas nocivas comumente utilizadas.

O uso de produtos comerciais à base de extratos de algas marinhas na agricultura tem crescido, principalmente por ser uma alternativa ao uso de fertilizantes no sistema agrícola e por reduzir o impacto ambiental (NORRIE; HILTZ, 1999; KHAN et al., 2009; CRAIGIE, 2011). Devido à diversidade dos benefícios proporcionados, estudos têm apontado o potencial de uso dos extratos de algas para incrementar o desenvolvimento vegetal, algumas vezes com consequentes aumentos na produção; sendo também relatado aumento da tolerância vegetal à estresses bióticos e abióticos. Estas pesquisas mostram que, mesmo em baixas concentrações, os produtos à base de extratos de algas afetam o desenvolvimento vegetal, sugerindo que os derivados dos extratos de algas possuem compostos bioativos (KHAN et al., 2009; CARVALHO et al., 2013, 2014).

Os bioestimulantes derivados do extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum* são constituídos por vários fitohormônios, principalmente auxinas e citocininas, apresentando concentrações variadas (DURAND et al., 2003; RAYIRATH et al., 2008; ZHANG et al., 2004), bem como betainas (MACKINNON et al., 2010), giberelinas, ácido abscísico, ácido jasmônico, poliaminas e alginatos (TARAKHOVSKAY et al., 2007), além de compostos orgânicos e inorgânicos, como nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plantas, carboidratos e aminoácidos (RIOUX et al., 2007; KHAN et al., 2009).

A aplicação do extrato de algas marinhas em plantas frutíferas tem sido objeto de vários estudos (TEIXEIRA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011; SILVA, 2011), apresentando grande potencial. No entanto, para as condições climáticas do Sul do Brasil ainda há pouca informação sobre o uso de extratos de algas no manejo de pomáceas e os seus benefícios. Com o intuito de gerar novas informações capazes de melhorar a produtividade, adequar as estratégias de manejo para o aumento da frutificação efetiva e buscar alternativas seguras e sustentáveis, é imprescindível a realização de pesquisas desta natureza.

Neste contexto, este estudo tem como objetivo analisar a frutificação efetiva e produção de macieiras da cultivar ‘Gala’ tratadas com extrato de alga *A. nodosum* e thidiazuron.

2 OBJETIVOS

- (i) Testar os efeitos de diferentes doses de *A. nodosum* e de thidiazuron sobre a frutificação efetiva e produção de macieiras cultivar ‘Gala’;
- (ii) Avaliar os atributos físico-químicos dos frutos oriundos dos diferentes tratamentos;
- (iii) Avaliar os efeitos da aplicação do extrato de *A. nodosum* sobre o crescimento vegetativo em plantas de macieira.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ASPECTOS ECONÔMICOS DA CULTURA DA MACIEIRA

A maçã insere-se como a quinta fruta mais produzida no mundo, cuja produção, em 2014, foi estimada em 84,6 milhões de toneladas, sendo superada apenas pela melancia, banana, uva e laranja. O continente asiático é o maior produtor de maçãs, apresentando cerca de 62,7% da produção mundial (53 milhões de toneladas). Dentre os países produtores, a China é o maior produtor de maçãs, apresentando em torno de 41% da produção mundial (40 milhões de toneladas), seguida dos Estados Unidos, com 6,3% da produção mundial (5,1 milhões de toneladas) (IBGE, 2015).

A produção de maçãs em escala comercial no Brasil teve início na década de 70, e nesse curto período sua importância aumentou consideravelmente. A maçã nacional se tornou realidade na década de 90 e substituiu grande parte das importações nacionais da fruta. Em 1975, foram colhidas no Brasil cerca de 5 mil toneladas. Já no ano de 2016, foi verificada uma produção de 1,2 milhão de toneladas, em uma área total de 35 mil hectares (IBGE, 2016).

No Brasil, a cultura da macieira é explorada principalmente na região Sul do país, devido às condições climáticas serem adequadas para o seu cultivo. No ciclo de 2015/16, Santa Catarina representava 48% da produção nacional (613.828 toneladas), vindo a seguir o Rio Grande do Sul com 45%, e o Paraná com 4% (IBGE, 2016). Mesmo com muitas cultivares disponíveis para os produtores, grande parte dos pomares brasileiros são formados por plantas das cultivares ‘Gala’ (50%) e ‘Fuji’ (45%) e suas mutações, que respondem por aproximadamente 95% da produção nacional de maçãs (ABPM, 2017). As cultivares mais plantadas no Brasil atualmente são ‘Gala’, ‘Galaxy’ e ‘Maxi Gala’, ‘Fuji’, ‘Fuji Suprema’ e ‘Fuji Mishima’ (ABPM, 2017).

O Estado do Paraná tem menor participação na produção nacional de maçãs quando comparado com os outros estados da Região Sul, mas esta espécie frutífera tem fundamental importância cultural e econômica nos municípios em que está inserida (AQUINO; BENITEZ, 2005).

Tradicionalmente, destacam-se duas mesorregiões produtoras do Estado do Paraná: o Centro-Sul Paranaense (municípios de Palmas e Guarapuava) e a área Metropolitana de Curitiba (Lapa, Porto Amazonas, Campo do Tenente, Campo Largo, Contenda). No Centro Sul do Estado, destaca-se o município de Palmas, onde são cultivados cerca de 260 hectares com as

cultivares ‘Fuji’ e ‘Gala’. Na Mesorregião Metropolitana de Curitiba, são cultivadas principalmente as cultivares ‘Gala’, ‘Fuji’ e ‘Eva’ (MAPA, 2003).

O número de cultivares de macieira existentes no mundo é bastante expressivo, em razão dos trabalhos de melhoramento genético, utilizando-se hibridações, seleções clonais e mutações.

3.2 ASPECTOS BOTÂNICOS

A macieira pertence à família Rosaceae, subfamília Maloidae (Pomoidae) e gênero *Malus*. Apesar de serem citados vários nomes na literatura, a denominação *Malus domestica* é a mais utilizada (PETRI, 2008).

Iuchi (2006) descreve a macieira como uma espécie frutífera lenhosa, decídua, de clima temperado, muito adaptável a diferentes climas, crescendo desde os trópicos até altas latitudes. Segundo Petri (2008), a macieira é uma planta perene, de folhas caducas, que entra em estado de paralisação aparente, no inverno, chamado de dormência. Para sair da dormência e iniciar a brotação no período da primavera, as plantas precisam, no inverno, de certa quantidade de horas de frio (abaixo de 7,2°C). Essa necessidade de frio varia de acordo com a cultivar, havendo hoje, devido ao melhoramento genético, uma gama de cultivares com necessidades entre 200 e 1.000 horas de frio.

As plantas possuem folhas simples, alternadas, elípticas, com margens serrilhadas, verde escuras, com leve pilosidade na parte inferior. O tamanho e forma da árvore são fortemente dependentes de porta-enxerto, sistema de condução e poda utilizados. A macieira é considerada uma planta de dias neutros para muitos processos. Seu sistema de brotos consiste de brotos compridos – extensões, e brotos curtos – esporões e brindilas (IUCHI, 2006).

A inflorescência é determinada, denominada por umbela (cacho), com 4-8 flores, com a flor central abrindo primeiro. A flor é formada por um revestimento protetor externo, as sépalas, apêndices normalmente atraentes para os insetos. As pétalas são brancas quando abertas, mas têm inferiores vermelho-rosa quando estão abrindo. Por fim, existem as anteras, estruturas que contêm os gametas masculinos ou grão de pólen; e os gametas femininos ou óvulos, protegidos dentro dos carpelos. Os gametas verdadeiros são o núcleo espermático e a oosfera. As flores de muitas cultivares de macieiras são epígenas e hermafroditas, contendo cinco sépalas, cinco pétalas, três verticilos de estames, em ordem centrípeta, 10,5 e 5 estames, e um gineceu sincárpico contendo 5 cavidades ou lóculos típicos, cada um com dois a quatro óvulos que, quando fertilizados, se desenvolvem e dão origem a sementes (IUCHI, 2006).

3.3 CARACTERÍSTICAS DA CULTIVAR ‘GALA’

A cv. ‘Gala’ foi introduzida no mercado mundial devido à sua excelente qualidade gustativa e de aparência dos frutos, sendo desenvolvida na Nova Zelândia por J.H. Kiddem, em 1934, cruzando ‘Golden Delicious’ e ‘Kidd’s Orange Red’. O cruzamento foi feito na década de 1920, mas a variedade não foi nomeada e introduzida até a década de 1960. Em 1962, o Dr. Donald W. Mckenzie, do Department of Scientific and Industrial Research - DSIR, a nomeou e lançou para plantio comercial com o nome ‘Gala’ (CAMILO; DENARDI, 2002).

No Brasil, estima-se que 59% das maçãs produzidas são da cv. ‘Gala’ e suas mutações (ABPM, 2017). A planta é de porte semi-vigoroso, com ótima adaptação em regiões com altitudes acima de 1.300m, contudo, necessita de quebra de dormência em regiões de altitude menor. É suscetível à sarna (*Venturia inaequalis*), oídio (*Podosphaera leucotricha*) e mancha foliar da ‘Gala’ (*Colletotrichum sp.*). Geralmente, ela apresenta grande quantidade de flores e órgãos de frutificação, alterna pouco e frutifica precocemente, respondendo bem a raleantes químicos, fazendo com que produza frutos de maior tamanho e melhor valor comercial (DAL’SANT, 2013).

A floração ocorre entre final da segunda quinzena de setembro e final da segunda quinzena de outubro para as condições do Sul do Brasil. A maturação dos frutos é desuniforme, ocorrendo entre o final da segunda quinzena de janeiro e a segunda quinzena de fevereiro (CAMILO; DENARDI, 2002). Apresenta alguns problemas de polinização, principalmente em anos de intensa e concentrada floração, necessitando mais de uma cultivar polinizadora para assegurar uma boa frutificação efetiva.

Os frutos apresentam epiderme vermelho-rajado, sobre fundo amarelo brilhante e liso. O fruto é de tamanho médio, com formato redondo-cônico, sendo a polpa de coloração amarela pálida, cremosa, nítida e densa, com um sabor doce suave e bom aroma. Podem ser conservados de três a quatro meses em câmara fria convencional (FIORAVANÇO et al., 2013), podendo perder o sabor e a textura quando mantidos além deste período.

3.4 DESENVOLVIMENTO REPRODUTIVO

O período de desenvolvimento reprodutivo é um dos principais durante o ciclo da macieira, visto que neste momento é que é determinada a frutificação. Nesta época, interagem fatores ambientais e fisiológicos que irão determinar a frutificação e, consequentemente, a produção.

Antes da polinização e fecundação, ocorre a formação das gemas floríferas, processo que depende de múltiplos fatores internos e externos. Um exemplo de fator interno é o balanço hormonal da planta, que pode alterar o florescimento. O órgão de frutificação (esporão) que sustenta um ou mais frutos impede a formação de flores para a primavera seguinte, devido à ação das giberelinas sintetizadas pelas sementes dos frutos em desenvolvimento.

Sabe-se que o florescimento é um processo sob controle hormonal, e fatores externos exercem influência neste processo pela modificação bioquímica da planta, particularmente no balanço hormonal. Em um estágio inicial, as giberelinas promovem o florescimento porque induzem a formação do primórdio indiferenciado. Posteriormente, as giberelinas agem como inibidoras do florescimento, pois direcionam o primórdio indiferenciado para a formação de ramos (BOTELHO et al., 2006). Qualquer desequilíbrio entre os fatores envolvidos na formação dos primórdios de inflorescência, como uma baixa relação citocinina/giberelina endógena, pode inibir a formação destes primórdios ou levá-los a se diferenciar em brotação vegetativa (SHIKHAMANY, 1999).

Como fator externo, o crescimento vegetativo pouco ou muito intenso e a entrada de luz no interior da planta afetam indiretamente a formação de gemas e, conseqüentemente, o florescimento. Uma alta relação C/N (Carbono/Nitrogênio), por exemplo, leva à indução floral, enquanto que uma baixa relação C/N favorece o crescimento vegetativo. Assim, as gemas desenvolvidas nas partes sombreadas têm pouco carboidrato, reduzindo o crescimento meristemático e não ocorrendo a indução floral. Essas gemas também terão uma reduzida frutificação efetiva (PETRI, 2006; CAMILO, 2006).

De acordo com Dennis (1996), a polinização, a fertilização e a frutificação efetiva dependem de muitas condições, dentre as quais se pode citar como mais importantes: a intensidade de floração, quantidade e qualidade do pólen, combinação variedade produtora e polinizadora, eficiência dos insetos polinizadores e as condições climáticas na época da floração.

As cultivares de macieira necessitam de polinização cruzada, que depende da coexistência de cultivares polinizadoras compatíveis, de insetos vetores para a transferência do pólen entre estas e das condições climáticas adequadas. Uma baixa eficiência de polinização contribui para uma baixa produtividade, que pode continuar ocorrendo nos anos subsequentes em pomares comerciais (GOLDWAY et al., 1999). Em plantios de alta densidade, as polinizadoras podem ser plantadas entre 8 a 10 plantas por linha, com 2 ou mais cultivares compatíveis no mesmo pomar. A distribuição e a distância entre a cultivar a ser polinizada e a

polinizadora afeta diretamente a produção, sendo um dos principais fatores a considerar na implantação de um pomar (PETRI, 2006).

A polinização é a transferência dos grãos de pólen da antera de uma flor para o estigma da mesma ou de outra flor. Para isso acontecer, necessita-se também de um agente polinizador que distribui esse pólen para as demais plantas do pomar, especialmente nos pomares de alta densidade. A quantidade de abelhas ideal no pomar é de 4 colmeias por hectare (PETRI, 2002b).

Aspectos climáticos também são determinantes para a adequada polinização. Altas temperaturas associadas à baixa umidade relativa do ar podem provocar a inviabilidade dos grãos de pólen e o dessecamento das substâncias secretoras do estigma, impedindo ou dificultando a germinação dos grãos de pólen e, desta forma, diminuir sensivelmente a frutificação (PETRI, 2006). A frutificação pode ser reduzida mesmo em situações de alta coincidência de florescimento entre cultivares e alta densidade de floração, devido à ocorrência de baixas temperaturas e de elevada precipitação durante o florescimento, que diminuem a atividade de insetos polinizadores (SOLTÉSZ, 2003; PETRI, 2006).

O processo de frutificação, o qual foi definido por Gillaspay et al. (1993) como o processo de transformação dos tecidos do ovário em fruto, tem ganhado considerável atenção devido tanto à busca no desenvolvimento de frutos partenocárpicos na ausência da polinização e/ou fertilização (PANDOLFINI et al., 2007), como também ao estudo do processo de abscisão de frutos para a prática de raleio (BOTTON et al., 2011). A maioria das macieiras possui autoincompatibilidade gametofítica (WEIRTHEIM; SCHIMDT, 2005) e esse fator limita a autofertilização das flores, reduzindo a frutificação.

A frutificação efetiva é a relação entre o número de frutos e cachos florais, expressa em porcentagem, sendo uma das fases mais importantes na pomicultura. A porcentagem de frutificação para uma produção aceitável varia de acordo com a intensidade de floração, podendo-se considerar que a quantidade de flores fecundadas necessária para uma produção satisfatória seja em torno de 5 a 10% (DENNIS, 1996).

Além da baixa frutificação efetiva, a polinização inadequada pode também levar à formação de frutos pequenos ou deformados. Dentre os fatores internos que determinam a frutificação, os fitohormônios tem um fator preponderante. As giberelinas produzidas pelas sementes, por exemplo, inibem a indução floral, podendo ocasionar uma alternância de produção. O crescimento vigoroso da planta e a deficiência de luz incidente nas plantas também podem afetar indiretamente a formação de gemas e o florescimento. As condições nutricionais da planta, incluindo a relação C/N e os micronutrientes – como boro e zinco – têm um efeito na formação de gemas floríferas, assim como na frutificação efetiva (DAL'SANT, 2013).

Segundo Petri (2006), em condições adversas de polinização e quando a intensidade de floração for baixa, a utilização de reguladores vegetais pode ser uma prática a ser adotada para garantir o pegamento de fruto e a regularidade de produção em macieiras.

3.5 REGULADORES VEGETAIS

A palavra hormônio deriva do grego *horman*, que significa excitar. Em sua definição clássica, hormônios vegetais são compostos orgânicos sintetizados numa parte da planta e translocados para outra, produzindo efeitos fisiológicos em reduzidas concentrações (SALISBURY; ROSS, 1992).

O termo ‘hormônio’ geralmente está restrito às substâncias que ocorrem naturalmente na planta. Já o termo ‘regulador vegetal’ é geralmente usado para aqueles compostos com estruturas químicas similares aos hormônios, produzidos sinteticamente e que, quando aplicados na planta, irão interagir com os hormônios, causando respostas de crescimento e de desenvolvimento similares a esses (CAMILO, 2006).

O uso de reguladores vegetais na agricultura tem mostrado grande potencial no aumento da produtividade, embora sua utilização ainda não seja uma prática rotineira em culturas que não atingiram alto nível tecnológico (VIEIRA; CASTRO, 2001). Os reguladores vegetais podem atuar diretamente nas diferentes estruturas celulares e nelas provocar alterações físicas, químicas e metabólicas. Em alguns casos, o mecanismo de ação dos reguladores e dos fitohormônios inicia-se com a união destes compostos com a proteína receptora na membrana plasmática, na sua superfície externa da célula (CASTRO; VIEIRA, 2001).

De acordo com Ferrari e Sergent (1996), substâncias que apresentam efeitos inibitórios sobre o crescimento e desenvolvimento de plantas têm sido utilizadas com sucesso em diversas espécies frutíferas de clima temperado, como macieira, pereira, pessegueiro, videira e cerejeira, entre outras. Castro e Vieira (2001) relatam a influência dos hormônios vegetais em diversos processos fisiológicos das plantas, tais como emergência, florescimento, abscisão de frutos e flores, maturação de frutos e senescência, enquanto que Camilo (2006) cita a melhoria do tamanho dos frutos, a aparência e a qualidade interna dos mesmos pelos efeitos diretos ou indiretos dos reguladores, refletindo sobre a produtividade, o vigor da planta e a arquitetura da copa. Segundo Amarante et al. (2002), nas últimas décadas, diversos estudos têm demonstrado a eficácia da utilização de reguladores de crescimento para melhorar a frutificação e o crescimento dos frutos em fruteiras de clima temperado. Citocininas sintéticas são conhecidas

por terem notável habilidade em estimular o crescimento em cultura de tecidos e, mais recentemente, de órgãos de todo o sistema da planta (DAL'SANT, 2013).

Nas condições climáticas do Sul do Brasil, o período de desenvolvimento vegetativo de macieiras cultivar 'Gala' tem sido superior ao observado em outras regiões de clima temperado, o que está associado a altas temperaturas e altos índices pluviométricos, podendo resultar em crescimento de ramos acima de um metro. Sob tais condições, o uso de técnicas de manejo que restrinjam o desenvolvimento vegetativo torna-se imprescindível. O controle do crescimento vegetativo através da aplicação de reguladores vegetais pode ajudar a reduzir o crescimento vegetativo excessivo, limitando o tamanho das plantas ou restringindo o crescimento em determinado momento e, desta forma, atingir um melhor equilíbrio entre o crescimento vegetativo e a frutificação (MILLER, 2002).

A eficiência dos reguladores vegetais sobre o crescimento e desenvolvimento da planta é dependente de muitos fatores, entre eles a cultivar, a época da aplicação (estádio da planta) e a concentração do regulador usada (PETRI et al., 2010).

Os hormônios vegetais conhecidos atualmente classificam-se em cinco grupos: três auxinas naturais; algumas citocininas; mais de 100 giberelinas; ácido abscísico (ABA) e etileno. De acordo com Taiz e Zieger (2013), entretanto, evidencia-se a existência de hormônios vegetais esteroides, os brassinoesteroides, que produzem vários efeitos morfológicos no desenvolvimento vegetal. Além destes, outras moléculas sinalizadoras têm sido identificadas, como o ácido jasmônico (AJ), o ácido salicílico (AS) e a sistemina, que participam em processos de resistência e defesa a patógenos e a herbívoros. De acordo com Castro (2006), esse grupo de substâncias inclui auxinas, ácido jasmônico (AJ), o ácido salicílico (AS), citocininas, giberelinas, ABA, etileno, brassinoesteroides e AJ (CASTRO, 2006).

As auxinas e as giberelinas exercem função crucial na fase indutiva à frutificação e ao desenvolvimento partenocárpico dos frutos (DE JONG et al., 2009). As giberelinas estimulam a germinação do pólen e o crescimento do tubo polínico (LOONEY; PHARIS, 1986; SINGH et al., 2002), sendo que aplicações exógenas em flores podem resultar em frutificação sem fertilização (BANGERTH; SCHRÖDER, 1994). De acordo com Gillaspay et al. (1993), as giberelinas produzidas pelo grão de pólen podem, de certa forma, estar relacionadas com o aumento da produção de auxinas no ovário, as quais, por sua vez, podem atuar como um sinal (ou amplificar esse sinal) na frutificação e, subsequentemente, na ativação da divisão celular. Isso foi verificado em tomateiro, em que aplicações de giberelinas em flores não polinizadas causaram um aumento no nível de auxina no ovário (SASTRY; MUIR, 1963; SERRANI et al., 2010).

A macieira, quando cultivada em regiões de inverno ameno, produz frutos de forma achatada e de tamanho menor que o potencial genético da cultivar. Geralmente, existe vantagem econômica na produção de frutas de maior tamanho. Com a utilização de citocininas e giberelinas, tem-se conseguido melhorar a forma dos frutos de macieira e aumentar seu tamanho (WESTWOOD, 1963; STEMBRIDGE, 1973; GREENHALGH et al., 1977; WEIBRANTS, 1981; PETRI et al., 1992).

3.6 THIDIAZURON (TDZ)

O Thidiazuron é uma feniluréia sintética que mostra atividade citocinínica. As citocininas são substâncias que, em combinação com a auxina, estimulam a divisão celular nas plantas, influenciando o crescimento e a forma dos frutos em algumas espécies frutíferas de clima temperado (GREENE, 1993).

Em meio às citocininas sintéticas disponíveis com ação sobre a frutificação, o TDZ apresenta eficiência no aumento da frutificação efetiva e tamanho de frutos de macieira nas condições brasileiras. Além do aumento do tamanho dos frutos, foram relatadas alterações no formato destes frutos, que se tornaram mais alongados, indicando que o thidiazuron afeta a direção da divisão e expansão celular (PETRI et al., 2001; PETRI, 2008).

O thidiazuron, em concentrações muito baixas, aplicado durante a divisão celular, pode estimular o aumento do tamanho dos frutos de kiwi e outras espécies frutíferas (LOONEY, 1996). Segundo Wang et al. (1991), o thidiazuron foi 20 vezes mais efetivo que uma citocinina na quebra de dormência de gemas laterais de macieira, e que altas concentrações, quando aplicadas em macieiras, podem inibir a floração no próximo ciclo (ELFVING, 1993), ocorrendo deformações dos frutos (GREENE, 1993). Petri et al. (2001) também observaram que a aplicação de TDZ, apesar de aumentar a frutificação efetiva na cultivar ‘Gala’, reduziu o número de sementes, e quando aplicada em pleno florescimento, apresentou os melhores resultados. Esses mesmos autores também observaram que a aplicação de TDZ em pleno florescimento retardou a maturação de frutos.

A ação específica do thidiazuron sobre o aumento do tamanho de frutos, em plantas frutíferas de clima temperado, ainda é pouco explorada. Fagundes (2015) observou aumento significativo na frutificação efetiva em plantas de macieira cultivar ‘Royal Gala’ tratadas com TDZ, na dose de 15mL. O aumento da frutificação efetiva através da aplicação de TDZ também foi descrito por Tavares et al. (2002) nas pereiras ‘Packham’s Triumph’ e ‘Garber’, onde

obtiveram resultados similares, demonstrando a eficiência desta citocinina na maximização da frutificação efetiva de pomáceas.

No Sul do Brasil, um dos problemas na cultura da macieira é a baixa frutificação efetiva que ocorre em alguns anos, principalmente quando ocorrem chuvas durante o florescimento. Essa baixa frutificação efetiva leva a uma baixa produção.

3.7 EXTRATO DE ASCOPHYLLUM NODOSUM

As algas pertencentes ao reino Plantae são organismos autótrofos fotossintetizantes que podem ser unicelulares ou pluricelulares. Distinguem-se das plantas por possuírem tecidos bem diferenciados, como ausência de folhas, raízes ou tecidos vasculares. A maioria das espécies é aquática, mas existem algumas que, associadas a fungos, formam líquens, podendo viver em ambientes secos. O grupo das algas é classificado tomando por base características como a composição da parede celular, tipo de substâncias de reserva e principalmente o tipo de pigmento: clorofíceas conhecidas como algas verdes, rodofíceas ou algas vermelhas e as feofíceas, também denominadas de algas pardas ou marrons (HOECK et al., 1995).

As algas pardas ou marrons são exclusivamente marinhas, com exceção de três gêneros raros de água doce, e predominam nos mares das regiões temperadas frias e polares (RAVEN et al., 2007). Essas algas são utilizadas para diversas finalidades, desde segmentos alimentícios, farmacêuticos, cosméticos, da indústria tintureira e empregadas em sistemas de produção agrícola (CABRAL et al., 2011). No caso da agricultura, as algas marinhas são utilizadas como fertilizantes desde o século XIV, principalmente em áreas agrícolas próximas do mar.

A espécie *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis destaca-se dentre as algas marinhas comumente utilizadas (UGARTE et al., 2006) e tem sido muito estudada por suas propriedades, que incluem desde a promoção de crescimento vegetal ao uso na alimentação humana e animal (KHAN et al., 2009; CRAIGIE, 2011). É uma alga marrom, encontrada nos mares árticos e nas costas rochosas do oceano Atlântico no Canadá e no norte da Europa (COLAPIETRA; ALEXANDER, 2006), onde a temperatura da água não excede 27°C (KESER et al., 2005). Com a finalidade de encontrar alternativas de manejo de cultivo no sistema orgânico, a utilização de extratos de algas tem crescido, destacando-se o extrato da macroalga *A. nodosum*, sendo uma opção de fertilizante organomineral ecologicamente sustentável (NORRIE; HILTZ, 1999; KHAN et al., 2009; CRAIGIE, 2011; JAYARAMAN; NORRIE; PUNJA, 2011).

Uma parcela considerável dos produtos derivados dos mais de 15 milhões de toneladas métricas de algas marinhas colhidas anualmente é utilizada como bioestimulante na agricultura,

sendo comercializados mundialmente cerca de 25 produtos até o momento (FAO, 2014). No Brasil, não existem levantamentos oficiais do número de produtos comercializados, entretanto, o uso dos extratos de algas na agricultura nacional já é regulamentado pelo Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004 (MAPA, 2004), condito como agente complexante em formulações de fertilizantes para aplicação foliar e em fertirrigação.

O uso do extrato de algas na agricultura mostra potencial para programas de controle integrado de doenças, uma vez que se observou um aumento na produção de fitoalexinas em plantas hortícolas e frutíferas, sendo que as fitoalexinas são um dos indícios de indução de resistência a patógenos (GARCIA; NORRIE, 2005).

Estudos do efeito de *A. nodosum* no desenvolvimento inicial das mudas do mamoeiro demonstraram maior crescimento das plântulas com aplicações na concentração de 2,0% (GUIMARÃES et al., 2011).

Fernandes e Silva (2010), ao avaliarem o efeito do extrato *A. nodosum* na cultura do cafeeiro, verificaram aumento significativo na produtividade de grãos entre 37 a 70%, com maiores rendimentos para a dose de 2,0 L ha⁻¹. Além disso, as doses de 2,0 e 4,0 L ha⁻¹ reduziram os danos causados pelas principais pragas e doenças do cafeeiro.

De modo geral, a matriz orgânica dos extratos é complexa, sendo composta de nutrientes (macro e micro), aminoácidos, oligossacarídeos e hormônios vegetais (CRAIGIE et al., 2007; KHAN et al., 2009; ZODAPE et al., 2009; SHARMA et al., 2012). Especificamente, os extratos de *A. nodosum* são constituídos por citocininas, auxinas, ácido abscísico, giberelinas, betaínas e alginatos (MACKINNON et al., 2010; RIOUX et al., 2007; TARAKHOVSKAY et al., 2007; DURAND et al., 2003; STIRK et al., 2004), existindo, ainda, compostos não identificados que possuem atividade similar a de alguns hormônios vegetais e que também podem estimular sua produção nas plantas (KHAN et al., 2009; RAYIRATH et al., 2008).

Um dos produtos comerciais disponíveis no Brasil é o Algamare®, que é um fertilizante organomineral comercializado pela empresa Microquímica (Campinas-SP), na forma de suspensão homogênea para aplicação foliar, contendo como principal componente o potássio (Tabela 1). O Algamare® é obtido por meio de hidrólise alcalina de extrato de algas da espécie *A. nodosum*. De acordo com o fabricante, esse produto é registrado como fertilizante, sendo recomendado para as culturas da batata (*Solanum tuberosum*), arroz (*Oryza sativa*), feijão (*Faseolus vulgaris*), milho (*Zea mays*), soja (*Glycine max*), café (*Coffea* spp.), tomate (*Solanum lycopersicum*), morango (*Fragaria x ananassa*), citros (*Citrus simensis*), videira (*Vitis vinífera*) e mangueira (*Mangifera indica*) (MICROQUÍMICA, 2017).

Tabela 1 – Constituição do fertilizante organomineral Algamare®

Constituintes	Quantidade (mL L ⁻¹)
Algamare®*	
Potássio ⁽¹⁾	53
Carbono orgânico total ⁽²⁾	70
Extrato de alga <i>Ascophyllum nodosum</i> ⁽³⁾	290
Ácido cítrico	13
Índice salino	20
Nutrientes solúveis em água ⁽³⁾	-

⁽¹⁾61,7 g L⁻¹ de K₂O; ⁽²⁾81,2 g L⁻¹ de carbono orgânico total; ⁽³⁾ Quantidade não especificada pelo fabricante, adquirida por contato direto; Densidade do produto de 1,16 a temperatura de 20°C.

Fonte: *MICROQUÍMICA (2017).

Os mecanismos de ação do extrato de *A. nodosum* ainda são pouco conhecidos e a sua elucidação é de grande importância para a elaboração de estratégias que favoreçam o aumento da produtividade das culturas agrícolas (RAYIRATH et al., 2008; KHAN et al., 2009).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Porto Amazonas-PR, durante as safras 2015/2016 e 2016/2017, em pomar comercial da Empresa Frutas Perboni, com coordenadas geográficas de 25°29'25,4"S e 49°54'44,1"O e 938m de altitude. Foram utilizadas macieiras da cv. 'Gala', com 15 anos de idade, sobre o porta-enxerto 'Marubakaido' com interenxerto EM-9, conduzidas no sistema de líder central e com espaçamento de 4m entre linhas e 1m entre plantas (densidade equivalente a 2500 plantas ha⁻¹). Plantas polinizadoras selvagens do gênero *Malus* sp. se encontravam intercaladas no pomar na proporção de 6:1.



Figura 1 – Área experimental localizada no pomar comercial da empresa Frutas Perboni. Porto Amazonas/PR. 2015

Fonte: SOUSA, A. M.

Os tratamentos consistiram da pulverização de diferentes produtos em uma única aplicação no estágio fenológico F2, que corresponde à plena floração, com 70% das flores abertas (Figura 2). No ciclo 2015/2016, a pulverização ocorreu em 09/09/2015 e no ciclo 2016/2017 em 19/09/2016. Por ocasião da pulverização, as brotações do ano apresentavam, em média, de 10 a 15 cm de comprimento.

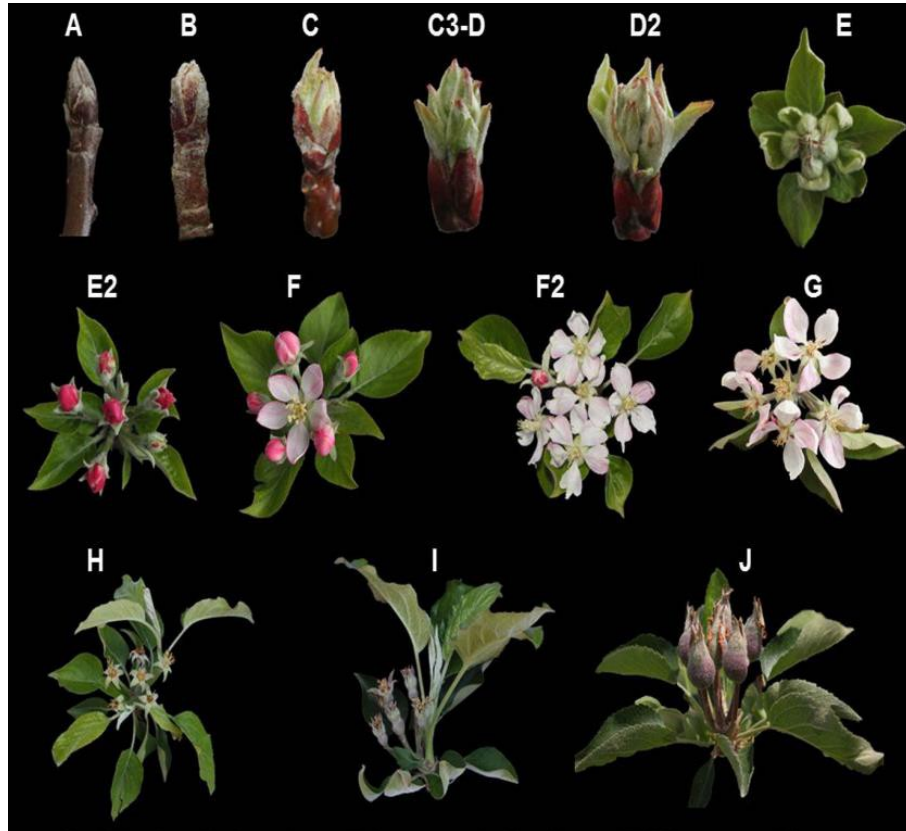


Figura 2 –Estádios fenológicos da macieira, segundo Fleckinger (1953), com modificações. (A): gema dormente; (B) gema inchada - ponta de prata; (C) ponta verde; (C3-D) 1,3 cm verde; (D2) 1,3cm verde com folhas; (E) botão verde; (E2) botão rosado; (F) início da floração; (F2) plena floração; (G) final da floração; (H) queda de pétalas; (I) frutificação efetiva; (J) frutos verdes com 10mm de diâmetro.



Figura 3 – Inflorescência de macieira cv. 'Gala' na ocasião da pulverização. Porto Amazonas/PR. 2015.
Fonte: SOUSA, A. M.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 8 tratamentos e 5 repetições, com parcela experimental constituída por 1 planta, mantendo uma planta de bordadura entre as parcelas. A descrição dos tratamentos consta na Tabela 2.

Tabela 2 – Tratamentos, doses, principal ingrediente ativo e fabricante dos produtos utilizados no experimento. Porto Amazonas – PR.

TRATAMENTOS	DOSE i.a/L	INGREDIENTE ATIVO	CONCENTRAÇÃO	FABRICANTE
Testemunha	-	-	-	-
TDZ(Dropp®)	10 mg/L	Thidiazuron	120g/L	Bayer
TDZ(Dropp®)	15mg/L	Thidiazuron	120g/L	Bayer
Algamare®	0,1%	<i>Ascophyllum nodosum</i>	290 mL/L	Microquímica
Algamare®	0,2 %	<i>Ascophyllum nodosum</i>	290 mL/L	Microquímica
Algamare®	0,3 %	<i>Ascophyllum nodosum</i>	290 mL/L	Microquímica
Algamare®	0,4 %	<i>Ascophyllum nodosum</i>	290 mL/L	Microquímica
Algamare®	0,6%	<i>Ascophyllum nodosum</i>	290 mL/L	Microquímica

Como fonte de Thidiazuron, foi utilizado o produto comercial Dropp® (50% de TDZ) e como fonte de *Ascophyllum nodosum* foi utilizado o produto comercial Algamare®.

Os tratamentos foram aplicados com atomizador costal motorizado modelo 2T 59,2CC, da marca Tekna®, utilizando-se um volume de calda equivalente a 1.000 L ha⁻¹, procurando atingir o completo molhamento foliar de toda a planta.

No período entre outubro e novembro de ambos os ciclos, foi realizado o raleio manual em todo o pomar, inclusive nas plantas do experimento, para seleção e melhor desenvolvimento dos frutos. Durante o raleio, buscou-se deixar 1 fruto por inflorescência. O experimento foi colhido, no ciclo 2015/2016 no dia 25/01/2016, e no ciclo 2016/2017 no dia 18/01/2017.

Para os dois ciclos consecutivos, foram avaliadas as seguintes variáveis:

1. Frutificação efetiva (%): relação entre o número total de frutos contados aos 15 e 30 dias após a aplicação dos tratamentos (DAAT) em 100 flores previamente marcadas. A contagem de flores foi realizada na data da pulverização, sendo que as flores marcadas estavam no estágio fenológico F2, que corresponde à plena floração. As flores marcadas foram monitoradas até que os frutos apresentassem aproximadamente 20mm de diâmetro e foi realizada a contagem de frutos aos 15 e 30 DAAT, antes do raleio das plantas;

2. Número de frutos por planta: contagem do número total de frutos por planta e pesagem por ocasião da colheita;
3. Produtividade: massa total de frutos por planta por ocasião da colheita, expressa em quilogramas;
4. Massa fresca média dos frutos: obtida pela divisão da massa total de frutos colhidos por planta pelo número de frutos e expressa em gramas;
5. Número médio de sementes: avaliado em uma amostra de 25 frutos por parcela experimental;
6. Comprimento médio dos frutos (mm): O comprimento do fruto foi tomado medindo-se a distância compreendida entre a base (inserção do pedúnculo) e o ápice, medido com paquímetro digital em uma amostra de 25 frutos por parcela experimental;
7. Diâmetro médio dos frutos (mm): O diâmetro dos frutos foi tomado perpendicularmente, na região de maior dimensão do fruto, com paquímetro digital em uma amostra de 25 frutos por parcela experimental;
8. Relação comprimento/diâmetro dos frutos (C/D): obtida pela divisão do comprimento pelo diâmetro;
9. Acidez titulável (AT): Para esta determinação, 2g da polpa das maçãs foi diluída em 98 ml de água destilada, adicionada de duas gotas de fenolftaleína (solução alcoólica a 1%) como indicador. Essa solução foi titulada com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N (AOAC, 1984), sendo os resultados expressos em porcentagem de ácido málico em g/100 mL da amostra;
10. Sólidos solúveis (SS): foi feita a leitura direta em refratômetro manual, modelo RHB-32ATC (AKSO, São Leopoldo - Brasil), com resultados expressos em grau Brix;
11. Firmeza de polpa: determinada por meio de auxílio de penetrômetro digital, marca Instrutherm, modelo DD – 200 (Instrutherm, São Paulo – Brasil), com ponteira de 8 mm de diâmetro, sendo as medidas realizadas com remoção de pequena porção da casca na região equatorial do fruto, e os valores expressos em Newtons;
12. Crescimento de ramos: Foram marcados e medidos com fita métrica cinco ramos do ano, localizados no terço médio da planta. Esta avaliação foi realizada no início do experimento e na data de colheita dos frutos. As médias

foram comparadas pela diferença do crescimento (crescimento final – crescimento inicial), data da aplicação e na data da colheita dos frutos.

Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan ($p \leq 0,05$), utilizando-se o programa Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A frutificação efetiva mostrou-se variável entre os anos de estudo (Figura 4), sendo que, para o ciclo 2015/2016, a frutificação efetiva foi aproximadamente 7% maior para todos os produtos aplicados quando comparados ao tratamento testemunha, entretanto, não houve diferença entre os tratamentos com TDZ e o Algamare®. Desta forma, pode-se inferir que o Algamare® pode ser um substituto do produto sintético TDZ, para aumentar a frutificação mesmo em sistemas de manejo orgânico.

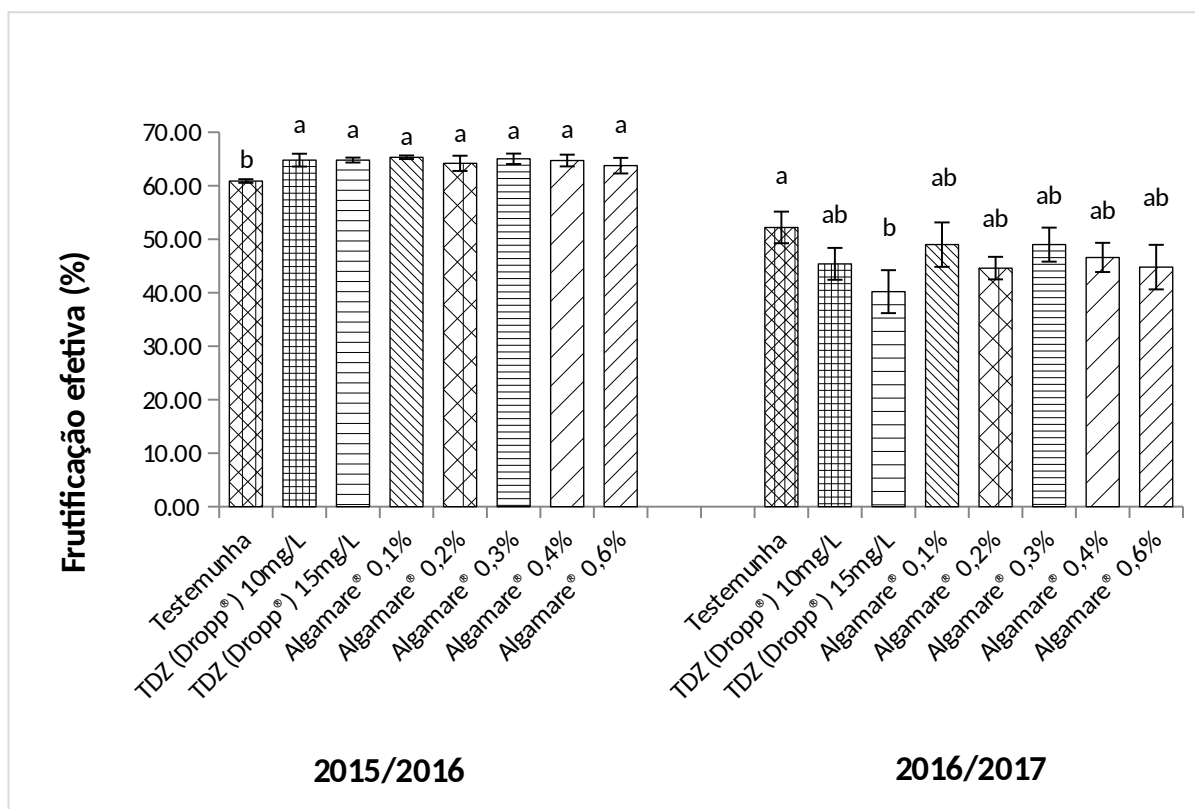


Figura 4 – Frutificação efetiva de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de *Ascophyllum nodosum*), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas – PR

Para o ciclo 2016/2017, o único tratamento que apresentou diferença significativa foi a aplicação de TDZ na dose de 15mg L⁻¹, que reduziu a frutificação efetiva em aproximadamente 23% quando comparado à testemunha. Para os demais tratamentos, não houve diferenças significativas (Figura 4). Resultados semelhantes foram relatados por Amarante et al. (2002), que verificaram que o aumento da concentração de TDZ reduziu o florescimento no ano posterior ao de sua aplicação.

Segundo Elfving e Cline (1993), altas concentrações de citocininas, quando aplicadas em macieira, podem inibir o florescimento no próximo ciclo. Pode-se observar que, independentemente dos tratamentos, houve diferenças entre as safras, evidenciando que a frutificação efetiva está associada a diversos fatores internos e externos da planta.

Para a contagem do número de frutos por planta, observou-se que, para o ciclo 2015/2016, embora não tenha havido diferenças significativas entre os tratamentos, a menor média foi verificada para o tratamento testemunha (Figura 5).

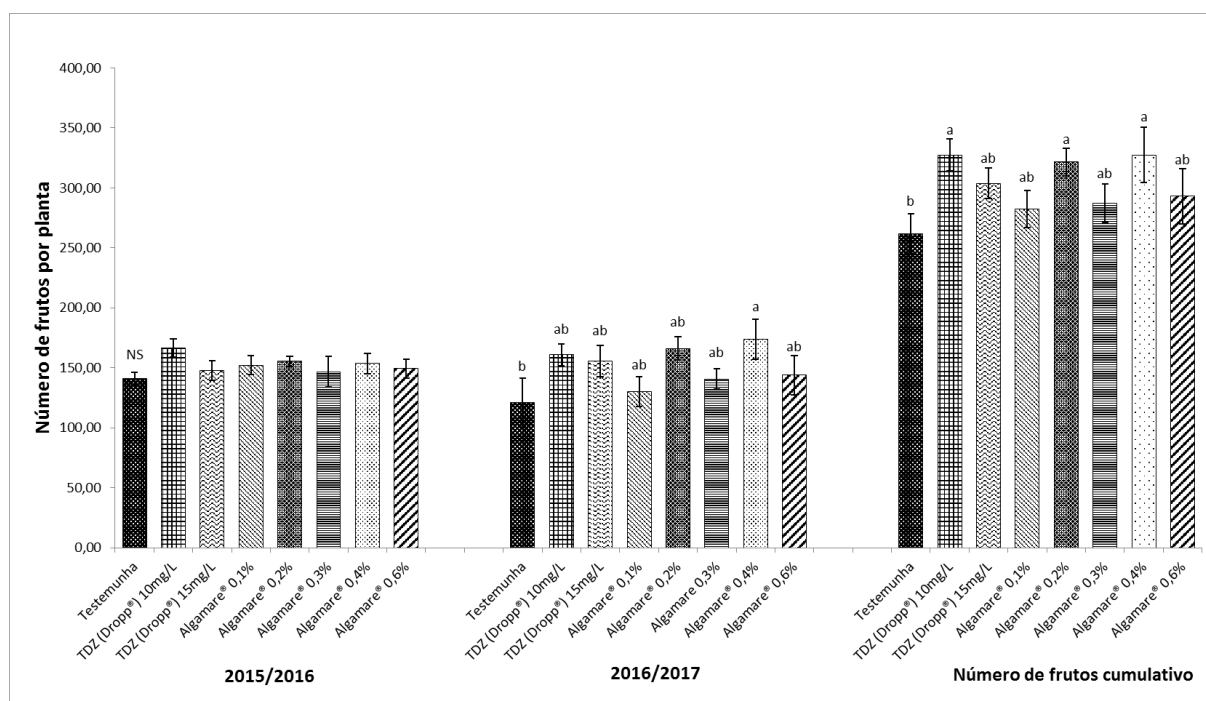


Figura 5 – Número de frutos por planta em macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de *Ascophyllum nodosum*), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas – PR

No ciclo 2016/2017, verificou-se que a aplicação de Algamare® a 0,4% apresentou o maior número de frutos por planta, sendo significativamente superior à testemunha, promovendo um aumento de 30%. Entretanto, o tratamento Algamare® 0,4% não diferiu significativamente dos demais tratamentos.

Segundo Khan et al. (2009), a promoção do desenvolvimento de frutos pela aplicação de extrato de algas é devida principalmente à presença de citocininas, pois este fitohormônio está relacionado à partição e mobilização de assimilados direcionados principalmente a estes drenos, quando a planta está na fase reprodutiva. Como no ciclo 2016/2017, não houve aumento de frutificação efetiva (Figura 4), mas maior número de frutos para as plantas tratadas na floração (Figura 5), presume-se que os produtos aplicados

possam ter aumentado a diferenciação de primórdios florais no primeiro ciclo de aplicação, possibilitando maior número de cachos florais por planta no segundo ciclo. Segundo Westwood (1993), a indução floral ocorre com sinais bioquímicos que mudam o estado dos tecidos de vegetativo para reprodutivo em função dos balanços de fitohormônios, tais como auxinas, giberelinas, citocininas e etileno.

Sabe-se que o florescimento também é um processo sob controle hormonal, e fatores externos exercem influência neste processo pela modificação bioquímica da planta, particularmente no balanço hormonal. Em um estágio inicial, as giberelinas promovem o florescimento porque induzem a formação do primórdio indiferenciado. Posteriormente, as giberelinas agem como inibidoras do florescimento, pois direcionam o primórdio indiferenciado para a formação de ramos (BOTELHO et al., 2006).

Por outro lado, as citocininas são necessárias para a diferenciação do primórdio indiferenciado em primórdio de inflorescência. Shikhamany (1999), ao estudar o efeito da aplicação de fitorreguladores em Seedlings de videiras Cabernet Sauvignon e Moscatel de Hamburgo, verificou que nesta fase há a necessidade de uma alta relação citocinina/giberelina endógena.

Ao se analisar a soma dos dois ciclos, constata-se que os tratamentos TDZ na dose de 10mg L⁻¹ e Algamare® a 0,2 e 0,4% foram significativamente superiores ao tratamento testemunha, com aumentos de até 20% no número de frutos por planta, no entanto, não diferiram estatisticamente dos tratamentos TDZ na dose de 15mg L⁻¹ e Algamare® a 0,1; 0,3 e 0,6%.

Para os valores de produtividade por planta no ciclo 2015/2016, observou-se que o tratamento Algamare® 0,3% apresentou maior média, sendo significativamente superior ao tratamento Algamare® 0,6% e ao TDZ nas doses de 10 e 15mg L⁻¹, diferindo dos resultados de Hawerroth et al. (2011), que observaram que a aplicação de TDZ na dose de 20mg L⁻¹, aplicado durante a plena floração, aumentou a produção de pereira 'Shinseiki'. Entretanto, não se diferiu dos tratamentos testemunha e com Algamare® nas doses de 0,1; 0,2 e 0,4% (Figura 6).

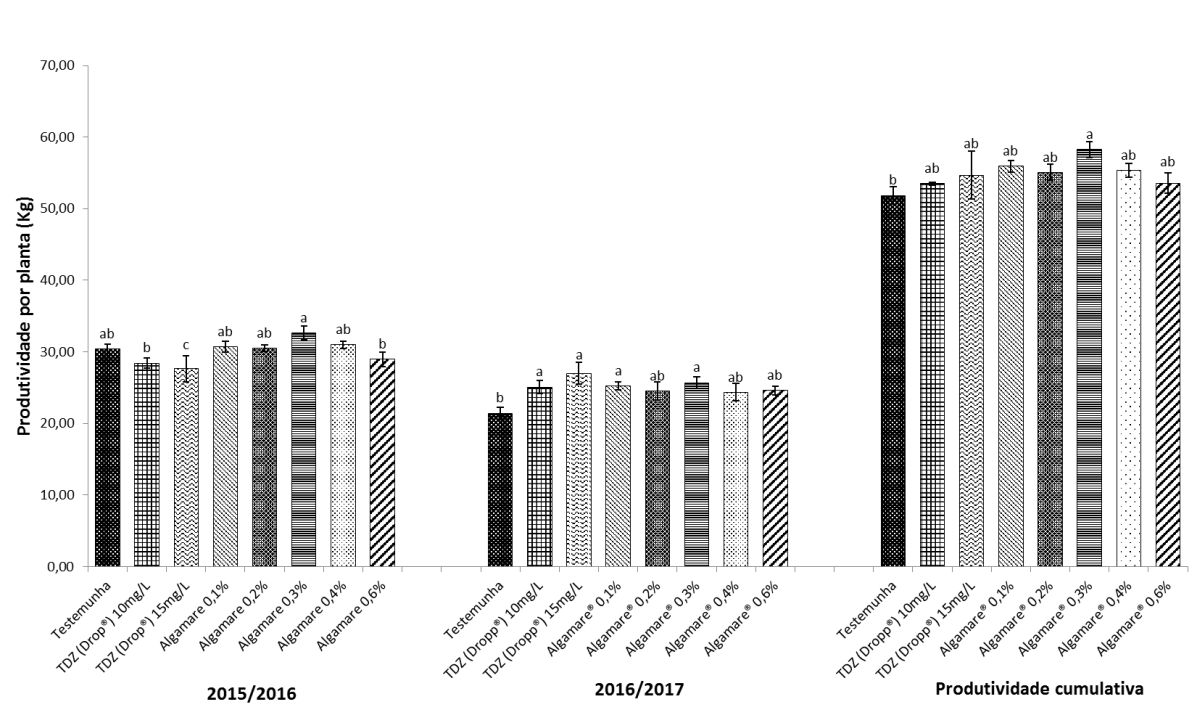


Figura 6 – Produtividade (kg) por planta em macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de *Ascophyllum nodosum*), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas – PR

No ciclo 2016/2017, observou-se que a maioria dos tratamentos com aplicações na plena floração foi significativamente superior ao tratamento testemunha, proporcionando aumento da produtividade por planta. A maior produtividade foi verificada para o tratamento com TDZ a 15 mg L^{-1} ($27 \text{ kg planta}^{-1}$), seguido pelas aplicações de Algamare® 0,3% ($25,68 \text{ kg planta}^{-1}$), Algamare® 0,1% ($25,21 \text{ kg planta}^{-1}$) e TDZ 10 mg L^{-1} ($25,07 \text{ kg planta}^{-1}$) que se diferenciaram significativamente do tratamento testemunha ($21,43 \text{ kg planta}^{-1}$), mas não dos demais tratamentos (Figura 6). O aumento de produtividade foi de até 25% e relação à testemunha, corroborando com os resultados obtidos por VILLARDELL et al. (2008), que constataram que aplicações de fitorreguladores em pereiras cultivar ‘Abate fetal’ na plena floração, ou até dez dias após, aumentaram em até 40% a produção de frutos em relação a plantas não tratadas. O aumento de produtividade observado no segundo ciclo do experimento se deu sobretudo em função do aumento de números de frutos por planta (Figura 5).

Analisando-se a produtividade acumulada nos dois ciclos (Figura 6), observa-se que o tratamento Algamare® a 0,3% foi significativamente superior quando comparado à testemunha, com um aumento de 12,5%. No entanto, não se diferiu estatisticamente dos demais tratamentos.

Para as avaliações de massa média de frutos, observou-se que, no ciclo 2015/2016, o tratamento Algamare® 0,1% apresentou o maior valor sendo significativamente superior à testemunha e também aos tratamentos com TDZ a 10 mg L^{-1} ou com Algamare® a 0,6%, mas não

se diferiu estatisticamente dos tratamentos TDZ 15mg L⁻¹, Algamare® 0,2% e 0,3% (Figura 7). Segundo Wertheim e Webster (2005), a aplicação de substâncias como o TDZ estimula a divisão celular e o aumento do tamanho das células, promovendo o crescimento dos frutos, ou seja, o TDZ tem ação citocinínica.

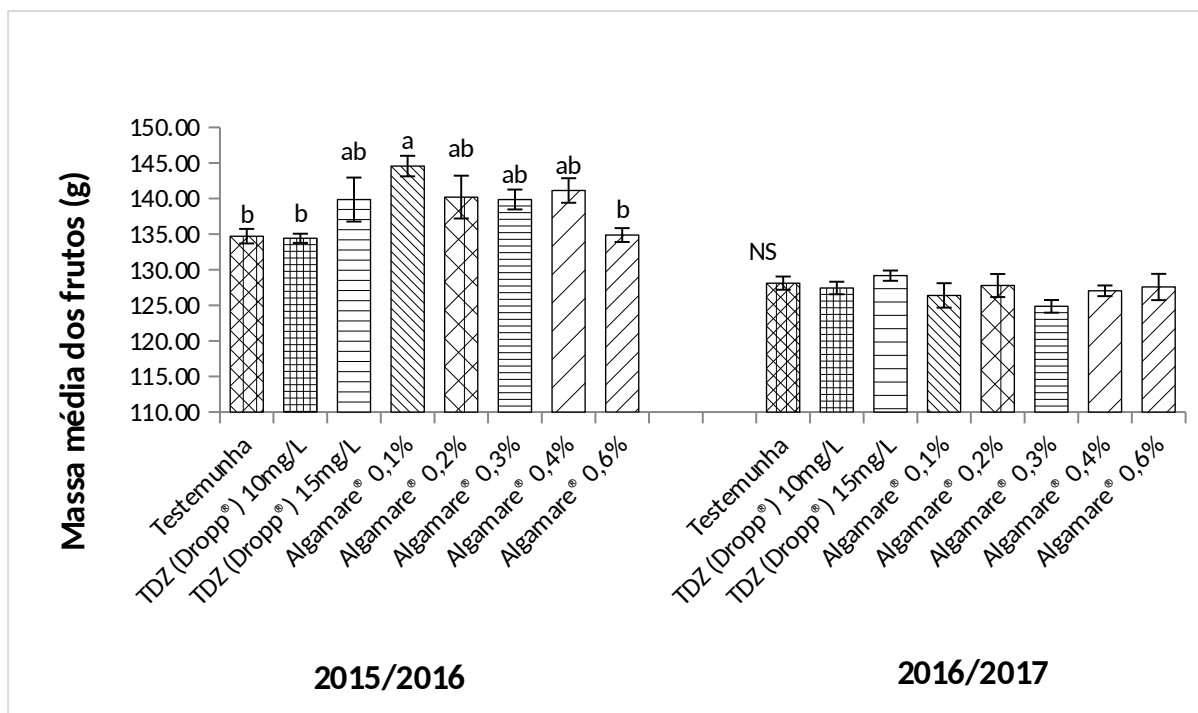


Figura 7 – Massa média de frutos (g) de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de *Ascophyllum nodosum*), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas – PR

Embora não se saiba a composição química exata do extrato a base de algas *Ascophyllum nodosum*, sabe-se que possui vários compostos com ação sobre o desenvolvimento dos frutos, tais citocininas, auxinas, ácido abscísico, giberelinas, betaínas e alginatos (MACKINNON et al., 2010; RIOUX et al., 2007; TARAKHOVSKAY et al., 2007; DURAND et al., 2003; STIRK et al., 2004), existindo, ainda, compostos não identificados que possuem atividade similar à de alguns hormônios vegetais e que também podem estimular sua produção nas plantas (KHAN et al., 2009; RAYIRATH et al., 2008).

Segundo Adam-Phillips et al. (2004) e Khan et al. (2009), a promoção do desenvolvimento de frutos é devido ao acréscimo na disponibilidade de citocinina pelo uso do extrato de alga, pois o hormônio está relacionado à partição e mobilização de assimilados direcionados principalmente a estes drenos, quando a planta está na fase reprodutiva.

No entanto, no ciclo 2016/2017 não houve diferença significativa entre os tratamentos (Figura 7). Como na maioria dos tratamentos observou-se aumento no número de frutos no

segundo ciclo de avaliação (Figura 5), esperava-se que também houvesse redução da massa média dos frutos, devido à maior competição. Contudo, isto não foi verificado, portanto, pode ter havido efeito dos produtos no sentido de evitar que os frutos tivessem menor desenvolvimento, devido a uma carga maior de frutos por planta.

Para os dados de crescimento de ramos (cm) no ciclo 2015/2016, não se verificaram diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 8). No entanto, no ciclo 2016/2017, observou-se que o tratamento Algamare® 0,4% proporcionou maior crescimento de ramos se comparado à testemunha e aos tratamentos com TDZ 10 e 15 mg L⁻¹ e Algamare® 0,1 e 0,3%, sem se diferir dos tratamentos com Algamare® nas doses de 0,2 e 0,6%. Mancuso et al. (2006) também observaram que o extrato de *A. nodosum* foi eficiente em promover o crescimento vegetativo de videiras e efeitos similares foram observados nas culturas de melancia e da macieira (BASAK, 2008b; ABDEL-MAWGOUD et al., 2010).

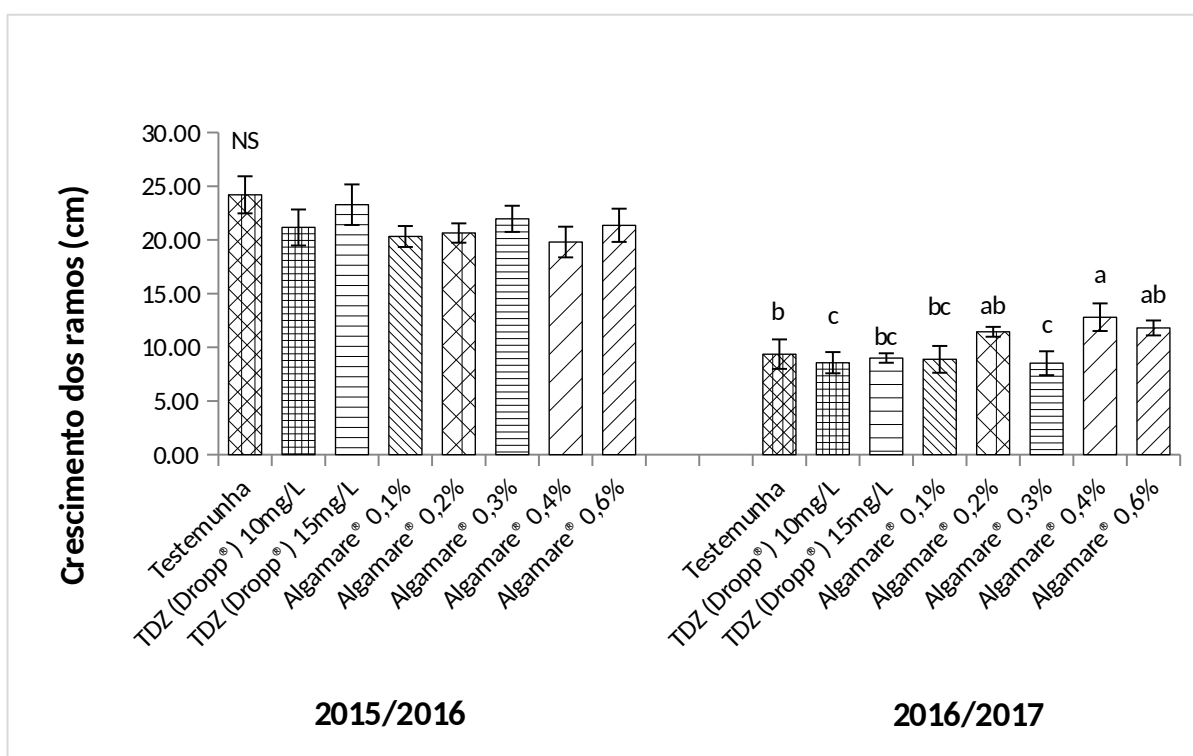


Figura 8 – Crescimento de ramos (cm) de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de *Ascophyllum nodosum*), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas – PR

Por outro lado, os tratamentos com TDZ 10 mg L⁻¹ e Algamare® 0,3%, apresentaram menor crescimento dos ramos em relação à testemunha (Figura 8). Estes resultados podem estar relacionados à maior produtividade obtida nesses tratamentos (Figura 6), e, portanto, pela maior competição por fotoassimilados entre frutos e ramos em crescimento.

Para a contagem de número de sementes por fruto, observou-se que, no ciclo 2015/2016, o tratamento com Algamare® a 0,6% apresentou o menor número de sementes por fruto, levando a uma redução de 20% em relação à testemunha (Figura 9). No entanto, o tratamento com Algamare® 0,6% não se diferiu significativamente dos demais tratamentos.

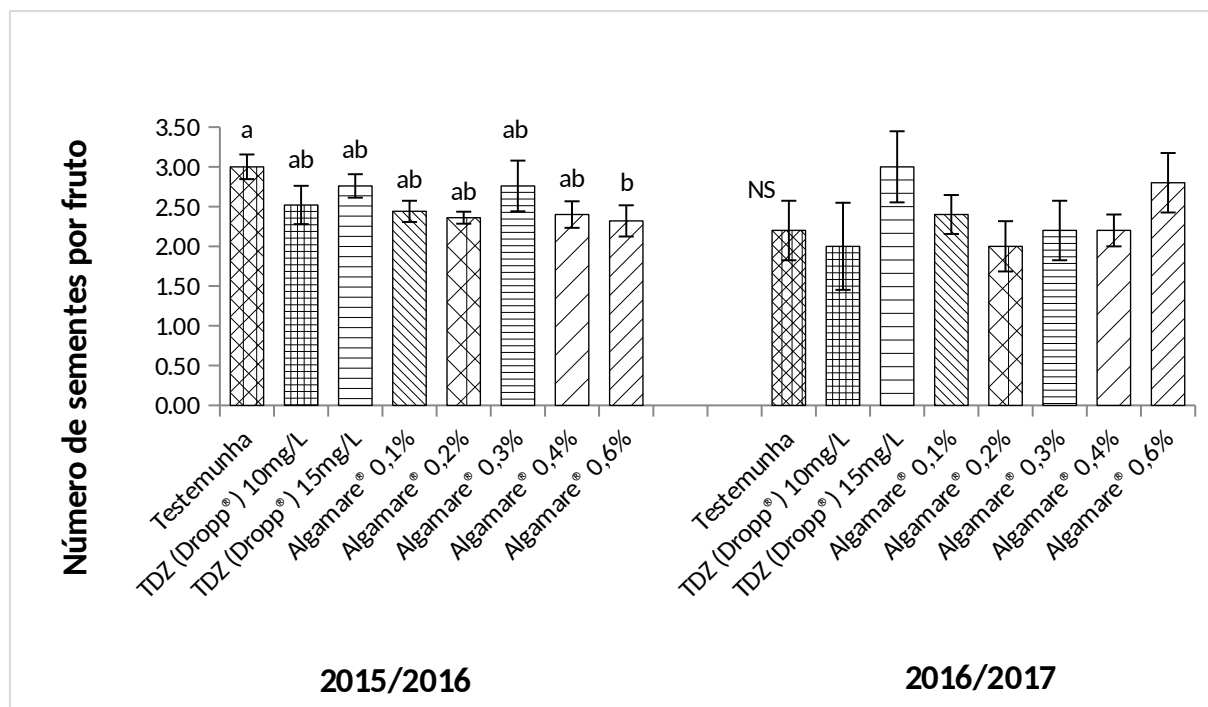


Figura 9 – Número de sementes por fruto de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de *Ascophyllum nodosum*), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas – PR.

Para o ciclo 2016/2017, não houve diferença estatística entre os tratamentos, com média de 2,5 sementes por fruto (Figura 9). Resultados contrastantes foram verificados por Leite *et al.* (2010), que relataram que o número de sementes por fruto não foi influenciado pela aplicação dos reguladores vegetais TDZ e PCa (Prohexadione de Cálcio), porém chamam a atenção para o reduzido número de sementes presentes nos frutos, que pode ser atribuído a fatores restritivos à polinização no pomar ou ao aumento do abortamento de embriões e sementes, o que pode ser estimulado pelo TDZ.

Conforme trabalho de Hawerorth *et al.* (2011), quando ocorre a competição por nutrientes entre o embrião e o endosperma da semente (durante o processo de formação da semente, depois da fertilização), pode ocorrer a interrupção do desenvolvimento ou aborto do embrião, induzido pela competição com ramos em crescimento ou frutos adjacentes, necessitando amplo suprimento de nutrientes. Dessa forma, a maior porcentagem de frutos por inflorescência em uma planta, proporcionada inicialmente pelos fitorreguladores, pode ter

acarretado uma maior necessidade de assimilados, comprometendo o aporte para o embrião das sementes, determinando o aborto dos mesmos.

Neste estudo observou-se, no geral, reduzido número de sementes por frutos em ambos os ciclos, corroborando com os resultados observados por Petri et al. (2001), que também observaram que a aplicação de TDZ em plena floração na cultivar ‘Gala’ reduziu o número de sementes por fruto. A baixa formação de sementes por frutos aqui observada pode ser atribuída a fatores ambientais, à densidade desproporcional de plantas polinizadoras na área de estudo e possível irregularidades na floração destas. Outra explicação para a reduzida formação de sementes seria a quantidade de colmeias de abelhas no pomar (2 colmeias ha^{-1}), sendo que a quantidade ideal de abelhas no pomar é de 4 caixas de abelhas ha^{-1} (PETRI, 2002b). Além destes fatores externos, sabe-se que a utilização de alguns fitorreguladores pode induzir a formação de frutos partenocárpicos. (PETRI, 2006). O processo de partenocarpia, no qual não há fecundação do óvulo, envolve a utilização de fitohormônios para alterar o processo de crescimento dos frutos, resultando geralmente em frutos sem sementes (FAORO, 2009).

Para as medições de comprimento dos frutos (mm) no ciclo 2015/2016 não houve diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto, no ciclo 2016/2017, todos os tratamentos diferiram significativamente da testemunha, promovendo a produção de frutos mais compridos (Figura 10).

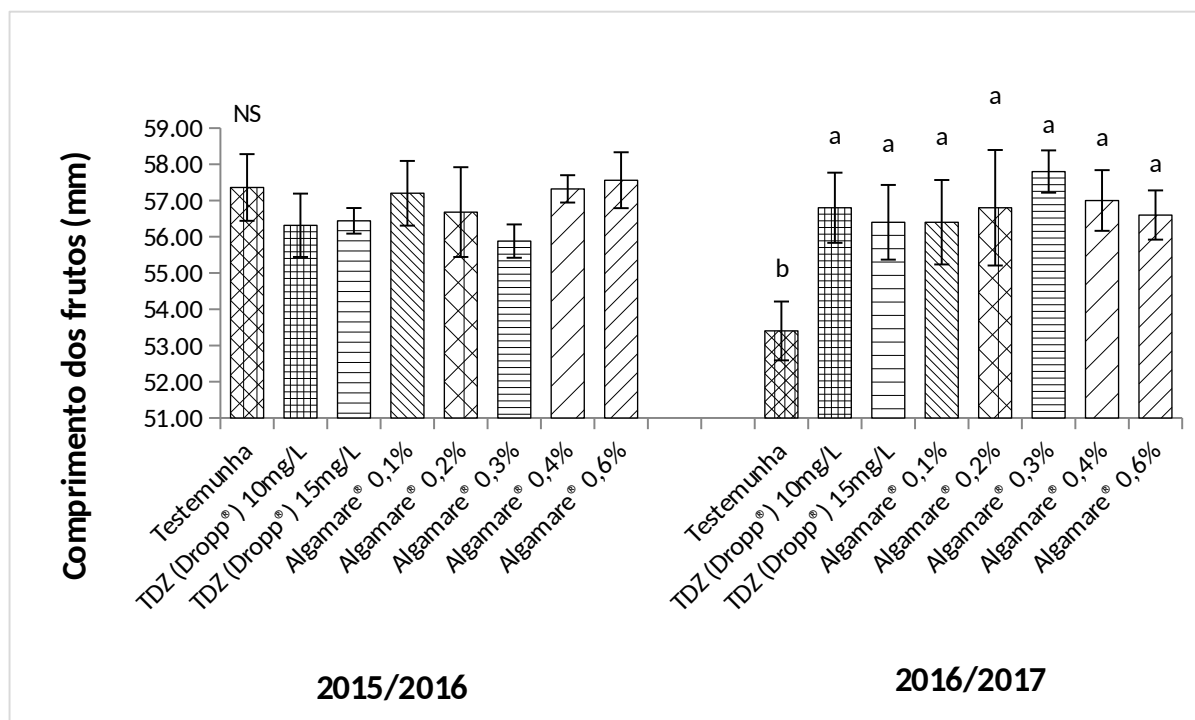


Figura 10 – Comprimento dos frutos (mm) de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de *Ascophyllum nodosum*), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas – PR

Petri et al. (1992) observaram que o TDZ, além de aumentar o tamanho dos frutos, causou deformação nos mesmos, indicando que o produto apresenta características de citocinina, afetando a direção da divisão e expansão celular.

Para as avaliações de diâmetro de frutos (mm) no ciclo 2015/2016, o tratamento Algamare® na dose de 0,1% proporcionou frutos mais largos, comparado aos tratamentos com TDZ a 10 e 15mgL⁻¹, e Algamare® a 0,3 e 0,6% (Figura 11).

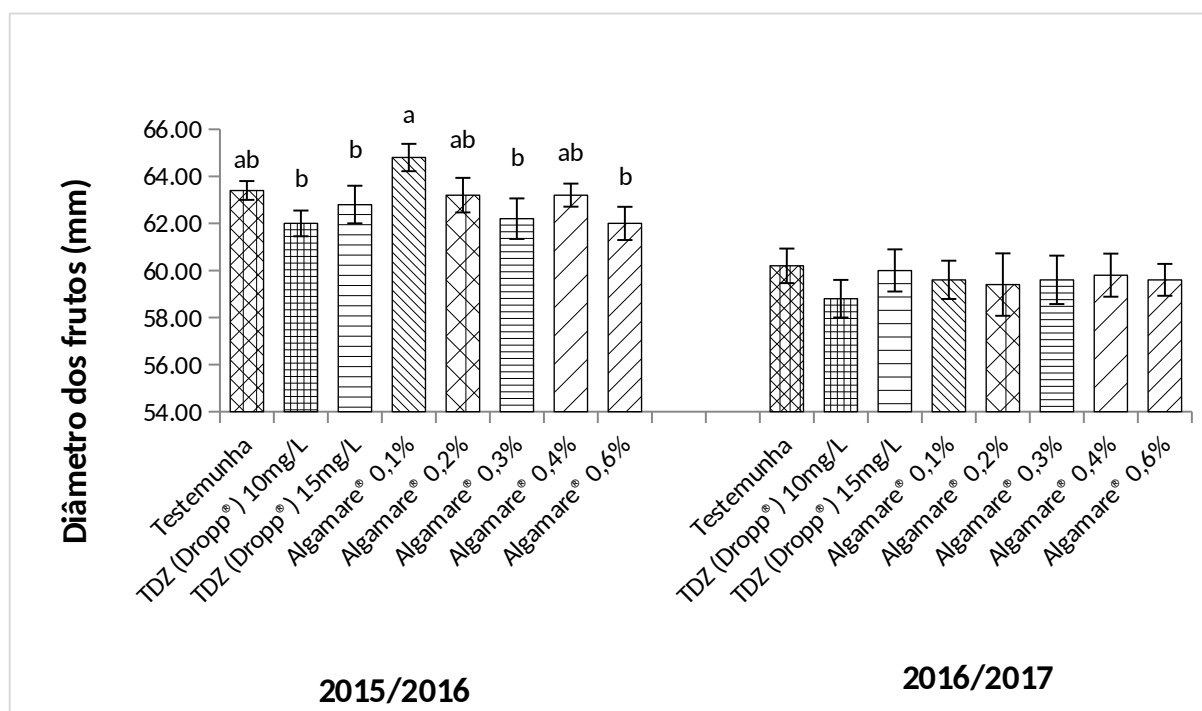


Figura 11 – Diâmetro dos frutos (mm) de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de *Ascophyllum nodosum*), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas – PR

A deformação de frutos em função da utilização de TDZ também foi verificada nos trabalhos desenvolvidos por Tavares et al. (2002), os quais observaram que o uso de thidiazuron na dose de 15mgL⁻¹ determinou maior índice de deformação dos frutos de pereiras ‘Garber’ em relação a outros fitoreguladores (ácido giberélico, ácido naftaleno acético e a aminoetoxivinilglicina). Nos trabalhos de Bianchi et al. (2000), também realizados com a cultivar Garber, foi utilizado TDZ na concentração de 30 mg L⁻¹ e observadas deformações em frutos. No ciclo 2016/2017, não houve diferença significativa entre os tratamentos para o diâmetro dos frutos (Figura 11).

Para os resultados da relação comprimento/diâmetro dos frutos, não houve diferenças significativas entre os tratamentos em nenhum dos ciclos avaliados (Figura 12), embora no

segundo ciclo tenha havido tendência de maior relação comprimento/diâmetro para as plantas que tiveram tratamentos com TDZ ou Algamare®.

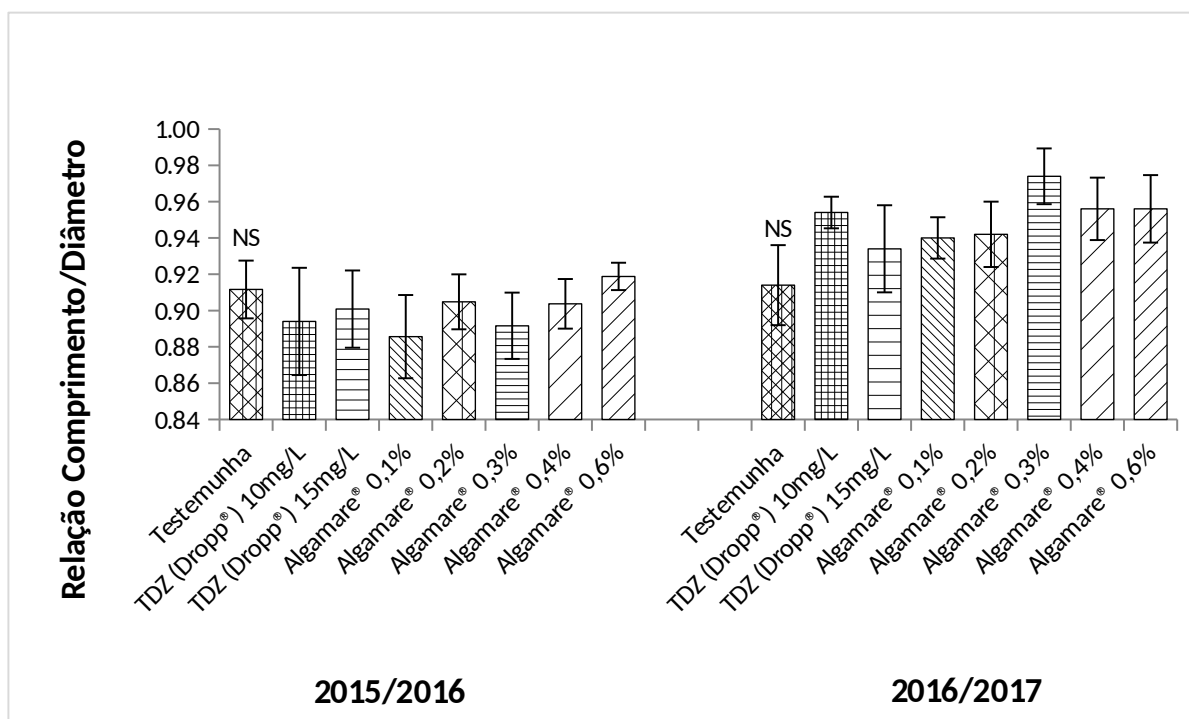


Figura 12 – Relação comprimento/diâmetro de frutos de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de *Ascophyllum nodosum*), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas – PR

A relação comprimento/diâmetro dos frutos próxima a 1,0 indica que os frutos apresentam formato arredondado, enquanto que relações inferiores a 1,0 indicam que os frutos se apresentam mais achatados, e maiores que 1,0, mais alongados (FRANCESCATTO, 2015). Durante ambas as safras avaliadas, pôde-se observar que os frutos se apresentaram mais achatados, porém sem efeitos dos tratamentos. Estes resultados são concordantes com aqueles obtidos por Hawerth et al. (2011), quando estudaram o uso de thidiazuron 20 mgL^{-1} , ácido giberélico 20 mgL^{-1} e PCa a 600 mgL^{-1} para aumento de frutificação efetiva na cultura da pereira asiática cultivar Shinseiki. Os autores constataram que, quanto ao crescimento dos frutos, o uso de fitorreguladores não influenciou o diâmetro e o comprimento médio dos frutos, nem a relação entre essas dimensões, portanto, o padrão de crescimento dos frutos mostrou-se inalterado pelo uso de fitorreguladores na floração. Dabul e Ayub (2005) também não observaram alteração na relação do comprimento/diâmetro em maçãs ‘Gala’. Tais resultados não confirmam resultados obtidos por Petri (2003), em que aplicações de TDZ proporcionaram aumento significativo na relação comprimento/diâmetro dos frutos.

Em contrapartida, Vercammen e Gomand (2008) observaram aumento do número de frutos alongados pelo uso de giberelinas durante a floração, enquanto Amarante et al. (2003) observaram resposta similar pela aplicação de thidiazuron em maçãs ‘Gala’. Kretzschmar et al. (2007), em testes com TDZ, aplicado no final de plena floração em macieiras ‘Fuji’, observaram redução da relação comprimento/diâmetro de frutos, resultando em frutos mais achatados

Para os teores de sólidos solúveis no ciclo 2015/2016, não houve diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 13), corroborando com os resultados dos estudos de Botelho et al. (2003), que constataram que as aplicações de ácido giberélico e TDZ em bagas de uva Niagara Rosada não apresentaram efeito significativo para as variáveis teor de sólidos solúveis totais e acidez total titulável.

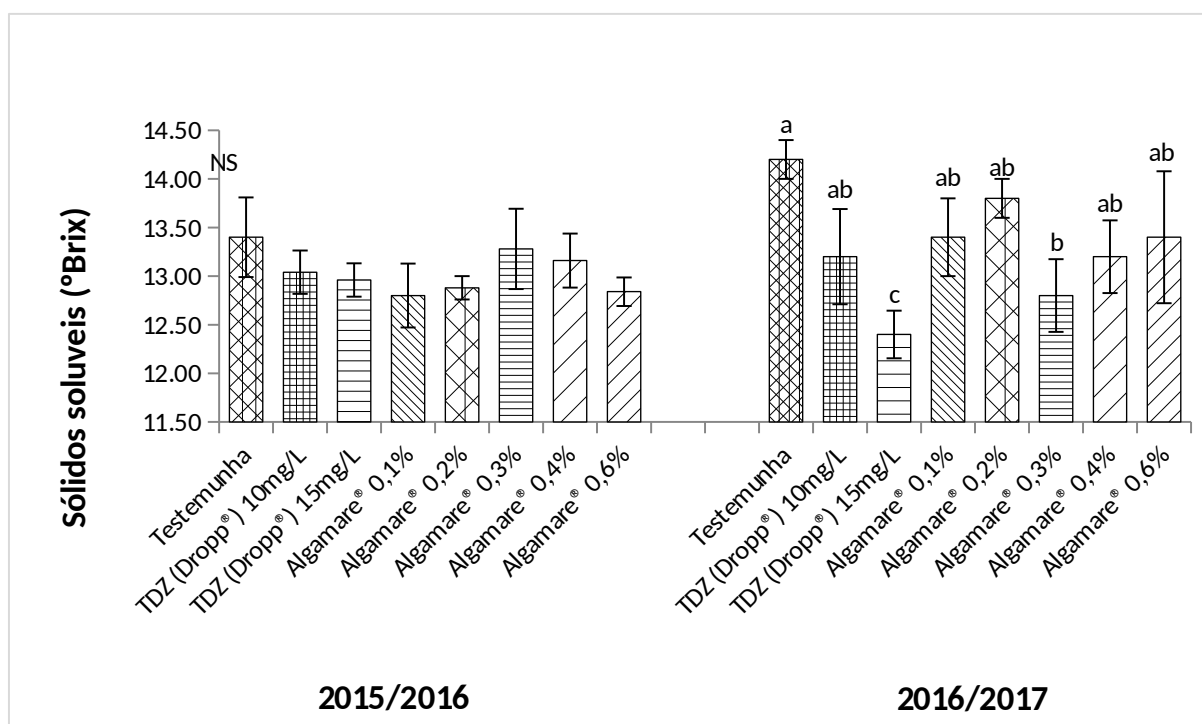


Figura 13 – Sólidos solúveis (°Brix) de frutos de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de *Ascophyllum nodosum*), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas – PR

No entanto, no ciclo 2016/17, verificou-se que a testemunha apresentou o maior teor de sólidos solúveis, diferindo significativamente dos tratamentos com TDZ a 15mg L^{-1} e Algamare® 0,3% (Figura 13). Quando relacionados os dados de sólidos solúveis com os de número por frutos por planta (Figura 5), pode-se inferir que a maior carga de frutos determinou a redução do conteúdo de sólidos solúveis nos frutos, corroborando com os resultados obtidos por Hawerroth e Petri (2011) com misturas de PCa e TDZ. Não foram verificadas diferenças entre os tratamentos para os resultados de acidez titulável (Figura 14) e de firmeza da polpa

(Figura 15), indicando que os produtos aplicados na plena floração não interferiram na maturação dos frutos.

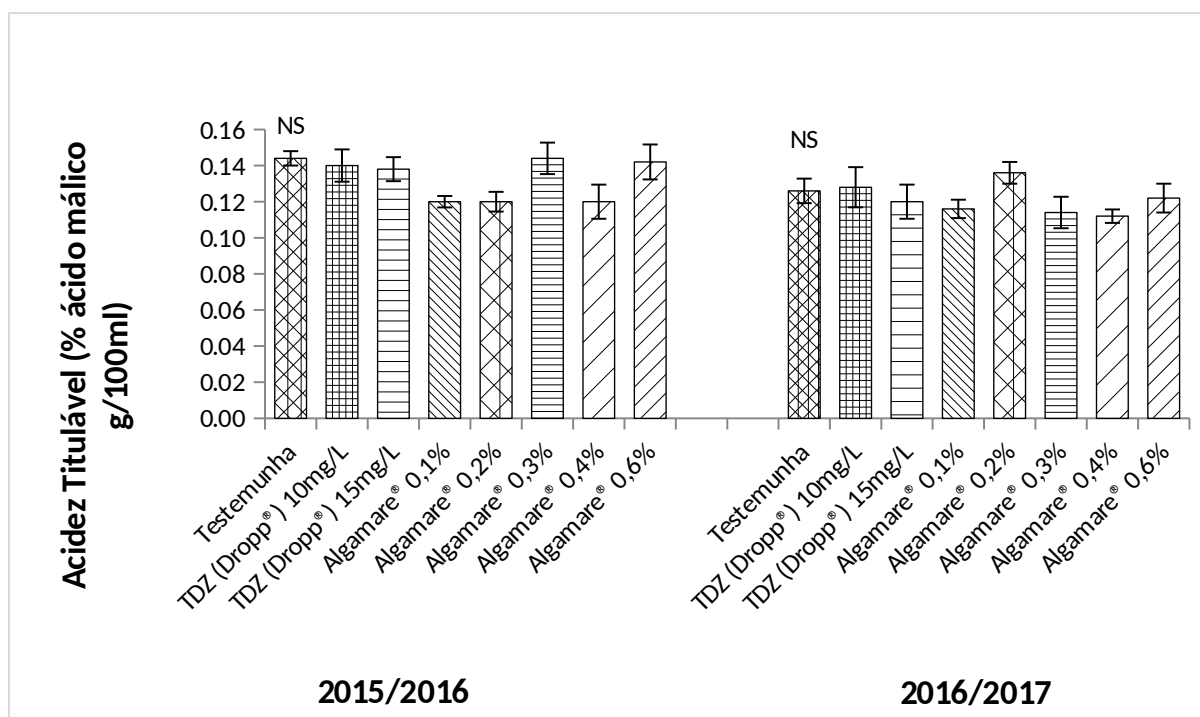


Figura 14 – Acidez total titulável (% ácido málico g/100mL) de frutos de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de *Ascophyllum nodosum*), em diferentes doses, na plena floração nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas – PR

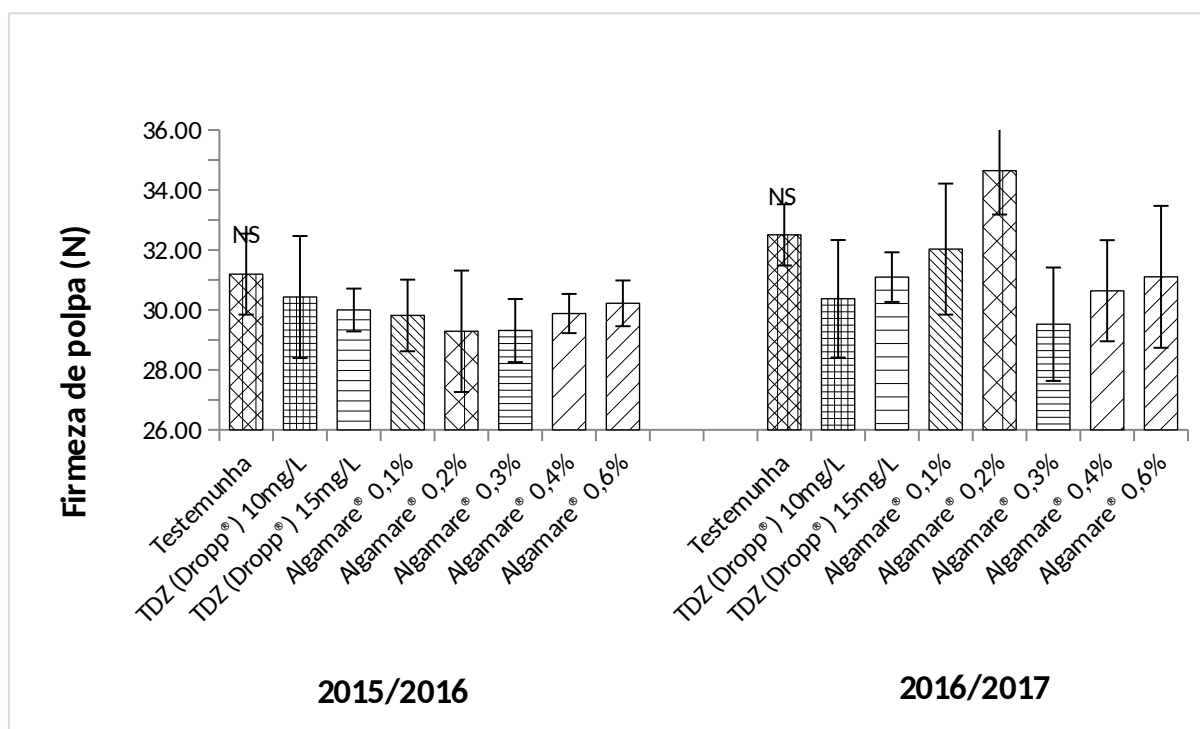


Figura 15 – Firmeza de polpa (N) de frutos de macieiras cultivar ‘Gala’ tratadas com os produtos Dropp® (thidiazuron) e Algamare® (extrato de *Ascophyllum nodosum*), em diferentes doses, na plena floração, nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017. Porto Amazonas – PR

De forma contrastante, Fagundes (2015) verificou que a aplicação de TDZ pode promover atraso na maturação dos frutos, visto que pode reduzir os teores de sólidos solúveis, aumentar a firmeza de polpa dos frutos em comparação as plantas não tratadas. No entanto, Roussos et al. (2009), avaliando o efeito de um composto à base de extrato de algas comercial sobre qualidade e produtividade de frutos de morango, verificaram que houve aumento de tamanho dos frutos, entretanto, os tratamentos não tiveram efeito na acidez titulável e teor de sólidos solúveis. Características climáticas, culturais e varietais podem ser algumas das possíveis causas para as diferenças entre resultados.

De acordo com Karnok (2000) e Long (2006), a identificação dos efeitos de produtos que apresentam ação bioestimulante, tais como o extrato de algas, é mais fácil em condições de estresse. Plantas cultivadas em ambiente favorável ao seu desenvolvimento não necessitam da aplicação destes produtos, tornando seus efeitos menos pronunciados sobre os cultivos (LEITE, 2004). Vale salientar que, além do manejo adotado, as características próprias de cada cultivar associadas ao clima da localidade podem ter influenciado nos resultados das variáveis avaliadas.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições em que foi realizado o experimento, conclui-se que:

- Os produtos Dropp® e Algamare® apresentaram influência na qualidade e na produção de macieiras cultivar ‘Gala’ quando aplicados na plena floração, porém com efeitos distintos para cada ciclo de avaliação.
- De maneira geral, o extrato de *Ascophyllum nodosum* nas doses de 0,3 e 0,4% promoveu maior número de frutos por planta, maior produtividade por planta e crescimento de ramos em pelo menos um dos ciclos de experimento, com resultados semelhantes ao uso do produto tradicional à base de thidiazuron.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste trabalho foi trazer informações sobre o efeito do extrato de algas *Ascophyllum nodosum* sobre a frutificação efetiva, produção e qualidade de frutos de macieiras da cultivar ‘Gala’ nas condições climáticas do Sul do Brasil.

As variáveis mostram diferença entre os ciclos produtivos, o que pode ser proveniente da variação de condições climáticas entre as safras e também do manejo do pomar. Desta forma, faz-se necessário um monitoramento e acompanhamento do clima da área para que haja maior entendimento dos efeitos dos tratamentos.

Com base nos dados obtidos, constatou-se que o extrato de algas apresentou resultados semelhantes ao produto convencional thidiazuron, promovendo, em pelo menos um dos ciclos, aumento da frutificação, do número de frutos, da massa média e do comprimento dos frutos, sem alterar a maturação dos mesmos. Por ser um produto natural, apresenta um grande potencial para uso em sistemas de produção mais sustentáveis e pode ser considerado uma alternativa para o manejo orgânico. O extrato de algas em mínimas concentrações já apresenta efeitos sobre as variáveis estudadas. Pensando-se no aspecto produtivo, recomenda-se o uso de extrato de alga no cultivo da macieira cultivar ‘Gala’ devido ao notável aumento no número de frutos por planta (30% comparando-se a testemunha) e produtividade (25% comparado a testemunha) observados no experimento.

Pensando-se no consumidor final, um benefício observado é que os produtos não alteraram as características físico-químicas dos frutos, não alterando, portanto, a aparência e o sabor do fruto.

Com relação ao aspecto econômico, a aplicação do extrato de algas apresenta-se como uma alternativa mais viável, rentável e atrativa para o produtor, sendo que, atualmente, enquanto um quilo de TDZ custa entre 20 e 40 dólares, é possível encontrar um quilo do extrato de algas por valores entre 4 e 10 dólares.

Indicam-se novos trabalhos com concentrações mais elevadas dos extratos, visando aumentar a porcentagem dos fitohormônios presentes nesses frutos e testar aplicações em diferentes estádios da cultura.

A continuação deste trabalho, ou mesmo parte dele, aliada a novas metodologias de avaliação, seria de fundamental interesse, não só por parte de pesquisadores e produtores, mas também acrescentaria muito à pesquisa técnico/científico mundial, gerando informações e conhecimentos para o manejo orgânico da cultura da macieira.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2010. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2010. 520 p.
- ABPM 2017. Anuário brasileiro da maçã 2016. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017. 64 p. : il.
- AMARANTE, C.V.T.; SIMIONI, A.; MEGGER, C.; BLUM, L.E. Effect of aminoethoxyvinilglycine (AVG) on preharvest fruit drop and maturity of apples. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 661-664, Dez. 2002.
- AMARANTE, C.V.T.; MEGGUER, C.A.; BLUM, L.E.B. Effect of preharvest spraying with thidiazuron on fruit quality and maturity of apples. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 59-62, 2003.
- AQUINO, F.M.; BENITEZ, R.M. **Cadeira Produtiva da Maçã** – Produção, Armazenagem, Comercialização, Industrialização e Apoio do BRDE na Região Sui do Brasil. Porto Alegre: BRDE, 2005. 65p.
- ASCHAN, G.; PFANZ, H.; VODNIK, D.; BATIČ, F. Photosynthetic performance of vegetative and reproductive structures of green hellebore (*Helleborusviridis*L. agg.). **Photosynthetica**, v. 43, n. 1, p. 55-64, 2005.
- BIASI, R.; NERI, D.; SUGIYAMA, N.; COSTA, C.C. CPPU uptake and distribution in developing kiwi fruits and apples. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 329, p.101-104, 1993.
- BLEICHER, J. História da macieira. In: EPAGRI (Org.). **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 29-36.
- BONETI, J. I. da S. et al. Evolução da cultura da macieira. In: EPAGRI (Org.). **A cultura da macieira**. Florianópolis: EPAGRI, 2006. p. 37-58.
- BOTELHO, R.V.; PIRES, E.J.; TERRA, M.M.; CARVALHO, C.R. Efeitos do thidiazuron e do ácido giberélico nas características dos cachos e bagas de uvas ‘Niagara rosada’ na região de Jundiaí-SP. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 96-99, abr. 2003.

BOTELHO, R.V.; PIRES, E.J.; TERRA, M.M. Bud fertility in vines: physiology and factors involved. **Revista Ambiencia Guarapuava**, Guarapuava, PR, v.2, n.1, p. 129-144, 2006.

BROWN, A.G. Apples. In: JANICK, J.; MOORE, J.N. **Advances in modern fruit breeding**. Lafayette: Purdue University Press, 1975. p. 3-37.

CABRAL, I.S.R.; SHIRAHIGUE, L.D.; ARRUDA, L.F.; CARPES, S.T.; OETTERER, M. Produtos naturais de algas marinhas e seu potencial antioxidante e antimicrobiano. **Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.29, n.2, p.181-192, 2011.

CATO, S.C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoimzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. 2006. 74p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

CAMILO, A.P.; DENARDI, F. Cultivares: Descrição e comportamento no sul do Brasil. In: EPAGRI (Org.). **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p. 113-168.

CARVALHO, M.E.A.; CASTRO, P.R.C.; GALLO, L.A.; FERRAZ JUNIOR, M.V.C. Seaweed extract provides development and production of wheat. **Agrarian**, Dourados, v. 7, p. 166-170, 2014.

CARVALHO, M.E.A.; CASTRO, P.R.C.; NOVENBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P. Sea weed extract improves the vigor and provides the rapid emergence of dry bean seeds. **American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science**, Dubai, v. 13, p. 1104-1107, 2013.

CASTRO, P.R. de C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132 p.

CRAIGIE, J.S.; MACKINNON, S.L.; WALTER, J.Á. Liquid seaweed extracts identified using ¹H NMR profiles. **J Appl Phycol.**, v.22, p.489-494, 2007.

CRAIGIE, J.S. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. **J Appl Phycol**, Dordrecht, v.23, p.371-393, 2011.

CURRY, E.A.; GREENE, D.W. CPPU influence fruit quality, fruit set, return bloom, and preharvest drop of apple. **HortScience**, Wageningen, v. 28, p.115-119, 1993.

DENNIS, F.G.J. Fruit set. In: MAIB, K.M. **The fruit physiology: growth e development: a comprehensive manual for regulating deciduous tree fruit growth and development**. Yakima, Washington: Washington State Fruit Comission, 1996. p. 109-116.

DENNIS, J.F.G. Flowering, pollination and fruit set and development. In: FERREE, D.C.; WARRINGTON, I.J. **Apples, botany, production and uses**. Wallingford, VK, 2003. p. 156-166.

ELFVING, D.C.; CLINE, R.A. Cytokinin and ethephon effect crop load, shoot growth, and nutrient concentration of 'Empire' apple trees. **HortScience**, Wageningen, v. 28, p.1011-1014, 1993.

FAGUNDES, E. **Efeito da concentração e época de aplicação de tidiazurom na frutificação e qualidade de frutos da macieira 'Royal Gala'**. 2015. 76f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2015.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistical Databases. 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/statistics/en/>. Acesso em: 16 jul. 2015.

FERREIRA, N.C.; PASCHOA, P.L. de; SALVADOR, R.N. Eficiência do Viviful (prohexadione-calcio) no controle do crescimento e na produtividade da macieira cv. Fuji. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: SBF, 2008. v. 1.

FIORAVANÇO, J.C. **Maçã brasileira: da importação à auto-suficiência e exportação - a tecnologia como fator determinante**. Informações Econômicas, São Paulo. Disponível em: <http://www.ftp.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/IE/2009/tec6->. Acesso em: 10 mai. 2015.

FLECKINGER, J. Observations récents sur l'écologie du pommier à cidre. In: CONGRÈS INTERNATIONAL DE BOTANIQUE ET D'AGRONOMIE, Versailles. **Communication 8**. Versailles: INRA, Station d'Amélioration des Plantes, 1953. p. 14.

FLETCHER, R.A. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. **Horticultural Reviews**, New York, v. 24, p. 55-138, 2000.

GOLDWAY, M.; SHAI, O.; YEHUDA, H.; MATITYAHU, A.; STERN, R.A. Jonathan apple is a lower-potency pollenizer of 'Topred' than 'Golden Delicious' due to partial S-allele incompatibility. **The Journal of Horticultural Science**, v. 74, n. 3, p. 381, 1999.

GOVERNO de Santa Catarina – Agricultura e Pesca. **Secretaria da Agricultura comemora os resultados da safra 2013/2014**. 2015. Disponível em: <<http://sc.gov.br/mais-sobre-agricultura-e-pesca/secretaria-da-agricultura-comemora-os-resultados-da-safra-2013-2014>>. Acesso em: 15 ago. 2015.

GREENE, D.W. A comparison of the effects of several cytokinins on apple fruit set and fruit quality. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 329, p.144-146, 1993.

GREENE, D.W. Thidiazuron effects on fruit set, fruit quality and return Bloom of Apples. **HortScience**, Wageningen, v. 30, n.6, p. 1238-1240, 1995.

GREENE, D.W. Influence of CPPU on fruit quality and storage potential of ‘McIntosh’ apples. **Journal of Tree Fruit Production**, v. 1, n. 1, p. 87-97, 1996.

GREENHALGH, W.J.; GODLEY, G.L.; MENZIES, R. Studies of fruit shape in apples: response to gillerellin and cytokinin sprays. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, East Melbourne, v. 17, p. 505-9, 1977.

HAWERROTH, F.J.; HERTER, F.G.; FACHINELLO, J.C.; PETRI, J.L.; PREZOTTO, M.E.; HAAS, L.B.; PRETTO, A. Aumento da produção de pereira asiática pelo uso de fitorreguladores. **Ciência Rural**, v. 41, n. 10, p. 1750-1754, 2011.

HOECK, V.D.C.; MANN, D.G.; JAHNS, H.M. **Algae: a introduction to phycology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995, 623p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 nov. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2017. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 01 mar. 2017.

KHAN, A.S.; AHMAD, B.; JASKANI, M.J.; AHMAD, R; MALIK, A.U. Foliar application of mixture of amino acids and seaweed (*Ascomyces nodosum*) extract improve growth and physicochemical properties of grapes. **International Journal of Agriculture and Biology**, Prague, v.14, n. 3, p. 383-388, 2012.

KHAN, W.; HILTZ, D.; CRITCHLEY, A.T.; PRITHIVIRAJ, B. Bioassay to detect *Ascomyces nodosum* extract-induced cytokinin-like activity in *Arabidopsis thaliana*. **Journal of Applied Phycology**, Heidelberg, v. 23, p. 409-414, 2011.

KHAN, W.; RAYIRATH, U.P.; SUBRAMANIAN, S.; JITHESH, M.N.; RAYIRATH, P.; HODGES, D.M.; CRITCHLEY, A.T; CRAIGIE, J.S.; NORRIE, J.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. **Journal of Plantgrowth Regulation**, Secaucus, v.28, p.386-399, 2009.

LACA-BUENDIA, J.P. Efeito de reguladores de crescimento no algodoeiro (*Gossypiumhirsutum* L.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v.1, n.1, p.109-113, 1989.

LOONEY, N.E. Role of endogenous plant growth substances in regulating fruit tree growth and development. In: **The fruit physiology: Growth e development**. 1996. p. 31-40.

MACKINNON, S.A.; CRAFT, C.A.; HILTZ, D.; UGARTE, R. Improved methods of analysis for betaines in *Ascophyllum nodosum* and its commercial seaweed extracts. **Journal of applied phycology**, Dordrecht, v.22, p.489-494, 2010.

MANCUSO, S.; AZZARELLO, E.; MUGNAI, S.; BRIAND, X. Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar íon uptake and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. **Advances in Horticultural Science**, v.20, p.156-161, 2006.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cenário da cadeia produtiva da maçã. Secretaria de Política Agrícola. **Informativo n. 54**, Ano 6, v.54, 2013.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº. 4.954, de 14 de Janeiro de 2004**. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 15 de jan. 2004. Seção 1, p.2.

MELLO, L.M.R. Aspectos socioeconômicos. In: NACHTIGALL, G. R. **Frutas do Brasil: maçã: produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 10-16.

MICROQUÍMICA. **Produtos:** Algamare. Disponível em: <<https://www.microquimica.com/site/produtos/13/algamare>> . Acesso em: 15 mar. 2017.

MILLER, S.S. Prohexadione-calcium controls vegetative shoot growth in apple. **Journal of Tree Fruit Production**, New York, v. 31, n. 1, p. 11-28, 2002.

NACHTIGALL, G.R. Introdução. In: NACHTIGALL, G.R. (Ed.). **Frutas do Brasil: maçã: produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 9.

NORRIE, J.; HILTZ, D.A. Agricultural applications using *Ascophyllum* seaweed products. **Agro food Industry Hi tech**, Milan, v.2, p.15-18, 1999.

NYÉKY, J.; SOLTÉSZ, M. Fruit set of pear varieties by open pollination at site of different ecological conditions. **Acta Horticulturae**, v. 475, p. 355-356, 1998.

OLIVEIRA, L.A.A.; GÓES, G.B.; MELO, I.G.C.; COSTA, M.E.; SILVA, R.M. Uso do extrato de algas (*Ascophyllum nodosum*) na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.2, p. 1-4, 2011.

PEREIRA, A.J.; PETRI, J.L. Poda e condução da macieira. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO (Org.). **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p. 391-418.

PETRI, J.L.; PALLADINI, J.A.; POLA, A.C. Dormência e indução da brotação da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2002. p.261-298.

PETRI, J.L. Formação de flores, polinização e fertilização. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p. 229-260.

PETRI, J.L.; ARGENTA, L.C.; SUZUKI, A. Efeito do Thidiazuron no tamanho e desenvolvimento das frutas da macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, p. 127-134, 1992.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B. Macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 857-1166, 2008.

PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; HAWERROTH, F.J. Effect of growth regulators on ‘Gala’ apple fructification. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 884, p. 531-536, 2010.

POVOLNY, M. The effect of the steeping of peat-cellulose flowerpots (Jiffypots) in extracts of seaweeds on the quality oftomato seedlings. Proc Int Seaweed Symp, v. 8, p.730-733, 1981.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 7.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2007.

RAYIRATH P.; JITHESH, M.N.; FARID, A.; KHAN, W.; PALANISAMY, R.; HANKINS, S.D.; CRITCHLEY, A.T.; PRITHIVIRAJ, B. Rapid bioassays to evaluate the plant growth

promoting activity of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. using a model plant, *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. **Journal of Applied Phycology**, v.20, n.4, p.423-429, Aug. 2008.

RIBEIRO, P.A. Descrição e comportamento de algumas cultivares de macieira no Sul do Brasil. In: **Manual da cultura da macieira**. Florianópolis: EMPASC. 1985. cap. 4, p. 59-91.

RIOUX, L.; TURGEON, S.; BEAULIEU, M. Characterization of polysaccharides extracted from brown seaweeds, **Carbohydrate Polymers**, v.69, p. 530-537, 2007.

ROUSSOS, P.A.; DENAXA, N.K.; DAMVAKARYS, T. Strawberry fruit quality attributes after application of plant growth stimulating compounds. **Scientia Horticulturae**, v. 119, p. 138-146, 2009.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant physiology**. 4th ed. Belmont: Wadsworth, 1992. 682p.

SCHUCK, E.; PETRI, J.L. Efeito do Thidiazuron no peso médio das frutas de kiwi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.2, p.185-188, 1992.

STEMBRIDGE, G.E. Effects growth regulators on the size and shape of fruits. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 34, n.1, p. 400-435, 1973.

SHARMA, S.H.S.; LYONS, C.; MCROBERTS, D.; McCALL, E.; CARMICHAEL, F.; ANDREWS, R.; SWAN, R.; McCORMACK; MELLON, R. Biostimulant activity of brown seaweed species from Strangford Lough: Compositional analyses of polysaccharides and bioassay of extracts using mung bean (*Vigna mungo* L.) and pak choi (*Brassica rapa chinensis* L.). **Journal of Applied Phycology**, v.24, Issue 5, p. 1081-1091, Oct. 2012.

SHIKHAMANY, S.D. Physiology and cultural practices to produce seedless grapes in tropical environments. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 9, 1999 Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa-CNPV, 1999, p.43-48.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.39, p. 3733-3740, 2016.

SILVA, T.P. **Características produtivas e físico-químicas de frutos de morangueiro orgânico cultivado com o uso de extrato de algas**. 2011. 123p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

STIRK, W.A.; ARTHUR, G.D.; LOURENS, A.F. et al. Changes in cytokinin and auxin concentrations in seaweed concentrates when stored at an elevated temperature. **Journal of Applied Phycology**, v.15, n.31, 2004.

TARAKHOVSKAYA, E.R.; MASLOV, Y.I.; SHISHOVA, M.F. Phytohormones in algae. **Russian Journal of Plant Physiology**, Moscow, v.54, p.163-170, 2007.

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

TEIXEIRA G.A.; SOUZA H.A.; MENDONÇA, V.; RAMOS J.D.; CHALFUN, N.N.J.; FERREIRA E.A.; MELO, P.C. Produção de mudas de mamoeiro 'Formosa' em substratos com doses de lithothamnium. **Revista da FZVA**, v.16, n.2, p.220-229, 2009.

VERCAMMEN, J.; GOMAND, A. Fruit set of 'Conference': a small dose of gibberellins or Regalis. **Acta Horticulturae**, Peniche. v. 800, n.1, p.131-138, 2008.

VIEIRA, E.L.; CASTRO, P.R.C. Ação de bioestimuladores na germinação de sementes, vigor das plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 23, n.2, p.222-228, 2001.

VILLARDELL, P. et al. Effect of bioregulator applications on the fruit set in 'Abate Fetel' pear trees. **Acta Horticulturae**, Peniche, v.800, p.169-174, 2008.

WEIBRANTS, N.; MILLER, P. Promalin improves the shape of Delicious apple in Victoria. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, East Melbourne, v. 21, p. 623-630, 1981.

WESTWOOD, M.N.; BLANEY, L.T. Non-climatic factors effecting the shape of apple fruits. **Nature Zoo**, v. 4908, p. 802-3, 1963.

WESTWOOD, M.N. **Temperate-zone pomology-physiology and culture**. 3rd ed. Portland, OR, USA: Timber Press., 1993.

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