

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

THATHIANY PORTO DA SILVA

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS
DE MORANGUEIRO ORGÂNICO CULTIVADO COM O USO
DE EXTRATO DE ALGAS**

CURITIBA

2011

THATHIANY PORTO DA SILVA

**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS
DE MORANGUEIRO ORGÂNICO CULTIVADO COM O USO
DE EXTRATO DE ALGAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Átila Francisco Mógor.
Co-orientador: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler.

CURITIBA

2011

Silva, Thathiany Porto da

Características produtivas e físico-químicas de frutos de morangueiro orgânico cultivado com o uso de extrato de algas / Thathiany Porto da Silva. – Curitiba, 2011.

121f. ; il.

Orientador: Átila Francisco Mógor

Co-orientador: Henrique Soares Koehler

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal

1. Morango – Cultivo. 2. Biofertilizantes. 3. Agricultura orgânica.
I. Mógor, Átila Francisco. II. Koehler, Henrique Soares. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal. IV. Título

CDU 634.75




UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
PRODUÇÃO VEGETAL

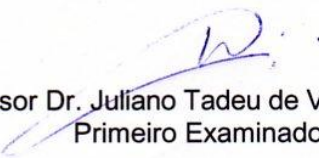
PARECER

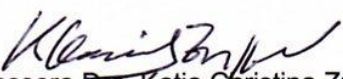
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de MESTRADO, apresentada pela candidata **THATHIANY PORTO DA SILVA**, sob o título "**CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DE MORANGUEIRO ORGÂNICO CULTIVADO COM O USO DE EXTRATO DE ALGAS**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

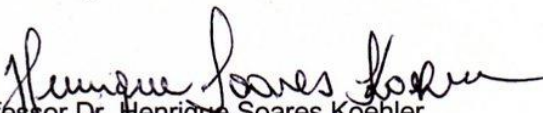
Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

Curitiba, 26 de Agosto de 2011.


Professora Dra. Louise Larissa May De Mio
Coordenadora do Programa


Professor Dr. Juliano Tadeu de Vilela Resendo
Primeiro Examinador


Professora Dra. Katia Christina Zuffellato Ribas
Segunda Examinadora


Professor Dr. Henrique Soares Koehler
Terceiro Examinador


Professor Dr. Átila Francisco Mógor
Presidente da Banca e Orientador

*Todas as coisas estão ligadas
como o sangue que une uma família ...
Tudo o que acontece com a Terra,
acontece com os filhos e filhas da Terra.
O homem não tece a teia da vida;
ele é apenas um fio.
Tudo o que faz à teia, ele faz a si mesmo.*

Ted Perry, inspirado no Chefe Seattle

Dedico este trabalho a aqueles que sempre se orgulharam de mim e incentivaram meu aperfeiçoamento pessoal e profissional, meus pais Cesar Vanderlei Marques da Silva (“*In memoriam*”) e Ione Maria Rodrigues Porto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à vida por poder trilhar este caminho, que mesmo cheio de desafios, me trouxe inúmeras satisfações e conhecimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa para o desenvolvimento deste projeto. À empresa Carrér, em especial ao Engenheiro Agrônomo Carlos Renato Bucco, pela doação da estrutura de proteção para o cultivo do morangueiro. À Acadian Agritech-Brasil, por ceder o extrato de alga utilizado neste experimento, e à Bioagro e UNICENTRO – PR por cederem as mudas nos quais o produto foi testado.

À Universidade Federal do Paraná e todos os mestres que participaram de minha formação durante a graduação. A todos os professores do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo (DFF) da Universidade Federal do Paraná, pelo ensinamento durante o curso de mestrado e em particular, ao meu co-orientador professor Dr. Henrique Soares Koehler, pelo bom humor ao me ensinar estatística. Aos professores, Dr^a. Katia Christina Zuffellato Ribas e Dr. Juliano Tadeu Vilela de Resende. Obrigada por contribuírem para o enriquecimento deste trabalho.

Com muita admiração agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Átila Francisco Mógor, pelo constante apoio e conhecimentos a mim desprendidos. Muito Obrigada!

À professora Dr^a. Francine Lorena Cuquel, pelo apoio desde o início do mestrado, por seus conselhos, e seus conhecimentos quanto à pós-colheita. Ao professor Dr. Edilberto Possamai, mais do que professor, foi um ótimo conselheiro e amigo. Obrigada pelo apoio.

À William Magrim Adam, que sempre demonstrou conhecimento e amor à agronomia sem igual. Obrigada por me acompanhar todas as fases deste trabalho, e por ensinar a arte da paciência e do desapego. À engenheira agrônoma Renata Padilha Bolzan, por sua excelência profissional e pessoal. Mais do que uma grande profissional, mostrou a humanidade que não se encontra em qualquer pessoa. Obrigada por ser tão especial. Agradeço também a toda a equipe do Laboratório de Pós-colheita, pessoas que deixam claro o poder da união. À engenheira agrônoma Marina Costacurta, uma grande pessoa, surpreendente desde o início.

Aos profissionais, no DFF, em especial à Maria Emília Kudla, Lucimara Antunes, Gilnei, e na Fazenda Canguiri, ao Sr. Abílio, Sr. Marcos e Ivone. Agradeço também aos acadêmicos da Agronomia: Renata Koyama, Eng. Agrônoma Emilly Araújo, Taciana Kuhn, Mariane Sass, Jeferson Geiss, Norma, Giovana, entre outros. Aos colegas de pós-graduação, por suas contribuições ao longo das disciplinas.

À minha família, meu bem maior, e a quem devo as maiores alegrias nesta vida. Aos maiores apreciadores deste experimento, incluindo meu pai, interessado por este projeto até o fim. À minha mãe Ione, uma grande guerreira, obrigada pelo carinho, amizade e dedicação. À Emily, minha irmã, obrigada pela sua amizade e companheirismo durante esta jornada. À Atila Belles, que há anos me acompanha e com seu carinho me auxilia dia-a-dia em meu crescimento pessoal e profissional. Obrigada por estar presente em minha vida, por me ajudar em todas as fases, e na conclusão deste projeto de nossas vidas. Ao meu irmão Thales, que com sua inteligência e bom humor, soube tornar os dias melhores. À minha irmã Thayz e meu cunhado José Matias, pela companhia em algumas colheitas, e minhas sobrinhas, Marianne e Thayná, que tornaram os dias mais alegres e agitados.

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

RESUMO

No grupo das pequenas frutas cultivadas, o morango destaca-se por seu sabor agradável e aspecto atraente. Entretanto, o morango é o segundo colocado dentre as hortaliças que apresentam o maior índice de contaminação por resíduos da produção agrícola, sendo este inferior somente quando comparado ao cultivo do pimentão (*Capsicum annuum* L.). Com a crescente preocupação dos consumidores em adquirir produtos cultivados segundo as boas práticas agrícolas e livres de contaminação, faz-se necessária a adoção de novas técnicas, a fim de se obter maior produtividade e produtos de qualidade ao consumidor final. A alga marinha *Ascophyllum nodosum* tem uso na agricultura como biofertilizante, bioestimulante e/ou fitoprotetora. Entretanto, ainda são escassos estudos relacionados ao uso do extrato de algas no cultivo orgânico do morangueiro e seu possível efeito bioestimulante. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade, biometria e características físico-químicas de frutos de morango de oito cultivares (Albion – cultivar neutra ao fotoperíodo; Camarosa, Camino Real, Campinas, Dover, Toyonoka, Tudla-Milsey e Ventana, cultivares de dias curtos), submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum*. O experimento foi conduzido na área de Olericultura Orgânica do Centro de Estações Experimentais do Canguiri, CEEEx, UFPR, região metropolitana de Curitiba, PR (RMC). Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas compostas por oito cultivares e as subparcelas por três tratamentos com o extrato de algas e uma testemunha. Os tratamentos aplicados foram: T1 – Extrato de alga 29% aplicado ao solo a cada 20 dias na dose de 2,0 L ha⁻¹, a partir do plantio; T2 – Extrato de alga 29% aplicado às folhas na dose de 2,0 L ha⁻¹, a cada 20 dias; T3 - Aplicação alternada de Extrato de alga 29% no solo e nas folhas na dose de 1L ha⁻¹ em cada aplicação, a cada 20 dias; T4 - Testemunha, sem aplicação. Foram avaliadas as características produtividade, massa fresca de estolões, número de frutos, massa média de frutos, diâmetros equatorial e longitudinal de frutos, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, pH, açúcares redutores, antocianinas e vitamina C. A aplicação do extrato de alga promoveu diferenças significativas sobre as características produtividade, massa fresca de estolões, número de frutos e todas as características físico-químicas avaliadas. Foi observado um comportamento diferenciado entre as cultivares testadas, sendo os resultados variáveis de acordo com o tratamento ao qual cada cultivar foi submetida. Nas características produtividade, massa fresca de estolões e número de frutos, a aplicação alternada de extrato de alga via solo e foliar, e a aplicação via foliar isolada, promoveram melhores resultados. O uso isolado de extrato de alga via solo promoveu a redução da massa fresca de estolões na cultivar Albion. Nas variáveis físico-químicas, a aplicação alternada de extrato de alga via solo e foliar, e a aplicação via solo isolada, promoveram a obtenção de teores mais elevados. Recomenda-se o uso de extrato de alga no cultivo de Camino Real, Dover e Camarosa devido à excelente produtividade apresentada por estas cultivares no experimento, e pelo destaque quanto ao tamanho e número de frutos colhidos. A cultivar Camino Real destacou-se pelo teor de açúcares redutores e antocianinas dos frutos, merecendo destaque também, a cultivar Campinas pelo teor de vitamina C. Recomenda-se o uso de extrato de alga no cultivo de Albion, Campinas e Camino Real por terem apresentado melhores propriedades pós-colheita.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*. Agricultura orgânica. Biofertilizante. *Ascophyllum nodosum*.

ABSTRACT

In the group of cultivated berries, the strawberry stands out for its pleasant taste and attractive appearance. However, the crop of the strawberry is the second among the crops that show the highest rate of contamination of agricultural production, which is lower only when compared to the crop of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). With the growing concern of consumers to purchase products produced according to good agricultural practices and free from contamination, it's necessary to adopt new techniques, in order to achieve greater productivity with quality to the final consumer. The seaweed extract of *Ascophyllum nodosum* has use in agriculture as biofertilizer, biostimulant and/or protector. However, there are still few studies related to the use of seaweed extract in the cultivation of strawberry, and its possible biostimulant effect. This way, the objective of this experiment was to evaluate the productivity, biometric and physico-chemical characteristics of fruits of eight strawberry cultivars (Albion - growing neutral; Camarosa, Camino Real, Campinas, Dover, Toyonoka, Tudla-Milsey and Ventana short-days cultivars), submitted to applications of seaweed *Ascophyllum nodosum*. This experiment was conducted in the organic olericulture area of Canguiri experimental farm - UFPR, in the metropolitan area of Curitiba - PR (RMC). Was used a randomized design in a split-plot with three replications, the plots was composed of eight cultivars and subplots for three treatments with seaweed extract and a control. The treatments were: T1 – Seaweed extract 29% applied to the soil every 20 days at a dose of 2.0 L ha⁻¹, starting from the planting, T2 – Seaweed extract 29% applied to leaves at a dose of 2.0 L ha⁻¹ every 20 days; T3 – Seaweed extract 29% alternating application on soil and leaves at a dose of 1 L ha⁻¹ in every application, every 20 days; T4 - Control, without application. Was evaluated the characteristics productivity, fresh weight of stolons, number of fruits, mean fruit mass, equatorial and longitudinal diameters of fruits, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), SS/TA ratio, pH, reducers sugars, anthocyanins and vitamin C. The application of seaweed extract promoted significant effect on the productivity characteristics, fresh weight of stolons, number of fruits and all the physico-chemical characteristics evaluated. Were observed a different behavior between the cultivars tested, with results varying according to the treatment to which each cultivar was submitted. In productivity characteristics, fresh weight of stolons and number of fruits, the alternating application of seaweed extract on the soil and leaves, and the foliar isolated application, promoted better results. The use of seaweed extract isolated in the soil promoted the reduction of fresh weight of stolons in Albion. In the physico-chemical variables evaluated, the alternating application of seaweed extract on the soil and leaves, and the isolated application on soil, promoted the higher levels. We recommend the use of seaweed extract in the cultivation of Camino Real, Dover and Camarosa due to excellent productivity obtained by these cultivars in the experiment, and the emphasis on the size and number of fruits. The cultivar Camino Real was highlighted by reducers sugars content of fruits and anthocyanins, with emphasis also to cultivate Campinas for the content of vitamin C. We recommend the use of seaweed extract in the cultivation of Albion, Campinas and Camino Real because they shown better postharvest properties.

Key words: *Fragaria x ananassa*. Organic agriculture. Biofertilizer. *Ascophyllum nodosum*.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	A) HABITAT; B) PROCESSO DE COLHEITA; C) MASSA SECA E D) MASSA FRESCA DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> . FONTE: ACADIAN SEAPLANTS.	28
FIGURA 2 -	MÉDIAS MENSAS DE PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA, SIMEPAR, PINHAIS, PR, MAI/DEZ, 2009.	64
FIGURA 3 -	A) VISTA GERAL DA COBERTURA DA SUPERFÍCIE DOS CANTEIROS DURANTE A INSTALAÇÃO DO TÚNEL BAIXO. B) ESTRUTURA DE TÚNEL BAIXO FINALIZADA, PRÉ-RECOBRIMENTO DAS ENTRELINHAS. PINHAIS, UFPR, 2009.	66
FIGURA 4 -	DETALHE DA PLANTA E FRUTOS DA CULTIVAR ALBION NO PONTO DE COLHEITA 100% VERMELHO. PINHAIS, PR, 2009.	95

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1 - PRODUTIVIDADE TOTAL MÉDIA (g planta^{-1}) DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, UFPR, 2009.	68
TABELA 1.2 - MASSA FRESCA MÉDIA DE ESTOLÕES (g planta^{-1}) DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, UFPR, 2009.	70
TABELA 1.3 - NÚMERO MÉDIO DE FRUTOS ($\text{frutos planta}^{-1}$) DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, UFPR, 2009.	71
TABELA 1.4 - MASSA MÉDIA DE FRUTOS (g) DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, UFPR, 2009.	73
TABELA 1.5 - DIÂMETRO EQUATORIAL MÉDIO (D_{EQ} – mm) DE FRUTOS DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, UFPR, 2009.	74
TABELA 1.6 - DIÂMETRO LONGITUDINAL MÉDIO (D_L – mm) DE FRUTOS DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, UFPR, 2009.	74
TABELA 2.1 - VALORES MÉDIOS DO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX) DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, UFPR, 2009.....	99
TABELA 2.2 - VALORES MÉDIOS DO TEOR DE ACIDEZ TITULÁVEL (% ÁCIDO CÍTRICO) DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, UFPR, 2009.	101
TABELA 2.3 - VALORES MÉDIOS DA RELAÇÃO ENTRE SÓLIDOS SOLÚVEIS E ACIDEZ TITULÁVEL (SS/AT) DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, UFPR, 2009.	102

TABELA 2.4 - VALORES MÉDIOS DE PH DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, UFPR, 2009.	104
TABELA 2.5 - VALORES MÉDIOS DA CONCENTRAÇÃO DE AÇÚCARES REDUTORES (g açúcar 100g ⁻¹) DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, UFPR, 2009.	105
TABELA 2.6 - VALORES MÉDIOS DO TEOR DE ANTOCIANINAS (mg de pg-3-gl 100g ⁻¹) DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, UFPR, 2009.	107
TABELA 2.7 - VALORES MÉDIOS DO TEOR DE VITAMINA C (mg vit. C 100g ⁻¹) DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, UFPR, 2009.	108

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA REFERENTE A PRODUTIVIDADE TOTAL, MASSA FRESCA DE ESTOLÕES E NÚMERO DE FRUTOS DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, PR, 2009.	120
ANEXO 2 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA REFERENTE A MASSA MÉDIA, DIÂMETRO EQUATORIAL E DIÂMETRO LONGITUDINAL DE FRUTOS DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, PR, 2009.	120
ANEXO 3 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA REFERENTE A CONCENTRAÇÃO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS, ACIDEZ TITULÁVEL E RELAÇÃO S ^S /AT DE FRUTOS DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, PR, 2009.	120
ANEXO 4 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA REFERENTE AO PH E A CONCENTRAÇÃO DE AÇÚCARES REDUTORES DE FRUTOS DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, PR, 2009.	121
ANEXO 5 –	ANÁLISE DE VARIÂNCIA REFERENTE AO TEOR DE ANTOCIANINAS E VITAMINA C DE FRUTOS DE OITO CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DA ALGA <i>ASCOPHYLLUM NODOSUM</i> EM SISTEMA ORGÂNICO DE CULTIVO. PINHAIS, PR, 2009.	121

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	14
1. REVISÃO DE LITERATURA	16
1.1. CULTIVO DO MORANGUEIRO.....	16
1.1.1.História e importância econômica da cultura.....	16
1.1.2.Taxonomia e Morfologia do morangueiro	18
1.1.3.Características fisiológicas e de cultivo	19
1.1.4.Agricultura orgânica: uma alternativa sustentável.....	23
1.2. BIOFERTILIZANTES VEGETAIS	25
1.2.1.Biofertilizantes à base de extrato de algas	27
1.2.2.Uso de extrato de algas na agricultura	30
1.3. AGENTES NUTRICIONAIS EM FRUTOS DE MORANGO	31
1.3.1.Qualidade de frutos de morango	32
1.3.2.Colheita visando a manutenção da qualidade do morango	37
1.3.3.Alterações durante a maturação de frutos.....	38
1.3.4.Fatores pré-colheita de influência na qualidade.....	40
1.3.5.Fatores pós-colheita de influência na qualidade	41
1.4. REFERÊNCIAS	43
2. CAPÍTULO I – ASPECTOS PRODUTIVOS E BIOMÉTRICOS DE CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS À APLICAÇÕES DE EXTRATO DE ALGA	59
2.1. INTRODUÇÃO.....	61
2.2. MATERIAL E MÉTODOS	63
2.2.1.Caracterização da Área Experimental	63
2.2.2.Análise das características agronômicas	66
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
2.4. CONCLUSÕES.....	80
2.5. REFERÊNCIAS	81
3. Capítulo II – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE MORANGUEIRO PROVENIENTES DE CULTIVARES SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE EXTRATO DE ALGA.....	88
3.1. INTRODUÇÃO.....	90
3.2. MATERIAL E MÉTODOS	92
3.2.1.Caracterização da Área Experimental	92

3.2.2. Análise das características físico-químicas	94
3.2.2.1. Sólidos solúveis (SS)	95
3.2.2.2. Acidez Titulável (AT)	95
3.2.2.3. Relação SS/AT	96
3.2.2.4. pH	96
3.2.2.5. Açúcares redutores	96
3.2.2.6. Antocianinas	97
3.2.2.7. Vitamina C	97
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	98
3.4. CONCLUSÕES	112
3.5. REFERÊNCIAS	113
4. CONCLUSÕES GERAIS E CONSIDERAÇÕES	118
5. ANEXOS	120

INTRODUÇÃO GERAL

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duchesne) é uma hortaliça pertencente à família Rosaceae, gênero *Fragaria*, com cerca de 18 espécies e quatro híbridos. A maior amplitude de adaptação e qualidade das cultivares comerciais são possíveis devido à existência de extensa variabilidade entre as espécies que compõem a base genética de *Fragaria x ananassa* (OLIVEIRA; SANTOS, 2003).

O morango é um dos mais importantes representantes do grupo das pequenas frutas, e recebe a atenção de produtores e consumidores em todo o mundo (ANTUNES et al., 2001). O interesse na exploração do cultivo do morangueiro é justificado pela alta rentabilidade proporcionada quando comparada a outros cultivos como o milho e a soja (REICHERT; MADAIL, 2003; THIMÓTEO et al., 2006).

A expansão do cultivo no Brasil, há 50 anos, permitiu sua difusão a diversas regiões de todo o país. Segundo levantamento realizado, a produção alcançada no País foi de 133 mil toneladas de morangos, cultivados em aproximadamente 3.718 hectares (CARVALHO, 2011). Os principais produtores são os Estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo (IBGE, 2006).

Apesar da grande apreciação do morango, verifica-se uma crescente preocupação dos consumidores em relação ao consumo de frutos isentos de resíduos químicos e produzidos de forma ambientalmente correta, contribuindo assim, para a melhoria da qualidade de vida. Entretanto, o cultivo do morango apresenta alta ocorrência de contaminação pelo uso de produtos químicos para controle fitossanitário, sendo prejudicial à saúde humana quanto à sua produção e consumo (GODOY; OLIVEIRA, 2004).

Desta forma, os setores de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias têm despendido esforços com o objetivo de aumentar a produtividade e qualidade dos produtos agrícolas pelo uso de insumos menos agressivos ao meio ambiente e à saúde do consumidor (GODOY; OLIVEIRA, 2004). Neste sentido, o cultivo orgânico tem como objetivo a produção de alimentos livres de contaminação, produzidos de forma ambientalmente correta. Sendo assim, a introdução e adoção de novas tecnologias mostram-se como uma ferramenta de grande importância.

O cultivo orgânico do morango tem se mostrado viável quanto aos aspectos técnicos, econômicos, sociais e ecológicos (DAROLT, 2001). A agricultura orgânica é considerada uma das novas técnicas desenvolvidas a fim de aumentar a produtividade, reduzir os custos de produção e melhorar a qualidade do produto obtido

(PINHEIRO, 2001). Os biofertilizantes e/ou estimulantes caracterizam-se como uma alternativa à suplementação de nutrientes em hortaliças, podendo ser aplicados via solo, via sistemas de irrigação ou pulverização foliar. O aumento no uso de formulações biofertilizantes é justificado pelo baixo custo, composição variada e a existência de bons níveis de nutrientes (SOUZA; RESENDE, 2003).

Desde a década de 90, os biofertilizantes são utilizados em aplicações foliares como suprimento nutricional, ativador do crescimento vegetal e auxiliar no controle de pragas e doenças (SANTOS, 1992). No âmbito legal, os biofertilizantes, ou estimulantes, são qualificados como produtos que contém ingrediente ativo capaz de melhorar, direta ou indiretamente, o desenvolvimento das plantas (MAPA, 2008). Produtos que apresentem ação bioestimulante tem sido objeto de estudo de diversos autores (ZHANG et al., 1999; ZHANG et al., 2002; PAYAN; STALL, 2004).

Neste sentido, o uso de produtos alternativos como os biofertilizantes e/ou bioestimulantes vêm crescendo em todo o Brasil (BROWN, 2004). A alga marinha *Ascophyllum nodosum* é uma das espécies mais pesquisadas no mundo para fins agrícolas (ACADIAN, 2009). Em sua composição encontram-se micro e macronutrientes, além de fitohormônios e outras substâncias benéficas ao metabolismo vegetal. Devido à sua composição, lhe é atribuído efeito bioestimulante e, entre os benefícios proporcionados, destacam-se o aumento da produtividade e da qualidade pós-colheita de frutos (NORRIE, 2008).

Apesar de existirem diversos estudos referentes ao uso de extratos desta alga na agricultura, ainda são escassos no Brasil estudos relacionados ao efeito bioestimulante do extrato de algas marinhas sobre o cultivo dos produtos hortícolas, especialmente do morangueiro. Desta forma, no presente trabalho teve-se por objetivo avaliar as características produtivas e biométricas, bem como as propriedades físico-químicas de frutos de morango de diferentes cultivares submetidas a aplicações do extrato da alga *Ascophyllum nodosum*.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. CULTIVO DO MORANGUEIRO

1.1.1. História e importância econômica da cultura

O consumo de frutos do morangueiro é relatado desde épocas remotas, sendo conhecido como “fragum” ou “fraga”. Dentre as diversas espécies, há relatos do cultivo de *Fragaria vesca* e *Fragaria moschata* desde o século XV, na França e Inglaterra. O surgimento do híbrido *Fragaria x ananassa* ocorreu na Europa durante o século XVIII (SANHUEZA et al., 2005). É um híbrido resultante das espécies americanas *Fragaria chiloensis*, *Fragaria virginiana* e *Fragaria ovalis*, e da europeia *Fragaria vesca* (RADMANN et al., 2006).

De acordo com Camargo e Passos (1993), o surgimento do cultivo de morango no Brasil não é muito conhecido, entretanto, em meados do século XX houve um grande incentivo à sua expansão. Os principais Estados de destaque no período foram Rio Grande do Sul e São Paulo, onde ocorreu grande desenvolvimento comercial (AMARO, 2002). O impulso da atividade ocorreu a partir dos anos 60, com o surgimento das primeiras cultivares nacionais adaptadas, produtivas e com frutos de qualidade. Os programas que deram origem a estas cultivares, foram desenvolvidos pela Embrapa Clima Temperado, na Estação Experimental de Pelotas - RS, comandados pelo Ministério da Agricultura e pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC) em parceria com a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (CONTI et al., 2002).

As espécies de morangueiro cultivadas quando comparadas às espécies silvestres, apresentam características distintas quanto ao formato, coloração, tamanho, firmeza de polpa, sabor, adaptação climática, época de maturação e produtividade dos frutos (SANTOS; MEDEIROS, 2003).

No grupo das pequenas frutas cultivadas, o morango destaca-se por seu sabor agradável e aspecto atraente. Seu consumo se dá *in natura* (70%) ou industrializado (30%), podendo ser processado de diversas formas. Devido à sua apreciação mundial, constitui um grande mercado nas principais economias do mundo (MADAIL et al., 2007).

Dentre os principais países produtores, Estados Unidos é o maior produtor mundial de morangos para consumo fresco, atingindo na safra de 2006 uma produção de 1.019.449 toneladas da fruta, seguido pela China (646.000 toneladas), Espanha (295.000 toneladas), Japão (188.000 toneladas), Polônia (160.000 toneladas) e México (150.000 toneladas). Nesta mesma safra, a Espanha foi o maior país exportador, com um total de 217.000 toneladas, e o maior importador foi o Canadá com um volume de 75.000 toneladas da fruta (AGRIANUAL, 2008).

No Brasil, considerando o grupo das pequenas frutas, o morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) é a espécie com tradição no cultivo e com a maior área cultivada, principalmente nas regiões Sudeste e Sul (RADMANN et al., 2006). Sua produção concentra-se nos Estados de Minas Gerais (56%), Rio Grande do Sul (14%), Paraná (9%) e São Paulo (5%) (IBGE, 2006). A área cultivada no Brasil é estimada em 3.718 hectares, com glebas entre 0,5 a 1,0 hectare, empregando aproximadamente três pessoas ha ano⁻¹ (PAGOT; HOFFMANN, 2003; CARVALHO, 2011).

Devido à sua adaptabilidade pode ser encontrado em regiões de clima temperado a subtropical, favorecendo sua apreciação por consumidores e produtores em todo o país (PAGOT; HOFFMANN, 2003). Os volumes da fruta comercializados nas Centrais de Abastecimento do Paraná provêm, principalmente, do próprio Estado (69,11%), de Minas Gerais (21,39%) e do Espírito Santo (4,32%) (CEASA, 2008). No Estado do Paraná, na safra 2007, foram produzidas 16.480 toneladas, sendo 3,1% em sistema de cultivo orgânico. A área plantada foi de aproximadamente 606 ha (SEAB, 2009).

Sob o ponto de vista econômico e social, o cultivo do morango tem grande importância para muitas regiões e seu consumo cresce a cada ano, favorecendo o contingente de mão de obra familiar e rural durante o processo de colheita, beneficiamento e embalagem (CASTELLANE, 1986; MACHADO, 1985). O cultivo do morangueiro apresenta ainda importância na comercialização de frutos para consumo in natura ou destinados à industrialização, com destaque para a produção de geléias, balas, sorvetes, sucos e iogurtes (SANTOS, 1993). Dentre as 500 toneladas de iogurtes consumidos no Brasil, 70 a 80% têm o morango como matéria-prima (MORAES, 2004).

1.1.2. Taxonomia e Morfologia do morangueiro

O morangueiro é uma hortaliça pertencente à família Rosaceae, subfamília Rosoideae, tribo Potentilleae e gênero *Fragaria* (SILVA et al., 2007). A espécie *Fragaria x ananassa* Duch., o morangueiro cultivado, é constituído por plantas de característica herbácea, que apresentam porte baixo (15 a 30 cm de altura) e formação de touceiras. A propagação vegetativa, promovida pela emissão de estolões, é a principal forma de reprodução do morangueiro. Os estolões são prolongamentos de tecido meristemático, apresentando gemas ou nós de onde se originam as raízes. Estes prolongamentos originam-se da axila das folhas, que são trifolioladas (CAMARGO et al., 1974).

Seu sistema radicular origina-se da coroa, é fasciculado e fibroso, concentrando-se nos primeiros cinco centímetros de solo, mas pode alcançar até 60 cm de profundidade, com renovação constante (RONQUE 1998; FILGUEIRA, 2008). O sistema radicular divide-se em raízes primárias e secundárias. As raízes primárias têm como função promover a reserva de constituintes e contribuir na absorção de água e nutrientes. As raízes secundárias distribuem-se em camadas superpostas, acima das mais velhas, realizando a absorção nas porções mais superficiais do solo (PIRES et al., 2000). A coroa, um tipo de caule modificado, apresenta um tecido periférico em espiral que possui ligação direta com as folhas. Durante o desenvolvimento da planta, ocorre sua ramificação, originando em média de 8 a 10 novas coroas (SANHUEZA et al., 2005).

A coroa também dá origem às folhas, que possuem forma e cores variadas de acordo com a cultivar. São dispostas de forma helicoidal em relação à coroa, e em geral são trifoliadas apresentando um par de estípulas triangulares na base. Pode ocorrer o surgimento de um par de pequenos folíolos abaixo dos normais. Os folíolos são geralmente dentados, de cor verde-escura na face adaxial, e acinzentados na face abaxial. A cultura do morangueiro apresenta-se sensível ao estresse hídrico, baixa umidade relativa do ar, altas temperaturas, intensidade e duração do período luminoso. Isto ocorre devido à característica das folhas possuírem estômatos em grande quantidade (300-400 estômatos mm^{-2}), valor bem superior quando comparado a outras culturas (SANHUEZA et al., 2005).

As inflorescências do morangueiro são agrupadas em cimeiras, surgindo das axilas das folhas, a partir de gemas existentes nestas, e possuem número variável de flores. Podem apresentar flores perfeitas, apresentando órgãos masculinos e

femininos, ou flores imperfeitas, que apresentam o órgão masculino e feminino separados, sendo portanto, unissexuais. Neste caso, existe a necessidade de polinização cruzada, ocorrendo a troca de pólen entre flores diferentes. Certas cultivares apresentam estames atrofiados em flores perfeitas, com pólen estéril, conhecidas como pseudo-andrógenas. Na planta do morangueiro, o amadurecimento dos órgãos reprodutivos ocorre em épocas distintas, tornando-se indispensável portanto, a fecundação cruzada (BRAZANTI, 1989).

Os morangos foram classificados como “frutos múltiplos”, devido ao fato do seu desenvolvimento ocorrer a partir de carpelos livres em uma mesma flor (BARROSO et al., 1999). Para Sanhueza et al. (2005), são considerados como pseudofrutos e, em sua superfície, são encontrados os frutos verdadeiros denominados aquênios. Os aquênios são popularmente conhecidos como sementes do morango. O morango forma-se quando, após a fecundação, os óvulos são convertidos em frutos, estimulando o engrossamento do receptáculo tornando-o carnoso. Este processo resulta na formação de um pseudofruto ou infrutescência de aspecto doce, carnoso e suculento, possuindo polpa firme, coloração vermelha, rica em material de reserva, e com tamanho e contornos regulares (RONQUE, 1998). Podem apresentar-se nas colorações rosada, vermelha ou púrpura (BARROSO et al., 1999). Os maiores frutos são originados das primeiras inflorescências, sendo o tamanho reduzido nas últimas a desabrochar (FILGUEIRA, 2008).

1.1.3. Características fisiológicas e de cultivo

A fisiologia do morangueiro é diretamente afetada pelas condições ambientais, principalmente temperatura e fotoperíodo (SANTOS; MEDEIROS, 2003), que com o decréscimo causam o estímulo ao florescimento e frutificação (FILGUEIRA, 2008). As cultivares que respondem às alterações do fotoperíodo são classificadas como de dias curtos, ou seja, seu estímulo à floração ocorre a partir de dias com menos de 14 horas de luz e temperaturas abaixo de 15°C. As cultivares classificadas como neutras ao fotoperíodo, não seguem este comportamento fisiológico. Estas apresentam floração e frutificação durante todo o ano, desde que as temperaturas estejam entre 10 e 28°C. Estas cultivares permitem a produção de frutos e oferta à comercialização durante o período da entressafra (verão), em regiões de verões amenos (SANTOS, 1993). As cultivares de dias longos são cultivadas principalmente em regiões quentes, e sua

indução floral ocorre a partir de um fotoperíodo maior de 14 horas de luz e temperaturas superiores a 15°C (ALMEIDA, 2006).

O morangueiro em sua fase vegetativa é bastante resistente à geada e temperaturas baixas de até -15°C, entretanto, a polinização e fecundação dos frutos podem ser prejudicadas por temperaturas inferiores a 12°C. Com o aumento da temperatura durante o verão, ocorre o favorecimento da emissão de estolões, indicando o início de nova fase vegetativa da planta, e assim, o final do período produtivo (FILGUEIRA, 2008).

A expressão máxima do vigor e da produtividade estão ligados à vernalização das mudas (FILGUEIRA, 2008). Em geral, as exigências da cultura de morangueiro vão de 380 a 700 horas de frio acumuladas abaixo de 7°C (VERDIAL, 2004). Entretanto, na literatura é citado também o intervalo de 250 a 2000 horas de frio para o pleno florescimento em diferentes cultivares. Desta forma, ocorre a retomada do crescimento vegetativo e o desenvolvimento floral (ALMEIDA, 2006).

Com relação às características de aroma e sabor do fruto, este deve receber uma temperatura próxima a 10°C nas primeiras horas do dia, para a promoção do adequado desenvolvimento (PEREIRA; MARCHI, 2000). As características das cultivares utilizadas neste trabalho são apresentadas abaixo (SHAW, 2004):

- **Albion:** Cultivar neutra ao fotoperíodo, vigorosa, de porte aberto e ereto, sendo muito produtiva. Seus frutos são de melhor forma e tamanho, de coloração vermelho escuro e polpa resistente de coloração avermelhada, com excelente sabor. Possui boa resistência à murcha de *Verticillium dahliae* e *Phytophthora cactorum*, e resistência relativa à antracnose causada por *Colletotrichum acutatum*. Quando manejada adequadamente, apresenta tolerância ao ácaro rajado (*Tetranychus urticae*). Desenvolvida pelo programa de melhoramento da Universidade da Califórnia, Davis/EUA;

- **Camarosa:** Cultivar de dias curtos, planta vigorosa com folhas grandes e coloração verde escura; possui ciclo precoce e alta produtividade. Seus frutos são de tamanho grande, com epiderme vermelha escura e polpa de textura firme e de coloração interna vermelha brilhante, escura e uniforme; sabor subácido, próprio para consumo "in natura" e industrialização. Susceptível à mancha de micosfarella (*Mycosphaerella fragariae*), à antracnose (*Colletotrichum fragariae* e *Colletotrichum acutatum*) e ao

mofo cinzento (*Botrytis cinerea*). Desenvolvida pela Universidade da Califórnia, no ano de 1993;

- **Camino Real:** Cultivar de dias curtos, porte menor, compacta, ereta, aberta e de menor vigor; seus frutos possuem melhor forma e tamanho, melhorando a eficiência durante a colheita, além de apresentarem excelente sabor, podendo ser destinado tanto à indústria, quanto para consumo *in natura*; tolerante e resistente à *Phytophthora cactorum* e *Verticillium sp.*. Desenvolvida pelo programa de melhoramento da Universidade da Califórnia, Davis/EUA;

- **Campinas:** Cultivar de dias curtos, com boa adaptação a climas amenos e pouco exigente em frio. Apresenta-se precoce e muito produtiva; seus frutos são produzidos fora da planta facilitando a colheita; possui coloração vermelho-média, textura mole e, desta forma, apresenta baixa vida de prateleira; possui sabor doce e aroma fraco; cultivar sensível às principais doenças que atingem o morangueiro. Desenvolvida pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) de hibridações realizadas em 1955 entre Donner I-2185 e Tahoe I-2185;

- **Dover:** Cultivar de dias curtos, produtiva e pouco exigente em frio; seus frutos apresentam textura muito firme, proporcionando maior durabilidade e resistência ao transporte, embora seja de pouco sabor; apresenta alta sensibilidade à *Xanthomonas* e tolerância a *Colletotrichum acutatum*, causador da flor-preta. Cultivar desenvolvida pelo programa de melhoramento da Universidade da Flórida/EUA;

- **Toyonoka:** Cultivar de dias curtos, vigorosa, com produtividade moderada e média exigência em frio. A frutificação é irregular com muitos frutos pequenos no fim do ciclo; seus frutos são de excelente sabor e aroma intenso e característico; nos anos de frio intenso, a coloração dos frutos é vermelho-intensa e já nos anos de pouco frio, os frutos não atingem uma coloração atrativa; suscetível à micosfarella e *Colletotrichum acutatum*, causador da flor-preta. Cultivar de origem japonesa, lançada em 1983;

- **Tudla-Milsey:** Cultivar de dias curtos, bastante precoce, produtiva e pouco exigente em frio; seus frutos são firmes e grandes; suscetível à Micosferela, aos fungos de solo e a *Colletotrichum acutatum*, causador da flor-preta. Desenvolvida pelo programa de

seleção de plantas de Navarra S.A (Planasa), na Espanha, a partir do cruzamento de Parker e Chandler;

- **Ventana:** Cultivar de dias curtos, porte grande, bastante vigorosa, precoce e muito produtiva; possui frutos de coloração interna e externa um pouco claras, com excelente sabor; destinam-se tanto para consumo in natura quanto para a indústria. Desenvolvida pelo programa de melhoramento da Universidade da Califórnia, Davis/EUA.

O morangueiro é uma cultura bastante exigente em condições físicas e nutricionais de solo. Sua melhor produção ocorre em solos areno-argilosos, com boa drenagem, ricos em matéria orgânica e de boa constituição física. A faixa de pH preferencial é de 5,5 a 6,0. Para solos mais ácidos recomenda-se a prática da calagem. Os canteiros devem ser bem preparados para o plantio, isto devido à condição delicada do sistema radicular do morangueiro (DAROLT, 2001).

No aspecto nutricional, Padovani (1991) cita a existência de uma tabela genérica de adubação publicada pelo Instituto Agronômico de Campinas. Nesta, são citados teores de: 600 a 1000 quilos de P_2O_5 ; 240 a 360 quilos de K_2O por hectare, em consórcio com adubação orgânica; em cobertura: 30 a 40 quilos de nitrogênio e 15 a 20 quilos de K_2O por hectare, com aplicações a cada 30 dias, a contar do transplântio das mudas. Esta recomendação prevê ainda a complementação pelo uso alternado de adubo foliar rico em nitrogênio e fósforo, juntamente com micronutrientes. Deve-se ressaltar entretanto, que esta tabela deve ser adaptada às condições da localidade, em conjunto à análise de solo do local.

A adubação orgânica é feita pelo emprego de compostos orgânicos ricos e devidamente preparados (SOUZA; RESENDE, 2003), trazendo diversos benefícios que resultam em melhoria de produtividade e resistência das plantas. Recomenda-se proceder a adubação orgânica em toda área e, em seguida, realizar a preparação de canteiros. Após esta operação, pode-se utilizar o húmus que pode ser espalhado homogeneamente e incorporado com enxada rotativa. Na região Sul do Brasil, o plantio ocorre de março a julho, em canteiros com 15 a 20 cm de altura e 0,80 a 1,20m de largura, num espaçamento entre plantas de 30 x 30 cm (DAROLT, 2001).

O uso de estruturas como túnel baixo e alto no cultivo do morangueiro já se encontra bastante difundido por todo o país. O cultivo do morangueiro em ambientes protegidos visa prolongar o período de colheita, proteção contra geadas, granizos,

excesso de chuvas e melhor controle da temperatura. Estes dois últimos fatores são responsáveis pelo aparecimento de doenças, e com o controle é possível a redução do uso de defensivos (RESENDE; MALUF, 1993). A cobertura dos canteiros com filme plástico, conhecido como “*mulch*”, interfere na temperatura do solo e protege os frutos do contato direto com o solo (GOTO, 1997). Além do “*mulching*”, são utilizados túneis baixos e altos. As estruturas altas possibilitam um melhor controle das condições do ambiente, principalmente da temperatura (VIRMOND; RESENDE, 2006). De acordo com Scott e Lawrence (1975), o aumento da temperatura propiciado pelo uso de estruturas de proteção possui influência na qualidade do fruto, acarretando em uma maior síntese de compostos secundários.

A evolução no processo de irrigação localizada, ou irrigação por gotejamento, garantiu sua adoção por parte dos produtores. Esta prática de manejo permite uma maior eficiência no uso da água e do controle de problemas fitossanitários. A parte aérea das plantas, não é afetada pela aspersão, reduzindo significativamente o desenvolvimento de doenças. Desta forma, permite um aumento na produtividade, no tamanho e qualidade dos frutos obtidos. Além disso, o sistema permite a automação, com controle de irrigações em turnos menores, reduzindo o consumo de energia elétrica. A irrigação por gotejamento faz com que a água seja melhor distribuída na zona radicular, sem o molhamento das partes aéreas, e plantas espontâneas que venham a estar presentes na área de cultivo (SANTOS et al, 2003).

1.1.4. Agricultura orgânica: uma alternativa sustentável

Durante a década de 80 do século XX, ocorreram avanços significativos no sistema de produção do morangueiro, o que possibilitou sua presença nos mais variados mercados de todo o país. O desenvolvimento de cultivares com maior produtividade (superior a $0,8 \text{ kg planta}^{-1}$), mudas com alta qualidade genética e fitossanitária, emprego de cobertura artificial no canteiro com plásticos de polietileno (“*mulch*”), túnel baixo com plásticos transparentes ou leitosos, sistema de irrigação por gotejamento e fertirrigação são tecnologias que foram inseridas no sistema, e contribuíram para melhorar a eficiência da produção (ANTUNES et al., 2007). Estas estratégias têm buscado atender aos anseios do mercado consumidor, que busca produtos de melhor qualidade e maior segurança alimentar.

Neste sentido, a comunidade científica tem concentrado esforços em promover a elevação dos índices de produtividade agrícola, mediante a adoção de tecnologias e uso de boas práticas agrícolas baseadas na segurança alimentar (GODOY; OLIVEIRA, 2004).

Considerando a produção mundial e nacional de morangos, verifica-se que grande parte desta, provém de cultivos em sistemas convencionais, os quais se caracterizam pelo alto uso de produtos químicos. Neste sistema, o morangueiro pode receber até 45 pulverizações com agrotóxicos durante o ciclo da cultura (DAROLT, 2003). Além do risco de contaminação de frutos por produtos químicos, o cultivo convencional pode gerar resíduos, sendo estes depositados diretamente na natureza (SAMINÉZ, 2000).

O uso de agrotóxicos na produção agrícola e a consequente contaminação têm sido alvos de constante preocupação no âmbito da saúde pública. De acordo com relatório da Anvisa (2009) referente ao Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), o cultivo do morango apresentou um índice de insatisfatoriedade em 50,8% das 128 amostras analisadas em todo o país, mostrando-se um dado bastante preocupante. Dentre as amostragens realizadas, observou-se a ocorrência de 38,3% das amostras contendo ingredientes ativos não autorizados para a cultura do morangueiro. Considerando os ingredientes ativos permitidos, 8,6% das amostras apresentaram limite máximo de resíduos acima do permitido, e 3,9% possuíam as duas situações anteriores na mesma amostra. Ainda segundo o relatório, o risco de contaminação não está somente na mesa do consumidor, mas afeta diretamente a saúde dos trabalhadores rurais.

No Estado do Paraná, das sete amostras coletadas, cinco apresentaram-se insatisfatórias. Desta forma, busca-se cada vez mais o desenvolvimento e aperfeiçoamento do sistema orgânico de cultivo, permitindo aos produtores disponibilizar ao mercado consumidor produtos com menores níveis de contaminação química e microbiológica, em concordância com a legislação vigente no Brasil (SANHUEZA et al., 2005).

Com o objetivo de produzir morangos mais saborosos e seguros ao consumidor, foram desenvolvidos os projetos de Produção Integrada de Morango (PIMo), nos Estados de São Paulo, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraná. Este projeto visa à produção agrícola por intermédio do uso racional de insumos químicos, além de transparência e gestão de regras claras na comercialização do morango (PBMH, 2009).

De acordo com Darolt (2001), a viabilidade do cultivo orgânico do morango é comprovada quando considerados os aspectos técnicos, econômicos, sociais e ecológicos. A agricultura orgânica é considerada uma das novas técnicas desenvolvidas a fim de aumentar a produtividade, reduzir os custos de produção e melhorar a qualidade do produto obtido (PINHEIRO, 2001). É fundamentada na conservação dos recursos naturais e não utiliza fertilizantes sintéticos de alta solubilidade, agrotóxicos, antibióticos e hormônios sintéticos (SAMINÉZ, 2000).

O uso de insumos naturais visando o fornecimento de nutrientes às plantas e o manejo de fitopatógenos encontra-se bastante difundido entre as propriedades rurais que utilizam o sistema orgânico de produção. Sua importância não se reflete somente no fornecimento de nutrientes às plantas, mas também na melhoria das condições físicas e biológicas do solo, contribuindo para um melhor aproveitamento dos nutrientes aplicados. Em sua constituição, podem apresentar aminoácidos, enzimas, ácidos orgânicos e outros compostos, passíveis de exercer funções fitohormonais e auxiliar no controle biológico de pragas e doenças (SCHERER et al., 2003).

Além dos benefícios ao meio ambiente e à saúde dos consumidores, o cultivo orgânico do morango permite a prática de maiores preços, atraindo diversos produtores ao cultivo. No sul do Estado de Minas Gerais, o morango é vendido pelo dobro do preço do convencional, sendo seu custo de produção 50% menor em relação a este sistema. O preço é elevado, entretanto, a procura por parte dos consumidores vem crescendo a cada dia (PRIMEIRA PÁGINA, 2006).

1.2. BIOFERTILIZANTES VEGETAIS

A pesquisa no Brasil teve papel fundamental na expansão do agronegócio, garantindo uma oferta crescente de produtos e matérias-primas (GASQUES et al., 2008). Em 2008, o PIB do setor foi de R\$ 582,6 bilhões, representando um crescimento de 7,88%. Desde a década de 80, os ganhos de produtividade são considerados como um dos principais fatores de contribuição ao crescimento da agricultura (GASQUES; VILLA VERDE, 1990).

Diversas técnicas vêm sendo desenvolvidas no cultivo do morango, levando-se em consideração as condições do local de cultivo, cultivares disponíveis, destino final da produção e mercado consumidor (RESENDE; MALUF, 2003). Estas técnicas, além de contribuírem para a exploração do potencial produtivo das

cultivares, são responsáveis pelo desempenho após a colheita (PASSOS; PIRES, 1999). A produtividade média da cultura do morangueiro encontra-se entre 12 a 45 toneladas em média, podendo chegar a 60 toneladas em alguns casos, dependendo das condições edafoclimáticas e pedológicas associadas ao uso de tecnologias de produção (NESI et al., 2008).

O uso de biofertilizantes foi mais pronunciado na década de 80, por extensionistas da EMATER-RIO, sendo utilizado em lavouras de café e cana-de-açúcar em regas para complementação nutricional. Os resultados alcançados com pulverizações de biofertilizante líquido a 20%, diluídos em água, demonstraram a redução de ataque de fitopatógenos e pragas, além do aumento da produção e produtividade (SANTOS, 1991).

Os biofertilizantes têm sido utilizados como uma alternativa à suplementação de nutrientes em hortaliças, podendo ser aplicados via solo, sistemas de irrigação ou pulverização foliar dos vegetais. Diversos biofertilizantes são utilizados regionalmente, preparados com resíduos animais, vegetais e agroindustriais. O aumento na utilização é justificado pelo baixo custo, composição variada, e principalmente pela boa concentração de nutrientes existentes em formulações (SOUZA; RESENDE, 2003).

Entretanto, apesar de seu uso frequente e com resultados satisfatórios, como adubo foliar e auxiliar no controle de pragas e doenças, seu modo de ação não é totalmente conhecido (BETTIOL et al, 1998). A legislação que trata sobre a produção e comercialização de fertilizantes, corretivos e inoculantes agrícolas é definida pela Lei nº 6.894 de 16/12/1980, alterada pela Lei nº 6.934 de 13/07/1981, as quais estão regulamentadas pelo Decreto nº 86.955 de 18/02/1982 e pelas Portarias MA-84 de 29/03/1982, SNAD-31 de 08/06/1982, SEFIS-01 de 04/03/1983, SEFIS-01 de 24/05/1984, SEFIS de 30/01/1986 e SEFIS-03 de 12/02/1986, todas do Ministério da Agricultura.

No âmbito legal os biofertilizantes, ou estimulantes, são qualificados como produtos que contém componentes ativos ou agentes biológicos capazes de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, melhorando o desempenho do sistema de produção, e que seja isento de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos, de acordo com a Instrução Normativa 64 de 18/12/2008 (MAPA, 2008). Simultaneamente, produtos com efeito bioestimulante, ou seja, que aplicados às plantas apresentem efeitos similares à ação dos grupos de

hormônios vegetais, tem sido objeto de estudo de diversos autores (ZHANG et al., 1999; ZHANG et al., 2002; PAYAN; STALL, 2004).

O biofertilizante é um adubo orgânico líquido originado da fermentação de materiais orgânicos, minerais e água, em meio aeróbico ou anaeróbico (DIAS et. al, 2002). Seu processo de produção resulta em duas frações: a porção sólida que dá origem ao adubo de solo, e a porção líquida, a ser utilizada como adubo foliar (BETTIOL et al., 1998). São ricos em enzimas, antibióticos, vitaminas, fenóis, ésteres e ácidos orgânicos (MEDEIROS; LOPES, 2006). Os biofertilizantes líquidos possuem em sua composição quase todos os elementos nutricionais necessários ao desenvolvimento vegetal, entretanto, suas concentrações podem variar de acordo com a matéria-prima a ser fermentada. O período de fermentação também pode afetar a concentração de nutrientes (SANTOS,1992). De acordo com Pinheiro e Barreto (1996), os metabólitos resultantes do processo fermentativo, como enzimas, coenzimas, cofatores (metaloporfirinas, citocromos, vitaminas, etc.) ativam e catalisam as reações biológicas das plantas.

1.2.1. Biofertilizantes à base de extrato de algas

Macroalgas são utilizadas como fertilizantes na agricultura há vários séculos, com destaque para as regiões litorâneas do hemisfério Norte. Entretanto, no século XX, somente nos anos 50 passaram a ser comercializadas com objetivos de melhorar a taxa de germinação de sementes, crescimento do sistema radicular, produção de flores, frutificação e indução de resistência a pragas e doenças, e estimular as respostas às condições de estresse, principalmente o hídrico (NORRIE, 2008).

Em alguns países, algumas espécies de algas são comercializadas com foco bioestimulante e fertilizante, na forma seca ou de extrato líquido. Sua ação permite o aumento da resistência das plantas a doenças, estresse hídrico e geadas (STADNIK, 2003). É possível citar as espécies *Fucus* spp., *Laminaria* spp., *Sargassum* spp. e *Turbinaria* spp., utilizadas como bioestimulantes na agricultura (HONG et al., 2007). A Comunidade Européia faz uso frequente de produtos comerciais à base de extrato de algas para aplicações foliares ou no solo, em sistemas orgânicos ou convencionais de produção (MASNY et al., 2004).

As macroalgas possuem em sua composição nutrientes, aminoácidos, vitaminas, citocininas, auxinas e ácido abscísico (ABA) que atuam como promotores

do desenvolvimento vegetal (STIRK et al., 2003). Algas marinhas possuem atividade direta na proteção vegetal contra fitopatógenos, e também promovem a produção de moléculas bioativas capazes de induzir a resistência nos vegetais (TALAMINI; STADNIK, 2004).

A espécie *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis é a mais pesquisada na agricultura (UGARTE et al., 2006). Seu extrato possui a propriedade de estimular o crescimento vegetal devido à sua composição rica em macro e micronutrientes, carboidratos, aminoácidos e hormônios vegetais próprios da alga (ANASAC, 2006).

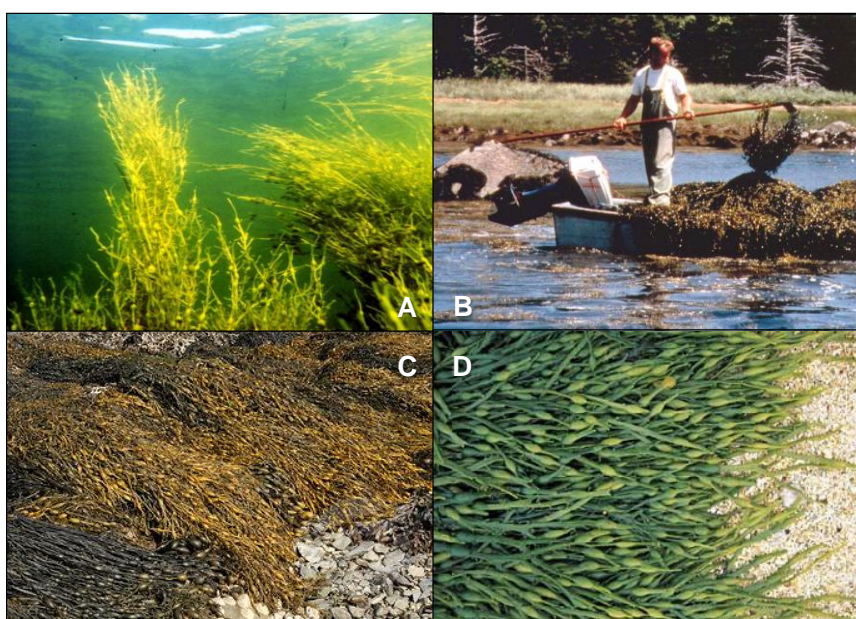


FIGURA 1 - A) Habitat; B) processo de colheita; C) massa seca e D) massa fresca da *Alga Ascophyllum nodosum*.
Fonte: Acadian Seaplants.

O uso de produtos comerciais à base de extrato de algas é frequente na Comunidade Européia, sendo indicado inclusive para o sistema orgânico (MÓGOR et al., 2008). No Brasil, o uso de extrato de algas é permitido como biofertilizante ou condicionador de solo, sendo também utilizado na alimentação de animais (MAPA, 1999). Seu uso como agente complexante em formulações fertilizantes é regulamentado pela Instrução Normativa 64 de 18/12/2008 (MAPA, 2008). Na agricultura, seu uso é indicado como biofertilizante, bioestimulante e/ou fitoprotetor, na forma seca ou de extrato líquido (STADNIK, 2005).

A alga marinha *Ascophyllum nodosum* pertencente à divisão Phaeophyta, vem a décadas sendo explorada comercialmente. Esta alga é encontrada exclusivamente em águas temperadas do hemisfério norte, principalmente na costa do Canadá. Possui adaptação a condições adversas de sobrevivência, em águas com temperaturas extremamente baixas no inverno, imersão total na água salgada na maré alta e intensa exposição ao sol na maré baixa e, desta forma, acredita-se ter desenvolvido estratégias de sobrevivência, como a síntese de compostos antioxidantes (RODRIGUES, 2008).

Produtos comerciais que tem como base o extrato da alga *Ascophyllum nodosum*, como o Acadian®, apresentam 13,0 a 16,0% de matéria orgânica, 1,01% de aminoácidos (alanina, ácido aspártico e glutâmico, glicina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, tirosina, triptofano e valina), carboidratos e concentrações importantes dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, Cu e Zn. Apresentam ainda hormônios de crescimento (auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico), elicitores de resistência e auxiliares do transporte de micronutrientes, estimulando o crescimento vegetal e a melhoria da qualidade dos frutos (ACADIAN, 2009). Estes são frutos de tamanho uniforme, cores mais intensas, mais resistentes ao transporte e com maior durabilidade pós-colheita (ANASAC, 2006; BIOCAMPO, 2009). No cultivo do morangueiro, a aplicação de produtos comerciais à base de extrato de algas é recomendada na fase do transplante de mudas, na pré-floração e na formação dos primeiros frutos da planta. A dose recomendada é de 2,0 a 2,5 L ha⁻¹ em cada aplicação (ACADIAN, 2009).

Segundo Castro e Vieira (2001), o esclarecimento quanto aos efeitos de formulações biofertilizantes como estimulantes em vegetais sobre os cultivos e seus benefícios, têm se mostrado uma alternativa para o alcance de melhor produtividade, e qualidade superior. De acordo com fabricantes destes produtos, os benefícios esperados permitem a uniformização e aumento da germinação de sementes e emergência de plântulas, melhor desenvolvimento do sistema radicular; maior aproveitamento de nutrientes; obtenção de flores e frutos de tamanho uniforme e com cores mais intensas, entre outros (ANASAC, 2006; BIOCAMPO, 2009). A influência de produtos com ação bioestimulante sobre estas características reflete de forma indireta para o aumento da produtividade dos cultivos, pois influenciam processos fisiológicos e metabólicos desde o processo de germinação de sementes, até o período pós-colheita dos produtos agrícolas.

1.2.2. Uso de extrato de algas na agricultura

Em diversas regiões do mundo, as algas têm sido utilizadas com o objetivo de aumentar a produtividade e a produção de alimentos, e isto se deve aos seus efeitos benéficos quando aplicados aos cultivos. Dentre os benefícios, destaca-se a ocorrência de interações complexas entre as algas e os microrganismos presentes no solo, sendo os efeitos dependentes da cultura e das condições ambientais locais. Este fato resultou em muita especulação sobre os mecanismos envolvidos, bem como a validade dos resultados relatados (NORRIE, 2008).

Em estudo no cultivo do feijoeiro, Abreu et al. (2008), constataram uma redução na severidade da antracnose de 55 e 44% com o uso de extrato das algas *Lemna* sp. e *Ulva fasciata*, respectivamente. A alga *Bryothamnion seaforthii* proporcionou redução de 35% na severidade da doença. Os autores Wordel et al., (2007), relatam uma redução de 23% na severidade de míldio em plantas de cebola tratadas com o extrato da alga *Ulva fasciata*. No cultivo da pimenteira e videira, Abreu (2005) verificou que a aplicação de extrato de algas proporcionou redução do ataque de patógenos devido ao aumento das peroxidases e concentração de fitoalexina capsidiol. Desta forma, houve a indução de resistência das plantas aos fitopatógenos.

Os autores Koo e Mayo (1995), ao estudarem a frutificação de plantas de citrus tratadas com extrato de algas, verificaram uma produtividade de 10 a 25% maior, e uma maior retenção de frutos na planta. Em estudo realizado com soluções contendo extrato de alga e ácido L-glutâmico, Mógor et al. (2008), observaram maior crescimento inicial e rendimento de grãos em plantas de feijão, comprovando efeito bioestimulante com a promoção do aumento da produção.

Os autores Passam et al., (1995), ao estudarem a influência do extrato de algas aplicado em pré e pós-colheita do pepino, observaram aumento do rendimento deste cultivo, entretanto, não houve melhoria na qualidade dos frutos, incluindo a retenção da cor verde durante o armazenamento. Em estudo realizado por Loyola e Muñoz (2009), testando a aplicação de diferentes doses de extrato de algas em frutos de mirtilo, não observaram diferenças significativas entre tratamentos quanto à produção total. Entretanto, houve tendência ao aumento do peso médio dos frutos, e aumento significativo no diâmetro equatorial, calibre e teor de sólidos solúveis.

Os autores Roussos et al. (2009) avaliaram o efeito de um composto à base de extrato de algas comercial sobre a produtividade e qualidade dos frutos de morangueiro. Os tratamentos promoveram aumento do tamanho de frutos, entretanto,

os tratamentos não foram significativos quanto ao pH, acidez titulável e concentração de sólidos solúveis. Além disso, não houve significância para a concentração de ácidos orgânicos, carboidratos, e nem sobre o parâmetro cor, apesar de ter ocorrido aumento no teor de antocianina dos frutos.

Devido à variabilidade dos benefícios proporcionados aos cultivos e o aumento de seu consumo, pesquisas agrônômicas têm sido realizadas com o objetivo de elucidar o mecanismo de ação dos extratos de algas sobre as plantas e resultados práticos obtidos a campo. Estes estudos podem contribuir para que esta técnica seja incorporada às práticas agrícolas de forma adequada, visto que, os resultados com extratos desta alga marinha são variáveis em relação às espécies. De acordo com a literatura consultada, observou-se que, em relação ao cultivo do morango, são escassos resultados referentes à produtividade e qualidade pós-colheita de frutos.

1.3. Agentes nutricionais em frutos de morango

As frutas desempenham papel fundamental na alimentação humana. São fontes naturais de diversos nutrientes, vitaminas, sais minerais, fornecendo fibras e outros nutrientes capazes de atuar na prevenção de doenças, tais como, o câncer de cólon. A recomendação diária é a ingestão de 3 a 4 porções de frutas por dia (TRIPLOV, 2006). Considerando os compostos bioativos existentes, os alimentos funcionais são considerados como aqueles que apresentam uma ou mais substâncias com funções fisiológicas e bioquímicas benéficas à saúde (NEUMANN *et al.*, 2000).

O fruto do morangueiro é considerado rico em vitamina C, sendo que, o ácido elágico presente nesta fruta pode ter efeito medicinal (HERBÁRIO, 2005; ROCHA *et al.*, 2008). O morango possui ainda, matérias aromáticas que atuam nos nervos do olfato e do gosto causando o aumento do apetite. É uma fruta que apresenta tanto benefícios para a saúde como malefícios em alguns casos. Apresenta efeito estimulante do apetite, facilita a digestão e é excelente alimento para o fígado pelo seu elevado teor de açúcares naturais. Além disso, estimula os processos de absorção do organismo infantil, aumentando a resistência às infecções, apresentando ação anticancerígena (HORTIFRUTI, 2006).

Ao serem estocados inteiros sob refrigeração por poucos dias, ou fatiados, têm seu teor de vitamina C reduzido (HERBÁRIO, 2005; ROCHA *et al.*, 2008). Além da vitamina C, apresenta teores de vitamina A e folatos. A vitamina C age como um

varredor de radicais livres e de antioxidantes. Os radicais livres atacam lipídios, carboidratos, proteínas, enzimas e DNA, causando oxidação e alterações que podem gerar lesão celular. Desta forma, o ácido ascórbico apresenta potencial antioxidante, protetor e redutor desejáveis ao organismo, reduzindo a ação de radicais livres (KATCH; McARDLE, 1996).

O morango também é rico em pectina e outras fibras solúveis que auxiliam na redução do colesterol. Contém bioflavonóides, como a antocianina (de coloração avermelhada) e o ácido elágico, substâncias que auxiliam na prevenção alguns tipos de câncer. Os aquênios apresentam em sua constituição fibras insolúveis, que auxiliam na melhoria do trânsito intestinal, evitando a constipação. Entretanto, podem ser prejudiciais para pessoas com distúrbios intestinais (HERBÁRIO, 2005; ROCHA et al., 2008).

Como agente antinutricional, apresenta um alérgeno comum, um salicilato natural (composto semelhante à aspirina), sendo assim, é comum que algumas pessoas apresentem alergia ao fruto. O ácido oxálico contido nos frutos também pode ocasionar o surgimento de cálculos nos rins e bexiga, reduzindo a absorção de ferro e cálcio no organismo (HERBÁRIO, 2005; ROCHA et al., 2008).

1.3.1. Qualidade de frutos de morango

O grande desafio da fruticultura brasileira tem sido a produção de frutos de qualidade, com o objetivo de atender a demanda do mercado cada vez mais exigente (BISCEGLI et al., 2003). A definição de técnicas de manuseio pós-colheita, bem como a aceitabilidade do produto pelo consumidor é dependente da avaliação das características físico-químicas de frutos, sendo de fundamental importância o seu conhecimento.

A qualidade não é um atributo único bem definido, mas sim, um conjunto de propriedade ou características peculiares de cada produto. Desta forma, engloba propriedades sensoriais (aparência, firmeza, aroma e sabor), valor nutritivo e multifuncional decorrente da presença de componentes químicos, propriedades mecânicas, e ausência ou presença de defeitos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Estes atributos, entretanto, são influenciados pela variedade ou cultivar, clima, estágio de maturação, solo, técnicas de cultivo e outros. A análise destes atributos

assume grande importância, pois permite a utilização de técnicas para a sua preservação e seleção de cultivares (LEITE, 2004).

O teor de sólidos solúveis (SS) indica a quantidade de todas as substâncias dissolvidas na polpa das frutas, sendo constituído majoritariamente por açúcares, principalmente sacarose, frutose e glicose. Sua determinação é feita com o auxílio de refratômetro, e seus resultados expressos em °Brix (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Apesar de incluir principalmente açúcares solúveis, também são encontrados pectinas, fenólicos, vitaminas, sais, ácidos e aminoácidos (LUCENA, 2006).

Os teores de sólidos solúveis variam muito entre as diversas cultivares de morango. De acordo com Plochanski (1986), pode variar de 7,2 a 9,6 °Brix. Os autores Shamaila et al. (1992), trabalhando com cinco diferentes cultivares de morango, encontraram valores entre 7,7 e 9,7 °Brix. Já Montero et al. (1996) encontraram valores que variaram de 4,5 a 15,0 trabalhando com a cultivar Chandler.

A acidez dos frutos é comumente mensurada por dois métodos, sendo estes a acidez titulável (AT), por titulometria, e o potencial hidrogeniônico (pH). O primeiro método representa todos os grupamentos ácidos encontrados (ácidos orgânicos livres, na forma de sais e compostos fenólicos), enquanto que o segundo determina a concentração hidrogeniônica da solução (LUCENA, 2006).

Os ácidos orgânicos são encontrados nos vacúolos, dissolvidos de forma livre ou combinados, como sais, ésteres, glicosídeos ou outros compostos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Seu conteúdo diminui com o amadurecimento na maioria dos frutos devido à utilização destes ácidos orgânicos no ciclo de Krebs ou sua transformação em açúcares durante o processo respiratório (LUCENA, 2006).

Foram identificados em frutos de morango, mais de 30 ácidos orgânicos, com predominância dos ácidos cítrico e málico em concentrações de 0,92 e 0,09 100g fruto⁻¹ (GREEN, 1971; AVIGDORI-AVIDOV, 1986; MANNING, 1993). De acordo com Bergamaschi et al. (1996) o ácido cítrico possui um conteúdo de 2,5 a 3,5 vezes superior ao ácido málico.

A relação entre os valores de sólidos solúveis e acidez titulável, conhecida como relação SS/AT ou *ratio*, é uma das variáveis mais representativas na avaliação do sabor de frutos. A estimativa desta variável permite a obtenção de informação mais segura com relação ao sabor do fruto, pois demonstra o equilíbrio entre os teores de açúcares e acidez presentes. Desta forma, apresenta-se como uma avaliação mais refinada do sabor de frutos do que a medição isolada destas características. A doçura

do fruto está relacionada com a relação SS/AT, pois quanto maior esta relação, maior será o grau de doçura (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Quanto ao pH, frutos de morango são geralmente ácidos. Em trabalho realizado por Nunes et al. (1995), os valores de pH para a cultivar Oso Grande foram de 3,50. Já no experimento de Montero et al. (1996), trabalhando com a cultivar Chandler, os valores de pH variaram entre 3,7 e 4,3. O pH médio de morangos determinado por Shamaila et al. (1992) apresentou valores que variaram entre 3,18 e 3,49.

Os açúcares solúveis presentes nas frutas, de forma livre ou combinada são responsáveis pela doçura; pelo *flavor*, por meio de balanço com os ácidos; pela cor atrativa, como derivados de antocianidinas (glicosídeos); e pela textura, quando combinados adequadamente, compondo os polissacarídeos estruturais. Os açúcares simples como glicose, frutose e sacarose são considerados excelentes fontes energéticas e encontram-se em grande disponibilidade, principalmente em frutas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Com o avanço da maturação, ocorre um aumento no conteúdo de açúcares, atribuído principalmente à hidrólise de carboidratos de reserva acumulados durante o crescimento do fruto na planta, resultando na produção de açúcares solúveis totais. (KAYS, 1991; SIGRIST, 1992, WILLS et al., 1998).

Os açúcares estão entre os principais componentes solúveis dos morangos e atuam como fontes de energia para transformações metabólicas (CHITARRA; CHITARRA, 2005). De acordo com Manikem e Söderling (1980), a sacarose, glicose e frutose representam mais de 99% do total de açúcares presentes no fruto maduro. Já os açúcares sorbitol, xilitol e xilose estão presentes em quantidades ínfimas. A frutose e glicose estão presentes no morango maduro em quantidades equivalentes (2,2 e 2,3 g 100g⁻¹ de peso fresco, respectivamente), totalizando 83% do total de açúcares (WROLSTAD; SHALLENBERGER, 1981).

Os autores Nunes et al. (1998), trabalhando com a cultivar Oso Grande encontraram valores de 1,60 g 100 g⁻¹ para frutose, 0,96 g 100 g⁻¹ para glicose e 0,52 g 100 g⁻¹ para sacarose. De acordo com Awad (1993), a conversão da sacarose em glicose e frutose se dá pela invertase, e representa uma das alterações químicas características do processo de amadurecimento dos frutos.

A cor é um dos mais importantes atributos de qualidade de um alimento, e exerce grande influência sobre o valor estético, servindo como base para a aceitação de uma grande variedade de produtos alimentícios (STRINGHETA, 1991). A maioria

das substâncias responsáveis pela coloração em produtos naturais é devida à presença de flavonóides em sua composição. Os flavonóides englobam classes de pigmentos naturais encontrados com frequência nos vegetais. As antocianinas e os flavonóis são compostos que pertencem ao grupo dos flavonóides e são responsáveis pela coloração que pode variar de vermelho vivo à violeta e de branco a amarelo claro, respectivamente (BOBBIO; BOBBIO, 1995).

As antocianinas são pigmentos instáveis que podem ser degradados pela ação da vitamina C, oxigênio, temperatura, pH do meio, entre outros, no próprio tecido ou destruídas durante o processamento e estocagem dos alimentos (BROUILLARD et al., 1982). Devido a sua solubilidade em água, as antocianinas ocorrem nos tecidos vegetais dissolvidas no fluído da célula vegetal (TIMBERLAKE; BRIDLE, 1975), que geralmente apresenta pH levemente ácido (HAYASHI, 1962). As alterações mais representativas ocorrem em nível de degradação da clorofila com perda da cor verde (JACOMINO et al., 2008). Ao mesmo tempo em que ocorre a degradação da clorofila, são sintetizados ou tornam-se visíveis pigmentos tais como carotenóides (carotenos, licopeno e xantofilas) e pigmentos fenólicos (antocianinas, flavonóis e proantocianinas) presentes nos vacúolos da célula (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As antocianinas mais comumente encontradas em frutas são derivadas principalmente de seis antocianidinas: pelargonidina, cianidina, delphinidina, peonidina, petunidina e malvidina. A nomenclatura dos pigmentos é derivada da fonte (do vegetal) em que eles foram primeiramente isolados (HARBORNE, 1994). A coloração vermelha forte dos frutos é afetada pelo conteúdo total de antocianinas e sua distribuição, bem como pela quantidade de cromoplastos que armazenam tais pigmentos, pela formação de complexos antocianinas-metais e pelo pH (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em morangos, a cor vermelha é atribuída principalmente à pelargonidina-3-glicosídeo, que compreende 80% do conteúdo total de antocianinas presente (BAKKER et al., 1994) e aumenta durante a senescência e pós-colheita (MISZCZAK et al., 1995). O estudo de Montero (1996) descreve o aumento significativo de antocianinas durante o desenvolvimento e amadurecimento do morango, com valores que chegam a $0,8 \text{ mg g}^{-1}$ de polpa.

O estudo de antocianinas naturais demonstra-se interessante aos pesquisadores em decorrência da sua presença em um grande número de alimentos, além da diversidade de sua estrutura química. Além disso, apresentam atividade antioxidante, demonstrando alta correlação com sua estrutura química (LIMA e

GUERRA, 2003). Essa variável pode ser determinada por meio da extração dos pigmentos por solventes orgânicos, podendo ser correlacionada com o uso de componentes da cor pelo colorímetro (SOUZA, 2007).

A vitamina C, também conhecida como ácido ascórbico, ou ácido L-ascórbico é, estruturalmente, um açúcar ácido, instável e facilmente oxidada (reversivelmente) a ácido L-deidroascórbico (MILANESIO et al., 1997), que possui de 60 a 100% da atividade biológica inicial do ácido L-ascórbico (ROJAS; GERSCHENSON, 1997). Faz parte do grupo das vitaminas hidrossolúveis, e é conhecida por prevenir ou curar o escorbuto, sendo encontrada na forma do ânion monovalente ascorbato em todo o organismo humano, exceto no suco gástrico, sendo um transportador eficiente de proteínas, oriundas do trato gastrointestinal (HALLIWELL, 2001).

O ácido ascórbico é sintetizado, em menor ou maior proporção, pelos vegetais e pela grande maioria dos animais. Entretanto, no homem, nos primatas, nas cobaias, em alguns peixes e nas 19 espécies de morcegos que se alimentam de frutas, o ácido ascórbico não é sintetizado, pela falta da enzima gulonolactona oxidase, que participa da biossíntese da vitamina C ou do ascorbato. Desta forma, é necessário que recebam a vitamina C em sua dieta alimentar, pois a sua deficiência pode provocar danos à saúde (HALLIWELL, 2001). A ingestão diária recomendada de vitamina C para adultos é de 60mg/dia (VANNUCCHI; JORDÃO JÚNIOR, 2000).

As maiores fontes de vitamina C são os vegetais como batata, repolho, cebola, aspargo, milho, cenoura, pimentas, brócolis, couve-flor e demais; e as frutas, como acerola, cupuaçu, goiaba, laranjas, limas e limões, abacaxi, tomate, maçã, banana, melão, cerejas, morango e muitos outros (MOSER; BENDICH, 1991; VIEIRA et al., 2000).

As perdas da vitamina C podem ser atribuídas à oxidação enzimática; à degradação térmica em processos aeróbicos ou anaeróbicos; às reações químicas onde o ácido ascórbico atua como antioxidante (ARENA et al., 2001); à difusão (principalmente em processos de inativação enzimática ou de branqueamento) ou à irradiação (DUODU et al., 1999). Diversos são os fatores que participam da degradação da vitamina C, tais como pH, ácidos, metais, teor de umidade, atividade da água, aminoácidos, carboidratos e lipídios, sistemas enzimáticos, tensão de oxigênio (mecanismos aeróbicos ou anaeróbicos) e, principalmente, a temperatura (NICOLI et al., 1999; FARNWORTH et al., 2001; FAVELL, 1998). Por ser extremamente sensível a todos estes fatores, a vitamina C pode ser utilizada como parâmetro ou marcador, para avaliar as condições de manuseio, estocagem e

processamento de alimentos (IEMMA et al., 1999; ARENA et al., 2001; FARNWORTH et al., 2001).

De acordo com Scalon (1996) e Silva (2002) o conteúdo de vitamina C dos frutos durante o manuseio pós-colheita e práticas de armazenamento também tem sido motivo de vários estudos, já que este teor tende a ser reduzido significativamente com o avanço do amadurecimento, devido à alta atividade metabólica da enzima ácido ascórbico oxidase (ISLAN et al., 1993). De acordo com Lima (1999), a vitamina C em frutos de morango predomina sob a forma de ácido ascórbico, com teor médio de 60 mg 100g⁻¹. Os autores Nunes et al. (1995) encontraram valores de ácido ascórbico de 42,67 mg 100 g⁻¹, em frutos da cultivar Oso Grande.

1.3.2. Colheita visando a manutenção da qualidade do morango

Os frutos do morangueiro são delicados e pouco resistentes, em virtude de sua epiderme delgada, alto teor de água e alto metabolismo. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) a perda pós-colheita é resultante de danos ao produto hortícola após a colheita e de sua retirada da área de produção, decorrente do transporte, armazenamento, processamento e/ou comercialização.

Em virtude de seu metabolismo não climatérico, se forem colhidos em estágio de maturação avançada, o mercado receberá frutos em senescência e com podridões. Entretanto, se forem colhidos pouco maduros, apresentarão alta acidez, adstringência e ausência de aroma. Normalmente a colheita é realizada de forma manual, sendo o ponto de colheita “maduro”, ou 100% vermelho, pra fins industriais, e de ½ maduro a ¾ maduro para comercialização *in natura*, com cálices neste caso. A cor é parâmetro de importância na determinação do ponto de colheita. Os morangos devem apresentar no mínimo 50% a 75% da superfície do fruto de cor vermelho-brilhante (FLORES CANTILLANO, 2003).

Devem ser evitados durante a colheita golpes, feridas ou outro tipo de danos mecânicos, reduzindo a susceptibilidade ao ataque de patógenos. A colheita deve ser feita nas horas mais frescas do dia, e os frutos devem ser protegidos da luz direta do sol. Não devem ser colhidos em dias chuvosos ou com muito orvalho. As cestas, normalmente são feita de taquara, com divisões para pré-classificação, devendo ser forradas com papel limpo e apropriado (RONQUE, 1998).

O morango é uma das poucas frutas onde a colheita, seleção, classificação e embalagem são realizadas pela mesma pessoa, em geral, no campo. Este procedimento evita danos e a exposição dos frutos ao ataque de patógenos. Na pré-classificação, são eliminados frutos deformados, danificados por fungos ou insetos ou muito maduros. Na classificação, não devem ser misturados frutos de diferentes pontos de maturação e calibre diferentes na mesma caixa. As embalagens adequadas evitam danos físicos, que podem causar aumento da desidratação e ataque de microorganismos. Devem ser novas, limpas, e não devem causar alterações na fruta. As mais comuns são cumbucas de madeira, papelão ou plástico transparente, variando de 250 a 500g de frutos. Após a colheita, devem ser levados rapidamente para armazenamento refrigerado (CANTILLANO et al., 2003).

1.3.3. Alterações durante a maturação de frutos

Entre os produtos hortícolas, a qualidade ótima é considerada como aquela atingida em determinado grau de amadurecimento, onde a combinação dos atributos físicos e químicos possui o máximo de aceitação pelo consumidor. As características de qualidade são expressas pela integridade do produto, frescor, “*flavor*” e textura, combinadas a outras propriedades físicas, químicas ou estéticas. Esta combinação tem como objetivo relacionar a composição química com atributos organolépticos e nutricionais (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os cuidados com a qualidade dos produtos hortícolas devem ser iniciados no campo, sendo prolongados até a etapa final de consumo. A qualidade dos produtos hortícolas, suas perdas e vida de prateleira são diretamente influenciadas por fatores pré-colheita e pelas condições climáticas (CHITARRA; CHITARRA, 2005), isto porque afetam diversos atributos de qualidade (LEE; KADER, 2000).

Em estudo realizado pela Fundação João Pinheiro, órgão oficial de estatística de Minas Gerais, foi constatado a ocorrência de perdas de 38% a 40% na produção de morango no Estado, considerando aquelas ocorridas na propriedade e nos mercados atacadista e varejo. Entre as principais causas de perdas, destacam-se falhas na fase de produção (plantio, cultivares inadequadas, adubação e tratamento fitossanitário inadequados); além de danos mecânicos na colheita e pós-colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

De acordo com Tsunechiro et al. (1994), as perdas agrícolas devem-se à reduções na quantidade física dos produtos disponibilizados ao consumo, sendo esta acompanhada pela perda de qualidade, com conseqüente redução do valor comercial e nutritivo do produto.

A avaliação da qualidade de frutos de morango considera aspectos como aparência (cor, tamanho, forma, ausência de defeitos), firmeza, sabor (sólidos solúveis, acidez titulável e compostos voláteis), e o valor nutritivo (vitamina C). Frutos de morango com sabor aceitável devem apresentar um mínimo de 7,0°Brix de sólidos solúveis e um máximo de 0,8% de acidez titulável (KADER, 1991).

Os morangos são altamente perecíveis e delicados, e devido à sua característica fisiológica não climatérica, devem ser colhidos maduros (TALBOT; CHAU, 2002). Durante a maturação (em especial durante a fase de amadurecimento), ocorrem uma série de alterações nos frutos (LAHUE; JOHNSON, 1989)

O amolecimento dos frutos é uma parte integrante do processo de amadurecimento e possui extrema importância comercial (TABIL; SOKHANSANJ, 2001). Durante a maturação, ocorrem diversas alterações relacionadas com o metabolismo da parede celular (CIVELLO et al., 1997), com um aumento da ação de diversas enzimas específicas como a celulase (TRAINOTTI et al., 1999), a xilosidase (MARTÍNEZ et al., 2004), a galactosidase (TRAINOTTI et al., 2001), as expansinas (DOTTO et al., 2006) e a pectatoliase (BENÍTEZ-BURRACO et al., 2003).

A cor vermelha característica do fruto é desenvolvida pela síntese de antocianinas (GIVEN et al., 1988), sendo a mais comum no morango a pelargonidina-3-glicosídeo (pg-3-gl) (KALT et al., 1993). Durante o amadurecimento há decréscimo no conteúdo de clorofila, devido, principalmente, a mudanças de pH, sistemas oxidativos e ativação da clorofilase (KADER, 1979). Ao mesmo tempo ocorre a síntese de antocianinas, que é o principal pigmento presente no morango maduro.

O conteúdo de sólidos solúveis aumenta continuamente durante o desenvolvimento do morango (5°Brix em frutos verdes pequenos para 6-9°Brix em morangos maduros) (KADER, 1991). A acidez decresce gradualmente enquanto são produzidos compostos ésteres voláteis, responsáveis pelo aroma característico do fruto (ZABETAKIS; HOLDEN, 1997).

1.3.4. Fatores pré-colheita de influência na qualidade

As cultivares possuem características distintas na retenção de sua qualidade na fase pós-colheita, e isto se deve às suas características genéticas, bioquímicas e fisiológicas endógenas, além das características físicas (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A seleção de cultivares envolve critérios tais como a cor, o tamanho, a resistência a doenças, a susceptibilidade aos danos mecânicos e a produtividade, entre outros (FAEDI et al., 2002). Verificam-se diferenças entre as cultivares existentes, quando considerados determinados componentes de qualidade. Atributos como a textura, a cor, os compostos aromáticos e o teor de vitamina C são dependentes de fatores genéticos, embora possam ser influenciados por outros fatores (AZEVEDO, 2007). O uso de cultivares adaptadas a cada condição permite a obtenção de frutos de qualidade.

A temperatura e o fotoperíodo possuem uma forte influência na composição e nas características de qualidade dos frutos (KADER; BARRETT, 2005). A literatura revela que as condições de crescimento afetam a firmeza dos frutos, a concentração de sólidos solúveis (HOPPULA; KARHU, 2006), a acidez, a cor da epiderme (SACKS; SHAW, 1994), o aroma e o pH (SHAW, 1990). A exemplo, os autores Watson et al. (2002) relatam um efeito negativo no conteúdo de sólidos solúveis em frutos submetidos a elevadas temperaturas durante a fase de crescimento. Entretanto, Wang e Zheng (2001) relatam que temperaturas elevadas promovem o desenvolvimento de antocianinas, tornando os frutos mais vermelhos. A menor firmeza dos frutos tem sido atribuída ao excesso de água durante o desenvolvimento dos frutos, seja esta água oriunda da irrigação ou chuvas (KRÜGER et al., 2002).

A adubação do morangueiro é uma das principais práticas relacionadas ao aumento da produtividade, qualidade e período de conservação pós-colheita (PREZOTTI, 2006). Dentre os macronutrientes, o nitrogênio e o potássio merecem destaque (CASTELLANE, 1993).

De acordo com Filgueira (2008), o potássio é o macronutriente que mais influencia na qualidade dos frutos de morango, uma vez que melhora o aroma, o sabor, a coloração, a consistência e promove o aumento nos teores de vitamina C. O nitrogênio relaciona-se com a quantidade de proteínas e carboidratos estocados. A aplicação de cálcio nos frutos promove um aumento na firmeza, não afetando outros atributos de qualidade. O boro além de participar da fotossíntese e mudanças

metabólicas, está intimamente ligado à formação do tubo polínico, e conseqüentemente, sua deficiência causa a maior ocorrência de frutos deformados (NARADISORN et al., 2006).

Características sensoriais e nutritivas, resistência ao transporte e armazenamento dos frutos, estão diretamente ligados ao equilíbrio entre macro e micronutrientes, pois estes são reguladores da fisiologia e bioquímica dos vegetais (HAAG, 1992), e desta forma, estão indiretamente ligados à qualidade pós-colheita de diversos cultivos.

1.3.5. Fatores pós-colheita de influência na qualidade

Além das condições agroclimáticas durante a fase pré-colheita, outros fatores como temperatura, umidade relativa, nível de danos por fungos e presença de outros microrganismos causadores de doenças, condições de armazenamento e cuidados durante o manuseio e transporte, determinam o grau de perda pós-colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os atributos físico-químicos dos frutos são degradados e/ou transformados após a colheita devido a mecanismos fisiológicos; ocorrência de danos mecânicos e, deteriorações microbianas; e fatores biológicos, como doenças e pragas. A perecibilidade do produto agrícola é dependente do nível tecnológico adotado na produção e conservação do mesmo ao longo da cadeia. Desta forma, o sucesso do uso de tecnologias define a extensão das perdas de qualidade passíveis de ocorrência (AKED, 2002).

O morango é um fruto que apresenta alta taxa respiratória (aproximadamente $15\text{mg CO}_2 \text{ kg h}^{-1}$, a 0°C), sendo esta aumentada em 4 a 5 vezes com o aumento da temperatura em até 10°C , com um incremento de até 10 vezes a uma temperatura de 20°C . A taxa respiratória aumenta em 50% quando o fruto passa de imaturo para maduro. Ainda, causa a senescência dos frutos por inanição, já que o fruto não pode ser abastecido por nutrientes e água após ser destacado da planta. A ocorrência de danos mecânicos durante a colheita, armazenamento e transporte causam a elevação da taxa respiratória dos frutos, causando a sua depreciação. Estes fatores levam à perda das características sensoriais e visuais dos frutos (AYALA-ZAVALA et al., 2004).

A transpiração causa a perda de água do fruto, causando perdas qualitativas e quantitativas. A porcentagem máxima de perda de água do morango é de 6% de seu

peso na colheita. Outras perdas podem ser de origem patológica, causados pelos fungos *Botrytis cinerea* (mofo-cinzentos) e *Rhizopus stolonifer* (podridão-mole) (CANTILLANO et al., 2003).

1.4.REFERÊNCIAS

ABREU, G. F. de. **Bioprospecção de macroalgas marinhas e plantas aquáticas para o controle da antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 80p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais. Florianópolis, 2005.

ABREU, G. F., TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. Bioprospecção de macroalgas marinhas e plantas aquáticas para o controle da antracnose do feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 1, p. 78-82, 2008.

ACADIAN AGRITECH. **Ciência das Plantas, 2009**. Site Institucional. Disponível em: <<http://www.acadianagritech.ca/portuguese/PSansA.htm>>. Acesso em: 21 mai. 2009.

AGRIANUAL – ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. **Morango: Balanço Mundial**. São Paulo, 2008. p. 419.

AKED, J. Maintaining the postharvest quality of fresh fruits and vegetables. In: JONGEN, W. (ed), **Fruit and vegetable processing: Improving quality**, CRC Press: Boca Raton, 1 ed., 2002. 388p.

ALMEIDA, D. P. F. **Manual de culturas hortícolas: Rosáceas – morango**. v. II, Lisboa: Editorial Presença, 2006. 360 p.

AMARO, M. C. C. **A cadeia produtiva agro-industrial de morango nos municípios de Pelotas, Turuçu e São Lourenço**. 91f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

ANASAC- Agrícola Nacional. In: MARTINS, D. A.. **Uso de extratos à base de algas para controlar a antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e a ferrugem (*Uromyces appendiculatus*) do feijoeiro**. 41f. Monografia de conclusão - Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A.; DUARTE FILHO, J. L'essor de la mûre.L' **Arboriculture Fruitière**, Paris, v. 42, n. 552, p. 26-28, 2001.

ANTUNES, L. E. C., REISSER JÚNIOR, C. Produção de morangos. **Jornal da Fruta**, Lages, v. 15, n. 191, p. 22-24, 2007.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Programa de Análise de Resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA)**, Brasília, abr. 2009. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/home/agrotoxicotoxicologia>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

ARENA, E.; FALLICO, B.; MACCARONE, E. Evaluation of antioxidant capacity of blood orange juices as influenced by constituents, concentration process on storage. **Food Chemistry**, v. 74, p. 423-427, 2001.

AVIGDORI-AVIDOV, H. Strawberry. In: MONSELISE, S.P. (Ed.) **CRC handbook of fruit set and development**, Boca Raton: CRC Press, 1986, p.419-448.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.

AYALA-ZAVALA, J. F., WANG, S. Y., WANG, C. Y.; GONZALEZ-AGUILAR, G. A. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit, *Lebensmittel-Wissenschaft Und Technologie*. **Food Science and Technology**, v. 37, n. 7, p. 687-695. 2004.

AZEVEDO, S. M. da C. **Estudo de taxas de respiração e de factores de qualidade na conservação de morango fresco (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. 201f. Dissertação (Mestrado), Curso de Mestrado em Ciências do Consumo Alimentar, Universidade Aberta, Lisboa, 2007.

BAKKER, J.; BRIDLE, P.; BELLWORTHY, S. J. Strawberry juice color: a study of the quantitative pigment composition of juices from 39 genotypes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 64, n. 1, p. 31-37, 1994.

BARROSO, G. M.; MORIN, M. P.; PEIXOTO, A. L.; ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes - Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV. 1999. 443p.

BENITEZ-BURRACO, A. R.; BLANCO-PORTALES, J.; REDONDO-NEVADO, M. L.; BELLIDO, E.; MOYANO, CABALLERO, J. e MUNOZ-BLANCO, J. Cloning and characterization of two ripening-related strawberry (*Fragaria x ananassa* cv. Chandler) pectate lyase genes, **Journal of Experimental Botany**, v. 54, n. 383, p. 633-645. 2003.

BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J. A. H. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes**. Jaguariúna: EMBRAPA – CNPMA, 1998. 22 p.

BIOCAMPO DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA - BIOCAMPO. **Alga Grow®**, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.biocampo.com.br>>. Acesso em: 11 jul. 2009.

BISCEGLI, C. I.; FERRAZ, A. C. de O.; HONÓRIO, S. L.; SIMÕES, M. L.; SILVA, W. T. L. da. Uso da tomografia de ressonância magnética para diagnosticar os efeitos de injúrias mecânicas em figos 'Roxo de Valinhos'. São Carlos, São Paulo: **Embrapa Instrumentação Agropecuária**, set./2003, Comunicado Técnico 52, 4p.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Introdução à química de alimentos**. São Paulo: Varela, 2.ed., 1995. 222p.

BRANZANTI, E. C. "**La fresa**". (Versión española), España: Ediciones Mundi-Prensa. 1989, p. 386.

BROUILLARD, R. Chemical structure of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.). **Anthocyanins as food colors**, London: Academic Press, 1982, p. 1-40.

BROWN, M. A. The use of marine derived products and soybean meal in organic vegetable production, 2004. In: MÓGOR, A. F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; MÓGOR, G. Aplicação foliar de extrato de alga, ácido L-glutâmico e cálcio em feijoeiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 431-437, 2008.

CAMARGO, L. S.; SCARANARI, H. J.; IGUE, T. Efeito do tipo de mudas na produção de morangueiro. **Bragantia**, Campinas, v. 33, n. 3, p. 23-31, 1974.

CAMARGO, L. S.; PASSOS, F. A. Morango. In: FURLANI, A. M. C.; VIÉGAS, G. P. O Melhoramento de plantas no Instituto Agrônômico. Campinas, São Paulo: **Instituto Agrônômico**, 1993. p. 411-432.

CANTILLANO, F.; BENDER, J. R.; LUCHSINGER, L. L. Fisiologia e manejo pós-colheita. In: CANTILLANO, F. **Morango: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, p. 14-24.

CARVALHO, S. P. Dados confirmam que cultivo de morango cresce cada vez mais na agricultura. **Universidade Federal de Viçosa**, Minas Gerais, Coordenadoria de Educação Aberta e a Distância. Disponível em: <<https://www2.cead.ufv.br/espacoProdutor/scripts/>>. Acesso em: 26 ago. 2011.

CASTELLANE, P. D. 1986. Nutrição e adubação da cultura do morango (*Fragaria* spp.). In: MAGNABOSCO, M. C.; GODOY, W. I.; MAZZARO, S.; CITADIN, I.; FARINACIO, D.; BORSATI, F.; BORSATI, F. Avaliação das características químicas de seis cultivares de morangueiro na região sudoeste do Paraná. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 48, Maringá, 2008. Disponível em: <<http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/>>. Acesso em: 19 maio 2009.

CASTELLANE, P. D. Nutrição e adubação do morangueiro. In: Simpósio sobre nutrição e adubação de hortaliças, 1990, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1993, p. 261-279.

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

CEASA - CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO PARANÁ. **Origem dos produtos comercializados no CEASA - PR**, 2008. Disponível em: <<http://www.ceasa.pr.gov.br/arquivos/>>. Acesso em: 10 out. 2009.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA. 2ª Ed., 2005, cap. 3-4, 256p.

CIVELLO, P. M.; MARTINEZ, G. A.; CHAVES, A. R.; ANON, M. C. Heat treatments delay ripening and postharvest decay of strawberry fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 12, p. 4589-4594, 1997.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Comparação de caracteres morfológicos e agrônômicos com moleculares em morangueiros cultivados no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 419-423, 2002.

DAROLT, M. R. **Morango: sistema orgânico apresenta viabilidade técnica, econômica e ecológica**. 2001. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/darmorang.htm>>. Acesso em 02 jul. 2009.

DAROLT, M. R. Comparação da qualidade do alimento orgânico com o convencional. In: STRIGHETA, P. C.; MUNIZ, J. N. **Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação**, 1 ed. Viçosa: UFV, 2003, p. 289-312.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; LEAL, M. A. A. de; SCHIMIDT, L. T. **Uso de biofertilizante líquido na produção de alfafa**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, out. 2002, 16p. (Embrapa Agrobiologia, Documentos 151).

DOTTO, M.; MARTÍNEZ, G.; CIVELLO, P. Expression of expansin genes in strawberry varieties with contrasting fruit firmness, **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 44, n. 5-6, p. 301-307, 2006.

DUODU, K. G.; MINNAAR, A.; TAYLOR, J. R. N. Effect of cooking and irradiation on the labile vitamins and antinutrient content of a traditional African sorghum porridge and spinach relish. **Food Chemistry**, v. 66, n. 1, p. 21-27, jul. 1999.

FAEDI, W.; MOURGUES, F.; ROSATI, C. Strawberry breeding and varieties: situation and perspectives, **Acta Horticulturae**, v. 567, p. 51-59. 2002.

FARNWORTH, E. R.; LAGACÉ, M.; COUTURE, R; YAYLAYAN; STWART, B. Thermal processing, storage conditions, and the composition and physical properties of orange juice. **Food Research International**, v. 34, p. 25-30, 2001.

FAVELL, D. J. A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables. **Food Chemistry**. v. 62, n. 1, p. 59-64, 1998.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. São Paulo: UFV, 421p., 2008.

FLORES CANTILLANO, R. F. (Ed.) Morango: Pós-colheita. **Embrapa Clima Temperado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 28 p. (Frutas do Brasil, 42).

GASQUES, J. G.; VILLA VERDE, C. M. Crescimento da agricultura brasileira e política agrícola nos anos oitenta. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 183-204, 1990.

GASQUES, J. G., BASTOS, E. T., BACCHI, M. R. P. Produtividade e fontes de crescimento da agricultura brasileira. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, Rio de Janeiro, capítulo 11, 2008.

GIVEN, N. K.; VENIS, M. A.; GRIERSON, D. Purification and properties of phenylalanine ammonia-lyase from strawberry fruit and its synthesis during ripening, **Journal of Plant Physiology**, v. 133, p. 50-55. 1988.

GODOY, R. C. B. de; OLIVEIRA, M. I. de. Agrotóxicos no Brasil: Processo de registro, Riscos à saúde e Programas de monitoramento. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 2004, 30 p. (Documento 134).

GOTO, R. Plasticultura nos trópicos: uma avaliação técnico-econômica. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, p.163-165, 1997. Palestra. Suplemento.

GREEN, A. Soft fruits. In: HULME, AC. (Ed.) **The biochemistry of fruits and their products**, London: Academic Press, v.2, cap.II, p.375-410, 1971.

HAAG, H. P. Nutrição mineral e qualidade dos produtos agrícolas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20, Piracicaba, **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.405-425.

HALLIWELL, B. Review: vitamin C and genomic stability. **Mutation Research**. v. 475, p. 29-15, 2001.

HARBORNE, J. B. **The flavonoids: advances in research since 1986**, Chapman and Hall: New York, 1st ed., 1994, 676 p.

HAYASHI, K. **The chemistry of flavonoid compounds**; In: GEISSMAN, T. A. (ed.); The MacMillan Company: New York, cap. 9, 1962, 666 p.

HERBÁRIO. **Cultivo do Morango**. 2005. Disponível em: <<http://www.herbario.com.br/dataherb12/morango.htm>>. Acesso em: 01 set. 2010.

HONG, D. D.; HIEN, H. M.; SON, P. N. Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and biofertilizer. **Journal of Applied Phycology**, v. 19, n. 6, p. 817-826, 2007.

HOPPULA, K. B.; KARHU, S. T. Strawberry fruit quality responses to the production environment, **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v. 4, n. 1, p. 166-170, 2006.

HORTIFRUTI. **Morango**. 2006. Disponível em: <<http://www.hortifruti.com.br>>. Acesso em: 30 de set. 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/>>. Acesso em: 20 out. 2010.

IEMMA, J.; ALCARDE, A. R.; DOMARCO, R. E.; SPOTO, M. H. F.; BLUMER, L.; MATRAIA, C. Radiação gama na conservação do suco natural de laranja. **Scientia Agrícola**, v. 56, n. 4, p. 1193-1198, out/dez. 1999.

ISLAN, M. N.; COLON, T.; VARGAS, T. Effect of prolonged solar exposure on the vitamin C contents of tropical fruits. **Food Chemistry**, Linton Road Barking, v. 48, p. 75-78, 1993.

JACOMINO, A. P.; ARRUDA, M. C. de; BRON, I. U.; KLUGE, R. A. Transformações bioquímicas em produtos hortícolas após a colheita. In: KOBLITZ, M. G. B. (Ed.). **Bioquímica de alimentos: teoria e aplicações práticas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008, cap. 6, p. 153-189.

KADER, A. A. **Respiration. Syllabus of the postharvest physiology and handling of horticultural commodities course.** University of California, Davis, CA, U.S.A., 19 p., 1979.

KADER, A. A. **Quality and its maintenance in relation to postharvest physiology of Strawberry.** In: LUBY, A., (ed.), *The strawberry into the 21st century*, Timber Press, Portland, Oregon, EUA. 1991, p. 145-152.

KADER, A. A.; BARRETT, D. M. Classification, Composition of Fruits, and Postharvest Maintenance of Quality. In: BARRETT, D. M., SOMOGYI, L.; ERAMASWAMY, H. (ed). **Processing Fruits, Science and Technology**, 2. Ed., Boca Raton: CRC Press, 2005.

KALT, W.; PRANGE, R. K.; LIDSTER, P. D. Postharvest color development of strawberries: Influence of maturity, temperature and light, **Canadian Journal of Plant Science**, v. 73, n. 1, p. 541-548, abr. 1993.

KATCH, F. I.; McARDLE, W. D. **Nutrição, Exercício e Saúde.** 4. ed. Rio de Janeiro: Medsi, 1996. 657 p.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**, Van Nostrand-Reinhold: New York, 1991, 532 p.

KOO, R. C. J.; MAYO, S. Effects of seaweed sprays on citrus fruit production. Proceedings of the Florida State. **Horticultural Science**, v. 107, p.82-85, 1995.

KRÜGER, E.; SCHMIDT, G.; RASIM, S. Effect of irrigation on yield, fruit size and firmness of strawberry cv. Elsanta, **Acta Horticulturae**, v. 567, p. 471-474, 2002.

LAHUE, J. H.; JOHNSON, R. S. Peaches, plums and nectarines: growing and handling for fresh market. **University of California**: Division of Agriculture and Natural Resources, publ. 3331, 1989, 246 p.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, n. 3, p. 207-220. 2000.

LEITE, J. B. V. **Coleções de fruteiras e sua importância para o melhoramento genético.** 2004. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br>. Acesso em: 24 nov. 2010.

LIMA, L. C. O. Qualidade, colheita e manuseio pós-colheita de frutos de morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 80-83, 1999.

LIMA, V., L., A., G.; GUERRA, N., B. Antocianinas: Atividade Antioxidante e Biodisponibilidade. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n. 37, 2003, p. 121-128.

LOYOLA, N.; MUÑOZ, C. Effect of the biostimulant foliar addition of marine algae on 'o'neal production. **Acta Horticulturae**, n. 810, p. 709-722, 2009.

LUCENA, E. M. P. de. Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga "Tommy Atkins" no vale do São Francisco, 2006. 152f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Univerisdade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MACHADO, J. C. Morangueiro. 1985. In: MAGNABOSCO, M. C.; GODOY, W. I.; MAZZARO, S.; CITADIN, I.; FARINACIO, D.; BORSATI, F.; BORSATI, F.; Avaliação das características químicas de seis cultivares de morangueiro na região sudoeste do Paraná. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 48. Resumos. Maringá. 2008.

MADAIL, J. C. M.; ANTUNES, L. E.; BELARMINO. L. C.; SILVA, B. A. da.; GARDIN, J. A. Avaliação econômica dos sistemas de produção de morango: convencional, integrado e orgânico. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2007. (Comunicado técnico, 181).

MANIKEN, K. K.; SÖDERLING, E. A quantitative study of mannitol, sorbitol, xilitol and xilose in wild berries and commercial fruits. **Journal Food Science**, Chicago, v. 45, p. 367-71, 1980.

MANNING, K. Soft fruit. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, cap. 12, p. 73-77, 1993.

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 64**, 18 dez. 2008. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/>>. Acesso em: 19 ago. 2009.

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 7**, de 17 de maio de 1999. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/>> Acesso em: 19 ago. 2009.

MARTÍNEZ, G., CHAVES, A., CIVELLO, P. β -xylosidase activity and expression of a β -xylosidase gene during strawberry fruit ripening, **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 42, n. 2, p. 89-96. 2004.

MASNY, A.; BASAK, A.; ZURAWICZ, E. Effects of foliar application of Kelpak SL and Goemar BM 86 preparations on yield and fruit quality in two strawberry cultivars. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 12, p. 23-27, 2004.

MEDEIROS, M. B.; LOPES, J. S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. *Bahia Agrícola*, v. 7, n. 3, p. 24-26, nov. 2006.

MILANESIO, M.; BIANCHI, R.; UGLIENGO, P.; ROETTI, C.; VITERBO, D. Vitamin C at 120 K: experimental and theoretical study of the charge density. **Journal of Molecular Structure**, v. 419, n. 1-3, p. 139-154, dez. 1997.

MISZCZAK, A.; FORNEY, C. F.; PRANGE, R. K. Development of aroma volatiles and color during postharvest ripening of 'Kent' strawberry. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 120, n. 4, p. 650-55, 1995.

MÓGOR, A. F.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; MÓGOR, G. Aplicação foliar de extrato de alga, ácido L-glutâmico e cálcio em feijoeiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 431-437, 2008.

MONTERO, T. M.; MOLLA, E. M.; ESTEBAN, R. M.; LOPEZ-ANDREU, F. J. Quality attributes of strawberry during ripening. **Scientia Horticulturae**, v. 65, n. 4, p. 239-250, 1996.

MORAES, P. C. B. T. **Avaliação de iogurtes líquidos comerciais sabor morango: estudo de consumidor e perfil sensorial**. 121 f. Dissertação de Mestrado. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

MOSER, U.; BENDICH, A. Vitamin C. In: MACHLIN, L. J. **Handbook of vitamins**. New York: Marcel Dekker, 2 ed., 1991, p. 195-232.

NARADISORN, M.; KLIEBER, A.; SEDGLEY, M.; SCOTT, E.; ABLE, A. J. Effect of preharvest calcium application on grey mould development and postharvest quality in strawberries. In: Proceedings of the Fifth International Strawberry Symposium, Coolum Beach, Queensland, Australia, **Acta Horticulturae**, n. 708, 2006, p. 147-150.

NESI, C. N.; VERONA, L. A. F.; GROSSI, R. A. Produção de Morangos em Santa Catarina no Ano de 2006. Embrapa Clima Temperado, **Anais...** Palestras e Resumos do IV Simpósio Nacional do Morango e III Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008.

NEUMANN, A. I. C. P.; ABREU, E. S.; TORRES, E. A. F. S. Alimentos saudáveis, alimentos funcionais, fármaco-alimentos, nutracêuticos... Você ouviu falar neles? **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 14, n. 71, p. 19-23, 2000.

NICOLI, M. C.; ANESE, M.; PARPINEL, M. Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables, **Trends in Food Science & Technology**, v. 10, n. 3, p. 94-100, 1999.

NORRIE, J. **Advances in the use of Ascophyllum nodosum seaweed extracts for crop production**. Laboratory and Field Research. Acadian Seaplants Ltd., Dartmouth, Nova Scotia, Canada. 2008. Disponível em: <<http://www.fluidfertilizer.com/>>. Acesso em: dez. 2010.

NUNES, M. C. N.; BRECHT, J. K.; MORAIS, A. M. M. B.; SARGENT, S. A. Physical and chemical quality characteristics of strawberries after storage are reduced by short delay to cooling. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 6, p. 17-28, 1995.

NUNES, M. C. N.; BRECHT, J. K.; MORAIS, A. M. M. B.; SARGENT, S. A. Controlling temperature and water loss to maintain ascorbic acid levels in strawberries during postharvest handling. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 63, n. 6, p. 1033-36, 1998.

OLIVEIRA, M. A. C.; SANTOS, A. M. Classificação, Botânica, Origem e Evolução. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Eds.). **Morango: produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, p. 40-41, (Frutas do Brasil, 40).

PADOVANI, M. I. **Morango: o delicado e saboroso fruto da integração dos povos**. São Paulo: Ícone, 1991. 68p. (Coleção Brasil Agrícola).

PAGOT, E.; HOFFMANN, A. Pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1., 2003, Vacaria, RS. **Anais...** Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2003, p. 7-15, (Documento 37).

PASSAM, H. C.; OLYMPIOS, C. M.; AKOUMIANAKIS, K. The influence of pre and postharvest application of seaweed extract on early production and storage of cucumber. **Acta Horticulturae**, n. 379, p.229-236, 1995.

PASSOS, F. A.; PIRES, R. M. C. Técnicas culturais utilizadas na cultura do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 43-51, 1999.

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

PBMH – PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA. **Normas de Classificação de Morango**. São Paulo: CEAGESP. 2009. Documentos, 33.

PEREIRA, C.; MARCHI, G. **Cultivo comercial em estufa**. 1.ed. Guaíba: Editora Agropecuária Ltda, 2000, 118 p.

PINHEIRO, S.; BARRETO, S. B. **MB4: Agricultura Sustentável, Trofobiose e Biofertilizantes**. Porto Alegre: Fundação Juquira Candiru. 1996. 276 p.

PINHEIRO, S. L. G. As perspectivas da agricultura orgânica em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, n. 14, p. 65-67, 2001.

PIRES, R. C. M.; FOLEGATI, M. V.; PASSOS, F. A.; AMBROSANO, G. M. B.; MINAMI, K. Profundidade efetiva do sistema do sistema radicular do morangueiro sob diferentes coberturas do solo e níveis de água. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 793-799, 2000.

PLOCHARSKI, W. Strawberry - quality of fruits, their storage life and suitability for processing. **Fruit Science Report**, Skierniewice, v. 13, n. 1, p. 7-18, 1986.

PREZOTTI, L. C. Nutrição mineral do morangueiro. In: BALBINO, J. M. de S. **Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de morangueiro**. 2 ed., Vitória: Incaper, 2006, p.37-40.

PRIMEIRA PÁGINA. **Morango sem agrotóxico**. 2006. Disponível em: <www.univas.edu.br/univas/>. Acesso em 10 nov. 2009.

RADMANN, E. B.; BIANCHI, V. J.; OLIVEIRA, R. P.; FACHINELLO. Caracterização e diversidade genética de cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 84-87, 2006.

REICHERT, L. J.; MADAIL, J. C. M. Morango – Produção. **Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, RS, 2003, 81 p., (Frutas do Brasil; 40).

RESENDE, L. V.; MALUF, W. R. Influência do túnel plástico de cultivo forçado e da cobertura morta de solo na incidência de mancha de micoserela no cultivo de morangueiro. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 11, n. 1, p. 94, 1993.

ROCHA, D. A.; ABREU, C. M. P. de; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D. dos; FONSECA, E. W. N. da. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras – MG, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 1124-1128. 2008.

RODRIGUES, J. D. **Biorreguladores, aminoácidos e extratos de algas: verdades e mitos**. International Plant Nutrition Institute (INPI), *Jornal Informações Agronômicas*, n. 122, p. 15-17, jun.2008.

ROJAS, A. M.; GERSCHENSON, L. N. Ascorbic acid destruction in sweet aqueous model systems. **Lebensm.-Wiss. U- Technol.** v. 30, p. 567-572, 1997.

RONQUE, E. R. V. **A cultura do morangueiro**. Curitiba: EMATER-PR, 1998. 206p.

ROUSSOS, P. A.; DENAXA, N. K.; DAMVAKARYS, T. Strawberry fruit quality Attributes after application of plant growth stimulating compounds. **Scientia Horticulturae**, v. 119, n. 2, Janeiro, p. 138-146, 2009.

SACKS, E. J.; SHAW, D. V. Optimum Allocation of Objective Color Measurements for Evaluating Fresh Strawberries, **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 119, n. 2, p. 330-334, 1994.

SAMINÉZ, T. C. O. Agricultura orgânica: mercado em expansão. **Revista Brasileira Agropecuária**, ano I, n. 9, 2000.

SANHUEZA, R. M. V.; HOFFMAN, A.; ANTUNES, L. S. C.; FREIRE, J. M. Sistema de Produção de Morango para Mesa da Região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste. Importância da Cultura. **Sistema de Produção**. Versão Eletrônica. 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 12 ago. 2009.

SANTOS, A. C. V. dos. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante líquido a nível de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 13, n. 4, p. 275–279, 1991.

SANTOS, A. C. V. dos. **Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza**. Niterói : EMATER – Rio, (Agropecuária Fluminense, 8), 1992, 16 p.

SANTOS, A. M. dos. A cultura do Morango. **Embrapa Clima Temperado**, Centro Nacional de Pesquisas de Fruteiras de Clima Temperado – Fruteiras. Coleção Plantar, n. 7, 35p., 1993.

SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. Morango – Produção. Brasília: **EMBRAPA CLIMA TEMPERADO**, Pelotas, RS, 2003, 81 p., (Frutas do Brasil, 40).

SCALON, S. de P. Q.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F.; ABREU, M. S. de. Conservação de morangos (*Fragaria ananassa* Duch.) cv. Sequóia em atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 3, p. 431-436, dez. 1996.

SCHERER, E. E.; VERONA, L. A. F.; SIGNOR, G.; VARGAS, R.; INNOCENTE, B. Produção agroecológica de morango no Oeste Catarinense. Florianópolis: **Agropecuária Catarinense**, v. 16, n. 1, 2003.

SCOTT, D. H.; LAWRENCE, F. J. Strawberries. In: JANICK, J.; MOORE, N. M. **Advances in fruit breeding**, Indiana: Purdue University Press, 1975, p. 71-92.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL - SEAB/DERAL. **Área plantada e produção de morango no Estado do Paraná**. 2007. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/seab/deral>>. Acesso em: 12 ago. 2009.

SHAMAILA, M.; BAUMANN, T. E.; EATON, G. W.; POWRIE, W. D.; SKURA, B. J. Quality attributes of strawberry cultivars grown in British Columbia, **Journal of Food Science**, Chicago, v. 57, n. 3, p. 696-699, mai. 1992.

SHAW, D. V. Response to selection and associated changes in genetic variance for soluble solids and titratable acids contents in strawberries. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 115, n. 5, p. 839-843. 1990.

SHAW, D.V. Strawberry production systems, breeding and cultivars in California. In: II Simpósio Nacional do morango; I Encontro de pequenas frutas e frutas nativas, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p. 15-20, 2004, (Documentos 124).

SIGRIST, J. M. M. Transpiração. In: BLEINROTH, E. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas: ITAL, 1992, 2 ed., p. 27-32.

SILVA, A. F.; DIAS, M. S. C.; MARO, L. A. C. Botânica e fisiologia do morangueiro. Belo Horizonte: EPAMIG, **Informe Agropecuário**, v. 28, n. 236, p. 7-13, jan./fev. 2007.

SILVA, A. P. da. **Qualidade e conservação pós-colheita do morango, tratado com cloreto de cálcio de pré-colheita**. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Horticultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de Horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003, 564 p.,

SOUZA, M. C. de. **Qualidade e atividade antioxidante de frutos de diferentes progênies de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart)**. 124 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

STADNIK, M. J. Uso potencial de algas no controle de doenças de plantas. In: VIII **Reunião de controle biológico de fitopatógenos**, Cepec, Ilhéus, p. 70-74. 2003.

STADNIK, M. J. **Potencial biotecnológico de algas para uso agrícola**. Oficina de trabalho potencial biotecnológico das macroalgas marinhas. Angra dos Reis, RJ, 2005, p. 13.

STRINGHETA, P. C.; **Identificação da estrutura e estudo da estabilidade das antocianinas extraídas da inflorescência de capim gordura (*Melinis minutiflora*, Pal de Beauv)**. 138 p., Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

STIRK, W. A., NOVAK, M. S., VAN STADEN, J. Cytokinins in macroalgae. **Plant Growth Regulation**, n. 41, 2003, p. 13–24.

TABIL, L.; SOKHANSANJ, S. Mechanical and Temperature Effects on Shelf Life Stability of Fruits and Vegetables. In: CLYDESDALE, F. M. (ed.), **Food Shelf Life Stability: Chemical, Biochemical, and Microbiological Changes**, CRC: Boca Raton, 2001, 370 p.

TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. Extratos vegetais e de algas no controle de doenças de plantas. In: STADNIK, M. J.; TALAMINI, V. **Manejo ecológico de doenças de plantas**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, cap. 3, 2004, p.45-62.

TALBOT, M. T.; CHAU, K. V. Precooling strawberries. **Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida**. CIR 942. Original publicado em outubro de 1998, jul. 2002.

THIMÓTEO, A.; RESENDE, J. T. V.; GONÇALVES, W. M.; RESENDE, F. V.; NASCIMENTO, I. R.; FARIA, M. V. Expectativa de retorno e risco da produção de morangos no município de Guarapuava – PR. In: 46º Congresso Brasileiro de Olericultura, Goiânia, **Horticultura Brasileira** – Suplemento CD – Rom, v. 24., 2006.

TIMBERLAKE, C. F.; BRIDLE, P. In.; HARBORNE, J. B. (ed.), **The flavonoides** New York: Academic Press, 1975.

TRAINOTTI L.; FERRARESE L.; VECCHIA F. D.; RASCIO N.; CASADORO, G. Two different endo- β -1,4-glucanases contribute to the softening of the strawberry Fruits. **Journal of plant physiology**, v. 154, n. 3, p. 355-362, 1999.

TRAINOTTI, L.; SPINELLO, R.; PIOVAN, A.; SPOLAORE, S.; CASADORO, G. Beta-Galactosidases with a lectin-like domain are expressed in strawberry. **Journal of Experimental Botany**, v. 52, p. 1635-1645, ago. 2001.

TRIPLOV. Os livros de Walkyria: **Morango**. 2006. Disponível em: <<http://www.triplov.com/walkyria/plantas/fruta.htm>>. Acesso em 31 de agosto de 2010.

TSUNECHIRO, A.; UENO, L. H.; PONTARELLI, C. T. G. Avaliação econômica das perdas de hortaliças e frutas no mercado varejista de São Paulo. **Agricultura em São Paulo**. São Paulo, v. 41, n. 2, p. 1-15, 1994.

UGARTE, R. A.; SHARP, G.; MOORE, B. Changes in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. Plant morphology and biomass produced by cutter rake harvests in southern New Brunswick, Canada. **Journal of Applied Phycology**, v. 18, n. 3-5, p. 351-359, 2006.

VANNUCCHI, H.; JORDÃO JÚNIOR, A. A. Vitaminas hidrossolúveis. In: DUTRA-DE-OLIVEIRA, J. E.; MARCHINI, J. S. **Ciências Nutricionais**. São Paulo: Sarvier, 2000. p. 190-207.

VERDIAL, M. F. **Frigoconservação e vernalização de mudas de morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.) produzidas em sistema de vasos suspensos**. 71 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

VIEIRA, M. C., TEIXEIRA, A. A.; SILVA, C. L. M. Mathematical modeling of the thermal degradation kinetics of vitamin C in cupuaçu (*Teobroma grandiflorum*) nectar. **Journal of Food Engineering**, v. 43, n. 1, p. 1-7, 2000.

VIRMOND, M. F. R.; RESENDE, J. T. V. de. Produtividade e Teor de Sólidos Solúveis Totais em Frutos de Morango Sob Diferentes Ambientes de Cultivo, **Revista Eletrônica Lato Sensu**, Ano 1, nº 1, p.62-69, 2006.

WANG, S. Y.; ZHENG, W. Effect of plant growth temperature on antioxidant capacity in strawberry, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Columbus, v. 49, n. 10, p. 4977-4982, 2001.

WATSON, R.; WRIGHT C. J.; McBURNEY, T.; TAYLOR, A. J.; LINFORTH, R. S. T. Influence of harvest date and light integral on the development of strawberry flavour compounds, **Journal of Experimental Botany**, v. 53, n. 377, p. 2121-2129, out. 2002.

WILLS, R. B. H. et al. **Postharvest: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals**. 4. Ed. Wallingford: New South Wales University Press, 262p. 1998.

WORDELL FILHO, J. A.; MARTINS, D. A.; STADNIK, M. J. Aplicação foliar de tratamentos para o controle do míldio e da podridão-de-escamas de bulbos de cebola. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 544-549, 2007.

WROLSTAD, R. E.; SHALLENBERGER, R. S. Free sugars and sorbitol in fruits – a compilation from the literature. **Journal of the Association of Official Analytical Chemistry**, v. 64, p. 91-103, 1981.

ZABETAKIS, I.; HOLDEN, M. A. Strawberry Flavour: Analysis and Biosynthesis, **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 74, n. 4, p. 421-434, ago. 1997.

ZHANG, X.; ERVIN, E. H.; SCHMIDT, R. E. Physiological effect of liquid applications of a seaweed extract and humic acid on creeping bentgrass, **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 128, p. 492-496, 1999.

ZHANG, X.; SCHMIDT, R. E.; ERVIN, E. H.; DOAK, S. Creeping bentgrass physiological responses to natural plant growth regulators and iron under two regimes. **HortScience**, v. 37, p. 898-902, 2002.

2. CAPÍTULO I - ASPECTOS PRODUTIVOS E BIOMÉTRICOS DE CULTIVARES DE MORANGUEIRO SUBMETIDAS A APLICAÇÕES DE EXTRATO DE ALGA

Resumo - O presente trabalho teve como objetivo avaliar as características produtivas e biométricas de frutos de oito cultivares (Albion, Camarosa, Camino Real, Campinas, Dover, Toyonoka, Tudla-Milsey e Ventana) de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) produzidas em sistema orgânico de cultivo, submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum*. O experimento foi conduzido na área de Olericultura Orgânica do Centro de Estações Experimentais do Canguiri, CEEEx, UFPR, região metropolitana de Curitiba, PR (RMC). Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas compostas por oito cultivares e as subparcelas por três tratamentos com o extrato de algas e uma testemunha. Os tratamentos aplicados foram: T1 – Extrato de alga 29% aplicado ao solo a cada 20 dias na dose de 2,0 L ha⁻¹, a partir do plantio; T2 – Extrato de alga 29% aplicado às folhas na dose de 2,0 L ha⁻¹, a cada 20 dias; T3 - Aplicação alternada de Extrato de alga 29% no solo e nas folhas na dose de 1L ha⁻¹ em cada aplicação, a cada 20 dias; T4 - Testemunha, sem aplicação. Foram avaliadas as características produtividade, massa fresca de estolões, número de frutos, massa média de frutos e os diâmetros equatorial e longitudinal. Foi observado um comportamento diferenciado entre as cultivares testadas, sendo os resultados variáveis de acordo com o tratamento ao qual cada cultivar foi submetida. A aplicação do extrato de alga promoveu diferenças significativas sobre as características produtividade, massa fresca de estolões e número de frutos. Os tratamentos que permitiram a obtenção de maior produtividade, menor massa fresca de estolões e maior número de frutos foram a aplicação alternada de extrato de alga via solo e foliar, e o tratamento com aplicação via foliar isolada. A aplicação isolada de extrato de alga via solo promoveu a redução da massa fresca de estolões na cultivar Albion. Recomenda-se o uso de extrato de alga no cultivo de Camino Real, Dover e Camarosa devido à excelente produtividade apresentada por estas cultivares no experimento, e por terem se destacado quanto ao tamanho e número de frutos colhidos.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*. Produtividade. Agricultura orgânica. Biofertilizantes. *Ascophyllum nodosum*.

CHAPTER I – PRODUCTION AND BIOMETRIC ASPECTS OF STRAWBERRY CULTIVARS SUBMITTED TO APPLICATION OF SEAWEED EXTRACT

Abstract - This experiment aimed to evaluate the biometric and productivity characteristics of fruits of eight cultivars (Albion, Camarosa, Camino Real, Campinas, Dover, Toyonoka, Tudla-Milsey and Ventana) of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) produced in organic farming system, submitted to applications of *Ascophyllum nodosum* seaweed extract. This experiment was conducted in the organic olericulture area of Canguiri experimental farm - UFPR, in the metropolitan area of Curitiba - PR (RMC). Was used a randomized design in a split-plot with three replications, the plots was composed of eight cultivars and subplots for three treatments with seaweed extract and a control. The treatments were: T1 – Seaweed extract 29% applied to the soil every 20 days at a dose of 2.0 L ha⁻¹, starting from the planting, T2 – Seaweed extract 29% applied to leaves at a dose of 2.0 L ha⁻¹ every 20 days; T3 – Seaweed extract 29% alternating application on soil and leaves at a dose of 1 L ha⁻¹ in every application, every 20 days; T4 - Control, without application. Was evaluated the characteristics productivity, fresh weight of stolons, number of fruits, mean fruit mass, and the equatorial and longitudinal diameters of fruits. Were observed a different behavior between the cultivars tested, with results varying according to the treatment to which each cultivar was submitted. The application of seaweed extract promoted significant differences on the characteristics productivity, fresh weight of stolons and number of fruits. The treatments that allowed to obtain higher productivity, lower fresh weight of stolons and larger number of fruits was the alternating application of seaweed extract in the soil and on the leaves, and the treatment with isolated foliar application. The isolated application of seaweed extract on the soil promoted the reduction of fresh weight of stolons in the cultivar Albion. We recommend the use of seaweed extract in the cultivation of Camino Real, Dover and Camarosa due to excellent productivity obtained by these cultivars in the experiment, and because they stood out in size and number of fruits.

Keywords: *Fragaria x ananassa*. Productivity. Organic agriculture. Biofertilizers. *Ascophyllum nodosum*.

2.1. INTRODUÇÃO

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma hortaliça pertencente à família Rosaceae, e ao gênero *Fragaria*, com cerca de 18 espécies e quatro híbridos (OLIVEIRA; SANTOS, 2003). O morangueiro é cultivado em diversas regiões do mundo, e seus frutos apresentam grande apreciação pelo mercado consumidor mundial. Segundo dados da FAO (2008), entre 1997 e 2006 houve um crescimento de 29% na produção mundial, com um aumento de 18% na área plantada durante o mesmo período. Em 2008, a produção mundial estimada foi de quase quatro milhões de toneladas da fruta.

No Brasil, a produção estimada é de aproximadamente 133 mil toneladas (CARVALHO, 2011). Os principais produtores são os Estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo (IBGE, 2006). São citadas médias de produtividade da ordem de 12 a 45 toneladas, entretanto, a expressão máxima do potencial da cultura permite a obtenção de até 60 toneladas por hectare (NESI et al., 2008). A expansão do cultivo no Brasil, há 50 anos, permitiu sua difusão a diversas regiões de todo o país (ANTUNES; REISSER JÚNIOR, 2007).

O interesse pela exploração do cultivo do morango tem como justificativa a alta rentabilidade, quando comparado a outros cultivos tais como a soja e o milho (REICHERT; MADAIL, 2003; THIMÓTEO et al., 2006). Além disso, possui grande importância econômica e social para muitas regiões, visto que, sua produção favorece o aproveitamento de mão-de-obra familiar e rural durante o processo de colheita e embalagem (MACHADO, 1985). Considerando o mercado nacional, observa-se que 70% da produção destina-se ao consumo *in natura* e o restante é voltado ao processamento. Dentre os fatores que influenciam o rendimento do cultivo, destacam-se as condições de solo e clima das diferentes regiões, bem como o uso das tecnologias de produção desenvolvidas (PAGOT; HOFFMANN, 2003).

O crescimento populacional e, conseqüentemente o aumento na demanda por alimentos, torna necessário o aumento da produtividade nas áreas já ocupadas pelo cultivo. Desta forma, os esforços científicos têm sido focados na elevação dos índices de produtividade, com a adoção de boas práticas agrícolas aliadas às novas tecnologias (GODOY; OLIVEIRA, 2004).

De acordo com relatório publicado pela Anvisa (2009) referente ao Programa de Análise de Resíduos em Alimentos (PARA), o morango, é um dos cultivos que

apresentam os maiores índices de contaminação por produtos químicos, 50,8% das amostras analisadas, ficando atrás somente do cultivo do pimentão e à frente dos cultivos da uva e cenoura. O cultivo orgânico é considerado uma técnica que tem como objetivo o aumento de produtividade, a redução de custos de produção e o aumento da qualidade dos produtos agrícolas, pelo uso de insumos naturais (PINHEIRO, 2001).

Além dos benefícios ao meio ambiente e à saúde dos consumidores, o cultivo orgânico do morango permite a prática de maiores preços, atraindo diversos produtores ao cultivo. No sul de Minas Gerais, o morango é vendido pelo dobro do preço do convencional, sendo seu custo de produção 50% menor em relação ao sistema convencional. O preço é elevado, entretanto, a procura por parte dos consumidores vem crescendo a cada dia (PRIMEIRA PÁGINA, 2006).

Dentre os insumos naturais que podem contribuir para o sistema orgânico de cultivo de hortaliças, destacam-se os extratos de algas marinhas. A alga marinha *Ascophyllum nodosum* é uma das espécies mais pesquisadas no mundo para fins agrícolas (ACADIAN, 2009) visando ao aumento da produtividade em várias regiões do mundo por meio de seus efeitos benéficos quando aplicados aos solos. Na agricultura, seu uso é indicado como biofertilizante, bioestimulante e/ou fitoprotetor, na forma seca ou de extrato (STADNIK, 2005). No extrato da alga *Ascophyllum nodosum* foi observada a presença da citocinina zeatina ribosídeo ($66 \mu\text{g g}^{-1}$) e de isopentil adenina (iPA) ($4 \mu\text{g g}^{-1}$), sendo considerada uma alta concentração (ZHANG; ERVIN, 2004).

Dentre os resultados relatados na literatura, o estudo de Nelson e Van Staden (1984) no cultivo do pepino concluiu que, a mergulhia da raiz no momento do transplante e posterior aplicação foliar semanal de extrato de algas, promoveu o aumento da massa seca e do sistema radicular das plantas. No cultivo do pimentão, Lynn (1972) verificou que plantas tratadas com extrato de algas aplicado via solo, foram mais eficientes quanto à utilização de macro e micronutrientes. Estudos relatam o aumento de 24% na produtividade do feijoeiro (TEMPLE; BOMKE, 1989), e de até 99% no rendimento do cultivo do tomate (CSIZINSZKY, 1984).

Entretanto, outros estudos demonstram resultados contraditórios. O uso de algas marinhas não foi eficiente no aumento da produtividade no cultivo do trigo (MIERS; PERRY, 1986), da cebola (FEIBERT et al., 2003) e de tomates em condições de campo (TOURTE et al., 2000). Em experimento na cultura da alface, Pinto et al. (2010) testaram diferentes concentrações de um extrato concentrado à base da alga

marinha *Ascophyllum nodosum* e outras espécies (Vigostim®), em duas concentrações aplicadas via foliar e via solo. Constatou-se que as melhores produtividades de matéria fresca foram obtidas quando aplicadas a maior dose via foliar ou a menor dose via solo, e a menor dose via foliar, respectivamente. Em experimento no cultivo da pimenteira, os autores Eris et al. (1995) testaram o produto comercial Maxicrop® à base de extrato da alga *Ascophyllum nodosum*, obtendo aumento de produtividade, peso e tamanho de frutos no cultivo de pimenteira.

Neste sentido, observa-se que o sucesso do extrato de algas marinhas na produção agrícola é dependente de diversos fatores, incluindo as condições de cultivo, espécie analisada, concentração da alga presente na formulação, composição do produto formulado, bem como, o modo de aplicação (via solo ou foliar), sendo portanto, dependentes da cultura e das condições ambientais locais (NORRIE, 2008). No Brasil, o uso de extrato de algas é permitido como agente quelante/complexante ou aditivo natural em formulações de fertilizantes foliares, biofertilizante, condicionador de solo e no manejo animal, desde que originado de extração legal (MAPA 1999).

Apesar de existirem estudos que relacionam o uso de extratos desta alga na agricultura, os resultados são bastante divergentes quanto ao efeito bioestimulante sobre o cultivo dos produtos hortícolas, sendo escassos os estudos com algas marinhas no cultivo do morangueiro. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e proceder à classificação comercial de frutos de morangueiro de diferentes cultivares, submetidas a aplicações do extrato da alga *Ascophyllum nodosum*.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. Caracterização da Área Experimental

O experimento foi conduzido no período de maio a dezembro de 2009, na área de Olericultura Orgânica do Centro de Estações Experimentais do Canguiri - CEEEx, da Universidade Federal do Paraná (UFPR). A área localiza-se no Município de Pinhais, Estado do Paraná, na região fisiográfica denominada Primeiro Planalto Paranaense, entre as coordenadas 25°25' de latitude Sul e 49°08' longitude Oeste e a uma altitude de 930 m.

O clima segundo a Classificação de Köppen é subtropical do tipo Cfb. De acordo com o SIMEPAR (2010), as condições climáticas observadas durante o desenvolvimento do experimento são apresentadas na FIGURA 2.

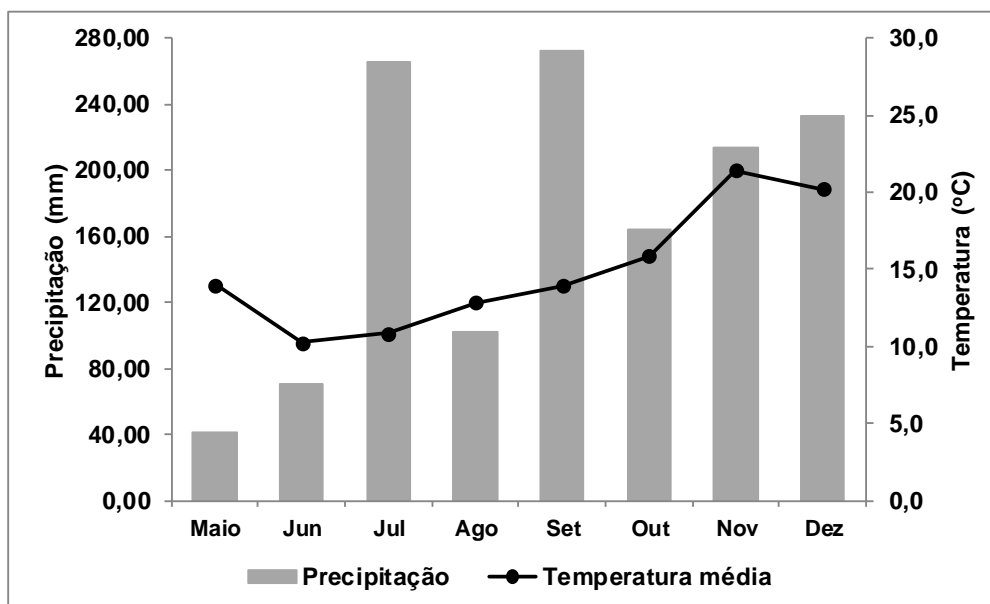


FIGURA 2 - Médias mensais de precipitação e temperatura, SIMEPAR, PINHAIS, PR, MAI/DEZ, 2009.

O solo na área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo álico, de textura argilosa e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006). A análise química foi realizada no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, no Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (DESA – UFPR), cuja análise química na camada de 0 a 15 cm indicou os seguintes valores médios: pH (CaCl₂)= 6,1; pH SMP= 6,4; Al⁺³= 0; H+Al= 3,7 cmolc dm⁻³; Ca²⁺= 7,2 cmolc dm⁻³; Mg²⁺= 3,4 cmolc dm⁻³; K⁺= 1,44 cmolc dm⁻³; P= 158,4 mg dm⁻³; C= 37,4 g dm⁻³; Boro= 0,98 mg dm⁻³; V%= 76 e CTC= 15,74 cmolc dm⁻³.

O preparo do solo da área foi realizado 30 dias antes do plantio, sendo a fertilização de acordo com a recomendação proposta por Rajj et al. (1996) constando de 200 kg ha⁻¹ de termofosfato magnésiano (Yoorin Master 1, com 17% de P₂O₅) e 8 t ha⁻¹ de composto orgânico, o qual foi analisado e indicou os seguintes valores médios N= 14,4 g kg⁻¹; P= 10,6 g kg⁻¹; K= 11,3 g kg⁻¹; Ca= 31,7 g kg⁻¹; Mg= 6,8 g kg⁻¹; C= 384 g kg⁻¹; pH= 7,1; C/N= 27,6.

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas compostas por oito cultivares e as subparcelas por três tratamentos com o extrato de algas (EA), na forma de produto comercial Acadian® (29% de extrato líquido de *Ascophyllum nodosum*), e uma testemunha. A diluição do produto ocorreu de acordo com a dose comercial recomendada para a cultura. O período de aplicação dos tratamentos deu-se de junho a dezembro de 2009, perfazendo um total de oito aplicações, utilizando-se 16L ha⁻¹ de Extrato de Algas por tratamento, estabelecendo os seguintes tratamentos: T1 – EA aplicado ao solo a cada 20 dias, na dose de 2,0 L ha⁻¹, iniciando no momento do plantio; T2 – EA aplicado às folhas a cada 20 dias, na dose de 2,0 L ha⁻¹, iniciando 20 dias após o plantio; T3 - Aplicação alternada de EA no solo e na folha, a cada 20 dias, na dose de 1 L ha⁻¹ em cada aplicação; T4 - Testemunha sem aplicação. A distribuição do EA no solo (30 mL planta⁻¹) foi realizada por meio de pulverizador costal (Montana), em jato dirigido ao colo da planta e sob o *mulch*, enquanto para a aplicação foliar (30 mL planta⁻¹) utilizou-se pulverizador pressurizado com CO₂, com vazão e pressão constante de 3,16 kgf cm⁻².

As mudas das cultivares avaliadas neste projeto tiveram duas procedências. As cultivares Campinas, Dover, Tudla-Milsey e Toyonoka foram provenientes de Guarapuava - Paraná, cultivadas no viveiro do Setor de Olericultura da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO. As mudas das cultivares Albion, Camarosa, Camino Real e Ventana foram fornecidas pela empresa Bioagro - Paraná, importadas do Chile. Antes do plantio, as mudas passaram por uma toaleta, onde foram retiradas as folhas velhas, secas e com sinais de ataque de patógenos, tendo suas raízes aparadas.

Os canteiros com dimensões de 40 m x 1,0 m e espaçados 0,50 m uns dos outros, foram preparados com o auxílio de equipamento rotoencanteirador. O sistema de irrigação foi localizado, com tubos gotejadores contendo furos espaçados em 0,30 m entre si. Aos 30 dias após o plantio (DAP), o solo foi coberto com plástico preto “*mulch*” de 50 micras (FIGURA 3A). O cultivo foi protegido utilizando estrutura do tipo túnel baixo composta por arcos de polietileno espaçados 1,60 m, com altura de 0,80 m em relação à superfície do solo, cobertos com filme plástico transparente de 100 micras e 2,20 m de largura. Nas extremidades, foram utilizadas estacas para a fixação do plástico (FIGURA 3B).

As mudas de morangueiro de cada cultivar foram distribuídas em fileiras duplas, com espaçamento de 0,30m x 0,30m, totalizando 768 mudas. Os canteiros

apresentaram área útil total de 173,9m². As parcelas contendo as cultivares Albion, Camarosa, Camino Real, Campinas, Dover, Toyonoka, Tudla-Milsey e Ventana, foram compostas por 32 plantas, e as subparcelas, de oito plantas. A análise das características agrônômicas e biométricas foram efetuadas considerando quatro plantas úteis centrais de cada subparcela.

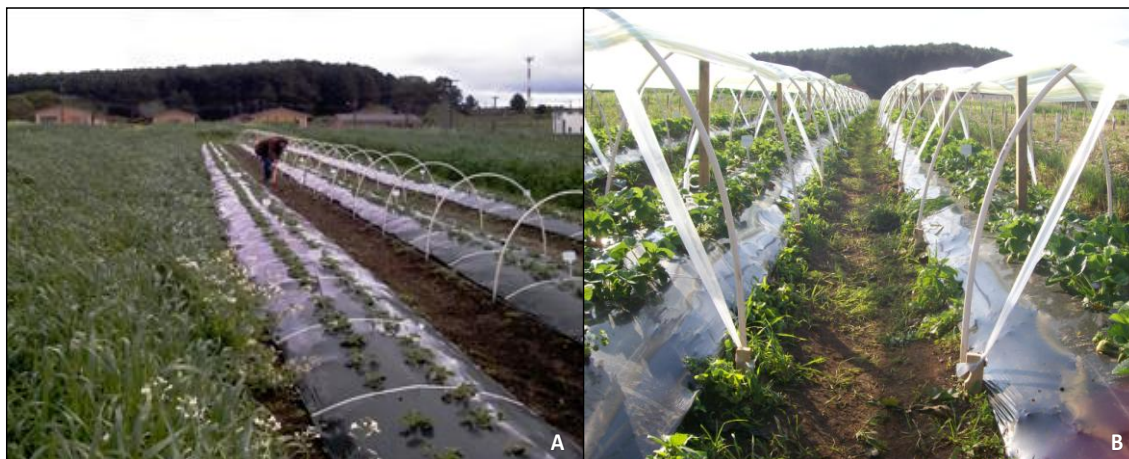


FIGURA 3 – A) Vista geral da cobertura da superfície dos canteiros durante a instalação do túnel baixo. B) Estrutura de túnel baixo finalizada, pré-recobrimento das entrelinhas. PINHAIS, UFPR, 2009.

Como tratamentos fitossanitários, de acordo com a legislação orgânica, foram aplicados, quando necessário, óleo de Neen para o controle de pulgões, na concentração de 50 mL para 10 L de água, e Bioalho® na concentração de 10 mL para 5 L de água, além de *Beauveria bassiana* para o controle de ácaros. Para o controle preventivo de doenças fúngicas, fez-se o uso de calda à base de sulfato de cobre (0,3%).

2.2.2. Análise das características agrônômicas

A coleta de frutos ocorreu de agosto a dezembro de 2009, de acordo com a sazonalidade da produção. A colheita foi realizada a cada dois dias durante o período de máxima produção, e com o declínio, a frequência foi de quatro dias. O estágio de maturação dos frutos para a colheita foi de $\frac{3}{4}$ maduro ou com a superfície 100% vermelho a vermelho-escuro.

Os frutos colhidos de quatro plantas úteis de cada parcela e os estolões produzidos durante o período foram pesados a cada colheita, e ao encerramento do ciclo foi determinada a produtividade e a massa fresca de estolões, expressa em g planta⁻¹, de cada cultivar para cada tratamento. Também foram avaliados a massa média de frutos e o número de frutos produzidos durante o período de coleta. Para a obtenção da massa média, os frutos foram pesados em balança analítica e calculou-se a razão entre a produção em g planta⁻¹ e o número de frutos colhidos por parcela. Após a colheita, os frutos tiveram seu diâmetro equatorial (D_{eq}) e longitudinal (D_L) mensurados por meio de paquímetro digital, sendo os resultados expressos em milímetros (mm).

Os resultados obtidos foram submetidos à avaliação de homogeneidade das variâncias dos tratamentos pelo teste de Bartlett a 5% de probabilidade de erro. As variáveis cujas variâncias mostraram-se homogêneas tiveram os efeitos dos tratamentos testados por meio do teste F, em uma análise de variância. Quando os resultados revelaram a existência de diferenças estatisticamente significantes entre médias de tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico MSTAT versão 2.10. (MSU, 1989).

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância (ANEXO 1) revelaram que, para as variáveis produtividade total média (g planta⁻¹), massa fresca de estolões (g planta⁻¹) e número de frutos, a interação dos fatores cultivar x aplicação de EA foi estatisticamente significativa ($p < 0,01$), indicando que seus efeitos não são independentes. Nestas variáveis, os fatores principais, quando analisados de forma isolada, também apresentaram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,01$). A discussão sobre os possíveis fatores de influência no presente experimento encontra-se ao final deste capítulo.

A cultivar Albion demonstrou produtividade superior quando submetida ao tratamento EA alternado, com um valor médio de 471,38 g planta⁻¹, sem entretanto, diferir da testemunha (434,25 g planta⁻¹) (TABELA 1.1). A cultivar Camarosa obteve produtividade superior, de 569,78 g planta⁻¹, com a aplicação de EA via foliar, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Para a cultivar Camino Real, plantas

submetidas aos tratamentos EA alternado e EA via foliar obtiveram valores médios de produtividade significativamente iguais, sendo estas de 630,24 g planta⁻¹ e 590,55 g planta⁻¹, respectivamente, as maiores médias observadas neste experimento. A cultivar Campinas demonstrou uma produtividade superior na testemunha (394,87 g planta⁻¹), sem entretanto diferir do tratamento EA via foliar (343,03 g planta⁻¹). A cultivar Dover não apresentou aumento de produtividade com a aplicação dos tratamentos testados, sendo a maior média para esta cultivar de 509,29 g planta⁻¹. Na cultivar Toyonoka, foi obtida produtividade superior em plantas tratadas com EA alternado, sendo esta de 225,44 g planta⁻¹, diferindo apenas da produtividade encontrada no tratamento EA via solo (153,45 g planta⁻¹). A cultivar Tudla-Milsey mostrou-se mais produtiva quando submetida ao tratamento EA via solo, com um valor médio de 375,16 g planta⁻¹, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Na cultivar Ventana, os dados indicaram produtividade superior com o tratamento EA via foliar, com um valor médio de 478,26 g planta⁻¹, sem diferir significativamente dos tratamentos EA via solo (441,62 g planta⁻¹) e EA alternado (419,17 g planta⁻¹).

TABELA 1.1 - Produtividade total média (g planta⁻¹) de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. Pinhais, UFPR, 2009.

Cultivares (T)	Tratamentos (Ti)				Médias (T)
	EA via solo	EA via foliar	EA alternado	Testemunha	
Albion	340,89 B de	361,76 B d	471,38 A bc	434,25 A abc	402,07
Camarosa	473,84 B ab	569,78 A ab	421,98 B c	464,75 B abc	482,59
Camino Real	529,90 BC a	590,55 AB a	630,24 A a	479,60 C ab	557,57
Campinas	274,92 B e	343,03 A d	258,74 B d	394,87 A c	317,89
Dover	468,25 A ab	500,06 A bc	509,29 A b	494,75 A a	493,09
Toyonoka	153,45 B f	176,04 AB e	225,44 A d	195,73 AB e	187,67
Tudla-Milsey	375,16 A cd	240,20 C e	272,55 BC d	301,55 B d	297,37
Ventana	441,62 AB bc	478,26 A c	419,17 AB c	412,98 B bc	438,01
Médias (Ti)	382,25	407,46	401,10	397,31	
Coeficiente de variação (CV%) (T)	6,98				
Coeficiente de variação (CV%) (Ti)	6,80				

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

NOTA: EA via solo = Extrato de alga aplicado ao solo, a partir do plantio, a cada 20 dias; EA via foliar = Extrato de alga aplicado às folhas, a cada 20 dias; EA alternado = Extrato de alga aplicado de forma alternada no solo e nas folhas, a cada 20 dias; Testemunha = sem aplicação.

Quanto aos tratamentos testados (TABELA 1.1), os dados demonstraram que com a aplicação de EA via solo, as cultivares Camino Real, Camarosa e Dover apresentaram valores médios de produtividade iguais entre si, sendo estes de 529,90 g planta⁻¹, 473,84 g planta⁻¹ e 468,25 g planta⁻¹, respectivamente. A aplicação de EA

via foliar resultou em produtividades iguais nas cultivares Camino Real e Camarosa, com médias de 590,55 g planta⁻¹ e 569,78 g planta⁻¹, respectivamente. O uso de EA alternado proporcionou produtividade superior na cultivar Camino Real, de 630,24 g planta⁻¹, sendo esta a maior produtividade observada neste experimento. Na testemunha, as cultivares Dover (494,75 g planta⁻¹), Camino Real (479,60 g planta⁻¹), Camarosa (464,75 g planta⁻¹) e Albion (434,25 g planta⁻¹) apresentaram valores médios de produtividade iguais entre si.

Foi observado que, dependendo da cultivar avaliada, houve um acréscimo de até 32% na produtividade final de morangueiros tratados com o EA. Este resultado concorda com aqueles encontrados por Norrie (2008), onde o uso do produto Acadian® no cultivo do morangueiro, promoveu o aumento da rentabilidade pela maior produção acumulada, com uma diferença de 27% em comparação a um produto padrão para crescimento vegetal.

No experimento de Camargo (2008), comparando o desempenho de oito cultivares de morango nos sistemas orgânico e convencional em Guarapuava – PR, a cultivar Camino Real obteve a mais baixa produtividade dentre as cultivares testadas, de 10,55 e 9,07 t ha⁻¹, respectivamente, nos sistemas orgânico e convencional de cultivo. Estes resultados contrastam com os obtidos no presente experimento, onde a cultivar Camino Real obteve o melhor desempenho em produtividade, sendo de 630,24 g planta⁻¹ ou o equivalente a 35 t ha⁻¹, em um stand de 55.000 plantas. O comparativo demonstra a capacidade de adaptação das cultivares às condições climáticas de Pinhais – PR. De acordo com Ronque (1998), a frutificação de uma cultivar pode ser contínua em uma região, e em outra mostrar-se bastante reduzida.

Segundo Darolt (2003), a produtividade média do morango orgânico no Estado do Paraná é de 300 a 500 g planta⁻¹. A maioria das cultivares, nos diferentes tratamentos testados, alcançaram este patamar, sendo superior a este em alguns casos. Desta forma, somente as cultivares Campinas, Tudla-Milsey e Toyonoka apresentaram produtividades abaixo da média, sendo as mais baixas de 258,74 g planta⁻¹, 240,20 g planta⁻¹ e 153,45 g planta⁻¹, respectivamente. Considerando o patamar de viabilidade econômica para a cultura de 300g por planta, descrito por Rebelo e Balardin (1997), as cultivares Camino Real, Camarosa, Dover, Ventana e Albion apresentaram produtividade bastante superior, mostrando-se comercialmente viáveis ao cultivo na região.

No cultivo do morangueiro, a emissão de estolões prejudica a formação de frutos, isto porque, estas estruturas dependem dos nutrientes e da água fornecidos

pela planta matriz (GIMÉNEZ, 2008), gerando competição e conseqüente redução na produtividade. Com relação à variável massa fresca de estolões (MFE), os dados (TABELA 1.2) demonstram que a cultivar Albion não foi afetada pelos tratamentos aplicados, obtendo o menor valor médio de MFE com o uso de EA via solo (3,87 g planta⁻¹). A massa fresca de estolões na cultivar Albion está de acordo com o esperado, já que esta cultivar é considerada como neutra, ou seja, não responde ao fotoperíodo, apresentando menor emissão de estolões (SHAW, 2004).

TABELA 1.2 – Massa fresca média de estolões (g planta⁻¹) de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. Pinhais, UFPR, 2009.

Cultivares (T)	Tratamentos (Ti)				Médias (T)
	EA via solo	EA via foliar	EA alternado	Testemunha	
Albion	3,87 A d	8,23 A cd	4,23 A cd	4,10 A d	5,11
Camarosa	15,13 B cd	6,70 B cd	19,08 AB c	30,15 A bc	17,77
Camino Real	23,18 B bc	40,01 A b	6,87 C cd	23,71 B bc	23,44
Campinas	35,63 A b	14,33 B cd	12,95 B cd	15,57 B cd	19,62
Dover	67,31 B a	40,15 C b	100,90 A a	39,28 C bc	61,91
Toyonoka	79,92 A a	75,87 A a	82,06 A b	72,25 A a	77,53
Tudla-Milsey	38,47 A b	1,45 B d	1,28 B d	4,34 B d	11,39
Ventana	30,51 AB bc	19,09 B c	20,61 B c	38,43 A b	27,16
Médias (Ti)	36,75	25,73	31,00	28,48	
Coeficiente de variação (CV%) (T)	20,98				
Coeficiente de variação (CV%) (Ti)	20,71				

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

NOTA: EA via solo = Extrato de alga aplicado ao solo, a partir do plantio, a cada 20 dias; EA via foliar = Extrato de alga aplicado às folhas, a cada 20 dias; EA alternado = Extrato de alga aplicado de forma alternada no solo e nas folhas, a cada 20 dias; Testemunha = sem aplicação.

Na cultivar Camarosa, a menor MFE ocorreu em plantas submetidas à aplicação de EA via foliar, EA via solo e EA alternado, com valores médios iguais entre si, de 6,70 g planta⁻¹, 15,13 g planta⁻¹ e 19,08 g planta⁻¹, respectivamente (TABELA 1.2). Em Camino Real, o tratamento EA alternado promoveu uma redução significativa na MFE emitidos, com uma média de 6,87 g planta⁻¹, valor estatisticamente inferior aos demais tratamentos. Este resultado está de acordo com a produtividade obtida na cultivar Camino Real (Tabela 1.1), onde o tratamento EA alternado promoveu a maior produtividade em relação aos demais tratamentos.

Na cultivar Campinas, houve uma menor MFE em plantas submetidas à aplicação de EA alternado, EA via foliar e na testemunha, com valores médios de 12,95 g planta⁻¹, 14,33 g planta⁻¹ e 15,57 g planta⁻¹, respectivamente. Em Dover, a

testemunha e o tratamento EA via foliar proporcionaram as menores MFE, com valores médios de 39,28 g planta⁻¹ e 40,15 g planta⁻¹, sendo estas médias iguais entre si e inferiores aos demais tratamentos. A cultivar Toyonoka não respondeu aos tratamentos, apresentando média de 72,25 g planta⁻¹, para a característica MFE. Em Tudla-Milsey, observou-se as menores MFE nos tratamentos EA alternado (1,28 g planta⁻¹), EA via foliar (1,45 g planta⁻¹) e testemunha (4,34 g planta⁻¹), sendo estatisticamente inferiores ao tratamento EA via solo (38,47 g planta⁻¹). A menor MFE apresentada pela cultivar Ventana ocorreu com a aplicação de EA via foliar (19,09 g planta⁻¹), diferindo de forma significativa somente quando comparada à MFE observada na testemunha (38,43 g planta⁻¹) (TABELA 1.2).

TABELA 1.3 - Número médio de frutos (frutos planta⁻¹) de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. Pinhais, UFPR, 2009.

Cultivares (T)	Tratamentos (Ti)				Médias (T)
	EA via solo	EA via foliar	EA alternado	Testemunha	
Albion	20,92 AB d	18,58 B de	25,08 A b	21,75 AB cd	21,58
Camarosa	29,33 A bc	32,33 A b	27,83 A b	28,00 A b	29,37
Camino Real	29,43 B bc	32,93 AB b	35,25 A a	28,93 B b	31,63
Campinas	28,25 C c	37,83 B b	29,08 C b	42,68 A a	34,46
Dover	40,00 B a	45,00 A a	40,00 B a	47,25 A a	43,06
Toyonoka	12,25 A e	14,75 A e	15,50 A c	16,67 A d	14,79
Tudla-Milsey	34,18 A b	25,18 B c	26,08 B b	26,25 B bc	27,92
Ventana	21,42 A d	24,25 A cd	23,50 A b	23,33 A bc	23,13
Médias (Ti)	26,97	28,85	27,79	29,36	
Coeficiente de variação (CV%) (T)					7,14
Coeficiente de variação (CV%) (Ti)					7,81

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

NOTA: EA via solo = Extrato de alga aplicado ao solo, a partir do plantio, a cada 20 dias; EA via foliar = Extrato de alga aplicado às folhas, a cada 20 dias; EA alternado = Extrato de alga aplicado de forma alternada no solo e nas folhas, a cada 20 dias; Testemunha = sem aplicação.

Com relação aos tratamentos testados (TABELA 1.2), a aplicação de EA via solo proporcionou uma menor MFE nas cultivares Albion (3,87 g planta⁻¹) e Camarosa (15,13 g planta⁻¹), dentre as cultivares avaliadas. Como resposta ao tratamento EA via foliar, ocorreram as menores MFE em plantas das cultivares Tudla-Milsey (1,45 g planta⁻¹), Camarosa (6,70 g planta⁻¹), Albion (8,23 g planta⁻¹) e Campinas (14,33 g planta⁻¹), em ordem crescente, sem diferenças entre si. A aplicação de EA alternado resultou em menor MFE na cultivar Tudla-Milsey (1,28 g planta⁻¹), todavia, sem diferir significativamente das cultivares Albion (4,23 g planta⁻¹), Camino Real (6,87 g planta⁻¹)

e Campinas (12,95 g planta⁻¹). Na testemunha, as cultivares Albion (4,10 g planta⁻¹) e Tudla-Milsey (4,34 g planta⁻¹) apresentaram a menor MFE, sem diferir da média obtida para a MFE da cultivar Campinas (15,57 g planta⁻¹).

Em relação ao número de frutos colhidos (NFC) (Tabela 1.3), a cultivar Albion apresentou desempenho superior à aplicação via foliar quando submetida à aplicação de EA alternado, com um valor médio de NFC de 25,08 frutos planta⁻¹, sem diferir dos tratamentos EA via solo (20,92 frutos planta⁻¹) e da testemunha (21,75 frutos planta⁻¹). A cultivar Camarosa não respondeu aos tratamentos com EA testados, apresentando um valor médio de NFC de 29,37 frutos planta⁻¹. Em Camino Real, o NFC foi superior em plantas tratadas com EA alternado (35,25 frutos planta⁻¹), sem diferir do tratamento EA via foliar (32,93 frutos planta⁻¹).

A cultivar Campinas apresentou um maior NFC na ausência do EA, sendo o valor médio do tratamento testemunha (42,68 frutos planta⁻¹) superior aos demais tratamentos testados. A cultivar Dover mostrou um maior NFC nos tratamentos testemunha (47,25 frutos planta⁻¹) e EA via foliar (45,00 frutos planta⁻¹), diferindo significativamente dos demais tratamentos testados (TABELA 1.3). A cultivar Toyonoka não respondeu aos tratamentos testados, demonstrando um valor médio de NFC de 14,79 frutos planta⁻¹. Na cultivar Tudla-Milsey, o maior NFC ocorreu em plantas tratadas com EA via solo (34,18 frutos planta⁻¹), diferindo dos demais tratamentos testados. A cultivar Ventana não respondeu aos tratamentos testados, obtendo um valor médio de NFC de 23,13 frutos planta⁻¹.

Com relação aos tratamentos testados, a aplicação de EA via solo e EA via foliar proporcionaram um maior NFC na cultivar Dover, com valores de 40,00 frutos planta⁻¹ e 45,00 frutos planta⁻¹, respectivamente, diferindo das demais cultivares avaliadas frente a estes tratamentos. Como resposta ao tratamento EA alternado, ocorreu um maior valor de NFC em plantas das cultivares Dover (40,00 frutos planta⁻¹) e Camino Real (35,25 frutos planta⁻¹), sem diferenças entre si. Na testemunha, as cultivares Dover (47,25 frutos planta⁻¹) e Campinas (42,68 frutos planta⁻¹) apresentaram o maior NFC, com valores iguais entre si e superiores aos obtidos nas demais cultivares.

A análise de variância revelou efeito significativo ($p < 0,01$) somente para o fator cultivar quando analisadas as variáveis massa média (MM), diâmetro equatorial (D_{eq}) e diâmetro longitudinal (D_L) (ANEXO 2) de frutos tratados com EA.

A característica massa média de fruto está diretamente relacionada com o tamanho do fruto, portanto, constitui-se como uma das características de grande

importância agrônômica. A produção de frutos grandes facilita a colheita, bem como o processo de embalagem, além de possuírem maior valor de mercado. Desta forma, proporcionam maiores ganhos ao produtor (CONTI et al, 2002).

Os frutos das cultivares Ventana, Camino Real, Albion e Camarosa apresentaram MM iguais entre si, com valores de 18,29 g, 18,24 g, 18,22 g e 16,05 g, respectivamente (TABELA 1.4). Dentre os tratamentos testados, o uso de EA via solo proporcionou uma MM de frutos de 14,56 g, não diferindo dos demais tratamentos.

Apesar da ausência de significância para os tratamentos testados, observou-se que frutos das cultivares Camino Real (19,49 g), Dover (11,64 g) e Ventana (19,66 g), no presente experimento, obtiveram valores de MM superiores a aqueles obtidos por Camargo (2008) em cultivo orgânico, sendo estes de 10,55g, 9,61g e 13,01g, respectivamente.

TABELA 1.4 - Massa média de frutos (g) de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. Pinhais, UFPR, 2009.

Cultivares (T)	Tratamentos (Ti)				Médias (T)
	EA via solo	EA via foliar	EA alternado	Testemunha	
Albion	16,76	18,99	18,10	19,02	18,22 a
Camarosa	15,98	17,31	14,37	16,53	16,05 ab
Camino Real	19,49	18,87	18,01	16,57	18,24 a
Campinas	9,85	9,07	8,95	9,38	9,31 c
Dover	11,64	10,36	11,47	10,00	10,87 c
Toyonoka	12,75	11,59	14,66	11,73	12,68 bc
Tudla-Milsey	10,97	9,80	10,55	11,05	10,59 c
Ventana	19,06	19,66	16,69	17,76	18,29 a
Médias (Ti)	14,56 A	14,46 A	14,10 A	14,01 A	
Coeficiente de variação (CV%) (T)		10,94			
Coeficiente de variação (CV%) (Ti)		11,74			

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

NOTA: EA via solo = Extrato de alga aplicado ao solo, a partir do plantio, a cada 20 dias; EA via foliar = Extrato de alga aplicado às folhas, a cada 20 dias; EA alternado = Extrato de alga aplicado de forma alternada no solo e nas folhas, a cada 20 dias; Testemunha = sem aplicação.

Ao avaliarem cultivares de morango em sistema orgânico, Castro et al. (2003) obtiveram MM de frutos para as cultivares Dover e Campinas, de 7,74 g e 7,76 g, respectivamente. Ou seja, valores de massa média inferiores ao obtidos neste experimento em plantas tratadas com EA (Tabela 1.4).

Considerando a classificação, de acordo com a MM de frutos estabelecido por Souza (1972), os frutos das cultivares testadas podem ser considerados graúdos (>

14g), com exceção das cultivares Campinas, Dover, Toyonoka e Tudla-Milsey, que enquadram-se na classificação para frutos do tipo especial (8 a 14g) (Tabela 4).

TABELA 1.5 – Diâmetro equatorial médio (D_{eq} – mm) de frutos de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. Pinhais, UFPR, 2009.

Cultivares (T)	Tratamentos (Ti)				Médias (T)
	EA via solo	EA via foliar	EA alternado	Testemunha	
Albion	36,44	34,96	34,68	37,54	35,91 a
Camarosa	34,45	35,80	34,80	34,95	35,00 ab
Camino Real	36,96	36,97	37,27	36,30	36,88 a
Campinas	27,18	26,69	26,03	26,03	26,48 c
Dover	30,24	30,23	29,31	27,27	29,26 bc
Toyonoka	32,38	31,30	33,72	31,88	32,32 abc
Tudla-Milsey	27,79	27,57	27,24	26,89	27,37 c
Ventana	36,96	39,29	37,35	37,90	37,88 a
Médias (Ti)	32,80 A	32,85 A	32,55 A	32,35 A	
Coeficiente de variação (CV%) (T)	6,78				
Coeficiente de variação (CV%) (Ti)	6,47				

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

NOTA: EA via solo = Extrato de alga aplicado ao solo, a partir do plantio, a cada 20 dias; EA via foliar = Extrato de alga aplicado às folhas, a cada 20 dias; EA alternado = Extrato de alga aplicado de forma alternada no solo e nas folhas, a cada 20 dias; Testemunha = sem aplicação.

TABELA 1.6 – Diâmetro longitudinal médio (D_L – mm) de frutos de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. Pinhais, UFPR, 2009.

Cultivares (T)	Tratamentos (Ti)				Médias (T)
	EA via solo	EA via foliar	EA alternado	Testemunha	
Albion	44,50	43,51	43,10	45,14	44,06 a
Camarosa	38,52	40,23	38,89	40,55	39,55 abc
Camino Real	41,50	40,93	41,00	41,59	41,26 abc
Campinas	32,80	31,55	30,96	30,94	31,56 c
Dover	37,51	37,70	36,04	34,91	36,54 abc
Toyonoka	36,78	35,12	38,59	36,57	36,77 abc
Tudla-Milsey	34,26	31,93	32,96	31,13	32,57 bc
Ventana	42,95	42,99	41,17	38,97	41,52 ab
Médias (Ti)	38,60 A	38,00 A	37,84 A	37,48 A	
Coeficiente de variação (CV%) (T)	6,08				
Coeficiente de variação (CV%) (Ti)	6,58				

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

NOTA: EA via solo = Extrato de alga aplicado ao solo, a partir do plantio, a cada 20 dias; EA via foliar = Extrato de alga aplicado às folhas, a cada 20 dias; EA alternado = Extrato de alga aplicado de forma alternada no solo e nas folhas, a cada 20 dias; Testemunha = sem aplicação.

Quanto à variável D_{eq} , a Tabela 1.5 indica que frutos das cultivares Ventana, Camino Real, Albion, Camarosa e Toyonoka, apresentaram as maiores médias de D_{eq} , sendo estes de 37,88 mm, 36,88 mm, 35,91 mm, 35,00 mm e 32,32 mm, respectivamente. Considerando os tratamentos testados, a maior média de D_{eq} foi obtida em frutos originados de plantas submetidas à aplicação de EA via foliar, sendo esta de 32,85 mm, que não diferiu das demais. Em relação à variável D_L , os resultados apresentados na Tabela 1.6 demonstram que frutos das cultivares Campinas (31,56 mm) e Tudla-Milsey (32,57 mm) obtiveram D_L inferiores aos das demais cultivares, que não diferiram entre si. Considerando os tratamentos testados, a maior média de D_L foi obtida em frutos originados de plantas submetidas à aplicação de EA via solo, com uma média de 38,60 mm, não diferindo dos demais tratamentos.

Os resultados obtidos no presente experimento estão de acordo com os obtidos por Miranda-Stalder et al. (1990), onde as variáveis diâmetro equatorial (D_{eq}) e diâmetro longitudinal (D_L) não foram afetadas pelos tratamentos à base de EA (Tabelas 1.5 e 1.6). Entre as cultivares, todas apresentaram-se dentro do padrão de classificação (PBMH, 2009), com diâmetro médio acima de 25mm (Tabela 1.5). Entretanto, em estudo de El-Motty et al. (2010), onde foram testados tratamentos à base de extrato de algas e leveduras, foi observado o aumento da massa média, diâmetro equatorial e longitudinal de frutos de manga na cultivar Keittel.

Os resultados encontrados no presente experimento divergem daqueles obtidos por Washington (1999), onde os produtos à base de extrato de algas, Maxicrop® (*Ascophyllum nodosum*) e Seasol® (*Durvillaea potatorum*), não promoveram diferenças significativas no cultivo do morangueiro. Em estudo realizado por Masny et al. (2004) em duas cultivares de morangueiro, a aplicação foliar dos produtos à base de extrato de algas Kelpak SL (*Ecklonia maxima*) e Goemar BM 86® (*Ascophyllum nodosum*) aumentaram significativamente o rendimento na cultivar Elkat, sem afetar a produtividade da cultivar Salut. Resultados semelhantes foram observados no presente experimento, onde certas cultivares foram afetadas positivamente e outras não responderam às aplicações de EA. No presente experimento, as cultivares testadas apresentaram respostas diferenciadas, relativas a cada modo de aplicação do EA. Isto demonstra que, de acordo com a variável e cultivar analisada, o uso de EA pode resultar em respostas positivas ou negativas, podendo inclusive não causar alterações significativas nas variáveis estudadas.

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 de mais

fácil identificação 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. Isto pode explicar a diversidade dos resultados encontrados, já que as condições necessárias ao bom desempenho das cultivares foram atendidas durante o período de condução do experimento. 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 (LEITE, 2004).

Analisando os efeitos do EA sobre o cultivo, os resultados podem ser atribuídos a mudanças no metabolismo vegetal, concordando com os relatos na literatura, nos quais a aplicação de extrato de algas ocasionou aumento e crescimento das plantas, pela melhoria do desempenho metabólico (LYNN, 1972; CSIZINSZKY, 1984; NELSON; VAN STADEN, 1984; TEMPLE; BOMKE, 1989).

De acordo com Taiz e Zeiger (2004), o aumento nos níveis de nutrientes na solução do solo, permite o aumento na eficiência do sistema radicular na absorção, entretanto, este processo depende da capacidade de desenvolvimento do sistema radicular e de absorção pelos mesmos. Estas características estão diretamente ligadas à característica genética de cada cultivar e sua adaptação à região de cultivo.

A pulverização foliar reduz o tempo entre a aplicação e a absorção pela planta. Neste modo de aplicação, os nutrientes são absorvidos pelas folhas por meio da cutícula por difusão, tornando-se prontamente disponíveis ao metabolismo vegetal (TAIZ; ZEIGER, 2004). O tratamento EA alternado pode ter promovido uma sinergia entre os processos ocorridos no sistema radicular e parte aérea, proporcionando melhores resultados em algumas variáveis e cultivares por reunir os dois modos de aplicação. As aplicações foliares de fertilizantes permitem a pronta disponibilidade de nutrientes à planta quando comparadas às fertilizações via solo (MARSCHNER, 1986).

O EA contém ácido algínico que, adsorvido à argila, promove a estabilidade da suspensão (ZAVORKHINA; BEN'KOVSKII, 1958). Os alginatos são carboidratos, chamados de hidrocolóides, por serem capazes de controlar o comportamento da água. Quando íons divalentes, como o cálcio, são adicionados ao ácido algínico, ocorre a formação de géis insolúveis, que no solo, são quebrados em cadeias menores formando géis com cálcio (BLUNDEN, 1991). Desta forma, a aplicação de EA via solo pode ter favorecido a aeração e a estrutura, agindo como condicionador do solo.

Os extratos de algas apresentam em sua formulação oligoelementos na forma de quelatos orgânicos, formados por um íon metálico e uma molécula orgânica (BRADY; WEIL, 2000). Este tipo de ligação permite que o quelato permaneça na solução do solo até que entre em contato com a raiz, sendo então absorvido pela planta. O EA utilizado no presente experimento contém manitol, encontrado na composição da alga marinha *Ascophyllum nodosum*, um açúcar que atua como agente quelante (SAIT, 2009), o qual pode ter atuado no processo de absorção dos tratamentos EA via solo e EA alternado.

As diferentes taxas de propagação do morangueiro podem ser atribuídas às diferenças genéticas entre clones e cultivares, às diferenças ambientais e de sistemas de cultivo e ao manejo da cultura. A produção de estolão é um caráter genético e, portanto, característico de cada clone ou cultivar (TWORKOSKI et al., 2001; SERÇE; HANCOCK, 2005), entretanto, os resultados indicam que, no presente experimento, as cultivares foram afetadas pelos tratamentos com EA testados.

Além de nutrientes, o extrato da alga *Ascophyllum nodosum* contém um complexo de compostos reguladores vegetais, que apresentam efeito hormonal em plantas cultivadas, sendo compostos por auxinas (ácido indol acético), giberelinas (GA_3 e GA_4), citocininas (trans-zeatina ribosídeo, dihidrozeatina, dihidrozeatina ribosídeo) e ácido abscísico; bem como aminoácidos, ácidos orgânicos, carboidratos e vitaminas, extraídos da própria alga (NORRIE, 2008). Os compostos presentes no EA atuam como reguladores de crescimento, e podem estar envolvidos nas respostas obtidas para a MFE apresentadas pelas cultivares, em relação às diferentes formas de aplicação testadas.

O comportamento diferenciado observado entre os fatores envolvidos pode ser resultante do metabolismo da síntese de alguns compostos no sistema radicular e parte aérea. As auxinas são produzidas na parte aérea e transportadas em direção à raiz, já as citocininas são sintetizadas na extremidade das raízes e transportadas de modo ascendente pelo xilema até a parte aérea, juntamente com água e sais minerais absorvidos pelo sistema radicular. Estes compostos exercem papel importante na regulação fonte-dreno, afetando a partição de fotossintatos por controlarem o crescimento do dreno, e outros processos de desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A aplicação direta de citocininas em gemas axilares de diversas espécies promove o estímulo da divisão celular e o crescimento destas gemas, e o aumento da concentração do composto na planta causa a redução da dominância apical (TAIZ; ZEIGER, 2004), o que possivelmente explica a maior MFE em algumas cultivares

submetidas às aplicações com EA via solo e alternado. O tratamento EA via foliar, de modo geral, obteve a menor MFE.

Os órgãos das plantas são alterados morfológicamente pela aplicação de biofertilizantes, de forma que o crescimento e o desenvolvimento são promovidos ou inibidos, o que influencia ou modifica os processos fisiológicos, e exerce controle da atividade meristemática (RODRIGUES, 2008). A emissão precoce de estolões atrasa o crescimento da coroa, além de reduzir a quantidade de assimilados disponíveis para o crescimento das inflorescências e dos frutos (JANISCH et al., 2008). Considerando os resultados obtidos frente às diferentes formas de aplicação, pode-se concluir que o uso de *Ascophyllum nodosum*, foi capaz de reduzir a MFE produzida em algumas cultivares, favorecendo assim o período de frutificação destas.

Entretanto, em certas cultivares, o uso de EA promoveu maior MFE, um resultado interessante a aqueles que tenham como objetivo a produção de mudas de morangueiro. Os estolões são prolongamentos de tecido meristemático, apresentando gemas ou nós de onde se originam as raízes (CAMARGO et al., 1974) e conseqüentemente, uma nova coroa que dará origem à muda de morangueiro. Sendo assim, de acordo com a cultivar, o uso do EA pode ser direcionado a fim de se obter um maior número de mudas durante um ciclo, o que pode resultar em maiores ganhos ao produtor.

Como já citado, o EA possui substâncias com ação similar à dos reguladores vegetais, tais como, auxinas, giberelinas e citocininas. Também apresentam aminoácidos em sua composição (NORRIE, 2008). As plantas têm a capacidade de absorver aminoácidos provenientes de aplicações exógenas (WATANABE et al., 1990). Os aminoácidos são benéficos para as plantas durante todo o ciclo, participando de diferentes processos fisiológicos e bioquímicos, tais como: síntese de proteínas; a formação de fitohormônios; a regulação do balanço hídrico nas plantas, e como moléculas quelantes de íons necessários à nutrição das plantas, entre outras funções (ALVES, 2000).

A auxina é produzida no pólen, endosperma e embrião de sementes em desenvolvimento, sendo o estímulo inicial para o crescimento do fruto a polinização. A partir daí, ocorre o estabelecimento do fruto, onde este dependerá de auxinas produzidas nas sementes em desenvolvimento. Além de regular o desenvolvimento de gemas florais, a concentração de auxinas promove o desenvolvimento do fruto, induzindo a diferenciação vascular. O Boro é um micronutriente de papel fundamental na fecundação de frutos, atuando no estímulo à formação do tubo polínico (TAIZ;

ZEIGER, 2004). As auxinas presentes no EA podem ter sido eficientes no desenvolvimento de frutos e na melhoria da polinização. Os autores Kulk (1995) e Adam (1999), relatam que o aumento da frutificação com o uso de EA pode se dar provavelmente pelo maior número de grãos de pólen produzidos.

Em alguns casos, as giberelinas podem participar deste processo, causando o estabelecimento e o crescimento de alguns frutos, assim como a auxina. A giberelina é responsável pelo alongamento quanto à divisão celular, causando o aumento do comprimento celular e do número de células, quando aplicadas de forma exógena (TAIZ; ZEIGER, 2004). Entretanto, o efeito das giberelinas parece não ter sido pronunciado, haja visto, não terem ocorrido diferenças significativas nas variáveis massa média (TABELA 1.4), diâmetro equatorial (TABELA 1.5) e diâmetro longitudinal (TABELA 1.6) de frutos originados de plantas tratadas com EA.

Os efeitos promovidos pelas citocininas incluem a inibição ou estímulo de diversos processos fisiológicos e bioquímicos nos vegetais. Em associação às auxinas, e em função da razão citocinina:auxina, estão envolvidas no processo de crescimento e diferenciação, incluindo a divisão celular, dominância apical, formação de órgãos, retardamento de quebra da clorofila, desenvolvimento de cloroplastos e manutenção da juvenildade de órgãos vegetais (CROZIER et al., 2000). Ainda, regulam a abertura e fechamento de estômatos, o desenvolvimento das gemas e brotações, a mobilização de nutrientes e a expressão gênica (VIEIRA; MONTEIRO, 2002).

No extrato da alga *Ascophyllum nodosum* foi observada a presença, dentre outras, da citocinina zeatina ribosídeo ($66 \mu\text{g.g}^{-1}$) e isopentinil adenina (IPA) ($4 \mu\text{g.g}^{-1}$), sendo considerada uma alta concentração (ZHANG; ERVIN, 2004). Possivelmente, os efeitos observados na característica NFC se devam à formação de fitohormônios, ou pelo melhor uso da concentração endógena já existente, estimulada pelo uso de EA. As citocininas influenciam no movimento de nutrientes para a folha, podendo ser criada uma nova relação fonte-dreno (TAIZ; ZEIGER, 2004), ocasionando um maior número de frutos.

Considerando que houve efeito dos tratamentos sobre as diferentes cultivares testadas quanto ao NFC (TABELA 1.3), considera-se que podem ter ocorrido alterações no metabolismo hormonal das cultivares avaliadas. Desta forma, a presença de certos nutrientes na formulação dos tratamentos utilizados pode ter colaborado para uma maior efetividade na polinização e estabelecimento de frutos.

A aplicação de biofertilizantes como o EA, via solo ou foliar, permite maior disponibilidade de compostos reguladores vegetais em sua área de síntese, aumentando a disponibilidade do composto para uso nos processos metabólicos vegetais (TEIXEIRA, 2009).

2.4. CONCLUSÕES

- A aplicação de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* promoveu diferenças significativas sobre as características produtividade, massa fresca de estolões e número de frutos.
- Foi observado um comportamento diferenciado entre as cultivares testadas, sendo os resultados variáveis de acordo com o tratamento ao qual cada cultivar foi submetida.
- Os tratamentos que permitiram a obtenção de maiores produtividades, menor massa fresca de estolões e maior número de frutos foram a aplicação alternada de extrato de alga via solo e foliar, e o tratamento via foliar.
- A aplicação de extrato de alga via solo promoveu a redução da massa fresca de estolões na cultivar Albion.
- Recomenda-se o uso de extrato de alga no cultivo de Camino Real, Dover e Camarosa devido à excelente produtividade apresentada por estas cultivares no experimento, e por terem se destacado quanto ao tamanho e número de frutos colhidos.

2.5. REFERÊNCIAS

ACADIAN AGRITECH. **Ciência das Plantas**, 2009. Disponível em: <<http://www.acadianagritech.ca/portuguese/PSansA.htm>>. Acesso em: 21 maio 2009.

ADAM, M. S. The promotive effect of Cyanobacterium (*Nostoc muscorum*) on the growth of some crop plants. **Acta Microbiologica Polonica**, v. 48, n. 2, p. 163-171. 1999.

ALEXANDER, A. Optimum timing of foliar nutrient sprays. In: _____;(ed.). **Foliar fertilization**: Proceedings of the First International Symposium on Foliar Fertilization. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1985, p. 44-60.

ALVES, N. A. J. Utilização de aminoácidos na Agricultura. **Boletim Rural**, out. 2000, p. 3.

ANTUNES, L. E. C., REISSER JÚNIOR, C. Produção de morangos. **Jornal da Fruta**, 38, Lages, v. 15, n. 191, p. 22-24, 2007.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Programa de Análise de Resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA)**, Brasília, abr. 2009. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/home/agrotoxicotoxicologia>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

BLUNDEN, G. Agricultural uses of seaweeds and seaweed extracts. In: GUIRY, M. D.; BLUNDEN, G. **Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential**. (Publ.) John Wiley and Sons, Chichester, 1991, p. 65-81.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elements of the Nature and Properties of Soil**. Prentice Hall, Upper Saddle River, 2000, p. 427-428.

CAMARGO, L. S.; SCARANARI, H. J.; IGUE, T. Efeito do tipo de mudas na produção de morangueiro. **Bragantia**, Campinas, v. 33, n. 3, p. 23-31, 1974.

CARVALHO, S. P. **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: FAEMG, 2006, 160 p.

CAMARGO, L. K. P. **Produtividade, caracterização físico-química e análise sensorial de frutos de morangueiro obtidos de diferentes sistemas de cultivo**.

81f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Guarapuava, Paraná, 2008.

CARVALHO, S. P. Dados confirmam que cultivo de morango cresce cada vez mais na agricultura. **Universidade Federal de Viçosa**, Minas Gerais, Coordenadoria de Educação Aberta e a Distância. Disponível em: <<https://www2.cead.ufv.br/espacoProdutor/scripts/>>. Acesso em: 26 ago. 2011.

CASTRO, R. L.; CASALI, V. W. D.; BARRELLA, T. P.; SANTOS, R. H. S.; CRUZ, C. D. Produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 227-230, 2003.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Comparação de caracteres morfológicos e agronômicos com moleculares em morangueiros cultivados no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 419-423, 2002.

CROZIER, A.; KAMIYA, Y.; BISHOP, G.; YOKOTA, T. Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In.: BUCHANAN, B. B.; GRISSEN, W.; JONES, R.L. (eds.). **Biochemistry and Molecular Biology of Plants**, American Society of Plant physiologists, Rockville, Maryland, 2000, p.850-894.

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

DAROLT, M. R. Comparação da qualidade do alimento orgânico com o convencional. In: STRIGHETA, P. C.; MUNIZ, J. N. **Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação**. 1 ed. Viçosa: UFV, 2003, p. 289-312.

EL-MOTTY, E. Z. A.; SHAHIN, M. F. M.; EL-SHIEKH, M. H.; EL-MIGEED, M. M. M. Effect of algae extract and yeast application on growth, nutritional status, yield and fruit quality of Keitte mango trees. Horticultural Crops Technology Department, Cairo, Egypt. **Agriculture and Biology Journal of North America**, v. 1, n. 3, p. 421-429. 2010.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006, 306p.

ERIS, A.; SIVRITEPE, H. O.; SIVRITEPE, N. The effects of seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract on yield and quality criteria in peppers. **Acta Horticulturae**, n. 412, 1995, p.185-192.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT: Agricultural Production / strawberry**. 2008. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 15 ago. 2009.

FEIBERT, E. B. G., SHOCK, C. C.; SAUNDERS, L. D. Nonconventional additives leave onion yield and quality unchanged. **HortScience**, v. 38, n. 3, p. 381-386, 2003.

GIMÉNEZ, G. **Seleção e propagação de clones de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. 119f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

GODOY, R. C. B. de; OLIVEIRA, M. I. de. Agrotóxicos no Brasil: Processo de registro, Riscos à saúde e Programas de monitoramento. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 2004, 30 p. (Documento 134).

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/>>. Acesso em: 20 out. 2010.

JANISCH, D. I.; OLIVEIRA, C.; COCCO, C.; ANDRIOLO, J. L.; ERPEN, L.; VAZ, M. A. B. Produção de frutos do morangueiro em diferentes épocas de plantio em Santa Maria, RS. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 1975-1978, 2008.

KARNOK, K. J. **Promises, promises: can biostimulants deliver?** Golf Course Management. Blacksburg, v. 68, p. 67-71, 2000.

KULK, M. M. The potential for using Cyanobacteria (blue-green algae) and algae in the biological control of plant pathogenic bacteria and fungi. **European Journal of Plant Pathology**, v. 101, n. 6, p. 585-599, 1995.

LYNN, B. L. **The effects of extracts of seaweed, *Ascophyllum nodosum*, on nutriente uptake and growth characteristics of sweet peppers, *Capsicum annum***. MS Thesis, Clemson University, Clemson, S.C. 1972.

LONG, E. **The importance of biostimulants in turfgrass management**. 2006. Disponível em: <<http://www.golfenviro.com/Article%20Archive/Biostimulants-Roots.htm>>. Acesso em: 30 jun. 2009.

MACHADO, J. C. Morangueiro. 1985. In: MAGNABOSCO, M. C.; GODOY, W. I.; MAZZARO, S.; CITADIN, I.; FARINACIO, D.; BORSATI, F.; BORSATI, F.; Avaliação das características químicas de seis cultivares de morangueiro na região sudoeste do Paraná. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, 48. Resumos.

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 64**, 18 dez. 2008. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/>>. Acesso em: 19 ago. 2009.

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 7**, de 17 de maio de 1999. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/>>. Acesso em: 19 ago. 2009.

MASNY, A.; BASAK, A.; ZURAWICZ, E. Effects of foliar application of Kelpak SL and Goemar BM 86 preparations on yield and fruit quality in two strawberry cultivars. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 12, p. 23-27, 2004.

MICHIGAN STATE UNIVERSITY - MSU. **Department of Agricultural Economics**. Department of Crop and Soil Sciences. MSTAT-C: microcomputer statistical program. Version: 2.1. 1989.

MIERS, D. J.; PERRY, M. W. Organic materials applied as seed treatments or foliar sprays fail to increase grain yield of wheat. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 26, p. 367-373, 1986.

MIRANDA-STALDER, S. H. G.; APPEZZATO-DA GLÓRIA; CASTRO, P. R. C. Efeitos de reguladores de crescimento nas características organográficas e na produtividade do morangueiro 'Sequóia'. **Anais**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; v. 47, n. 2, p. 317-334, 1990.

NELSON, W. R.; VAN STADEN, J. The effect of seaweed concentrato on growth of nutriente-stressed, greenhouse cucumbers, **HortScience**, v. 19, p. 81-82, 1984.

NESI, C. N.; GROSSI, R.; VERONA, L. A. F. Desempenho de cultivares de morangueiro em cultivo orgânico no Oeste Catarinense. In: IV SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, III ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 4, **Anais...Pelotas**: Embrapa Clima Temperado, 2008. p.124.

NORRIE, J. **Advances in the use of Ascophyllum nodosum seaplant extracts for crop production**. Laboratory and Field Research. Acadian Seaplants Ltd., Dartmouth, Nova Scotia, Canada. 2008. Disponível em: <<http://www.fluidfertilizer.com/>>. Acesso em: dez. 2010.

OLIVEIRA, M. A. C.; SANTOS, A. M. Classificação, Botânica, Origem e Evolução. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Eds.). **Morango: produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, p.40-41,(Frutas do Brasil, 40).

PAGOT, E.; HOFFMANN, A. Pequenas frutas. In: I SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, Vacaria, RS. **Anais**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2003, p. 7-15, (Documentos, 37).

PINTO, P. A. C.; SANTOS, N. G. N.; GERMINO, G. F. S.; DEON, T. D.; SILVA, A. J. Eficiência agrônômica de extratos concentrados de algas marinhas na produção da alface em Neossolo Flúvico. 2010. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2 (Suplemento - CD Rom), jul. 2010.

PBMH – PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA. **Normas de Classificação de Morango**. São Paulo: CEAGESP. Documentos, 33. 2009.

PINHEIRO, S. L. G. As perspectivas da agricultura orgânica em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, n. 14, p. 65-67, 2001.

PRIMEIRA PÁGINA. **Morango sem agrotóxico**. 2006. Disponível em: <www.univas.edu.br/univas/>. Acesso em 10 nov. 2009.

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

REBELO, J. A.; BALARDIN, R. S. **A cultura do morangueiro**. 3° ed., Florianópolis: EPAGRI, Boletim Técnico, n. 46, 1997, 44p.

REICHERT, L. J.; MADAIL, J. C. M. Morango – Produção. **Embrapa Clima Temperado**, Pelotas, RS, 2003, 81 p., (Frutas do Brasil; 40).

RODRIGUES, J. D. **Biorreguladores, aminoácidos e extratos de algas: verdades e mitos**. International Plant Nutrition Institute (INPI), Jornal Informações Agrônômicas, n. 122, junho, p. 15-17. 2008.

RONQUE, E.R.V. **A cultura do morangueiro**. Curitiba: EMATER-PR, 1998. 206p.

SAIT, G. Kelp Help. 2009. In: ANDERSON, G., **Seaweed extract shows improved fruit quality at McLaren Vale Vineyard trial**, Australian & New Zealand Grapegrower and Winemaker, New Zealand: Australia, n. 548, sep. 2009. Disponível em: <http://www.winebiz.com.au/gwm/back_issues.asp>. Acesso em: 10 nov. 2009.

SERÇE, S.; HANCOCK, J.F. The temperature and photoperiod regulation of flowering and runnering in the strawberries, *Fragaria chiloensis*, *F. virginiana*, and *F. x ananassa*. **Scientia Horticulturae**, v. 103, p. 167–177, 2005.

SHAW, D.V. Strawberry production systems, breeding and cultivars in California. In: Simpósio Nacional do morango, 2; Encontro de pequenas frutas e frutas nativas, 1., 2004, Pelotas. Palestras. Pelotas: **EMBRAPA CLIMA TEMPRADO** (Documentos, 124) p. 15-20, 2004.

SIMEPAR. Temperatura média, precipitação mensal e umidade relativa. Pinhais: SIMEPAR, 2010. (Arquivo Eletrônico Word for Windows).

SOUZA, E.F. O morango e sua padronização: classificação de produtos. **Gleba**, Rio de Janeiro, v.16, p.6-8, 1972.

STADNIK, M.J. **Potencial biotecnológico de algas para uso agrícola**. Oficina de trabalho potencial biotecnológico das macroalgas marinhas. Angra dos Reis, RJ. p. 13, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Artmed, 3 ed., 2004. 719p.,

TEIXEIRA, N. T. Bioestimulantes aumentam o nível de energia das plantas?. **Revista Campo & Negócios**, Uberlândia, Ano V, n. 69, 2009. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/antiores/>>. Acesso em: 21 julho 2009.

TEMPLE, W. D.; BOMKE, A. A. Effects of kelp (*Macrocystis integrifolia* and *Ecklonia maxima*) foliar applications on bean crop growth. **Plant and Soil**, v. 117, n. 1, p. 85-92. 1989.

THIMÓTEO, A.; RESENDE, J. T. V.; GONÇALVES, W. M.; RESENDE, F. V.; NASCIMENTO, I. R.; FARIA, M. V. Expectativa de retorno e risco da produção de morangos no município de Guarapuava – PR. In: 46º Congresso Brasileiro de Olericultura, Goiânia, **Horticultura Brasileira** – Suplemento CD – Rom, v. 24., 2006.

TOURTE, L., BUGG, R. L.; SHENNAN, C. Foliar-applied seaweed and fish powder do not improve yield and fruit quality of organically grown processing tomatoes. **Biological Agriculture and Horticulture**, v. 18, n. 1, p. 15-27. 2000.

TWORKOSKI, T.J.; BENASSI, T.E; TAKEDA, F. The effect of nitrogen on stolon and ramet growth in four genotypes of *Fragaria chiloensis* L. **Scientia Horticulturae**, v. 88, p. 97-106, 2001.

VIEIRA, E. L.; MONTEIRO, C. A.. Hormônios vegetais. In: CASTRO, P. R. C.; SENA, J. O. A.; KLUGE, R. A. **Introdução à fisiologia do desenvolvimento vegetal**. Maringá: Eduem, 2002, cap. 6, p. 79-104.

WASHINGTON, W. S.; ENGLEITNER, G.; BOONTJES, G.; SHANMUGANTHAN, N. Effect of fungicides, seaweed extracts, tea tree oil, and fungal agents on fruit rot and yield in strawberry. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 39, n. 4, p. 487-494. 1999.

WATANABE, K.; UMEDA, M.; FUJINO, M.; MORI, T.; SUMIDA, K. Autoradiograms of organic and inorganic compounds absorbed by roots and leaves of tomato. **Bulletin of the Hyogo Prefectural Agricultural Institute**, n.38, p. 89-96, 1990.

ZAVORKHINA, N. A.; BEN'KOVSKII, V. K. The mechanism of stabilisation of clay suspensions by algal extract. **Kolloid Zhur**, n. 20, p. 436-43. 1958.

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

3. CAPÍTULO II – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FRUTOS DE MORANGUEIRO PROVENIENTES DE CULTIVARES SUBMETIDAS À APLICAÇÃO DE EXTRATO DE ALGA

Resumo - O presente trabalho teve como objetivo determinar algumas características físico-químicas de frutos de oito cultivares (Albion, Camarosa, Camino Real, Campinas, Dover, Toyonoka, Tudla-Milsey e Ventana) de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) produzidas em sistema orgânico de cultivo, submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum*. O experimento foi conduzido na área de Olericultura Orgânica do Centro de Estações Experimentais do Canguiri, (CEEx), UFPR, região metropolitana de Curitiba (RMC). Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas compostas por oito cultivares e as subparcelas por três tratamentos com o extrato de algas e uma testemunha. Os tratamentos aplicados foram: T1 – Extrato de alga 29% aplicado ao solo a cada 20 dias na dose de 2,0 L ha⁻¹, a partir do plantio; T2 – Extrato de alga 29% aplicado às folhas na dose de 2,0 L ha⁻¹, a cada 20 dias; T3 - Aplicação alternada de Extrato de alga 29% no solo e nas folhas na dose de 1L ha⁻¹ em cada aplicação, a cada 20 dias; T4 - Testemunha, sem aplicação. As análises físico-químicas ocorreram no Laboratório de Pós-colheita da Universidade Federal do Paraná, localizado no CEEx Canguiri, PR, em três determinações. Foram avaliadas as características sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, pH, açúcares redutores, antocianinas e vitamina C. A aplicação do extrato de alga promoveu diferenças significativas sobre todas as características físico-químicas avaliadas. Foi observado um comportamento diferenciado entre as cultivares testadas, sendo os resultados variáveis de acordo com o tratamento ao qual cada cultivar foi submetida. Os tratamentos que permitiram a obtenção de teores mais elevados das variáveis físico-químicas avaliadas foram a aplicação alternada de extrato de alga via solo e foliar, e o tratamento com aplicação via solo isolada. Os teores de sólidos solúveis e acidez titulável ficaram dentro do limite estabelecido para comercialização. A relação SS/AT demonstrou que os frutos apresentaram ótimo balanço entre açúcares e acidez, característicos de frutos com sabor suave. A cultivar Camino Real destacou-se pelo teor de açúcares redutores e antocianinas dos frutos, merecendo destaque também, a cultivar Campinas pelo teor de vitamina C. Recomenda-se o uso de extrato de alga no cultivo das cultivares Albion, Campinas e Camino Real por terem apresentado melhores propriedades pós-colheita.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*. Agricultura orgânica. Biofertilizantes. Reguladores vegetais. *Ascophyllum nodosum*.

CHAPTER II – PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF FRUITS OF STRAWBERRY CULTIVARS SUBMITTED FROM THE APPLICATION OF SEAWEED EXTRACT

Abstract - This experiment aimed to evaluate some physico-chemical characteristics in fruits of eight cultivars (Albion, Camarosa, Camino Real, Campinas, Dover, Toyonoka, Tudla-Milsey and Ventana) of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) produced in organic system of cultivation, submitted to applications of the seaweed *Ascophyllum nodosum* extract. This experiment was conducted in the organic olericulture area of Canguiri experimental farm-UFPR, in the metropolitan area of Curitiba-PR (RMC). Was used a randomized design in a split-plot with three replications, the plots was composed of eight cultivars and subplots for three treatments with seaweed extract and a control. The treatments were: T1 - Seaweed Extract 29% applied to the soil every 20 days at a dose of 2.0 L ha⁻¹, starting from the planting, T2 – Seaweed extract 29% applied to leaves at a dose of 2.0 L ha⁻¹ every 20 days, T3 – Seaweed extract 29% alternating application on soil and leaves at a dose of 1 L ha⁻¹ in every application, every 20 days; T4 - Control, without application. The physico-chemical analysis occurred in the Postharvest Laboratory at the Federal University of Parana, located in the Canguiri experimental farm, PR, with three determinations. Was evaluated the characteristics soluble solids (SS), titratable acidity (TA), SS/TA ratio, pH, reducing sugar, anthocyanins and vitamin C. The application of seaweed extract promoted significant differences on all physico-chemical characteristics evaluated. Were observed a different behavior between the cultivars tested, with results varying according to the treatment to which each cultivar was submitted. The treatments that allowed to obtain higher levels of physico-chemical variables was the alternating application of seaweed extract on the soil and in the leaves, and the treatment with isolated soil application. The soluble solids and titratable acidity contents were within the limit to commercialization. The ratio SS/TA showed that the fruits have good balance between sugar and acidity, characteristic of fruits with mild flavor. The cultivar Camino Real was highlighted by reducing sugar content of fruits and anthocyanins, with emphasis also to cultivate Campinas for the content of vitamin C. We recommend the use of seaweed extract in the cultivation of Albion, Campinas and Camino Real because they showed better postharvest properties.

Keywords: *Fragaria x ananassa*. Organic agriculture. Biofertilizers. Plant growth regulators. *Ascophyllum nodosum*.

3.1. INTRODUÇÃO

O morango é um fruto que constitui um grande mercado nas principais economias mundiais. Considerando o grupo das pequenas frutas, destaca-se pelo sabor agradável e aspecto atraente. Seu consumo se dá de forma *in natura* (70%) ou industrializado (30%), podendo ser processado de diversas formas (MADAIL et al., 2007). No Brasil, sua produção concentra-se nos Estados de Minas Gerais (56%), Rio Grande do Sul (14%), Paraná (9%) e São Paulo (5%) (IBGE, 2006).

Apesar da grande apreciação de frutos de morango, observou-se a ocorrência de um alto índice de contaminação por produtos químicos utilizados na produção deste cultivo. De 128 amostras analisadas, 50,8% mostraram-se insatisfatórias ao consumo (ANVISA, 2009). Neste sentido, diversas estratégias têm sido utilizadas de forma a atender aos anseios do mercado consumidor, que busca produtos de melhor qualidade e maior segurança alimentar (GODOY; OLIVEIRA, 2004).

Diversos fatores exercem influência nas propriedades químicas e físicas de um produto agrícola, tais como: a cultivar utilizada, tipo de solo, clima da região, ano climático e o sistema de produção (orgânico ou convencional) (DAROLT, 2003). Dentre as características de avaliação da qualidade de frutos de morango, destacam-se a aparência, o sabor e o valor nutritivo. Frutos de morango com sabor aceitável devem apresentar um mínimo de 7,0°Brix de sólidos solúveis e um máximo de 0,8% de ácido cítrico (KADER, 1991).

A agricultura orgânica é uma técnica de produção fundamentada na conservação dos recursos naturais e não utiliza fertilizantes sintéticos de alta solubilidade, agrotóxicos, antibióticos e hormônios sintéticos (SAMINÉZ, 2000). Tem como objetivos o aumento da produtividade, redução de custos de produção e melhoria da qualidade final dos produtos agrícolas (PINHEIRO, 2001). De acordo com Darolt (2001), a viabilidade do cultivo orgânico do morango é comprovada quando considerados os aspectos técnicos, econômicos, sociais e ecológicos.

O cultivo de produtos orgânicos, além da adubação orgânica de solo, utiliza a adubação foliar como complemento. Produtos comerciais à base de extrato de algas são de uso frequente na Europa, para aplicações foliares ou de solo, tanto em sistemas orgânicos como convencionais de produção (MASNY et al., 2004). A alga marinha *Ascophyllum nodosum* é uma das espécies mais pesquisadas no mundo para fins agrícolas (ACADIAN, 2009).

No Brasil, o uso de extrato de algas ocorre na forma de biofertilizante e condicionador de solo (MAPA, 1999). Seu uso é indicado como biofertilizante, bioestimulante e/ou fitoprotetor, na forma seca ou de extrato (STADNIK, 2005). Produtos comerciais à base do extrato da alga *Ascophyllum nodosum* apresentam altos teores de matéria orgânica, aminoácidos, carboidratos e nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, Cu e Zn). A composição inclui promotores de crescimento (fitohormônios, elicitores de resistência e auxiliares do transporte de micronutrientes) e, neste sentido, estimulam o crescimento vegetal e a melhoria da qualidade dos frutos (ACADIAN, 2009). Os frutos são considerados de tamanho uniforme, cores mais intensas, mais resistentes ao transporte e com maior durabilidade pós-colheita (ANASAC, 2006; BIOCAMPO, 2009).

Diversos estudos contemplam o uso de extrato de algas. Quanto a qualidade de frutos, Marangoni et al. (2004) observaram que a pulverização aérea com extrato de algas proporcionou a obtenção de frutos de maçã com coloração mais avermelhada em cultivo orgânico. Em estudo do cultivo da pimenteira, Eris et al. (1995) observaram que o uso do produto Maxicrop® à base de extrato da alga *Ascophyllum nodosum*, ocasionou aumento no teor de sólidos solúveis totais dos frutos e, no teor de clorofila nas folhas de pimenteira. Ao testar o extrato da alga no cultivo da uva Thompson, Norrie e Keathley (2006) obtiveram frutos de melhor qualidade e maior rendimento da cultura.

Os pesquisadores Blunden et al. (1979) observaram um aumento no teor médio de açúcar na beterraba após a aplicação do extrato da alga *Ascophyllum nodosum*. Abdel-Hafeez (2005) obteve aumento no peso, firmeza, sólidos solúveis totais e acidez total em frutos de pêra. Em estudo de Zodape et al. (2008) houve aumento no teor de ácido ascórbico com a pulverização foliar de um fertilizante líquido à base de extrato de algas (*Kappaphycus alvarezii*) no cultivo do quiabo. Em contrapartida, os autores Passam et al. (1995), ao estudarem os efeitos do extrato de alga no cultivo do pepino, não obtiveram melhoria na qualidade dos frutos, incluindo a retenção da cor verde durante o armazenamento.

Apesar dos resultados relatados na literatura para diversas culturas, ainda são escassos estudos que contemplem os efeitos do uso de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* sobre as características físico-químicas de frutos de morango em sistema orgânico. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar algumas características físico-químicas de frutos de morango obtidos de cultivares submetidas a aplicações de extrato de alga.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Caracterização da Área Experimental

O experimento foi conduzido no período de maio a dezembro de 2009, na área de Olericultura Orgânica do Centro de Estações Experimentais do Canguiri - CEEEx, da Universidade Federal do Paraná (UFPR). A área localiza-se no Município de Pinhais, Paraná, na região fisiográfica denominada Primeiro Planalto Paranaense, entre as coordenadas 25°25' de latitude Sul e 49°08' longitude Oeste e a uma altitude de 930 m.

O clima segundo a Classificação de Köppen é subtropical do tipo Cfb. De acordo com o SIMEPAR (2010), as condições climáticas observadas durante o desenvolvimento do experimento são apresentadas na FIGURA 2.

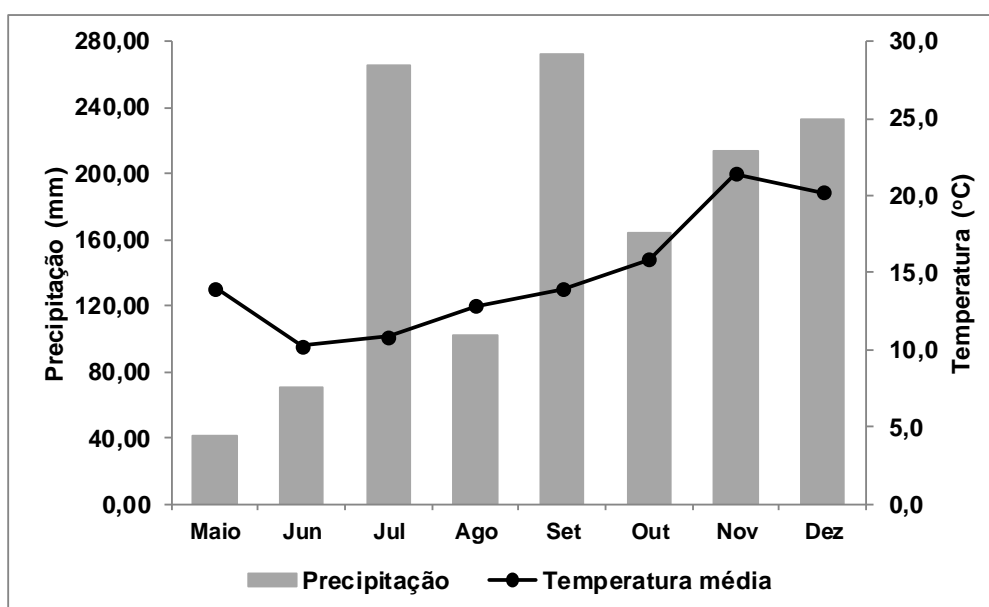


FIGURA 2 - Médias mensais de precipitação e temperatura, SIMEPAR, PINHAIS, PR, MAI/DEZ, 2009.

O solo na área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo álico, de textura argilosa e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006). A análise química foi realizada no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, no Departamento de Solos e Engenharia Agrícola (DESA – UFPR), cuja análise química

na camada de 0 a 15 cm indicou os seguintes valores médios: pH (CaCl₂)= 6,1; pH SMP= 6,4; Al³⁺= 0; H+Al= 3,7 cmolc dm⁻³; Ca²⁺= 7,2 cmolc dm⁻³; Mg²⁺= 3,4 cmolc dm⁻³; K⁺= 1,44 cmolc dm⁻³; P= 158,4 mg dm⁻³; C= 37,4 g dm⁻³; Boro= 0,98 mg dm⁻³; V%= 76 e CTC= 15,74 cmolc dm⁻³.

O preparo do solo da área foi realizado 30 dias antes do plantio, sendo a fertilização de acordo com a recomendação proposta por Rajj et al. (1996) constando de 200 kg ha⁻¹ de termofosfato magnésiano (Yoorin Master 1, com 17% de P₂O₅) e 8 t ha⁻¹ de composto orgânico, o qual foi analisado e indicou os seguintes valores médios N= 14,4 g kg⁻¹; P= 10,6 g kg⁻¹; K= 11,3 g kg⁻¹; Ca= 31,7 g kg⁻¹; Mg= 6,8 g kg⁻¹; C= 384 g kg⁻¹; pH= 7,1; C/N= 27,6.

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas compostas por oito cultivares e as subparcelas por três tratamentos com o extrato de algas (EA), na forma de produto comercial Acadian® (29% de extrato líquido de *Ascophyllum nodosum*), e uma testemunha. A diluição do produto ocorreu de acordo com a dose comercial recomendada para a cultura. O período de aplicação dos tratamentos deu-se de junho a dezembro de 2009, perfazendo um total de oito aplicações, utilizando-se 16L ha⁻¹ de Extrato de Algas por tratamento, estabelecendo os seguintes tratamentos: T1 – EA aplicado ao solo a cada 20 dias, na dose de 2,0 L ha⁻¹, iniciando no momento do plantio; T2 – EA aplicado às folhas a cada 20 dias, na dose de 2,0 L ha⁻¹, iniciando 20 dias após o plantio; T3 - Aplicação alternada de EA no solo e na folha, a cada 20 dias, na dose de 1 L ha⁻¹ em cada aplicação; T4 - Testemunha sem aplicação. A distribuição do EA no solo (30 mL planta⁻¹) foi realizada por meio de pulverizador costal (Montana), em jato dirigido ao colo da planta e sob o *mulch*, enquanto para a aplicação foliar (30 mL planta⁻¹) utilizou-se pulverizador pressurizado com CO₂, com vazão e pressão constante de 3,16 kgf cm⁻².

As mudas das cultivares avaliadas neste projeto tiveram duas procedências. As cultivares Campinas, Dover, Tudla-Milsey e Toyonoka foram provenientes de Guarapuava - Paraná, cultivadas no viveiro do Setor de Olericultura da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO. As mudas das cultivares Albion, Camarosa, Camino Real e Ventana foram fornecidas pela empresa Bioagro - Paraná, importadas do Chile. Antes do plantio, as mudas passaram por uma toaleta, onde foram retiradas as folhas velhas, secas e com sinais de ataque de patógenos, tendo suas raízes aparadas.

Os canteiros com dimensões de 40 m x 1,0 m e espaçados 0,50 m uns dos outros, foram preparados com o auxílio de equipamento rotoencanteirador. O sistema de irrigação foi localizado, com tubos gotejadores contendo furos espaçados em 0,30 m entre si. Aos 30 dias após o plantio (DAP), o solo foi coberto com plástico preto “mulch” de 50 micras (FIGURA 3A). O cultivo foi protegido utilizando estrutura do tipo túnel baixo composta por arcos de polietileno espaçados 1,60 m, com altura de 0,80 m em relação à superfície do solo, cobertos com filme plástico transparente de 100 micras e 2,20 m de largura. Nas extremidades, foram utilizadas estacas para a fixação do plástico (FIGURA 3B).

As mudas de morangueiro de cada cultivar foram distribuídas em fileiras duplas, com espaçamento de 0,30m x 0,30m, totalizando 768 mudas. Os canteiros apresentaram área útil total de 173,9m². As parcelas contendo as cultivares Albion, Camarosa, Camino Real, Campinas, Dover, Toyonoka, Tudla-Milsey e Ventana, foram compostas por 32 plantas, e as subparcelas, de oito plantas. A análise das características agrônômicas e biométricas foram efetuadas considerando quatro plantas úteis centrais de cada subparcela.

Como tratamentos fitossanitários, de acordo com a legislação orgânica, foram aplicados, quando necessário, óleo de Neen para o controle de pulgões, na concentração de 50 mL para 10 L de água, e Bioalho® na concentração de 10 mL para 5 L de água, além de *Beauveria bassiana* para o controle de ácaros. Para o controle preventivo de doenças fúngicas, fez-se o uso de calda à base de sulfato de cobre (0,3%).

3.2.2. Análise das características físico-químicas

Para avaliação das características físico-químicas, em função da diferença no tamanho e massa média dos frutos obtidos, utilizou-se quantidade de frutos suficientes para formar amostra de 300 g. Os frutos colhidos foram avaliados no ponto de maturação maduro, apresentando a superfície 100% vermelho a vermelho-escuro (FIGURA 4). A determinação das variáveis das referidas amostras ocorreu em triplicata. As análises dos teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, pH, açúcares redutores, antocianinas e vitamina C foram realizadas no Laboratório de Pós-colheita da Universidade Federal do Paraná, localizado no Centro de Estações Experimentais do Canguiri (CEEx).



FIGURA 4 - Detalhe da planta e frutos da cultivar Albion no ponto de colheita 100% vermelho. PINHAIS, PR, 2009.

Os resultados obtidos foram submetidos à avaliação de homogeneidade das variâncias dos tratamentos pelo teste de Bartlett (ANEXOS 4 a 6) a 5% de probabilidade de erro. As variáveis cujas variâncias mostraram-se homogêneas tiveram os efeitos dos tratamentos testados por meio do teste F, em uma análise de variância. Quando os resultados revelaram a existência de diferenças estatisticamente significantes entre médias de tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico MSTAT versão 2.10. (MSU, 1989).

3.2.2.1. Sólidos solúveis (SS)

A determinação dos teores de SS foi realizada mediante o uso de refratômetro portátil. Para a calibração prévia do equipamento, foi depositada no prisma uma gota de água destilada, sendo a escala aferida em zero. Os frutos foram centrifugados, sendo depositada sobre o prisma do aparelho uma gota de polpa de morango. Os resultados obtidos foram expressos em graus Brix (°Brix).

3.2.2.2. Acidez Titulável (AT)

A acidez titulável foi determinada por meio de titulometria de neutralização. Neste processo foram utilizados 10 mL de polpa de morango obtidos por

centrifugação, com posterior acondicionamento em erlenmeyer. Foram adicionados a este suco, 90 mL de água destilada e três gotas de fenolftaleína na concentração de 1%. A titulação ocorreu manualmente com utilização de bureta de 25 mL e hidróxido de sódio 0,1 N, com velocidade constante de escoamento, sendo determinado o ponto de viragem da fenolftaleína com auxílio de peagâmetro digital a um pH de 8,1. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) de ácido cítrico.

3.2.2.3. Relação SS/AT

Os valores da Relação SS/AT foram determinados procedendo-se a divisão dos valores encontrados para os teores de sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez titulável (% de ácido cítrico) das amostras analisadas.

3.2.2.4. pH

O pH das amostras foi determinado com o auxílio de peagâmetro digital. Após a calibragem do aparelho com o uso de solução tampão (pH 4,0 e 7,0), os eletrodos foram mergulhados na polpa de morango de cada cultivar submetida aos tratamentos com extrato de alga, sendo feita leitura direta.

3.2.2.5. Açúcares redutores

Para a determinação dos teores de açúcares redutores presentes nas amostras, utilizou-se o método do Dinitrosalicilato (DNS). Foram pesadas em balança analítica amostras de 2 g de polpa de morango, sendo posteriormente diluída em 10 mL de solução tampão em becker. Em seguida, o extrato foi filtrado e transferido para tubos de ensaio marcados, sendo submetidos à centrifugação durante 10 minutos, à velocidade de 12.000 rpm a 4°C. Em seguida, 1,5 mL do sobrenadante foram transferidos para tubos de ensaio, com adição de 1,0 mL do reagente DNS. Os tubos passaram por banho-maria em ebulição por 5 minutos, e foram deixados à temperatura ambiente para resfriamento. O volume foi completado para 10 mL com água destilada e as leituras ocorreram em espectrofotômetro a 540 nm.

3.2.2.6. Antocianinas

A extração dos pigmentos foi realizada de acordo com o método de Francis (1982). Foram adicionados a 1,0 g de polpa de morango, 30 mL de solução extratora composta por etanol 95%: HCl 1,5N (90:10). Posteriormente, o extrato de amostra formado foi homogeneizado em centrífuga por dois minutos na velocidade cinco. O extrato foi então transferido para um balão volumétrico de 50 mL, sendo aferido com a própria solução extratora, e acondicionado durante 24h sob refrigeração a 4°C. O teor de antocianinas totais foi determinado de acordo com o método diferencial de pH (GIUSTI; WROSLTAD, 2001) adaptado por COSTA (2009) para morango. O método utiliza sistemas tampão compostos de cloreto de potássio 0,025 M, em pH 1,0 e acetato de sódio 0,4M, em pH 4,5. Foram adicionados a 5 mL de tampão de cada sistema, 200 µL de extrato de morango. Foram realizadas leituras nos comprimentos de onda máximo do visível ($A_{\lambda_{\text{máx.vis.}}}$) de 520 nm e a 700 nm, em espectrofotômetro. Os resultados foram expressos como concentração de pigmentos anoméricos ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) na forma de pelargonidina-3-glicosídeo (pg-3-gl) (PM = 451,2; ϵ : 15600). Os cálculos ocorreram de acordo com a fórmula:

$$At = \left(\frac{\Delta A \times PM \times 100}{\epsilon \times f} \right)$$

Onde: At = antocianinas, $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ de massa fresca; ΔA = diferença de absorvância, ($A_{\text{pH}1,0} - A_{\text{pH}4,5}$); PM = peso molecular da pelargonidina-3-glicosídeo, 451,2 g; f = fator de diluição, 25x; ϵ = coeficiente de absorvância molar, 15600.

3.2.2.7. Vitamina C

Para a determinação da concentração de vitamina C, foi utilizada a metodologia titulométrica padrão AOAC (1997) para a determinação de ácido ascórbico em suco de frutas, adaptada por Oliveira et al. (2010). Foram pesados em balança analítica 0,5 g de amostra de polpa de morango, e adicionados 50 mL de solução de ácido metafosfórico 1%. A solução foi homogeneizada e centrifugada durante 5 minutos a uma velocidade de 3.000 rpm. O sobrenadante resultante foi utilizado na titulação de solução contendo o indicador 2,6-diclorofenol-indofenol (DCFI). A solução a ser titulada foi composta de 2 mL de indicador DCFI e 18 mL de

água destilada. Em virtude da dificuldade de visualização do ponto final pelo método de Tillmans, a amostra foi acondicionada na bureta para titulação da solução contendo o DCFI e a água destilada. Desta forma, a coloração da solução titulada apresentou-se roxa, clareando gradativamente à medida que foi adicionada a amostra da bureta.

Neste processo, o ácido ascórbico presente na amostra reage com o DCFI, tornando-o incolor. O ponto final da titulação se deu a partir do momento em que a solução titulada apresentou coloração rósea, ou seja, a mesma coloração da solução titulante (amostra), sendo reservado um período de 15 segundos para confirmação do ponto de viragem. O cálculo da quantidade de ácido ascórbico presente na amostra foi determinado aplicando-se a fórmula:

$$C = \left(\frac{p \times c \times 50}{V \times m} \right) \times 100$$

Onde: “C” é a quantidade de ácido ascórbico (mg) presente em 100 g de amostra, “p” é o volume (mL) gasto de solução padrão de ácido ascórbico, cuja concentração é “c” (mg mL⁻¹) na padronização do DCFI. “V” é o volume (mL) de extrato de amostra utilizado durante a titulação e “m” é a quantidade de amostra utilizada na extração.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância (ANEXOS 3 a 5) revelaram que a interação dos fatores cultivar x aplicação de EA foi estatisticamente significativa ($p < 0,01$) para todas as características físico-químicas avaliadas, indicando que seus efeitos não são independentes. Nestas variáveis, os fatores principais, quando analisados de forma isolada, também apresentaram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,01$). A discussão dos possíveis fatores de influência sobre as características avaliadas encontra-se ao final deste capítulo.

No presente experimento, os frutos da cultivar Albion alcançaram um teor de sólidos solúveis (SS) médio superior com a aplicação de EA alternado, sendo este de 7,93 °Brix, quando comparado ao tratamento EA via foliar, sem diferir do teor de SS encontrado em frutos dos tratamentos testemunha (7,88 °Brix) e EA via solo (7,88 °Brix) (TABELA 2.1). Nas cultivares Camarosa, Camino Real e Ventana, os maiores teores de SS foram encontrados em frutos tratados com EA via solo e na testemunha,

com valores de 7,00 °Brix, 7,27 °Brix e 6,92 °Brix, no tratamento via solo e 7,03, 7,12 e 6,72, na testemunha, respectivamente.

A cultivar Campinas apresentou frutos com teor de SS superior com o uso de EA via solo (8,03 °Brix), sendo o valor médio deste tratamento superior ao dos demais (TABELA 2.1). Em Dover, frutos obtidos da testemunha (6,20 °Brix) apresentaram um valor de SS estatisticamente superior quando comparado ao SS obtido nos demais tratamentos, sendo o menor teor de SS obtido em frutos de plantas submetidas à aplicação de EA via solo (4,87 °Brix). Para as cultivares Toyonoka e Tudla-Milsey, o teor de SS dos frutos mostrou-se superior com a aplicação de EA alternado, com valores de 7,30 °Brix e 7,77 °Brix, respectivamente, apresentando diferenças quando comparadas às médias dos demais tratamentos, nas duas cultivares.

TABELA 2.1 – Valores médios do teor de sólidos solúveis (°Brix) de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. Pinhais, UFPR, 2009.

Cultivares (T)	Tratamentos (Ti)				Médias (T)
	EA via solo	EA via foliar	EA alternado	Testemunha	
Albion	7,88 AB a	7,68 B a	7,93 A a	7,88 AB a	7,85
Camarosa	7,00 A c	6,32 B c	6,28 B d	7,03 A c	6,66
Camino Real	7,27 A b	6,72 B b	6,57 B c	7,12 A c	6,92
Campinas	8,03 A a	6,35 C c	6,32 C cd	7,55 B b	7,06
Dover	4,87 D e	5,82 B d	5,35 C e	6,20 A e	5,56
Toyonoka	6,15 C d	5,80 D d	7,30 A b	7,00 B c	6,56
Tudla-Milsey	6,75 B c	6,82 B b	7,77 A a	6,20 C e	6,88
Ventana	6,92 A c	6,32 B c	6,33 B cd	6,72 A d	6,57
Médias (Ti)	6,86	6,48	6,73	6,96	
Coeficiente de variação (CV%) (T)					1,43
Coeficiente de variação (CV%) (Ti)					1,52

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

NOTA: EA via solo = Extrato de alga aplicado ao solo, a partir do plantio, a cada 20 dias; EA via foliar = Extrato de alga aplicado às folhas, a cada 20 dias; EA alternado = Extrato de alga aplicado de forma alternada no solo e nas folhas, a cada 20 dias; Testemunha = sem aplicação.

Com relação aos tratamentos testados, o uso de EA via solo proporcionou maior teor de SS em frutos das cultivares Campinas e Albion, com valores de 8,03 °Brix e 7,88 °Brix, respectivamente, com diferenças significantes quando comparadas às demais cultivares, porém iguais entre si (TABELA 2.1). No tratamento EA via foliar o teor de SS da cultivar Albion foi significativamente superior ao das demais cultivares, alcançando um valor de 7,68 °Brix. Com a aplicação de EA alternado, observou-se um teor de SS de frutos estatisticamente superior em frutos das cultivares Albion (7,93

°Brix) e Tudla-Milsey (7,77 °Brix), com valores iguais entre si e superiores às demais cultivares. Na testemunha, o teor de SS dos frutos da cultivar Albion destacou-se daquele obtido nas demais cultivares, alcançando um valor médio de 7,88 °Brix (TABELA 2.1).

De acordo com Kader (1991), o teor de SS aceitável em frutos de morango é de 7,0 °Brix no mínimo, entretanto, pode variar entre 6 a 9 °Brix em frutos maduros. Os resultados obtidos no presente experimento estão de acordo com este intervalo, com algumas exceções. De acordo com Conti et al. (2002), o mercado consumidor de frutos de morango *in natura* tem preferência por frutos mais doces, entretanto, vale ressaltar que o teor de SS é constituído por açúcares, e sua concentração é variável de acordo com a cultivar, estágio de maturação, clima e manejo adotado (DAROLT, 2001). Sendo assim, observou-se que houve a influência do EA sobre o teor de SS de frutos, entretanto, em algumas cultivares, os tratamentos promoveram a redução dos valores desta variável.

Os frutos da cultivar Albion (TABELA 2.2) alcançaram um valor de acidez titulável (AT) superior aos demais tratamentos com a aplicação de EA via solo, sendo este de 0,58 % de ácido cítrico, sem diferir da AT encontrada em frutos do tratamento EA via foliar (0,53 % de ácido cítrico). Na cultivar Camarosa, a maior AT foi encontrada em frutos do tratamento EA via solo, com valor de 0,74 % de ácido cítrico, diferindo dos demais tratamentos. Os frutos das cultivares Camino Real e Campinas apresentaram valores superiores de AT, em relação aos demais, no tratamento testemunha, com uma AT de 0,84 % de ácido cítrico e 0,71 % de ácido cítrico, diferindo dos demais tratamentos. A cultivar Dover não apresentou diferença significativa entre os tratamentos testados quanto à variável AT, sendo a maior AT desta cultivar de 0,59 % de ácido cítrico.

Na cultivar Toyonoka, observou-se uma maior AT em frutos originados de plantas submetidas à aplicação de EA via solo, de 1,19 % ácido cítrico, sendo que este valor difere daqueles obtidos nos demais tratamentos (TABELA 2.2). Em Tudla-Milsey, a AT dos frutos mostrou-se superior em relação aos demais tratamentos com a aplicação de EA alternado, apresentando um valor de 1,31 % de ácido cítrico. Nesta cultivar, a diferença em relação à testemunha foi de 126% na AT, representando um fruto de elevada acidez, sendo que o limite aceitável é de 0,8% de ácido cítrico (KADER, 1991). Na cultivar Ventana, os maiores valores de AT foram encontrados em frutos originados de plantas submetidas aos tratamentos EA via foliar e EA via solo,

com valores médios de 0,54 % ácido cítrico e 0,47 % ácido cítrico, sendo estes iguais entre si e diferentes dos valores obtidos nos demais tratamentos (TABELA 2.2).

Com relação aos tratamentos testados, o uso de EA via solo proporcionou maior AT em frutos da cultivar Toyonoka, com um valor de 1,19 % de ácido cítrico, diferindo da AT encontrada para as demais cultivares (TABELA 2.2).

No tratamento EA via foliar a AT das cultivares Toyonoka, Camino Real e Tudla-Milsey, foi significativamente superior ao das demais cultivares, alcançando valores de 0,81 % de ácido cítrico, 0,77 % de ácido cítrico e 0,73 % ácido cítrico, respectivamente, iguais entre si e diferentes dos valores obtidos nas demais cultivares. Com a aplicação de EA alternado, observou-se um valor de AT significativamente superior em frutos da cultivar Tudla-Milsey, sendo este de 1,31 % de ácido cítrico, diferindo da média obtida nas demais cultivares. Na testemunha, o teor de AT dos frutos da cultivar Camino Real destacou-se daqueles obtidos nas demais cultivares, alcançando um valor médio de 0,84 % ácido cítrico (TABELA 2.2).

Tabela 2.2 – Valores médios do teor de acidez total titulável (% ácido cítrico) de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. Pinhais, UFPR, 2009.

Cultivares (T)	Tratamentos (Ti)				Médias (T)
	EA via solo	EA via foliar	EA alternado	Testemunha	
Albion	0,58 A d	0,53 AB bc	0,49 B e	0,49 B d	0,52
Camарosa	0,74 A b	0,47 B c	0,52 B de	0,51 B cd	0,56
Camino Real	0,67 C bc	0,77 B a	0,77 B c	0,84 A a	0,76
Campinas	0,58 B cd	0,48 C c	0,55 B de	0,71 A b	0,58
Dover	0,57 A d	0,58 A b	0,59 A d	0,58 A c	0,58
Toyonoka	1,19 A a	0,81 B a	0,87 B b	0,58 C c	0,86
Tudla-Milsey	0,75 B b	0,73 B a	1,31 A a	0,58 C c	0,84
Ventana	0,47 A e	0,54 A bc	0,36 B f	0,37 B e	0,43
Médias (Ti)	0,69	0,61	0,68	0,58	
Coeficiente de variação (CV%) (T)	3,74				
Coeficiente de variação (CV%) (Ti)	3,72				

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

NOTA: EA via solo = Extrato de alga aplicado ao solo, a partir do plantio, a cada 20 dias; EA via foliar = Extrato de alga aplicado às folhas, a cada 20 dias; EA alternado = Extrato de alga aplicado de forma alternada no solo e nas folhas, a cada 20 dias; Testemunha = sem aplicação.

De acordo com os resultados apresentados, observou-se influência do EA sobre a AT de frutos, sendo que as médias mantiveram-se dentro do limite máximo de acidez estipulado para comercialização. Dentre as cultivares avaliadas, somente os valores de AT das cultivares Toyonoka (1,19% de ácido cítrico) e Tudla-Milsey (1,31%

de ácido cítrico) apresentaram-se fora do limite aceitável com a aplicação de EA via solo e EA alternado, respectivamente (TABELA 2.2).

A relação SS/AT ($R_{SS/AT}$) (TABELA 2.3), representa a relação entre o teor de SS e acidez titulável presentes em frutos, fornecendo uma indicação quanto ao sabor do fruto. Esta relação aumenta com o amadurecimento devido ao decréscimo na acidez, permitindo alta relação SS/AT em frutos com baixo teor de SS (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os frutos da cultivar Albion alcançaram um valor de $R_{SS/AT}$ superior aos demais tratamentos com a aplicação de EA alternado, sendo este de 17,07, diferindo dos demais tratamentos testados (TABELA 2.3). Na cultivar Camarosa, a maior $R_{SS/AT}$ foi encontrada em frutos do tratamento EA via foliar, com um valor superior aos obtidos nos demais tratamentos, sendo este de 13,71. Os frutos das cultivares Camino Real e Campinas apresentaram valores superiores na $R_{SS/AT}$, considerando os demais tratamentos, quando originados de plantas tratadas com EA via solo, com valores de 12,46 e 16,36, respectivamente. As cultivares Dover, Toyonoka, Tudla-Milsey e Ventana obtiveram frutos com $R_{SS/AT}$ superiores na testemunha, com valores de 10,96, 11,57, 11,27 e 18,46 respectivamente, diferindo significativamente dos demais tratamentos.

TABELA 2.3 – Valores médios da relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. Pinhais, UFPR, 2009.

Cultivares (T)	Tratamentos (Ti)				Médias (T)
	EA via solo	EA via foliar	EA alternado	Testemunha	
Albion	13,68 C c	16,05 B a	17,07 A b	16,26 B b	15,77
Camarosa	10,44 D e	13,71 A b	12,77 C c	13,33 B c	12,56
Camino Real	12,46 A d	8,89 B f	8,88 B e	9,13 B g	9,84
Campinas	16,36 A a	13,38 B b	11,94 C d	11,70 C d	13,35
Dover	8,67 C g	9,95 B d	8,96 C e	10,96 A f	9,63
Toyonoka	5,30 D h	7,19 C g	8,36 B f	11,57 A de	8,10
Tudla-Milsey	9,50 B f	9,31 B e	5,95 C g	11,27 A ef	9,01
Ventana	15,75 C b	12,46 D c	17,87 B a	18,46 A a	16,14
Médias (Ti)	11,52	11,37	11,47	12,84	
Coeficiente de variação (CV%) (T)	3,88				
Coeficiente de variação (CV%) (Ti)	3,86				

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

NOTA: EA via solo = Extrato de alga aplicado ao solo, a partir do plantio, a cada 20 dias; EA via foliar = Extrato de alga aplicado às folhas, a cada 20 dias; EA alternado = Extrato de alga aplicado de forma alternada no solo e nas folhas, a cada 20 dias; Testemunha = sem aplicação.

Com relação aos tratamentos testados, o uso de EA via solo proporcionou maior $R_{SS/AT}$ em frutos da cultivar Campinas, com um valor de 16,36, diferindo da $R_{SS/AT}$ encontrada para as demais cultivares (TABELA 2.3). No tratamento EA via foliar, a $R_{SS/AT}$ da cultivar Albion foi significativamente superior ao das demais cultivares, alcançando um valor de 16,05, diferindo das demais cultivares. Com a aplicação de EA alternado, observou-se uma $R_{SS/AT}$ significativamente superior, em relação às demais cultivares, em frutos da cultivar Ventana, sendo esta de 17,87 em média. No tratamento testemunha, a cultivar Ventana obteve a maior $R_{SS/AT}$ quando comparada às demais cultivares, com um valor de 18,46 em média (TABELA 2.3).

Considerando o limite mínimo de SS e máximo de AT para comercialização relatado por Kader (1991), temos uma $R_{SS/AT}$ de 8,75. Neste sentido, somente os frutos das cultivares Toyonoka e Tudla-Milsei apresentaram valores abaixo deste índice, sendo de 5,17 e 5,93, respectivamente, com aplicação de E.A via solo e EA alternado. Estes valores são indicativos de frutos com alta acidez, o que pode ser comprovado pelo valor de AT observado nos frutos destas cultivares submetidas aos tratamentos citados (TABELA 2.2).

Os resultados demonstram frutos com $R_{SS/AT}$ próximos de 8,75, e outros bastante acima do recomendado (TABELA 2.3). Um alto valor de $R_{SS/AT}$ é indicativo de excelente combinação entre açúcares e acidez, caracterizando frutos de sabor suave (FERREIRA, 2004). Esta condição entretanto, pode ser confundida em frutos com baixos teores de SS e AT, que resultarão em uma alta $R_{SS/AT}$ porém, com sabor considerado insípido (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No experimento de Camargo (2008) a relação SS/AT dos frutos ficou entre 6,52 e 9,61 para o sistema orgânico, e de modo geral, os valores obtidos foram inferiores aos obtidos no presente trabalho com extrato de algas.

A correta destinação dos frutos de morango para comercialização têm como auxílio a determinação do pH dos mesmos, haja visto, a indústria possuir preferência por frutos mais ácidos, ocorrendo o inverso no mercado consumidor de frutos de morango *in natura* (CONTI et al., 2002). Com relação a esta variável (TABELA 2.4), os frutos da cultivar Albion alcançaram um valor de pH superior com a aplicação de EA alternado, sendo este de 3,33 em média, sem entretanto, diferir da testemunha (3,26). Na cultivar Camarosa, o maior valor de pH foi encontrado em frutos do tratamento EA via solo, com um valor de 3,29, entretanto, este valor não difere daqueles encontrados nos tratamentos EA via foliar (3,29) e testemunha (3,27). Os frutos da cultivar Camino

Real apresentaram valor superior de pH nos tratamentos testemunha (3,28), EA via solo (3,27) e EA via foliar (3,25), com médias iguais entre si.

A cultivar Campinas (TABELA 2.4) obteve frutos com pH superior nos tratamentos EA via solo e EA via foliar, com valores de 3,44 e 3,39, respectivamente, superiores aos demais e iguais entre si. A cultivar Dover não demonstrou diferença significativa entre os tratamentos testados quanto à variável pH, sendo a maior média de pH desta cultivar de 3,30. Na cultivar Toyonoka, observou-se maiores valores de pH em frutos originados de plantas submetidas à aplicação de EA alternado e EA via solo, com médias de 3,46 e 3,44, respectivamente, sendo estas iguais entre si e superiores aos demais tratamentos. Em Tudla-Milsey, o pH dos frutos mostrou-se superior em relação aos demais tratamentos com a aplicação de EA via foliar, apresentando um valor de 3,35. Na cultivar Ventana, o maior valor de pH foi encontrado em frutos originados de plantas submetidas ao tratamento EA via solo, com um valor de 3,44, sendo este superior aos obtidos nos demais tratamentos.

TABELA 2.4 – Valores médios de pH de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. Pinhais, UFPR, 2009.

Cultivares (T)	Tratamentos (Ti)				Médias (T)
	EA via solo	EA via foliar	EA alternado	Testemunha	
Albion	3,25 B b	3,20 B f	3,33 A b	3,26 AB ab	3,26
Camarosa	3,29 A b	3,29 AB cde	3,22 B cd	3,27 AB ab	3,27
Camino Real	3,27 A b	3,25 AB def	3,20 B cd	3,28 A ab	3,25
Campinas	3,44 A a	3,39 A ab	3,24 B cd	3,29 B ab	3,34
Dover	3,22 A b	3,23 A ef	3,18 A d	3,22 A bc	3,21
Toyonoka	3,23 B b	3,44 A a	3,46 A a	3,24 B ab	3,34
Tudla-Milsey	3,24 B b	3,35 A bc	3,27 B bc	3,14 C c	3,25
Ventana	3,44 A a	3,32 B bcd	3,26 B bc	3,31 B a	3,33
Médias (Ti)	3,30	3,31	3,27	3,25	
Coeficiente de variação (CV%) (T)	1,08				
Coeficiente de variação (CV%) (Ti)	1,03				

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

NOTA: EA via solo = Extrato de alga aplicado ao solo, a partir do plantio, a cada 20 dias; EA via foliar = Extrato de alga aplicado às folhas, a cada 20 dias; EA alternado = Extrato de alga aplicado de forma alternada no solo e nas folhas, a cada 20 dias; Testemunha = sem aplicação.

Com relação aos tratamentos testados (TABELA 2.4), o uso de EA via solo proporcionou frutos de pH mais elevado nas cultivares Campinas e Ventana, com média de 3,44 para as duas cultivares, diferindo do pH médio encontrado para as demais cultivares. No tratamento EA via foliar o valor médio de pH da cultivar Toyonoka, foi significativamente superior ao das demais cultivares, alcançando a

média de 3,44, sem diferir entretanto, do pH encontrado em frutos da cultivar Campinas. Com a aplicação de EA alternado, observou-se um valor de pH significativamente superior em frutos da cultivar Toyonoka, de 3,46, sendo este diferente quando comparado aos valores obtidos nos demais tratamentos testados. Na testemunha, a cultivar Ventana apresentou o maior valor de pH, sendo este de 3,31, entretanto, esta média não difere daquelas encontradas em frutos das demais cultivares, com exceção das cultivares Dover e Tudla-Milsey, que obtiveram um pH significativamente inferior, de 3,22 e 3,14, respectivamente. De modo geral, observou-se valores de pH entre 3,14 e 3,46, sendo estes similares aos obtidos por Camargo (2008), que variaram entre 3,50 e 3,77 em frutos obtidos no sistema orgânico.

Os frutos das cultivares Albion, Camino Real, Campinas e Toyonoka apresentaram um teor de açúcares redutores (AR) superior com a aplicação de EA via solo, sendo estes de 5,61 g de açúcar 100 g⁻¹, 6,72 g açúcar 100 g⁻¹, 4,62 g açúcar 100 g⁻¹, e 5,03 g açúcar 100 g⁻¹, respectivamente (TABELA 2.5). Na cultivar Camarosa, o maior teor de AR quando comparadas as diferentes formas de aplicação do EA, foi encontrado em frutos de cultivares submetidas ao tratamento EA via foliar, com um valor de 5,64 g açúcar 100 g⁻¹.

TABELA 2.5 – Valores médios da concentração de açúcares redutores (g açúcar 100g⁻¹) de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato de alga em sistema orgânico de cultivo. Pinhais, UFPR, 2009.

Cultivares (T)	Tratamentos (Ti)				Médias (T)
	EA via solo	EA via foliar	EA alternado	Testemunha	
Albion	5,61 A b	3,67 C f	4,13 B c	4,39 B a	4,45
Camarosa	4,19 C e	5,64 A b	5,04 B b	4,41 C a	4,82
Camino Real	6,72 A a	6,22 B a	3,64 D d	4,03 C ab	5,15
Campinas	4,62 A d	4,29 B cd	2,70 D f	3,74 C bc	3,84
Dover	3,31 C f	4,44 A c	4,06 B c	4,30 AB a	4,03
Toyonoka	5,03 A c	2,99 C f	3,07 C ef	3,51 B c	3,65
Tudla-Milsey	4,56 B de	4,03 C de	6,73 A a	3,70 C bc	4,76
Ventana	4,53 A de	4,34 AB cd	3,45 C de	4,19 B a	4,13
Médias (Ti)	4,82	4,45	4,10	4,03	
Coeficiente de variação (CV%) (T)	3,39				
Coeficiente de variação (CV%) (Ti)	3,45				

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

NOTA: EA via solo = Extrato de alga aplicado ao solo, a partir do plantio, a cada 20 dias; EA via foliar = Extrato de alga aplicado às folhas, a cada 20 dias; EA alternado = Extrato de alga aplicado de forma alternada no solo e nas folhas, a cada 20 dias; Testemunha = sem aplicação.

A cultivar Dover originou frutos com um teor médio de AR superior, em relação aos demais tratamentos, com o uso de EA via foliar (4,44 g açúcar 100 g⁻¹), sem diferir entretanto, da testemunha (4,30 g açúcar 100 g⁻¹). Em Tudla-Milsey, o teor de AR dos frutos mostrou-se superior em relação aos demais tratamentos com a aplicação de EA alternado, apresentando uma média de 6,73 g açúcar 100 g⁻¹ (TABELA 2.5). Na cultivar Ventana, o maior teor de AR foi encontrado em frutos originados de plantas submetidas ao tratamento EA via solo, com um valor de 4,53 g açúcar 100 g⁻¹, todavia, a média do tratamento não difere daquela obtida com o uso de EA via foliar.

Com relação aos tratamentos testados (TABELA 2.5), o uso de EA via solo e EA via foliar proporcionaram maiores teores de AR em frutos da cultivar Camino Real, com valores de 6,72 g açúcar 100 g⁻¹ e 6,22 g açúcar 100 g⁻¹, respectivamente, diferindo significativamente das demais cultivares.

Com a aplicação de EA alternado, observou-se um teor de AR significativamente superior em frutos da cultivar Tudla-Milsey, de 6,73, em relação às demais cultivares. Na testemunha, as cultivares Camarosa (4,41 g açúcar 100 g⁻¹), Albion (4,39 g açúcar 100 g⁻¹), Dover (4,30 g açúcar 100 g⁻¹), Ventana (4,19 g açúcar 100 g⁻¹) e Camino Real (4,03 g açúcar 100 g⁻¹), obtiveram médias significativamente iguais entre si.

Em estudo comparativo de três cultivares de morangueiro em manejo convencional, Krivorot e Dris (2002) obtiveram um teor médio de AR de 6,45 g de açúcar 100g⁻¹ amostra, discordando da média geral obtida no presente experimento, de 4,35 g de açúcar 100g⁻¹. Entretanto, em experimento realizado na região de Guarapuava – PR, Camargo (2008) observou que o teor de AR foi influenciado pelo sistema de cultivo adotado, apresentando frutos com um teor médio inferior no sistema orgânico, com uma média geral de 4,97 g de açúcar 100g⁻¹ amostra. Este resultado é similar, porém superior, ao obtido no presente experimento realizado em Pinhais – PR, com o uso de EA no sistema orgânico de cultivo do morangueiro, e esta diferença pode ser justificada pelo uso de diferentes fontes de nutrientes, características próprias de cada cultivar e localidade de cultivo.

Para a característica antocianinas (TABELA 2.6), os frutos da cultivar Albion apresentaram um teor superior com a aplicação de EA via foliar e na testemunha, com valores de 57,85 mg de pg-3-gl 100g⁻¹ e 55,44 mg de pg-3-gl 100g⁻¹, respectivamente, sendo estes diferentes dos obtidos nos demais tratamentos testados. Na cultivar Camarosa, o maior teor de antocianinas quando comparados os diferentes

tratamentos, foi encontrado em frutos da testemunha, com valor de 69,90 mg de pg-3-gl 100g⁻¹, diferindo dos demais tratamentos.

As cultivares Camino Real e Dover obtiveram teores de antocianinas superiores em relação aos demais tratamentos com o uso de EA via solo, com um valor de 89,18 mg de pg-3-gl 100g⁻¹, para ambas as cultivares. Os frutos das cultivares Campinas, Ventana e Tudla-Milsey, apresentaram teores de antocianinas superiores, em relação aos demais tratamentos com o tratamento EA alternado, com valores de 50,62 mg de pg-3-gl 100g⁻¹, 61,92 mg de pg-3-gl 100g⁻¹ e 65,08 mg de pg-3-gl 100g⁻¹, respectivamente.

TABELA 2.6 – Valores médios do teor de antocianinas (mg de pg-3-gl 100g⁻¹) de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. Pinhais, UFPR, 2009.

Cultivares (T)	Tratamentos (Ti)				Médias (T)
	EA via solo	EA via foliar	EA alternado	Testemunha	
Albion	45,79 B c	57,85 A b	21,69 C d	55,44 A c	45,19
Camarosa	64,74 B b	50,62 C c	53,03 C b	69,90 A b	59,57
Camino Real	89,18 A a	77,13 B a	53,03 C b	77,13 B a	74,12
Campinas	16,87 D e	43,38 B d	50,62 A b	21,69 C f	33,14
Dover	89,18 A a	55,44 C b	43,38 D c	77,13 B a	66,28
Toyonoka	-	-	-	-	-
Tudla-Milsey	40,97 B d	43,38 B d	65,08 A a	32,82 C d	45,56
Ventana	19,28 D e	55,44 B b	61,92 A a	26,51 C e	40,79
Médias (Ti)	52,29	54,75	49,82	51,52	
Coeficiente de variação (CV%) (T)	2,70				
Coeficiente de variação (CV%) (Ti)	2,75				

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). (-): não avaliada.

NOTA: EA via solo = Extrato de alga aplicado ao solo, a partir do plantio, a cada 20 dias; EA via foliar = Extrato de alga aplicado às folhas, a cada 20 dias; EA alternado = Extrato de alga aplicado de forma alternada no solo e nas folhas, a cada 20 dias; Testemunha = sem aplicação.

Com relação aos tratamentos testados (TABELA 2.6), o uso de EA via solo proporcionou a obtenção de um valor superior no teor de antocianinas, em relação aos demais tratamentos, em frutos das cultivares Camino Real e Dover, com teores médios iguais de 89,18 mg de pg-3-gl 100g⁻¹. No tratamento EA via foliar o teor de antocianinas de frutos da cultivar Camino Real, foi significativamente superior ao das demais cultivares, alcançando o valor de 77,13 mg de pg-3-gl 100g⁻¹. Com a aplicação de EA alternado, observou-se um teor de antocianinas significativamente superior em frutos das cultivares Tudla-Milsey e Ventana, de 65,08 mg de pg-3-gl 100g⁻¹ e 61,92

mg de pg-3-gl 100g⁻¹, respectivamente, em relação às demais cultivares (TABELA 2.6). Na testemunha, as cultivares Camino Real e Dover obtiveram valores significativamente superiores no teor de antocianinas de frutos, sendo estes iguais (77,13 mg de pg-3-gl 100g⁻¹) e superiores aos valores obtidos nas demais cultivares.

Os frutos das cultivares Albion e Camarosa apresentaram teores de vitamina C (TABELA 2.7) médios iguais entre si, com o uso de EA via foliar e na testemunha, sendo estes valores de 32,35 mg de vit. C 100g⁻¹ e 31,67 mg de vit. C 100g⁻¹, em Albion, e 32,04 mg de vit. C 100g⁻¹ e 30,84 de mg vit. C 100g⁻¹, em Camarosa, respectivamente. Os frutos da cultivar Camino Real apresentaram um valor superior para o teor de vitamina C, em relação aos demais, no tratamento testemunha, com um teor de 31,99 mg de vit. C 100g⁻¹. Na cultivar Campinas, o maior teor de vitamina C foi encontrado em frutos do tratamento EA alternado, com um valor de 40,40 mg de vit. C 100g⁻¹, diferindo dos demais tratamentos.

TABELA 2.7 – Valores médios do teor de vitamina C (mg vit. C 100g⁻¹) de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. Pinhais, UFPR, 2009.

Cultivares (T)	Tratamentos (Ti)				Médias (T)
	EA via solo	EA via foliar	EA alternado	Testemunha	
Albion	29,00 B cd	32,35 A b	30,28 AB bc	31,67 A b	30,83
Camarosa	28,44 B cd	32,04 A bc	30,13 AB bc	30,84 A b	30,36
Camino Real	27,42 B d	29,47 B cd	28,91 B cd	31,99 A b	29,45
Campinas	36,79 B a	27,56 C d	40,40 A a	38,15 B a	35,73
Dover	27,46 B d	28,18 AB d	26,97 B d	29,85 A b	28,12
Toyonoka	-	-	-	-	-
Tudla-Milsey	32,71 B b	40,00 A a	32,22 B b	31,62 B b	34,14
Ventana	30,73 AB bc	27,55 C d	32,00 A b	29,67 BC b	29,99
Médias (Ti)	30,36	31,02	31,56	31,97	
Coeficiente de variação (CV%) (T)		3,18			
Coeficiente de variação (CV%) (Ti)		3,19			

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05). (-): não avaliada.

NOTA: EA via solo = Extrato de alga aplicado ao solo, a partir do plantio, a cada 20 dias; EA via foliar = Extrato de alga aplicado às folhas, a cada 20 dias; EA alternado = Extrato de alga aplicado de forma alternada no solo e nas folhas, a cada 20 dias; Testemunha = sem aplicação.

A cultivar Dover obteve frutos com teor de vitamina C superior na testemunha, com um valor de 29,85 mg de vit. C 100g⁻¹, que não difere da média obtida no tratamento EA via foliar (28,18 mg de vit. C 100g⁻¹). Na cultivar Tudla-Milsey, observou-se um maior teor de vitamina C em frutos originados de plantas submetidas

à aplicação de EA via foliar, de 40,00 mg de vit. C 100g⁻¹, diferindo significativamente dos demais tratamentos. Em Ventana, o teor de vitamina C dos frutos mostrou-se superior em relação aos demais tratamentos com a aplicação de EA alternado, apresentando um valor de 32,00 mg de vit. C 100g⁻¹, sem entretanto diferir do tratamento EA via solo, que apresentou um valor de 30,73 mg vit. C 100g⁻¹.

Com relação aos tratamentos testados (TABELA 2.7), o uso de EA via solo, a testemunha e o uso de EA alternado, proporcionaram maiores teores de vitamina C em frutos da cultivar Campinas, com valores de 36,79 mg de vit. C 100g⁻¹, 38,15 mg de vit. C 100g⁻¹ e 40,40 mg de vit. C 100g⁻¹, respectivamente.

Considerando os resultados obtidos, observou-se que as cultivares testadas apresentaram respostas diferenciadas, relativas a cada modo de aplicação do EA. Algumas variáveis analisadas foram afetadas positivamente, enquanto outras não responderam às aplicações do EA ou mostraram-se inferiores quando submetidas aos tratamentos.

Os resultados obtidos no presente experimento discordam dos resultados de Roussos et al. (2009), que ao testarem um composto de extrato de algas comercial (*Ascophyllum nodosum*), não observaram efeito significativo do composto de algas sobre o teor de SS, AT e pH, bem como para a concentração de ácidos orgânicos, carboidratos, e nem sobre o parâmetro cor, apesar de ter ocorrido aumento no teor de antocianina dos frutos. Entretanto, em estudo de Pise e Sabale (2010), foram avaliados os efeitos da aplicação de extrato de algas (*Ulva fasciata*, *Sargassum ilicifolium* e *Gracilaria corticata*) sobre o crescimento e os componentes bioquímicos do feno-grego, em comparação a uma solução nutritiva. Os autores concluíram que os extratos de alga influenciaram na pigmentação fotossintética do feno-grego, bem como, sobre os teores de carboidratos, proteínas, aminoácidos, polifenóis e nitrogênio.

Os resultados apresentados por Roussos et al. (2009) e Pise e Sabale (2010) corroboram a afirmação de Norrie (2008), de que os efeitos com extrato de algas sobre os cultivos são dependentes da cultura e das condições ambientais locais, podendo ser evidenciados em certas cultivares e, em outras não causar alterações. Por sua vez, os resultados obtidos no presente experimento, nas variáveis analisadas, estão de acordo com a literatura pertinente ao uso de extrato de algas sobre os cultivos, corroborando a afirmação feita pelo autor.

De acordo com Norrie (2008), a eficiência do extrato de alga sobre os cultivos é influenciada por diversos fatores incluindo, o modo de aplicação (via solo ou foliar),

concentração da alga presente na formulação, composição do produto formulado, bem como da espécie analisada e suas condições de cultivo.

Quanto à via de aplicação, os efeitos observados podem ter ocorrido em razão da síntese de compostos em diferentes partes vegetais. No tratamento EA via solo, o aumento nos níveis de nutrientes na solução pode ter causado uma maior eficiência do sistema radicular na absorção (TAIZ; ZEIGER, 2004). A aplicação de EA via foliar pode ter promovido efeitos sobre as variáveis analisadas, em razão da pronta disponibilidade de compostos para uso metabólico. Nesta forma de aplicação, a absorção se dá por difusão, reduzindo o tempo entre a aplicação e a absorção pela planta (MARSCHNER, 1986; TAIZ; ZEIGER, 2004). O tratamento EA alternado pode ter promovido a sinergia entre os processos ocorridos no sistema radicular e parte aérea, permitindo em alguns casos, a obtenção de melhores resultados quanto às variáveis e cultivares avaliadas.

Com relação ao EA aplicado no presente experimento, a presença de nutrientes, aminoácidos e compostos reguladores vegetais em sua composição podem ter sido responsáveis por alterações no metabolismo de acúmulo de compostos nos frutos. Os aminoácidos e nutrientes presentes no extrato de algas marinhas desempenham um importante papel na nutrição vegetal e na sua fisiologia, pois provavelmente atuam como ativadores enzimáticos (SAGI et al., 1998). Além disso, a presença de reguladores vegetais em extratos de algas marinhas é capaz de promover alterações nos processos metabólicos vegetais (SENN, 1987). Dentre as funções dos reguladores vegetais, destacam-se a regulação da intensidade e da orientação do crescimento, da atividade metabólica, do transporte, da estocagem e mobilização de materiais nutritivos (LARCHER, 2006).

As citocininas estão envolvidas em muitos processos de desenvolvimento, tais como, a divisão celular, a formação e regeneração de órgãos, a dominância apical, a mobilidade de nutrientes, e a juvenilidade. São transportadas e acumuladas em tecidos tratados com citocininas, e estudos sugerem que esta mobilização de nutrientes possa originar uma nova relação fonte-dreno (TAIZ; ZEIGER, 2004). O EA da alga *Ascophyllum nodosum*, aplicado no presente experimento, contém substâncias tais como a trans-zeatina, dihidrozeatina e dihidrozeatina ribosídeo, capazes de atuar como citocininas, o que pode ter influenciado na mobilidade e acúmulo de compostos nos frutos. De acordo com Salisbury e Ross (1994), os efeitos dos reguladores vegetais dependem da espécie vegetal, da parte da planta, do estágio de

desenvolvimento, da concentração, da interação com outros compostos e dos fatores ambientais envolvidos.

Considerando a tecnologia de produção, o acúmulo de compostos nos frutos pode ter sido influenciado pela presença de túnel baixo no cultivo, pelo desempenho próprio de cada cultivar, pelo sistema de produção orgânico, e também pela fertilização adotada. Dentre diversos estudos, foi observado que as variáveis analisadas no presente estudo podem ter sido influenciadas positivamente pela presença de ambiente protegido no cultivo, pelo sistema de produção orgânico, pelo uso de cobertura na superfície dos canteiros, tipo de irrigação, dentre outras tecnologias, promovendo alterações na concentração de compostos de frutos e hortaliças (LEITE, 2004; COSTA, 2009).

O excesso de chuvas e temperaturas elevadas durante o desenvolvimento e a maturação de frutos tornam os mesmos mais aquosos, com baixos teores de açúcares e ácido ascórbico (BALBINO, 2003), o que possivelmente pode ter influenciado na ocorrência de resultados inferiores em algumas variáveis, principalmente no teor de vitamina C obtido. A colheita de frutos para avaliação ocorreu em Dezembro, e neste período houve a ocorrência de precipitação considerável (233,40 mm de chuva em média) e temperaturas mais elevadas do que nos meses anteriores ($T_{\text{média}}$: 20,1°C) (ANEXO 1). Sob temperaturas mais elevadas, a necessidade hídrica vegetal é aumentada, promovendo maior absorção e translocação de água para manutenção dos frutos. Por ser uma vitamina hidrossolúvel (HALLIWELL, 2001), possivelmente o teor de vitamina C dos frutos foi reduzido em razão do maior teor de água contido no interior dos frutos.

As temperaturas elevadas e a maior radiação do período podem ter contribuído para uma maior síntese de antocianinas, com destino à proteção das células vegetais da radiação UV-B (TAIZ; ZEIGER, 2004). Em morangos, as antocianinas são a classe mais significativa de metabólitos secundários, juntamente com outros fenólicos, como a catequina, o ácido elágico e a quercetina (SAONA-RODRIGUEZ et al., 1998). Além de ser responsável pela cor característica dos vegetais, este flavonóide pode atuar como um regulador endógeno do transporte polar da auxina, promovendo o deslocamento de inibidores de proteínas quinases e fosfatases. As fosfatases atuam na regulação enzimática, expressão gênica e na transdução de sinal, e desta forma, a maior síntese de antocianinas pode ter influenciado no desempenho vegetal, alterando o acúmulo de substâncias nos frutos (TAIZ; ZEIGER, 2004).

3.4. CONCLUSÕES

- A aplicação do extrato da alga *Ascophyllum nodosum* promoveu diferenças significativas nas variáveis físico-químicas avaliadas.
- Foi observado um comportamento diferenciado entre as cultivares testadas, sendo os resultados variáveis de acordo com o tratamento ao qual cada cultivar foi submetida.
- Os tratamentos que permitiram a obtenção de teores mais elevados das variáveis físico-químicas avaliadas foram EA alternado e EA via solo.
- Os teores de sólidos solúveis e acidez titulável ficaram dentro do limite mínimo e máximo estabelecido para comercialização.
- A cultivar Camino Real destacou-se pelo teor de açúcares redutores e antocianinas dos frutos, merecendo destaque também, a cultivar Campinas pelo teor de vitamina C.
- Recomenda-se o uso de extrato de alga no manejo das cultivares Albion, Campinas e Camino Real por terem apresentado melhores propriedades pós-colheita.

3.5. REFERÊNCIAS

ABDEL-HAFEEZ, A. A. Effect of pre-harvest spraying with seaweed extract "Acadian" and active dry yeast on "Le Conte" pear (***Pyrus leconte***, Rehd) fruit quality and cold storability. **Annals of Agricultural Science**, Moshtohor, n. 43, v. 4, p. 1915-1935, 2005.

ACADIAN AGRITECH. **Ciência das Plantas**, 2009. Disponível em: <<http://www.acadianagritech.ca/portuguese/PSansA.htm>>. Acesso em: 21 maio 2009.

ANASAC- Agrícola Nacional. In: MARTINS, D. A.. **Uso de extratos à base de algas para controlar a antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e a ferrugem (*Uromyces appendiculatus*) do feijoeiro**. 41f. Monografia de conclusão - Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Programa de Análise de Resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA)**, Brasília, abr. 2009. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/home/agrotoxicotoxicologia>>. Acesso em: 20 jan. 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the AOAC**. Washington, 1997. v. 2, p. 16-17.

BALBINO, J. M. S. Manejo da colheita e da pós-colheita. In: COSTA, A. F. S.; COSTA, A. N. **Tecnologias para produção de goiaba**. Vitória: INCAPER, p. 285-312, 2003.

BIOCAMPO. Biocampo Desenvolvimento Agrícola S/C Ltda. São Paulo. **Alga Grow®**, 2009. Disponível em: <<http://www.biocampo.com.br>>. Acesso em: 11 julho 2009.

BLUNDEN, G., WILDGOOSE, P. B., NICHOLSON, F.E. The effects of aqueous seaweed extract on sugar beet. **Botanica Marina**, v. 22, n. 8, p. 539-541, 1979.

CAMARGO, L. K. P. **Produtividade, caracterização físico-química e análise sensorial de frutos de morangueiro obtidos de diferentes sistemas de cultivo**. 81F. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Guarapuava, Paraná, 2008.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. 2 ed. ver. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

CONTI, J.H.; MINAMI, K.; TAVARES, F.C.A. Comparação de caracteres morfológicos e agrônômicos com moleculares em morangueiros cultivados no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p.419-423, set. 2002.

COSTA, F. B. da. **Fisiologia e conservação de cultivares de morangos inteiros e minimamente processados**. 126f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2009.

DAROLT, M.R. **Morango: sistema orgânico apresenta viabilidade técnica, econômica e ecológica**. 2001. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/>>. Acesso em: 02 mar. 2009.

DAROLT, M.R. **Comparação da qualidade do alimento orgânico com o convencional**. In: STRIGHETA, P.C.; MUNIZ, J.N. **Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação**. 1 ed. Viçosa: UFV, p. 289-312. 2003.

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 306p., 2006.

ERIS, A.; SIVRITEPE, H.O.; SIVRITEPE, N. The effects of seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract on yield and quality criteria in peppers. **Acta Horticulturae**, n. 412, p.185-192, 1995.

FERREIRA, S. M. R. **Características de qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico comercializado na região metropolitana de Curitiba**. 231f. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2004.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as food colors**. London: Academic Press, p. 181-206, 1982.

GIUSTI, M.M.; WROLSTAD, R.E. Anthocyanins: characterization and measurement with uv-visible spectroscopy. In: WROLSTAD, R.E. **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 2001. Unit. F1.2.1-13.

GODOY, R. C. B. de; OLIVEIRA, M. I. de. Agrotóxicos no Brasil: Processo de registro, Riscos à saúde e Programas de monitoramento. Cruz das Almas: **Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, Documento 134, 2004.

HALLIWELL, B. Review: vitamin C and genomic stability. **Mutation Research**, v. 475, n. 1, p. 29-15, 2001.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/>>. Acesso em: 20 out. 2010.

KADER, A. A. Quality and its maintenance in relation to the postharvest physiology of strawberries. In: DALE, A., LUBY, J. J. (eds.), **The Strawberry into the 21st century**. Portland: Timber Press, p. 145-152, 1991.

KRIVOROT, A.M.; DRIS, R. Shelf life and quality changes of strawberry cultivars. **Acta Horticulturae**, v. 567, n. 2, p. 755-758, 2002.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, p.295-338, 2006.

LEITE, J. B. V. **Coleções de fruteiras e sua importância para o melhoramento genético**. 2004. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br>. Acesso em: 24 de novembro de 2010.

MADAIL, J. C. M.; ANTUNES, L. E.; BELARMINO, L. C.; SILVA, B. A. da.; GARDIN, J. A. Avaliação econômica dos sistemas de produção de morango: convencional, integrado e orgânico. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2007. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado técnico, 181).

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 7, de 17 de maio de 1999. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/> Acesso em: 19 agosto 2009.

MARANGONI, B.; ROMBOLA, A. D.; SORRENTI, G. **Use of natural compounds for plant nutrition and protection in organic farmed orchards**. Bulletin OILB/SROP. 27. v.5. p.129-136. 2004.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition in higher plants**. Academic Press, San Diego, California, 1986.

MASNY, A.; BASAK, A.; ZURAWICZ, E. Effects of foliar application of KELPAK SL and GOEMAR BM 86 preparations on yield and fruit quality in two strawberry cultivars. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 12, p. 23-27, 2004.

MICHIGAN STATE UNIVERSITY - MSU. **Department of Agricultural Economics**. Department of Crop and Soil Sciences. MSTAT-C: microcomputer statistical program. Version: 2.1. 1989.

NORRIE, J., KEATHLEY, J. P. Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine-plant extract applications to Thompson seedless grape production. **Acta Horticulturae**, n. 727, p. 243-248. 2006.

NORRIE, J. **Advances in the use of Ascophyllum nodosum seaplant extracts for crop production**. Laboratory and Field Research. Acadian Seaplants, Dartmouth, Nova Scotia, Canada. 2008. Disponível em: <<http://www.acadianseaplants.com>>. Acesso em: 20 dez. 2010.

OLIVEIRA, R. G. de; GODOY, H. T.; PRADO, M. A. Otimização de metodologia colorimétrica para a determinação de ácido ascórbico em geléias de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 244-249, 2010.

PASSAM, H.C., OLYMPIOS, C.M.; AKOUMIANAKIS, K. The influence of pre and postharvest application of seaweed extract on early production and storage of cucumber. **Acta Horticulturae**. n. 379, p.229-236, 1995.

PINHEIRO, S.L.G. As perspectivas da agricultura orgânica em Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, n.14. p.65-67. 2001.

PISE, N. M.; SABALE, A. B. Effect of seaweed concentrates on the growth and biochemical constituents constituents of *Trigonella foenum-graecum* L. **Journal of Phytochemistry**, v. 2, n. 4, p. 50-56, 2010.

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

ROUSSOS, P. A.; DENAXA, N. K.; DAMVAKARYS, T. Strawberry fruit quality Attributes after application of plant growth stimulating compounds. **Scientia Horticulturae**, v. 119, n. 2, Janeiro, p. 138-146, 2009.

SAGI, M., OMAROV, R. T.; LIPS, S. H.. The Mo-hydroxylases xanthine dehydrogenase and aldehyde oxidase in ryegrass as affected by nitrogen and salinity. **Plant Science**, n. 135, p. 125-135. 1998.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia vegetal**. México: Iberoamérica, 1994, 759p.

SAMINÉZ, T. C. O. Agricultura orgânica: mercado em expansão. **Revista Brasileira Agropecuária**, ano I, n. 9, 2000.

SAONA-RODRIGUEZ, L. E.; GIUSTI, M.; WROLSTAD, R. E. Anthocyanin pigment composition of red-fleshed potatoes, **Journal of Food Science**, v. 63, p. 458-465, 1998.

SENN, T. L., **Seaweed and Plant Growth**. Clemson University, Clemson, SC. 1987

SIMEPAR. **Temperatura média, precipitação mensal e umidade relativa**. Pinhais: SIMEPAR, 2010. (Arquivo Eletrônico Word for Windows).

STADNIK, M. J. Potencial biotecnológico de algas para uso agrícola. **Oficina de trabalho potencial biotecnológico das macroalgas marinhas**. Angra dos Reis, RJ, 2005, p. 13.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3.ed., 2004, 719 p.

ZODAPE, S. T., KAWARKHE, V. J., PATOLIA, J. S., WARADE, A. D. Effect of liquid seaweed fertilizer on yield and quality of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). **Journal of Scientific & Industrial Research**, v. 67, n. 12, p. 1115-1117, 2008.

4. CONCLUSÕES GERAIS E CONSIDERAÇÕES

O mercado consumidor tem mostrado alterações em suas preferências, e observa-se que cada vez mais os consumidores passam a valorizar na decisão de compra, não somente o preço, mas outras questões tais como a qualidade e sanidade dos produtos hortícolas, aliadas a um processo produtivo sustentável, e que faça o uso racional de insumos.

Considerando a alta contaminação encontrada no cultivo do morango, o uso de extratos de algas é capaz de atender à preferência do mercado consumidor, permitindo a obtenção de frutos isentos de resíduos. O uso de algas marinhas na agricultura não é recente, e cada vez mais têm-se buscado a compreensão de seus efeitos biofertilizantes e bioestimulantes sobre os cultivos agrícolas.

O uso do extrato da alga *Ascophyllum nodosum*, nas condições deste experimento, demonstrou seu bom potencial como biofertilizante de ação bioestimulante do desempenho vegetal. O diferencial deste trabalho é o uso exclusivo de extrato de alga marinha no cultivo orgânico do morangueiro, o qual normalmente utiliza adubação orgânica complementar durante seu ciclo, após o transplante.

A aplicação do extrato desta alga promoveu diferenças significativas nas características produtividade, massa fresca de estolões e número de frutos, bem como sobre as variáveis físico-químicas avaliadas. Entretanto, observou-se que o uso de EA promoveu uma resposta diferenciada entre as cultivares testadas, sendo os resultados variáveis de acordo com o tratamento ao qual cada cultivar foi submetida.

As maiores médias de produtividade foram obtidas nas cultivares Camino Real, com aplicação de EA alternado e foliar, e em Camarosa, com aplicação via foliar. A menor emissão de estolões foi observada na cultivar Albion. A cultivar Dover destacou-se quanto ao número de frutos em todos os tratamentos com EA. Os frutos das cultivares Albion, Camarosa, Camino Real e Ventana destacaram-se quanto às variáveis massa média, diâmetro equatorial e diâmetro longitudinal.

Os teores de sólidos solúveis e acidez titulável ficaram dentro dos limites mínimo e máximo estabelecidos para comercialização. Os maiores teores de SS foram obtidos nas cultivares Albion e Campinas, com uso de EA via solo. A relação SS/AT demonstrou que os frutos apresentaram ótimo balanço entre açúcares e acidez, característicos de frutos com sabor suave. O pH demonstrou que os frutos submetidos à aplicação de EA são compatíveis com as exigências do mercado consumidor *in natura*. A cultivar Camino Real apresentou os maiores teores de antocianinas e

açúcares redutores. A maior média geral desta variável foi obtida com a aplicação de extrato de alga via solo. O teor de antocianinas mostrou-se elevado, caracterizando frutos de coloração vermelha bastante pronunciada. A maior média geral neste caso ocorreu com a aplicação de extrato de alga via foliar. Merece destaque a cultivar Campinas, que obteve o maior teor de vitamina C, dentre as cultivares, com a aplicação alternada de extrato de alga.

Os resultados desse trabalho demonstram que os benefícios dos extratos de algas marinhas são dependentes de diversos fatores, podendo ser mais evidentes em certas cultivares que em outras. Os mecanismos de ação dos extratos de algas marinhas sobre os cultivos agrícolas ainda não estão totalmente elucidados, e desta forma, pesquisas com esse foco são de grande interesse na melhoria da produção e qualidade dos produtos hortícolas, com especial interesse no cultivo orgânico, por ser o extrato de alga, um insumo natural.

5. ANEXOS

ANEXO 1 – Análise de variância referente à produtividade total, massa fresca de estolões e número de frutos de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. PINHAIS, PR, 2009.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Quadrado médio		
		Produtividade total (g planta ⁻¹)	Massa fresca de estolões (g planta ⁻¹)	Número de frutos (unid.)
Cultivar	7	178376,885**	7799,235**	14332,999**
Resíduo (a)	16	731,902	51,173	40,792
Aplicação Extrato de alga	3	2750,267**	529,452**	439,76**
Interação Cultivar x Extrato de alga	21	8792,366**	640,803**	658,602**
Resíduo (b)	48	768,135	39,861	77,819
Total	95			
Qui-quadrado (X ²)		16,104 ^{ns}	16,706 ^{ns}	17,274 ^{ns}

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01) - ^{ns} Não significativo

ANEXO 2 – Análise de variância referente à massa média, diâmetro equatorial e diâmetro longitudinal de frutos de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. PINHAIS, PR, 2009.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Quadrado médio		
		Massa média (g planta ⁻¹)	Diâmetro equatorial (mm)	Diâmetro longitudinal (mm)
Cultivar	7	176,359**	237,777**	234,326**
Resíduo (a)	16	2,741	5,367	11,783
Aplicação Extrato de alga	3	1,743 ^{ns}	1,325 ^{ns}	5,313 ^{ns}
Interação Cultivar x Extrato de alga	21	3,693 ^{ns}	2,732 ^{ns}	4,349 ^{ns}
Resíduo (b)	48	2,441	4,458	5,337
Total	95			
Qui-quadrado (X ²)		18,684 ^{ns}	18,689 ^{ns}	15,815 ^{ns}

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01) - ^{ns} Não significativo

ANEXO 3 – Análise de variância referente à concentração de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e relação SS/AT de frutos de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. PINHAIS, PR, 2009.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Quadrado médio		
		Sólidos solúveis (°Brix)	Acidez titulável (%)	Relação (SS/AT)
Cultivar	7	4,867**	0,297**	101,363**
Resíduo (a)	16	0,014	0,000	0,137
Aplicação Extrato de alga	3	1,052**	0,071**	17,624**
Interação Cultivar x Extrato de alga	21	0,870**	0,078**	11,217**
Resíduo (b)	48	0,009	0,001	0,195
Total	95			
Qui-quadrado (X ²)		11,822 ^{ns}	24,829 ^{ns}	19,554 ^{ns}

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01) - ^{ns} Não significativo

ANEXO 4 – Análise de variância referente ao pH e à concentração de açúcares redutores de frutos de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. PINHAIS, PR, 2009.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Quadrado médio	
		pH	Açúcares redutores (g açúcar 100g ⁻¹)
Cultivar	7	0,029**	3,322**
Resíduo (a)	16	0,001	0,022
Aplicação Extrato de alga	3	0,017**	3,157**
Interação Cultivar x Extrato de alga	21	0,016**	2,741**
Resíduo (b)	48	0,001	0,022
Total	95		
Qui-quadrado (X ²)		25,980 ^{ns}	26,236 ^{ns}

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01) - ^{ns} Não significativo

ANEXO 5 – Análise de variância referente ao teor de antocianinas e vitamina C de frutos de oito cultivares de morangueiro submetidas a aplicações de extrato da alga *Ascophyllum nodosum* em sistema orgânico de cultivo. PINHAIS, PR, 2009.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Quadrado médio	
		Antocianinas (mg de pelargonidina-3-glicosídeo 100g ⁻¹)	Vitamina C (mg vit. C 100g ⁻¹)
Cultivar	6	2638,890**	88,051**
Resíduo (a)	14	2,113	1,222
Aplicação Extrato de alga	3	88,062**	10,121**
Interação Cultivar x Extrato de alga	18	943,718**	28,598**
Resíduo (b)	42	1,985	0,989
Total	83		
Qui-quadrado (X ²)		7,930 ^{ns}	7,093 ^{ns}

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01) - ^{ns} Não significativo