

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ECOFISIOLOGIA, RENDIMENTO E
QUALIDADE DE MORANGUEIRO DE DIAS
NEUTROS CV. ALBION EM DIFERENTES
SUBSTRATOS**

ROSIANI CASTOLDI DA COSTA

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Doutora em Agronomia - Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, março de 2012.

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ECOFISIOLOGIA, RENDIMENTO E
QUALIDADE DE MORANGUEIRO DE DIAS
NEUTROS CV. ALBION EM DIFERENTES
SUBSTRATOS**

ROSIANI CASTOLDI DA COSTA

Orientadora: Prof^a. Dra. Eunice Oliveira Calvete

Coorientador: Prof. Dr. Geraldo Luiz Chavarria Lamas Júnior

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Doutora em Agronomia - Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, março de 2012.



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL



A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a tese

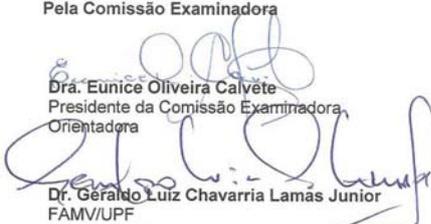
"Ecofisiologia, rendimento e qualidade de morangueiro
de dias neutros cv. Albion em diferentes substratos"

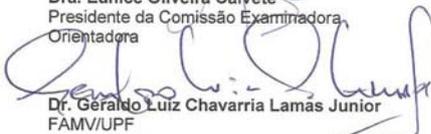
Elaborada por

ROSIANI CASTOLDI DA COSTA

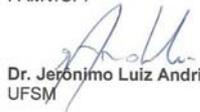
Como requisito parcial para a obtenção do grau de
"Doutor em Agronomia – Área de Produção Vegetal"

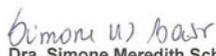
Aprovada em: 23/03/2012
Pela Comissão Examinadora


Dra. Eunice Oliveira Calvete
Presidente da Comissão Examinadora,
Orientadora

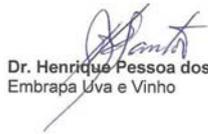

Dr. Geraldo Luiz Chavarria Lamas Junior
FAMV/UPF
Co-orientador


Dr. Alexandre Augusto Nienow
FAMV/UPF


Dr. Jerônimo Luiz Andriolo
UFSM


Dra. Simone Meredith Scheffer Basso
Coordenadora PPGAgro


Dr. Hélio Carlos Rocha
Diretor FAMV


Dr. Henrique Pessoa dos Santos
Embrapa Uva e Vinho

CIP – Catalogação na Publicação

C837e Costa, Rosiani Castoldi da
Ecofisiologia, rendimento e qualidade de
morangueiro de dias neutros cv. albion em diferentes
substratos / Rosiani Castoldi da Costa. – 2012.
150 f. : il. ; 25 cm.

Orientadora: Profª. Dra. Eunice Oliveira Calvete.
Coorientador: Prof. Dr. Geraldo Luiz Chavarría
Lamas Júnior.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade
de Passo Fundo, 2012.

1. Morango - Cultivo. 2. Morango - Produtividade.
3. Fenologia vegetal. 4. Plantas - Desenvolvimento. I.
Calvete, Eunice Oliveira, orientadora. II. Lamas Júnior,
Geraldo Luiz Chavarría, coorientador. III. Título.

CDU: 634.75

Catálogo: Bibliotecária Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569

BIOGRAFIA DO AUTOR

Rosiani Castoldi da Costa nasceu aos 12 dias do mês de junho de 1983, município de Campos Borges, Rio Grande do Sul. É filha de Dorvaldo Gonçalves da Costa e Enair Castoldi da Costa. Estudou até completar o ensino fundamental na Escola Estadual de 1 Grau Belizário de Oliveira Carpes, na localidade de Campina Redonda, município de Espumoso. O ensino médio foi realizado na Escola Estadual de Educação Básica Barão Homem de Mello, em Alto Alegre.

Em janeiro de 2007, formou-se pela Universidade de Passo Fundo-UPF, Passo Fundo/RS em Ciências Biológicas Licenciatura Plena/ Bacharelado. Em março do mesmo ano ingressou no Programa de Pós-graduação da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, cursando Mestrado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, sob orientação da professora Dra. Eunice Oliveira Calvete e coorientação do professor Dr. Flávio Henrique Reginatto.

Atualmente está concluindo o Curso de Doutorado pela já referida universidade na mesma área de concentração, sob orientação da professora Dr. Eunice Oliveira Calvete e coorientação de Geraldo Luiz Chavarria Lamas Júnior.

*Aos meus pais Dorvaldo e Enair,
pela vida, amor, dedicação e exemplos de
respeito, trabalho e perseverança, dedico.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me tornado filha dos Pais que tenho, por fazer parte da família que faço, pela qual, agradeço todos os dias.

Por ele ter colocado pessoas, no decorrer desta caminhada, que contribuíram para minha formação profissional e pessoal, capazes de mostrar novos caminhos e me encorajar, dentre estas, em especial minha orientadora professora Dra. Eunice Oliveira Calvete pela qual tenho muito carinho e admiração.

Ao meu coorientador professor Dr. Geraldo Luiz Chavarria Lamas Júnior pela atenção e envolvimento no trabalho.

Ao Dr. Henrique Pessoa dos Santos, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho pela sua disponibilidade e empréstimo de equipamentos.

Aos funcionários do Setor de Horticultura, Delmar Blatz e Cristiano Santos pela ajuda na condução dos experimentos.

Aos acadêmicos do curso de Agronomia que auxiliaram na parte experimental, Tiago Schulz, Laís Aline DeCosta, Aislam Celso Pazinato, Alexsander Pinto Campagnolo e Rafael Lodéa, pelo convívio, ajuda e companheirismo.

Aos alunos da Pós-graduação, pela ajuda e amizades firmadas que jamais serão esquecidas, Heloísa Ferro Constâncio Mendonça, Alexandre Muller, Ana Paula Cecatto, Jeonice Werle Techio e Marília Silva. A Angélica Reolon da Costa pela amizade, cumplicidade e pelas discussões referentes ao trabalho.

Ao meu namorado Luiz Henrique Bertol pelo carinho, apoio, ajuda e compreensão durante esse período.

Também agradeço ao professor Dr. Florindo Castoldi pelo auxílio nas dúvidas de estatística referentes ao trabalho.

A Universidade de Passo Fundo e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realização do trabalho de doutorado.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pelo conhecimento transmitido.

À Universidade de Passo Fundo pela concessão da bolsa de estudos.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para realização do trabalho, muito obrigada.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO	1
ABSTRACT	4
1 INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 Taxonomia e descrição botânica do morangueiro.....	9
2.2 Importância econômica da cultura.....	12
2.3 Fisiologia-fotoperíodo, temperatura e luz.....	13
2.4 Fenologia.....	14
2.5 Mudanças vernalizadas.....	16
2.6 Produção de frutos.....	18
2.7 Qualidade dos frutos.....	21
2.7.1 Aparência.....	22
2.7.2 Cor.....	23
2.7.3 Teor total de sólidos solúveis.....	24
2.7.4 Acidez titulável (AT) pH.....	25
2.8 Ambiente protegido.....	26
2.8.1 Parâmetros micrometeorológicos.....	26
2.9 Cultivo em substrato.....	31
2.10 Relações hídricas da planta.....	35
2.11 Trocas gasosas foliares.....	38
CAPÍTULO I	40
RESUMO	40
ABSTRACT	42
1 INTRODUÇÃO	44
2 MATERIAL E MÉTODOS	47
2.1 Microclima.....	50
2.2 Análise física do substrato.....	50
2.3 Determinação do potencial da água na folha.....	51
2.4 Trocas gasosas foliares.....	52
2.5 Delineamento experimental e análise estatística.....	53
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
3.1 Microclima.....	54

3.2 Determinação do potencial da água nas folhas e análise física dos substratos.....	56
3.3 Trocas gasosas foliares.....	65
4 CONCLUSÕES.....	71
CAPÍTULO II.....	72
RESUMO.....	72
ABSTRACT.....	74
1 INTRODUÇÃO.....	76
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	79
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	82
4 CONCLUSÕES.....	91
CAPÍTULO III.....	92
RESUMO.....	92
ABSTRACT.....	94
1 INTRODUÇÃO.....	96
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	98
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	102
4 CONCLUSÕES.....	118
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	120
REFERÊNCIAS.....	121
APÊNDICES.....	146

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Potencial da água nas folhas (MPa) de morangueiro cv. Albion cultivado em diferentes substratos aos 212 dias após o transplântio, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010.....	57
2	Potencial da água nas folhas (MPa) de morangueiro cv. Albion cultivado em diferentes substratos aos 449 dias após o transplântio, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010.....	62
1	Fenologia do morangueiro cv. Albion, com e sem vernalização. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2009-2010.....	83
2	Estimativa da área foliar (AF) considerando o comprimento (C), a largura (L) e o produto CxL da folha do morangueiro cv. Albion 547 dias após transplântio. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2011.....	89
1	Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) de frutos do morangueiro cv. Albion, cultivado em diferentes substratos, em ambiente protegido, durante os meses de avaliação. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010/2011.....	113

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página	
1	Vista externa (A) e interna do ambiente protegido com o experimento instalado (B). Irrigação individualizada (C). Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2009 a 2011.....	49
2	Câmara de pressão com detalhe do posicionamento da folha (A) que posteriormente era colocada no cilindro para análise do potencial da água (B).....	51
3	Analisador de gases por radiação infra-vermelha (IRGA) equipado com câmara de topo fechada.....	53
4	Temperaturas (A), umidade relativa do ar (B) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em dias típicos (nublado C e ensolarado D) registradas no ambiente protegido durante os dias (temperatura e UR) e meses (RFA) de avaliação das trocas gasosas foliares da cv. Albion de morangueiro em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2009 a 2011.....	55
5	Características físicas dos substratos após a implantação do experimento (28-08-2009). Passo Fundo/RS, FAMVUPF, 2009.....	61
6	Características físicas dos substratos no final do experimento (18-03-2011). Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2011.....	65
7	Fotossíntese ($A:\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (A) e relação entre condutância estomática ($g_s:\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e transpiração ($E:\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) aos 211 DAT. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010.....	66
8	Fotossíntese ($A:\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (A) e relação entre condutância estomática ($g_s:\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e transpiração ($E:\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) aos 425 DAT. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010.....	69
1	Temperaturas máximas, mínimas e médias registradas no ambiente protegido durante a avaliação da emissão de folhas em mudas vernalizadas (A) e sem vernalização (B). Passo Fundo/RS, FAMV-UPF,	85

	2009.....	
2	Filocrono do morangueiro cv. Albion vernalizada (A) e sem vernalização (B), sob ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2009.....	86
3	Relação entre o comprimento (A), a largura (B) e o produto do comprimento x largura (C) com a área foliar do morangueiro cv. Albion, aos 547 dias após o transplântio. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2011.....	90
1	Número total (A) e comercial de frutos por planta (B) da cv. Albion de morangueiro, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2009 a 2011.....	103
2	Massa fresca total (A) e comercial (B) de frutos produzidos mensalmente pela cv. Albion de morangueiro, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2009 a 2011.....	104
3	Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) média e temperatura média registradas no ambiente protegido durante os meses de colheita dos frutos da cv. Albion. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2009 a 2011.....	108
4	Relação de sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT) de frutos de morangueiro cv. Albion, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010/2011.....	114
5	Valores médios de coloração externa dos frutos, L*, Croma (A) e Hue (B) da cv. Albion de morangueiro, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010/2011.....	116

**ECOFISIOLOGIA, RENDIMENTO E
QUALIDADE DE MORANGUEIRO DE DIAS
NEUTROS CV. ALBION EM DIFERENTES
SUBSTRATOS**

ROSIANI CASTOLDI DA COSTA¹

RESUMO - O sistema de cultivo em substrato permite aumentar o rendimento por área e melhorar a qualidade dos frutos, utilizando diferentes materiais para o desenvolvimento das plantas. Aliado a esses fatores há a possibilidade de produzir frutos no período de entressafra através de genótipos indiferentes ao fotoperíodo, antecipando ou prorrogando o ciclo da cultura utilizando mudas vernalizadas (frigo) e/ou frescas. Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho fisiológico e agrônômico da cultivar Albion (dias neutros) conduzida em diferentes substratos, sob ambiente protegido. O trabalho foi dividido em três experimentos. A pesquisa foi realizada na Faculdade de Agronomia da Universidade de Passo Fundo, no período de agosto de 2009 a abril de 2011. No primeiro determinou-se o potencial da água nas folhas em diferentes substratos e as trocas gasosas foliares das plantas conduzidas no substrato com 100% casca de arroz carbonizada. No segundo, avaliou-se a fenologia, o filocrono e a área foliar; e no terceiro foi determinado

¹ Bióloga, doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), Área de Concentração em Produção Vegetal.

o desempenho da cv. Albion quanto à produção e qualidade de frutos durante o período de colheita. As mudas foram transplantadas em recipientes (sacolas plásticas) dispostos sobre bancadas, preenchidos com diferentes substratos, constituindo estes os tratamentos e formados por cinco proporções diferentes de dois materiais (Casca de arroz carbonizada e o substrato comercial Mec Plant Horta 2[®]). O delineamento experimental foi com blocos ao acaso, com quatro repetições e oito plantas por parcela. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as diferenças comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro e análise de regressão. Os resultados referentes à ecofisiologia mostraram que o potencial de água mais baixo registrado nas folhas do morangueiro cv. Albion foi de -1,56 MPa, no substrato com 75% CAC+25% Horta 2[®] em temperatura ambiente de 40°C. Aos 425 DAT a condutância estomática é inferior a 0,05 mol H₂O m⁻² s⁻¹, reduzindo a taxa fotossintética do morangueiro. O processo de vernalização antecipa o ciclo do morangueiro cv. Albion. As medidas de comprimento e largura das folhas são adequados para a estimativa da área foliar. As diferentes combinações de substratos não interferem na produção e nos parâmetros físico-químicos analisados. Entretanto, há influência das épocas de colheita. É possível prolongar a produção até fevereiro e abril, configurando produção na entressafra. Máxima produção é obtida em janeiro de 2011 (526 g) e dezembro de 2010 (465 g). Frutos mais doces são colhidos em janeiro de 2010 e abril de 2011, e a relação açúcar/acidez titulável é mais elevada em abril (15,31) de 2011.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa Duch.*, potencial hídrico, trocas gasosas foliares, fenologia, produção, qualidade.

**ECOPHYSIOLOGY, YIELD AND QUALITY OF
NEUTRAL DAYS STRAWBERRIES CV. ALBION IN
DIFFERENT SUBSTRATES**

ROSIANI CASTOLDI DA COSTA

ABSTRACT - The growth system in substrate allows to increase the yield per area and to improve the fruits quality, using different material for the development of the plants. Allied to these factors, there is the possibility of producing off season fruits through genotypes which are indifferent to photoperiod, anticipating or extending the cycle of the crop, using (storaged) and/or fresh vernalized seedings. Given the above considerations, the objective of this work is to evaluate the physiological and agronomic performance of cultivar Albion (neutral days) led in different substrates in protected ambient. The research was accomplished in the Agronomy College of Passo Fundo University from August 2009 to April 2011. The work was divided into three experiments. In the first one, the leaf water potential and gas exchange of the plants achieved in different substrates was determined. In the second one, phenology, phyllochron and leaf area were evaluated and, in the third one, the development of cv. Albion as for fruit production and quality during the harvest period was determined. The seedings were transplanted in containers (plastic bags) placed on benches, filled with different substrates, which consisted of treatments and were formed by five different portions of two materials (Carbonized rice husk and commercial substrate Mec Plant Horta 2[®]). The experimental design was consisted of

randomized complete blocks with four repetitions and eight plants per plot. The results were submitted to the analysis of variance and the differences compared by the Tukey test at 5% of error probability and regression analysis. The results related to ecophysiology showed that the lowest water potential recorded in the strawberry leaves cv. Albion was -1.56 MPa in substrate with 75% CAC+25% Horta 2[®] in room temperature of 40°C. At the 425 DAT, the stomatal conductance is inferior to 0.05 mol H₂O m⁻² s⁻¹, reducing the strawberry photosynthetic rate. The vernalizing process anticipates the cycle of strawberry cv. Albion. The leaves length and width are adequate to the leaf area estimate. The different substrate combinations do not interfere in the production and in the physic-chemical parameters analyzed. Therefore, there is influence of harvest periods. It is possible to extend the production until February and April, setting up production in the offseason. Maximum production is obtained in January 2011 (526 g) and December 2010 (465 g).

Fruits are harvested in January 2010 and April 2011, and their total sugar/acidity is higher in April (15.31) 2011.

Key-words: *Fragaria x ananassa* Duch., water potential, leaf gas exchange, phenology, production, quality.

1 INTRODUÇÃO

Conhecidas em todo o mundo por seus benefícios para a saúde, devido à presença de antioxidantes e outros compostos de interesse nutricional, as pequenas frutas vermelhas (morango, mirtilo, framboesa, amora e cereja) têm crescido em importância no Brasil (EMBRAPA, 2011). Dentro desse grupo o morango é a de maior expressão econômica (RIGON et al., 2005).

Na América Latina o Chile é o maior produtor, seguido pelo Brasil (OLIVEIRA & SCIVITTARO, 2009). No Brasil, a cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma importante atividade de famílias de pequenos e médios agricultores, com produção correspondente a 37,6 mil toneladas em uma área estimada de 3,5 mil hectares, com destaque para Minas Gerais com 40% da produção, São Paulo, com 29% e Rio Grande do Sul que juntamente com os demais estados totalizam 31% (CAMARGO FILHO & CAMARGO, 2009).

No estado do Rio Grande do Sul, embora cultivado há muitos anos, somente a partir da década de 90 passou a ser de importância comercial, destacando-se a região da Serra Gaúcha e a Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul. Nesses locais, o morangueiro passou a ser uma cultura consolidada e tradicional, principalmente nos municípios de Feliz, Bom Princípio, Farroupilha, Vacaria e Flores da Cunha (DIAS et al., 2007).

Na Serra Gaúcha, o cultivo em substrato sobre bancadas, em ambiente protegido, vem difundindo-se. Esse sistema oferece distribuição de energia solar mais uniforme às plantas

(BORTOLOZZO et al, 2005). Permite também a utilização de diferentes substratos, sendo que o mais utilizado nessa região é a casca de arroz carbonizada.

Muitos produtores empregam altas tecnologias, como irrigação, fertirrigação, mudas de alta qualidade, entre outros fatores que contribuem para melhorar a produtividade e a qualidade do produto. No entanto, pela má escolha ou por não conhecer as características do substrato mais adequado para a cultivar e sistema de irrigação, bem como o manejo adequado para cada região de cultivo, o produtor acaba produzindo menor quantidade de frutos e de qualidade inferior, diminuindo sua renda.

Embora cerca de 90% das cultivares produzidas no Brasil sejam consideradas de dias curtos e como mudas frescas, na região da Serra Gaúcha, principalmente produtores que cultivam em substrato, vem utilizando a cultivar Albion (indiferente ao fotoperíodo) proveniente do processo de vernalização (frigo). No entanto, não se conhece o desempenho agrônômico, principalmente respostas relacionadas com o manejo e a ecofisiologia da planta para essas condições.

O cultivo sem solo e/ou em ambiente protegido aliado ao uso de cultivares neutras de morangueiro, recentemente introduzidas no Brasil, pode antecipar o início da colheita e, ainda, incrementar o rendimento por área (CALVETE et al., 2007). Estes aspectos dizem respeito ao mercado atual, com preços superiores pagos aos produtores na produção precoce e fora de safra.

Acredita-se que com o cultivo de morangos de dias neutros, em substrato sob estufas agrícolas existe a possibilidade de

ampliar o período da oferta, com benefícios diretos sobre a qualidade do fruto colocado no mercado e sobre a rentabilidade da atividade produtiva.

Portanto, o potencial de água nas folhas e trocas gasosas do morangueiro cv. Albion apresenta comportamentos distintos quando as plantas são conduzidas em diferentes substratos ao longo do dia.

É possível produzir na entressafra ou ampliar a produção utilizando a cultivar Albion (dias neutros) de morangueiro, oriunda do processo de vernalização conduzida em diferentes substratos, sob ambiente protegido.

A fenologia, produção e qualidade dos frutos alteram-se de acordo com o tipo de substrato utilizado no sistema de cultivo sem solo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Taxonomia e descrição botânica do morangueiro

Os primeiros relatos históricos da cultura do morangueiro foram registrados no século XIV, quando algumas espécies selvagens de *Fragaria* foram cultivadas em jardins europeus com finalidade medicinal e ornamental (MALAGODY-BRAGA, 2002). Por volta do século XVIII a situação da cultura começou a mudar nos jardins do Palácio de Versailles devido ao cruzamento natural entre *Fragaria chiloensis*, origem do continente americano, e *Fragaria virginiana*, originária do continente europeu. Atualmente a classificação botânica aceita para as cultivares comerciais é *Fragaria x ananassa* Duchesne, produzido e apreciado em todo mundo sendo, dentro das pequenas frutas, a de maior expressão econômica (RIGON et al., 2005).

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) pertence à família das Rosáceas, é uma planta herbácea de porte baixo que forma pequenas touceiras. É uma planta perene, mas é cultivada como planta anual, sendo plantada todos os anos (CAMARGO et al., 1974), considerada como hortaliça. Apresenta o caule reduzido a um rizoma curto, as folhas são trifolioladas, onde, em suas axilas, encontram-se botões que darão origem as rosetas de folhas e aos estolhos de onde partirão as raízes (CAMARGO et al., 1974).

O sistema radicial é constituído por raízes laterais longas, fibrosas ou fasciculadas que se originam na coroa sendo divididas em primárias e secundárias (FILGUEIRA, 2000). Para Ronque (1998),

95 % das raízes encontram-se a 22 cm da superfície do solo e as demais podem chegar a 60 cm.

As flores classificam-se como perfeitas e imperfeitas, as perfeitas ou hermafroditas, apresentam órgãos femininos e masculinos (pistilos e estames). As imperfeitas ou unissexuais, apresentam somente órgão feminino ou masculino, por esse motivo precisam de pólen de outras plantas, trazido pelos insetos, de flores perfeitas. Algumas cultivares apresentam pistilo e estame atrofiados, que produzem pólen estéril (pseudo-hermafroditas). Nessas é necessário que a flor seja polinizada com pólen de outras cultivares que tenham órgãos masculinos desenvolvidos e férteis para, produzir frutos. Na flor ocorre protoginia, os estigmas já são receptivos antes do pólen da mesma flor estar disponível e, portanto, fecundação cruzada, quase sempre entomófila (BRANZANTI, 1989). As flores estão agrupadas em inflorescência, um eixo primário, dois secundário, quatro terciário e oito quaternário. Cada eixo leva em seu extremo uma flor. A primeira flor que se forma é a da extremidade da inflorescência e a que dará o primeiro fruto sendo o mais volumoso e o primeiro a amadurecer (CAMARGO et al., 1974).

Para Calvete et al. (2005), a flor tem simetria radial, com um receptáculo que se atrofia após a fecundação tornando-se a parte carnosa e comestível da planta. Cada flor perfeita é constituída por cálice (composto por 5 sépalas ou mais), uma corola com 5 pétalas que podem chegar a mais de 12, geralmente branca de forma variável, com numerosos órgãos masculinos (estames) compostos por filamentos que sustentam as anteras que contém o pólen. A parte feminina composta por numerosos pistilos.

Para Sanhueza et al. (2005), os frutos verdadeiros são os aquênios duros e superficiais, vulgarmente conhecidos como sementes, que podem chegar até 200, ou ainda, em frutos maiores, totalizando 400 aquênios. Mas na comercialização, o fruto é o conjunto formado pelos frutos verdadeiros e o receptáculo carnosos. De acordo com Barroso et al. (1999), os frutos são classificados também, como “frutos múltiplos”, por desenvolverem-se a partir de carpelos soltos de uma mesma flor, possuindo eixo do receptáculo carnososucoso, vermelho, frutíolos drupóides, afundados no receptáculo. Esses, quando maduros, têm até 5 cm de diâmetro. A coloração pode ser rosada, vermelha ou púrpura.

O principal meio de propagação do morangueiro é a vegetativa, realizada com a emissão dos estolhos que é um prolongamento originado de tecido meristemático onde são encontrados gemas meristemáticas que de suas bases partem as raízes (CAMARGO et al., 1974).

Para Oliveira et al. (2007), a utilização de mudas sadias consiste no ponto de partida para a obtenção de um melhor nível de resposta a qualquer tecnologia empregada no processo produtivo do morangueiro. As matrizes podem ser multiplicadas em vasos, suspensos ou não, em canteiros ou diretamente sobre substrato ou solo, devidamente tratados contra patógenos, porém, sempre sob condições de ambiente protegido. As mudas de morangueiro devem ser produzidas a partir de matrizes provenientes de cultura de meristemas obtidas em laboratórios de micropropagação.

2.2 Importância econômica da cultura

A produção mundial de morangos no ano de 2007 foi de 3,1 milhões de toneladas destacando-se como maiores produtores os Estados Unidos seguido pela Espanha, Japão, República da Coreia, Polônia e Itália (DIAS et.al., 2007). O Canadá e a Espanha destacam-se como os principais exportadores de morango na forma *in natura*, sendo exportado a cada safra em torno de 225 mil toneladas de frutos frescos (MADAIL et al., 2005). Na América Latina, o Chile é o maior produtor, seguido pelo Brasil (OLIVEIRA & SCIVITTARO, 2009).

No Brasil, a cultura do morangueiro é uma importante atividade de famílias de pequenos e médios agricultores com produção correspondente a 37,6 mil toneladas em uma área estimada de 3,5 mil hectares, com destaque para Minas Gerais (41,4%), Rio Grande do Sul (25,6%) e São Paulo (15,4%) (OLIVEIRA et al., 2009).

No Estado do Rio Grande do Sul, embora cultivado a muitos anos, a partir da década de 1990 passou a ser de importância comercial, ocupando grande contingente de mão-de-obra, sendo de grande importância econômica e social. Normalmente é feita por produtores estabelecidos em minifúndios que utilizam à mão-de-obra familiar para a produção (FERLA et al., 2007).

O cultivo destina-se a atender o mercado *in natura* e à industrialização na forma de geléias, sucos e polpa, para adição em outros alimentos (PAGOT & HOFFMANN, 2003).

De acordo com Dias et al. (2007), o morangueiro se tornou uma das frutas de maior importância econômica na região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul,

passando a ser uma cultura consolidada e tradicional nos municípios de Feliz, Bom Princípio, Farroupilha, Vacaria e Flores da Cunha.

2.3 Fisiologia – fotoperíodo, temperatura e luz

O comportamento fisiológico do morangueiro está ligado a temperatura e fotoperíodo. Este último é o fator ambiental que controla a transição do crescimento vegetativo para o reprodutivo. Cultivares comerciais são classificadas em dias curtos ou dias neutros, dependendo da resposta das plantas ao fotoperíodo para induzir o florescimento (KIRSCHBAUM, 1998). Há um terceiro grupo de cultivares conhecida como de dias longos, que apresentaram relativa importância no passado, mas, atualmente, não há produção comercial. Em geral, genótipos de dias curtos iniciam o florescimento quando o fotoperíodo é menor que 14 horas de luz, enquanto de dias neutros independem do comprimento do dia (KIRSCHBAUM, 1998).

A temperatura é o outro elemento importante na indução floral. Segundo Verdial (2004), à medida que a temperatura e o fotoperíodo decrescem, há uma diminuição na atividade fisiológica da planta até que a mesma entre em dormência, situação que só é modificada quando é atingido um determinado número de horas de frio abaixo de 7,2 °C. Este somatório térmico pode variar de acordo com a cultivar, com valores de 380 a 700 horas acumuladas de temperatura entre 2 °C e 7 °C (VERDIAL, 2004). Quando a temperatura e o fotoperíodo aumentam, a planta cessa a floração e apenas se reproduz vegetativamente. Para a maioria das cultivares, o surgimento das flores ocorre quando as plantas são submetidas a

temperatura de 8 °C durante a noite e 15 °C durante o dia. Em temperaturas superiores a 25 °C inibe a floração e superiores a 32 °C provoca abortos florais. Temperaturas entre -3 °C a -5°C ocorre o congelamento da planta e temperaturas entre 18 °C a 24 °C favorecem a frutificação (RONQUE, 1998).

A intensidade e a qualidade da luz também são importantes para a produção do morangueiro. Segundo Kirschbaum (1998) a produção de flores e frutos pode ser melhorada com intensidade de luz entre 400 a 450 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de radiação fotossinteticamente ativa (RFA). Durante o verão, o fotoperíodo aumenta e a temperatura é mais elevada o que favorece a emissão de estolhos indicando o fim do período produtivo da cultura.

2.4 Fenologia

Outro aspecto importante é o conhecimento dos vários estádios da cultura, necessário para saber o ciclo vegetativo e reprodutivo de uma planta. Para que uma planta atinja o estágio reprodutivo ocorre uma série de transformações durante os estádios de desenvolvimento. Durante a etapa vegetativa, os meristemas apicais, por sua atividade mitótica, seguida dos processos de alongação celular e diferenciação, irão determinar os pontos de crescimento vegetativo. Já na etapa reprodutiva (floração) ocorre a diferenciação do meristema vegetativo para o floral, originando os componentes da flor (pétalas, estames e pistilo), ao invés dos órgãos vegetativos (folhas, caule e estolhos) (DUARTE FILHO *et al.*, 1999).

No cultivo para produção de frutos de morangueiro, a fase vegetativa é verificada logo após o transplante das mudas. Se as mudas utilizadas não são oriundas do processo de vernalização o plantio é realizado de fevereiro a junho, de acordo com a região. Caso sejam mudas vernalizadas o plantio é realizado mais tarde, podendo ser efetuado entre julho e setembro.

As principais variáveis que controlam a fenologia de um cultivo são a data de semeadura e/ou plantio, a duração do dia, a temperatura, a umidade relativa do ar, o componente genético e o manejo da planta (DIAS et al., 2009).

Em trabalho realizado por Mendonça (2011) em Passo Fundo-RS, mostrou o comportamento de diversas cultivares quanto a fenologia onde a cv. 'Earlibrite', apresentou-se mais tardia que 'Florida Festival', pois aos 67 dias após o plantio (DAP) iniciou a emissão dos botões florais, enquanto 'Camino Real' aos 61 DAP. A cultivar 'Camino Real' foi a primeira a iniciar a floração aos 70 DAP, demonstrando ser mais precoce. 'Florida Festival' embora semelhante à Camino Real quanto ao crescimento vegetativo, iniciou a floração mais tarde. Já as cultivares de morangueiro Albion, Camarosa e Ventana foram mais precoces que as demais cultivares, tanto para a floração como para a produção de frutos, iniciando antes a colheita.

O número de dias para a ocorrência e a duração dos estádios fenológicos, bem como o período de floração, frutificação e maturação dos frutos das cvs. Oso, Tudla, Chandler e Dover de morangueiro cultivadas em ambiente protegido foi verificado também por Antunes et al. (2006). O estágio 4 caracterizado pela queda das pétalas foi o mais longo para todas as cultivares, com 11,3 dias, em

média. Em 2003, o início da floração na cv. Oso Grande foi aos 56 dias após o transplante e em 2005, 47 dias. Já o início da colheita foi aos 102 e 104, em 2003 e 2004, respectivamente (ANTUNES et al., 2006).

2.5 Mudanças vernalizadas

A maioria das cultivares de morangueiro utilizadas no país correspondem ao fotoperíodo curto. Nos últimos anos cultivares neutras ganharam espaço por não dependerem de fotoperíodo e por permitirem produção no período de entressafra, principalmente quando cultivadas em ambiente protegido, garantindo maior rentabilidade ao produtor. As mudas multiplicadas no Hemisfério Sul especificamente (Chile e Argentina) tornaram-se uma alternativa para suprir a demanda do mercado, necessitando menor acúmulo de horas de frio, apresentando maior potencial produtivo (PERTUZÉ et al., 2006). O destino destas mudas é principalmente o Sul do Brasil, onde mais de 80% das mudas utilizadas no Rio Grande do Sul provêm do Chile e da Argentina (OLIVEIRA & SCIVITTARO, 2005). Desta forma, a cultivar Albion, originária da Califórnia, é produzida também no Chile e Argentina, de comportamento neutro, vem ganhando espaço nesta região por ser muito semelhante a suas predecessoras Aromas e Diamante quanto ao rendimento e qualidade dos frutos e com claras vantagens na aparência geral, sabor e conservação pós-colheita. A sua arquitetura apresenta-se mais aberta facilitando a colheita. A produção apresenta poucos picos significando colheitas mais frequentes. Seu sabor é muito bom quando comparado a outras cultivares de dias neutros. A cor do fruto é avermelhada com tom

intenso. É uma cultivar com boa resistência a doenças como *Phytophthora*, *Cactorum* e *Antracnoses* e necessita de mais fertilização que as cultivares Aromas e Diamante (VIDAL, 2009).

Nas condições climáticas brasileiras, são raras as regiões que apresentam mais de 400 horas acumuladas de frio durante os meses de produção das mudas de morangueiro, conforme recomenda Ronque (1998). O fato das mudas provenientes do Chile serem armazenadas e transportadas em câmara fria, que simula uma vernalização, frente às mudas nacionais, que são transplantadas frescas contribui de forma decisiva sobre o potencial de produtividade das plantas (SANTOS & MEDEIROS, 2003).

De acordo com Oliveira et al. (2006), para compensar esse diferencial de qualidade em mudas produzidas no Brasil, recomenda-se vernalizá-las em câmara fria, aumentando, dessa forma, o seu potencial produtivo. Para tanto, sugere-se vernalizar por 14 dias, à temperatura de 4 °C a 6 °C. As mudas devem estar acondicionadas no interior de sacos plásticos de 0,05 mm de espessura, para evitar a perda de umidade (BALDINI, 1997).

Em trabalho realizado por Oliveira e Scivittaro (2009) avaliou-se a produção de frutos de morango da cv. Camarosa em função de diferentes períodos de vernalização das mudas, comparando-a com mudas importadas, na região de Pelotas-RS. O sistema de produção utilizado foi sob túnel. As mudas testadas foram produzidas no sul do Rio Grande do Sul, vernalizadas por 0; 7; 14; 21 e 28 dias ($4\pm 1^{\circ}\text{C}$, $94\pm 2\%$ UR), e mudas não vernalizadas do Chile. Como resultados, as mudas chilenas proporcionaram maior produção e número de frutos do que as produzidas no RS na ausência de

vernalização (1.038,3 e 491,7 g planta⁻¹; 55,1 e 34,3 frutos planta⁻¹, respectivamente). A vernalização das mudas nacionais por cerca de 24 dias otimizou a produção e o número de frutos (1.023,1 g planta⁻¹; 55,6 frutos planta⁻¹). As mudas produzidas no RS apresentaram maior produção em novembro e dezembro, enquanto as chilenas em outubro e novembro.

2.6 Produção de frutos

As cultivares de morangueiro diferem-se quanto à sua adaptação, ou seja, uma cultivar que se desenvolve satisfatoriamente em uma região, pode não apresentar o mesmo desempenho em outras condições ambientais (UENO, 2004).

Visando avaliar o desempenho produtivo da cultivar de morangueiro “Cegnidarem”, recentemente introduzida no Brasil, comparando-a com cultivares de dia neutro “Aromas” e “Diamante” nas condições climáticas da região Sul do Rio Grande do Sul, Oliveira & Scivitaro (2008) concluíram que a “Cegnidarem” (613,9 g) é mais produtiva que a “Aromas” (536,1g) e “Diamante” (431,5g), produzindo maior número de frutos comerciais por planta.

Nesi et al. (2008) avaliando o desempenho produtivo de quatro cvs. (Aromas, Camarosa, Festival e Saborosa) concluíram que a produtividade da cv. Camarosa (7,4 kg/m²) foi superior as demais, as quais obtiveram média de 4,8 kg/m².

Borszowskei et al. (2008) em avaliação do desempenho agrônomico das cvs. Camarosa e Camino Real constataram que a cv. Camarosa apresentou melhor desempenho produtivo quando comparada a Camino Real, com maior número de frutos totais (53,72

por planta), maior massa média de frutos comerciais (12,87 g) e maior massa comercial por planta (529,34 g).

Resende et al. (2010) avaliando a influência de três sistemas de cultivo (túnel alto, túnel baixo e a campo) na produtividade, massa média de frutos cultivares de morangueiro Dover, Camarosa, Sweet Charlie e Oso Grande em Guarapuava-PR afirmam que a cultivar Camarosa apresentou excelente desempenho tanto em túnel baixo (56,62 t ha⁻¹ e 14,20g) quanto em túnel alto (56,74 t ha⁻¹ e 14,20 g).

Outro trabalho realizado por Antunes et al. (2010) visando avaliar a produtividade de frutos de morangueiro das cultivares Camarosa, Galexia, Earlibrite, Festival, Plarionfre e Saborosa cultivadas nas condições climáticas e de solo do município de Pelotas-RS, os autores observaram que as cultivares Plarionfre (37%), Earlibrite (34%) e Festival (33%) apresentaram maior produtividade acumulada de frutos (transformado em % a cada 15 dias de colheita) a partir da primeira quinzena de outubro até o final da primeira quinzena de novembro, período de maior percentual acumulado de colheita durante toda safra. A cultivar Camarosa proporcionou maior produtividade (43,81 t ha⁻¹), maior massa de frutos por planta (877,71g) e fruto com maior peso (20,02g).

Godoi et al. (2009) com o objetivo de determinar o crescimento, produção e qualidade de frutos de morangueiro cultivado em três sistemas fechados sem solo e com dois substratos em Santa Maria-RS, concluíram que na areia destacou-se o cultivo nas calhas com produção de 1017,4g planta⁻¹, sendo 8,13% e 8,33% superior as sacolas e ao leito de cultivo. A produção mais elevada foi 1196,5g

planta⁻¹, obtida com substrato orgânico no leito de cultivo, superior as sacolas em 10,9% e as calhas em 29,33%.

Em experimento realizado entre 2010/2011 em Passo Fundo-RS, no sistema de cultivo em substrato com a utilização de sacolas sobre o solo, foram avaliadas as seguintes cultivares de morangueiro provenientes de viveiro Argentino e Chileno: Camino Real, Camarosa, Florida Festival, San Andreas, Portola, Monterey e Ventana quanto a sua produção. Entre essas destacou-se Florida Festival, seguida de Camarosa, Portola e Camino Real. Já Camarosa, apresentou maior índice de frutos deformados (MENDONÇA, 2011). No mesmo estudo, observou-se que os picos da produção de morangos neste sistema produtivo, independente da cultivar, deu-se nos meses de novembro e janeiro onde colheu-se aproximadamente 660 g planta⁻¹ e 740 g planta⁻¹ de frutos, respectivamente. Com relação à produção de frutos, com exceção da cultivar Monterey, verificou-se que todas tiveram um incremento no mês de novembro, havendo um decréscimo em dezembro e retomando a produção no mês de janeiro (MENDONÇA, 2011).

Oliveira et al. (2006) analisou o desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro das cultivares Aromas e Camarosa, nas condições climáticas de Pelotas utilizando sistema de produção sob túnel, sendo as mudas de três procedências (Chile, Serra Gaúcha e região de Pelotas). Constatou que a cv. Camarosa (569,6 g planta⁻¹) foi mais produtiva do que a 'Aromas' (510,4 g planta⁻¹). Independentemente da cultivar, as mudas importadas do Chile proporcionaram maior produção de frutos comerciais (724,5 g planta⁻¹) e frutos de maior massa (15,5 g) do que as mudas produzidas na

região de Pelotas (493,3 planta⁻¹ e 12,6 g fruto⁻¹) e na Serra Gaúcha (402,3 g planta⁻¹ e 11,7 g fruto⁻¹).

2.7 Qualidade dos frutos

Existe uma tendência mundial para usar alimentos cada vez mais naturais, valorizando o sabor original dos produtos, na qual o consumidor, disposto a pagar mais pela qualidade, apresenta um nível de exigência cada vez maior (MORAES et al., 2008).

A qualidade de frutos torna-se de difícil definição, por ser variável entre os produtos e, mesmo, em um produto isolado, por depender do objetivo de seu uso. Nesses termos, os requisitos de qualidade se relacionam com o mercado de destino: armazenamento, consumo “*in natura*” ou processamento. O consumidor tem papel preponderante e usualmente utiliza um julgamento subjetivo para a qualidade e aceitação do produto (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A caracterização física e química dos frutos é de grande importância quando se estuda o comportamento de cultivares em uma determinada região, pois ela permite obter informações sobre a qualidade do produto final. Os atributos de qualidade que devem ser avaliados nos morangos são aparência (tamanho, forma e defeitos), sabor e odor (flavor), valor nutritivo e ausência de defeitos. A maioria destes atributos sofre modificações em fase de pós-colheita (CHITARRA, 1999).

A variação da qualidade nutricional dos frutos de quatro cultivares diferentes de morangueiro ('Dora', 'Irma', 'Patty', e 'Sveva') em quatro anos de produção (2005, 2006, 2007, 2008) foi comparado,

a fim de explorar a relação entre anos e as possíveis variações devido ao genótipo e condições climáticas específicas de cada ano. Os resultados encontrados confirmam a importância do genótipo na definição da qualidade nutricional dos frutos, mas também a forte influência das condições climáticas na mudança de comportamento das plantas, em particular, de alguns genótipos. A evolução anual dos parâmetros climáticos (principalmente temperatura) durante o período de maturação também influenciou na qualidade e parâmetros nutricionais dos frutos. Este tipo de estudo pode garantir padrões elevados de qualidade para o consumidor, mesmo na mudança das condições climáticas (DIAMANTI et al., 2009).

Antunes et al. (2010) visando avaliar a qualidade de frutos de morangueiro das cultivares Camarosa, Galexia, Earlibrite, Festival, Plarionfre e Saborosa cultivadas nas condições climáticas e de solo do município de Pelotas-RS, observaram que não houve diferenças para os teores de sólidos solúveis totais, pH, acidez total titulável e teores de antocianinas no decorrer de todo o período de avaliação.

2.7.1 Aparência

A aparência do produto é decisiva na determinação do seu valor comercial. O tamanho e a forma dos frutos diferenciam as cultivares entre si e são regidos por exigências do mercado (DOMINGUES, 2000). A perda de água ou turgescência provoca enfraquecimento das células tornando-as mais suscetíveis ao ataque de microrganismos, podendo resultar em maior produção de etileno. O murchamento e o enrugamento são consequências da perda de água e

afetam diretamente o sabor e o aroma, ocasionando perda de qualidade externa e afetando a aparência e o retorno econômico dos frutos (CHITARRA, 1999).

Outro fator importante na aparência dos frutos é a polinização. Segundo Brazanti (1989), a maioria das cultivares comerciais de morangueiro possuem flores hermafroditas dicogâmicas, ou seja, não há coincidência da liberação do pólen com a receptividade do estigma, necessitando de fecundação cruzada. Portanto, para produção de frutos com qualidade e sem deformações há necessidade de uma perfeita polinização das flores, possível na presença de agentes polinizadores, principalmente insetos e o vento.

2.7.2 Cor

Os pigmentos encontrados nos frutos são muito importantes, na composição estética destes, assim como indicadores de maturação. As antocianinas são as principais responsáveis pela coloração característica dos morangos maduros, sendo a pelargonidina-3-monoglucosídeo o pigmento predominante (DOMINGUES, 2000). A determinação da cor pode ser feita com o uso de equipamentos capazes de medir a qualidade da luz refletida do produto e também pode ser realizada com base na intensidade e nas variações da cor perceptíveis ao olho humano (OLIVEIRA, 2005).

2.7.3 Teor total de sólidos solúveis

Um dos parâmetros que tem sido usado como indicador da qualidade dos frutos é o teor de sólidos solúveis. Os açúcares solúveis presentes nos frutos, na forma livre ou combinada, são responsáveis pela doçura por meio do balanço com ácidos, pela cor atrativa e pela textura. Os principais açúcares presentes nos frutos são a glicose, a sacarose e a frutose (CHITARRA & CHITARRA, 2005). À medida que a maturação do fruto avança, ocorre aumento nos teores de açúcares devido à transformação do amido em açúcares simples (glicose e frutose) (GIARDI et al., 2002).

Os teores de sólidos solúveis totais são determinados por meio de refratômetro, que expressa os resultados em °Brix pela mensuração do índice refractométrico do suco da fruta. Vieites et al. (2006), avaliaram a conservação do morango da cv. Oso Grande armazenado em atmosfera modificada, e encontraram valor de sólidos solúveis de 7,60 °Brix, para os frutos controle.

Calvete et al. (2008) avaliando diferentes sistemas de cultivo do morangueiro concluíram que frutos, quando conduzidos no sistema convencional, apresentam valores de °Brix maiores com média de 9,25 em seis cultivares testadas nas condições de Passo Fundo-RS.

Resende et al. (2010) avaliando a influência de três sistemas de cultivo (túnel alto, túnel baixo e a campo) no teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro Dover, Camarosa, Sweet Charlie e Oso Grande em Guarapuava-PR afirmam que os frutos da cultivar Sweet Charlie apresentaram o maior teor de

sólidos solúveis nos três ambientes de cultivo (túnel alto 7,8 °Brix, túnel baixo 7,13°Brix e campo 7,43°Brix).

2.7.4 Acidez titulável (AT) e pH

O sabor ácido ou azedo é determinado através da acidez titulável, método mais utilizado, enquanto que, para determinar a qualidade dos produtos processados, o pH é o método mais viável (NUNES, 2001).

Na maturação o teor de ácidos orgânicos diminui, devido à oxidação dos ácidos no ciclo dos ácidos tricarbóxicos em decorrência da respiração. A acidez diminui em função da maturação, podendo, a variação da acidez, ser um indicativo do estágio de maturação do fruto (OLIVEIRA, 2005).

Segundo Krolow & Schwengber (2007), é a relação entre açúcar e acidez titulável o parâmetro considerado mais importante no que diz respeito à qualidade de frutos, pois esta relação confere às frutas um melhor equilíbrio entre o doce e o ácido, conferindo sabor mais agradável e tornando-as mais atrativas. Em trabalho realizado por Mendonça (2011) avaliando diferentes cultivares de morangueiro, Ventana, Portola, Florida Festival e Camino Real mostraram a menor relação SST/ATT, devido aos baixos níveis de acidez titulável .

Conti et al. (2002), avaliando a produção e qualidade de frutos de diferentes cultivares de morangueiro em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba-SP, encontraram valores de pH de 3,84, para cv. Princesa Isabel e 3,77 para a cv. AGF-080, no dia da colheita.

A qualidade nutricional de frutos de morangueiro das cultivares Camarosa e Sweet Charlie, obtidos em sistemas orgânico e convencional, foi comparada com base na caracterização química dos frutos mediante análises dos teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, umidade, açúcares redutores e açúcares totais nas condições de Guarapuava-PR. O sistema de produção convencional foi mais efetivo em aumentar os teores de SS, AT e SS/AT para a cultivar Sweet Charlie e o orgânico para a cultivar Camarosa. As porcentagens de açúcares totais no sistema convencional foram estatisticamente superiores quando comparadas ao orgânico, para a cultivar Sweet Charlie. Assim, verificou-se comportamento diferenciado das cultivares em relação ao sistema de cultivo, para a maioria das variáveis estudadas (CAMARGO et al., 2009).

2.8 Ambiente protegido

2.8.1 Parâmetros micrometeorológicos

Na cultura do morangueiro para obter um produto de qualidade o emprego do ambiente protegido proporciona uma série de vantagens, principalmente protegendo a cultura contra chuvas, geadas, temperaturas baixas, granizo, ventos e do ataque de pragas (ANTUNES et al., 2007).

Considerando a localização geográfica do Brasil, o uso de ambientes protegidos cobertos com filmes plásticos ou sombrite, apresenta uma dupla função (GALVANI et al., 1998). A primeira

refere-se às regiões Sul e Sudeste, atuando como regulador da temperatura, diminuindo o efeito causado por baixas temperaturas em algumas culturas, propiciando a produção no período denominado de entressafra o que permite maior regularização da oferta e da qualidade dos produtos (SENTELHAS & SANTOS, 1995; GALVANI et al., 1998). Para as demais regiões do Brasil esses ambientes propiciam maior controle da quantidade de água sobre a cultura, protegendo de chuvas de intensidade elevada, granizo e estresse provocado pela ação direta dos ventos (GALVANI et al., 1998).

Segundo Calvete e Tessaro (2008), o sucesso desses ambientes diz respeito, principalmente, ao aumento de precocidade e produtividade. Dentre as desvantagens, tem-se o custo como principal restrição, aumento da concentração de sais no solo e a poluição causada pelos plásticos que na maioria das vezes não são biodegradáveis.

No entanto, para maior eficiência desse ambiente, é necessário compreender a interrelação da planta e dos fatores microclimáticos dentro do ambiente protegido. Os fatores para o desenvolvimento e crescimento da planta dizem respeito aos fisiológicos (transpiração, respiração e fotossíntese) e aos físicos (luz, temperatura, umidade e CO₂) (TAIZ & ZEIGER, 2004).

O ambiente protegido tem os elementos micrometeorológicos modificados no seu interior, principalmente no que diz respeito à radiação solar, a velocidade do vento reduzindo a evapotranspiração (CALVETE et al., 2005). Estas modificações ambientais causadas pelo ambiente protegido devem-se ao filme transparente que altera o balanço de radiação do sistema composto

pela planta, solo e atmosfera. As temperaturas dependem das condições externas do ambiente protegido, influenciando as temperaturas máximas e mínimas as quais, são importantes quanto maior for a restrição de renovação do ar interno e quanto maior for à disponibilidade de radiação durante o dia (CALVETE et al., 2005).

De acordo com Martinez Garcia (1986), apesar das inúmeras vantagens apresentadas pelo ambiente protegido, comporta-se de forma insatisfatória do ponto de vista térmico, uma vez que durante o dia ocorrem temperaturas elevadas e, à noite, com frequência, ocorrem temperaturas inferiores às críticas das plantas cultivadas. Essa condição está intimamente ligada ao balanço de energia, que irá depender de fatores como, tamanho da estufa, propriedades óticas da cobertura, e condições meteorológicas locais (BURIOL et al., 1993).

Martins & Gonzalez (1995) relatam que, quando esse incremento de temperatura no interior do ambiente atinge níveis muito elevados, tal efeito pode ser minimizado com abertura lateral ou superior do ambiente ou com o uso de um sistema de ventilação. Já para Anglés (2001), com temperaturas excessivamente baixas as reações bioquímicas tornam-se lentas dispondo de pouca energia para os processos de translocação de açúcares, síntese de proteínas, formação da parede celular, entre outras. Com temperaturas extremamente altas pode ocorrer o fenômeno de desnaturação de proteínas, desorganização de paredes celulares e alterações de processos bioquímicos.

A variabilidade da umidade relativa do ar no interior de ambientes protegidos depende diretamente da temperatura do ar e da

ventilação (MARTINS et al., 1999; BURIOL et al., 2000) a qual, diminui durante o dia e aumenta durante a noite no período de 24 h, podendo variar de 30 a 100% dependendo das condições climáticas da região. A umidade relativa do ar influencia a transpiração, o crescimento, a fecundação das flores e a ocorrência de doenças (CERMEÑO, 1994). Segundo Furlan (2001) altos valores de umidade relativa do ar reduzem a taxa de evapotranspiração da cultura, que quando associado a altas temperaturas do ar geram também condições muito favoráveis a ocorrência de doenças. Já valores muito baixos de umidade relativa também podem provocar altas taxas de evapotranspiração, o que pode reduzir a taxa fotossintética e a produtividade da cultura. A temperatura do ar varia de acordo com o fluxo de radiação solar incidente e da própria ventilação, a qual depende da área, da localização e do manejo das aberturas e da velocidade de trocas do ar entre o interior e exterior do ambiente (BURIOL et al., 2000).

O efeito do ambiente protegido sobre a temperatura do ar e consequentemente este sobre a umidade relativa do ar está relacionada com o balanço de energia. A radiação solar que penetra para o interior do ambiente protegido é parcialmente absorvida pelo solo e plantas, denominada de radiação de ondas longas (TAPIA, 1981). Já a radiação de onda curta influencia o crescimento da planta em dois aspectos: a radiação fotossinteticamente ativa (400 a 700 nm), enquanto o total de energia é o principal fator que afeta a transpiração (MCCREE, 1972). A reflexão e a absorção promovidas pela cobertura plástica diminuem a incidência de radiação solar no interior de ambientes protegidos. A transmissividade da radiação solar

proporcionada pelo material empregado na cobertura de estufas vem sendo um dos principais objetos de estudo, em virtude da relação desse elemento com a produtividade agrícola (CALVETE & TESSARO, 2008).

A velocidade do vento juntamente com a radiação solar incidente são fatores que influenciam na renovação do ar na camada limítrofe da folha, afetando o déficit de pressão de vapor (DPV) entre a folha e o ar. O efeito do DPV na abertura estomática tem sido estudado. Entretanto, pouco se sabe sobre a influência no crescimento das plantas (CUNNINGHAM, 2006). Alguns autores sugerem que a diminuição do DPV aumenta o crescimento das plantas por mudanças fisiológicas, como redução na transpiração e aumento na abertura estomática, incrementando a fotossíntese e a eficiência do uso de água (CUNNINGHAM, 2006; BARRADAS et al., 2005)

Desta forma, a produtividade e a qualidade dos frutos do morangueiro são influenciadas pelos elementos micrometeorológicos e pelas práticas de manejo. Conseqüentemente, cultivares de morangueiro diferem de acordo com a adaptação regional, fazendo com que uma cultivar que se desenvolve satisfatoriamente em uma região não apresente o mesmo desempenho em outro local com condições ambientais diferentes (UENO, 2004).

Trabalho realizado por Duarte Filho et al. (2004), em Minas Gerais, constatou que o cultivo protegido favorece a antecipação de diferentes cultivares (Campinas, Cigaline, Cireine, Cidaly e Cigoulette), melhorando as condições para o desenvolvimento da planta, aumentando a frutificação e produção

comercial de frutos, conferindo maior proteção a cultura e diminuindo a ocorrência de frutos danificados.

Calvete et al. (2003), avaliando nove cultivares de morangueiro em ambiente protegido, na Região de Passo Fundo-RS, verificaram melhor adaptação das cvs. Tudla e Oso Grande, com produtividade de 44 t ha⁻¹ e 31 t ha⁻¹, respectivamente, apresentando também frutos de melhor qualidade.

2.9 Cultivo em substrato

Os limites do cultivo em substrato são bastante amplos incluindo todos aqueles métodos e sistemas que fazem a planta crescer e se desenvolver fora de seu ambiente natural: o solo (GAVILÁN, 2004).

O cultivo em substrato do morangueiro está bem difundido na Europa, principalmente, onde teve início em 1970 no sistema NFT (Nutrient Film Technique) ou seja, técnica de fluxo laminar de nutrientes. Em seguida, expandiu-se pela Inglaterra, Bélgica e Holanda em 1980 (LIETEN, 1998). Atualmente predominam os sistemas abertos com drenagem perdida de solução nutritiva e plantas dispostas em sacolas ou vasos contendo diferentes substratos. Porém a tendência é o cultivo com substratos em sistema fechado, com solução recirculante por temas econômicos e ambientais (GIMÉNEZ et al., 2008).

No cultivo do morangueiro esse sistema surgiu como uma alternativa aos produtores no controle principalmente de problemas sanitários e ergonômicos. A desinfecção do solo torna-se cada vez

mais restrita pelas dificuldades de substituir o brometo de metila por outros fumigantes com eficiência similar (PARANJPE et al., 2003). Quanto à questão ergonômica, evidencia-se a elevada frequência das colheitas rente ao solo dificultando a mão-de-obra para essa cultura. O cultivo no substrato em ambiente protegido sobre bancadas ou suportes acima do nível do solo é a alternativa para superar esses entraves. Esse sistema permite também, aumento na densidade de plantas e na produtividade diminuindo os custos da lavoura (PARANJPE et al., 2003).

Uma das dificuldades localizadas pelos produtores na mudança do cultivo tradicional para o cultivo em substrato é o preparo e manejo da solução nutritiva. O controle freqüente da condutividade elétrica (CE) e do pH exige equipamentos adequados e mão-de-obra qualificada (FURLANI & FERNANDES JUNIOR, 2004).

Em Santa Maria, Andriolo et al. (2002) empregaram sacolas plásticas contendo $3,5\text{dm}^3$ do substrato orgânico Plantmax, fertirrigado semanalmente com uma solução nutritiva completa por meio de tubos gotejadores distribuídos sobre as sacolas, com um gotejador para cada planta. Obtiveram uma produtividade equivalente a 4kg m^{-2} , com a cultivar “Dover”, entre abril e novembro.

Em sistema vertical, Furlani & Fernandes Júnior (2004) utilizaram, na região de Jundiaí, SP, sacolas longas de polietileno de cerca de 2 m de comprimento e 0,20m de diâmetro, com volume de substrato em torno de 63L, penduradas no interior de uma estufa de polietileno. Os substratos testados no interior dessas sacolas foram: casca de arroz carbonizada, mistura de casca de pínus e vermiculita e mistura de fibra de coco, casca de arroz não-carbonizada e vermiculita

ou fibra de coco. Em cada sacola, foram plantadas, 28 plantas da cultivar “Campinas”, distanciadas de 0,25m, atingindo uma densidade de 23 plantas m⁻². A casca de arroz carbonizada destacou-se pela baixa densidade aparente, baixo custo e produtividade de frutas de 8,7kg m⁻², entre os meses de setembro e dezembro. Entretanto, dificuldades na sustentação das sacolas, na uniformidade de distribuição da solução nutritiva na coluna de substrato e da radiação solar para as plantas são aspectos importantes a serem considerados neste sistema de cultivo.

Atualmente o mercado de morangos necessita de produção precoce e em períodos de entressafra e uma das formas de conseguir suprir essa demanda é através do cultivo no substrato em ambiente protegido no qual, pode-se antecipar o início da colheita e ainda incrementar o rendimento por área (CALVETE et. al., 2007). Os sistemas de cultivo em substrato predominantes em uso no Brasil são abertos, com drenagem perdida, empregando-se substratos orgânicos e soluções nutritivas completas contendo todos os macro e micronutrientes necessários ao crescimento das plantas (FURLANI & FERNANDES JUNIOR, 2004).

No Brasil esse sistema de cultivo ainda é incipiente devido principalmente a falta de informações de pesquisas que permitam adaptações dos sistemas nas diferentes regiões produtivas do país (FURLANI & FERNANDES JÚNIOR, 2004).

Godoi et al. (2009) em trabalho para determinar o crescimento, a produção e a qualidade dos frutos do morangueiro concluiu que o cultivo sem solo do morangueiro sem descartes de solução nutritiva é possível e que a produção é influenciada pelo

sistema de cultivo e pelo substrato, sem efeitos sobre a qualidade das frutas.

O efeito do substrato sobre a qualidade das plantas de morangueiro foi determinada em casa de vegetação. As cultivares utilizadas foram Elsanta e Honeoye as quais, foram enraizadas em turfa mais casca de pinheiro (1:1 v / v), em fibra de coco, carvão marrom mais lã de rocha desintegrado (2:1 v / v) e em blocos de lã de rocha. Lã de rocha foi o substrato mais útil para a produção de plantas de morangueiro, pois apresentava o maior diâmetro da coroa e número de folhas. Apresentou também efeito significativo no peso fresco da planta inteira, na matéria seca e conteúdo do sistema radicial (BARTCZAK et al., 2007).

No Rio Grande do Sul, o cultivo em substrato sobre bancadas está difundindo-se, principalmente na Serra Gaúcha. O sistema semi-hidropônico utiliza prateleiras em diferentes níveis em altura (seis, cinco, três e dois níveis) até bancadas com um nível e altura de 1 m do solo. O sistema de bancada oferece distribuição de energia solar mais uniforme às plantas, o que pode levar os frutos a terem excelente sabor quando maduros (BORTOLOZZO et al, 2005). O substrato mais empregado é a casca de arroz carbonizada isolada ou em misturas com diferentes substratos acondicionados em sacos de polietileno branco.

Poucos trabalhos no Brasil referem-se a qualidade de frutos de morangueiro cultivado fora do solo. Em Santa Maria-RS/Brasil, foi avaliado por Godoi et al. (2009) a qualidade dos frutos de morangueiro cultivado em sistema fechado (com dois substratos) conduzido em telado. Foram determinados a firmeza, acidez titulável

e o teor de sólidos solúveis totais. Os valores médios foram de 5,9N para a firmeza de polpa, 6,4°Brix para os sólidos solúveis totais e 11,1 meq 100 mL⁻¹ para a acidez.

2.10 Relações hídricas da planta

As plantas podem absorver água por toda sua superfície, mas a maior parte do suprimento hídrico da planta provém do solo (LARCHER, 2000).

A determinação do consumo de água de uma cultura fornece informações importantes para o monitoramento das suas necessidades hídricas, principalmente em cultivos em ambientes parcialmente modificados pela utilização de cobertura plástica, nos quais toda demanda hídrica deve ser suprida por irrigação (FRAGA et al., 2009).

Atualmente um dos principais problemas do cultivo do morangueiro é o controle sanitário. O excesso de água juntamente com um período prolongado de saturação pode favorecer o desenvolvimento de alguns patógenos prejudiciais a cultura, lixiviação de nutrientes e redução do desenvolvimento radicial especialmente das raízes adventícias (CASCARDO, 1997).

Cada espécie vegetal responde de maneira diferenciada à água aplicada via irrigação, de tal forma que a eficiência do uso de água pode ser medida pelos benefícios econômicos líquidos que são obtidos para cada unidade de volume de água aplicada via irrigação (PAZ et al., 2001).

O morangueiro é extremamente sensível ao déficit hídrico, sendo a irrigação uma prática cultural indispensável para que se atinjam altos níveis de produtividade e qualidade da colheita (SANTOS et al., 2005). O período crítico ao déficit hídrico do morangueiro vai desde o início do desenvolvimento até o amadurecimento dos frutos (DOORENBOS & PRUITT, 1984).

Klar et al. (1990) comparando o efeito do estresse nas fases de desenvolvimento vegetativo, florescimento e frutificação observaram que a menor queda de produtividade ocorreu para o déficit no período de desenvolvimento vegetativo. Para Campos et al. (1992) a adaptação à seca no morangueiro foi mais proeminente na fase de produção de estolhos, seguida pelo período de desenvolvimento vegetativo.

Fraga et al. (2009) concluíram que o consumo hídrico do morangueiro em ambiente protegido é semelhante com e sem adição de adubação orgânica, totalizando em média 239, 25 mm durante o período de cultivo. A frutificação é responsável pelo consumo do maior percentual do volume de água alocada ao cultivo, representando 86% do total de água evapotranspirada durante o ciclo do morangueiro.

A profundidade efetiva do sistema radicial é um dos parâmetros básicos necessário para o manejo das irrigações e representa a camada desde a superfície do solo até onde se concentra a maior parte das raízes absorventes ou finas (DAKER, 1988). O sistema radicial do morangueiro é renovado durante o ciclo da cultura, conforme as radículas mais velhas vão morrendo, as mais novas vão se formando em posição superior no rizoma da planta (GALLETTA &

BRINGHURST, 1990). Devido a essa forma de renovação, as raízes são pouco profundas. De acordo com alguns resultados observados em investigações a profundidade efetiva do sistema radicial do morangueiro a ser considerada é de 30 cm. Entretanto em cada situação em particular deve-se observar a faixa onde se concentra a maior parte das raízes finas, uma vez que essa profundidade pode variar com as condições existentes para o desenvolvimento radicial (PIRES et al., 1998).

A umidade do solo no momento da irrigação equivale à umidade do solo no potencial de água crítico para cada cultura em específico. O potencial de água no solo crítico determina o momento da irrigação. A determinação da umidade no solo é feita diretamente por amostragem do solo ou indiretamente por meio de tensiômetros ou sensores eletrométricos. Estabelecendo-se o valor crítico do potencial de água no solo para a cultura e conhecendo sua relação com a umidade, a lâmina de irrigação pode ser determinada (PIRES et al., 1999).

Serrano et al. (1992) estudaram o efeito de quatro níveis de água no solo, sobre produção de frutos, eficiência do uso da água, para a cultivar Chandler, nas condições de Catalunha, Espanha. As plantas foram cultivadas no campo e em lisímetros de drenagem. As irrigações foram realizadas sempre que o potencial matricial de água no solo atingia -0,01; -0,03; -0,05; -0,07 MPa. A produção máxima foi obtida no tratamento mais úmido (-0,01 MPa). A queda da produção nos demais tratamentos foi associada à redução na taxa de assimilação total, decorrendo do decréscimo da área foliar.

Pires (1998) avaliou o efeito de diferentes níveis de água no solo no desenvolvimento vegetativo, sanidade e produção de frutos e seus componentes em cultivo protegido e a campo aberto, em Atibaia, SP. No cultivo protegido foram observados aumentos significativos no desenvolvimento vegetativo e na produção de frutos e seus componentes quando as irrigações foram realizadas sempre que o potencial de água no solo a 10 cm de profundidade atingiu $-0,010$ e $-0,035$ MPa, quando comparado ao manejo das irrigações com potencial de $-0,070$ MPa. Para as condições de cultivo a campo aberto não foram observadas diferenças significativas no desenvolvimento vegetativo e produção e seus componentes utilizando-se os mesmos tratamentos de níveis de água provavelmente por ter ocorrido chuvas em todos os meses durante o experimento.

2.11 Trocas gasosas foliares

O metabolismo do carbono no interior da célula está relacionado à circulação atmosférica por meio de trocas gasosas. Isso implica uma troca de CO_2 e O_2 entre o interior da planta e a atmosfera que a envolve. Nas trocas gasosas, durante a fotossíntese, a planta fixa CO_2 e libera O_2 , e nas trocas gasosas durante a respiração, a planta libera CO_2 e consome O_2 , revertendo assim a troca desses gases (LARCHER, 2000).

As trocas de CO_2 se sucedem sob contínua mudança dos fatores externos. Os processos fotoquímicos reagem primeiramente em função da disponibilidade de radiação. Por outro lado os processos

bioquímicos são influenciados pela temperatura e pela disponibilidade de água e minerais (LARCHER, 2000).

É sabido que em condições de estresse hídrico o fechamento dos estômatos limita a difusão do CO₂ do meio externo para o mesófilo da folha, ocasionando uma redução da pressão parcial de CO₂ no seu interior. Uma das primeiras conseqüências desta redução é o aumento da atividade oxigenase da enzima ribulose-bifosfato-carboxilase-oxigenase (rubisco), e conseqüente estímulo da fotorrespiração (GAUDILLERE,1982).

O déficit hídrico na planta é produzido tanto por deficiência de água no solo quanto por perda excessiva pela transpiração em relação à absorção feita pelas raízes, sendo esses processos influenciados por fatores ambientais e por características da própria planta (PASSOS et al., 2005).

Os estômatos atuam como reguladores da perda de água pela transpiração, respondendo ao déficit hídrico com a alteração da abertura do poro estomático (LARCHER, 2000). Sob seca intensa, o estreitamento do poro estomático com a finalidade de amenizar a perda de água através da transpiração pode limitar, também, a difusão de CO₂ para a câmara subestomática, condicionando menores taxas de fotossíntese líquida e aumento da temperatura foliar (PRADO et al., 2001).

Os fatores externos exercem influencia sobre a transpiração na medida em que alteram a diferença de pressão de vapor entre a superfície da planta e o ar que a envolve. Portanto a transpiração intensifica-se com a diminuição da umidade relativa e com o aumento da temperatura do ar (LARCHER, 2000).

CAPÍTULO I

POTENCIAL DA ÁGUA NA FOLHA E TROCAS GASOSAS DO MORANGUEIRO CV. ALBION, EM SUBSTRATO

ROSIANI CASTOLDI DA COSTA²

RESUMO – O cultivo em substrato sob ambiente protegido, aliado ao uso de cultivares independentes ao fotoperíodo, constituem-se em importantes tecnologias para antecipar a oferta do morango no mercado e aumentar a rentabilidade dos produtores. Com o objetivo de buscar informações sobre o comportamento fisiológico da cultivar Albion vernalizada, determinou-se o potencial da água na folha das plantas em diferentes substratos e as trocas gasosas foliares, em ambiente protegido. O experimento foi realizado em estufa agrícola no Setor de Horticultura da Faculdade de Agronomia da Universidade de Passo Fundo. As plantas foram dispostas sobre bancadas após serem transplantadas em recipientes plásticos, preenchidos com diferentes substratos. Como tratamentos, cinco proporções de substratos foram formulados com dois materiais (casca de arroz carbonizada e substrato comercial Mec Plant Horta 2[®]). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições e oito plantas por parcela. Dados referentes ao potencial da água nas folhas foram considerados como fatorial (5 substratos x 3 temperaturas) sendo os dados, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para

² Bióloga, doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), Área de Concentração em Produção Vegetal.

dados referentes à fotossíntese foram realizadas curvas de resposta a luz. Condutância estomática e transpiração foram analisadas mediante regressão. As avaliações referentes ao potencial da água foram realizadas em duas plantas por parcela e as trocas gasosas foliares foram realizadas apenas em plantas crescidas no substrato composto por 100% casca de arroz carbonizada. O potencial de água mais baixo registrado foi de -1,56 MPa no substrato com 75% CAC+ 25% Horta 2[®] em temperatura ambiente de 40°C. A adição de casca de arroz carbonizada eleva o espaço de aeração nas misturas. Aos 425 DAT a condutância estomática é inferior a 0,05 mol H₂O m⁻² s⁻¹, reduzindo a taxa fotossintética do morangueiro cv. Albion proveniente do processo de vernalização.

Palavras-chave: *Fragaria* x *ananassa* Duch., fotossíntese, condutância estomática, transpiração, substratos.

WATER POTENTIAL AND LEAF GAS EXCHANGE IN STRAWBERRY CV. ALBION ON SUBSTRATE

ABSTRACT – In order to anticipate the supply of strawberry in the market and increase the profitability of the crop, alternatives that can make these conditions possible are searched. Among them is the growth on substrate in protected ambient allied to the use of independent cultivars to photoperiod. As the objective of this study is to seek information on the physiological behavior of cultivar Albion, water potential and leaf gas exchange was determined in different substrates in protected ambient. A greenhouse experiment was conducted at the University of Passo Fundo. The plants were transplanted in plastic containers filled with different substrates. The treatments were five proportions of substrates formulated with two materials (carbonized rice husk (CRH) and commercial substrate Mec Plant Horta 2[®]). Experimental design was randomized complete blocks with four repetitions, consisting of eight plants each plot. Data of leaf water potential were considered as factorial design (5 substrates x 3 temperatures) and data submitted to analysis of variance and means compared by Tukey test at 5% probability level. For data related to photosynthesis light response curves were made. Stomatal conductance and transpiration were analyzed by regression. The evaluations related to water potential were achieved in two plants per plot and leaf gas exchanged just in plants grown on substrate 100% CRH. The lower water potential of -1.56 MPa was recorded on the substrate with 75% CRH + 25% Horta 2[®] at ambient temperature of 40°C. The addition of CRH increases the aeration space in the

mixtures. At 425 days after the transplant stomatal conductance is lower than $0.05 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, reducing the photosynthetic rate of strawberry cv. Albion from the process of vernalization.

Key-words: *Fragaria x ananassa* Duch., photosynthesis, stomatal conductance, transpiration, substrates.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) apresenta grande importância econômica e social para muitos produtores de base familiar dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul (OLIVEIRA & SCIVITTARO, 2009). Esse fato deve-se a sua grande rentabilidade e ao desenvolvimento de cultivares com diferentes graus de adaptação ecológica, e aos modernos sistemas de manejo, o que possibilita a produção em regiões frias até regiões tropicais e subtropicais (CALVETE et al., 2005).

Quanto ao mercado desse fruto, há necessidade de produção precoce e na entressafra. Uma das formas de suprir essa demanda é através do cultivo sem solo em ambiente protegido aliado a cultivares indiferentes ao fotoperíodo (neutras) como é o caso de Albion, bastante utilizada na Serra Gaúcha. Com o uso dessas tecnologias, é possível antecipar o início da colheita, além de incrementar o rendimento por área e a qualidade da produção (CALVETE et al., 2007; GIMENEZ et al., 2008).

O morangueiro é extremamente sensível ao déficit hídrico, sendo a irrigação uma prática cultural indispensável para que se atinjam altos níveis de produtividade e qualidade na colheita (SANTOS et al., 2005). O período crítico ao déficit hídrico do morangueiro vai desde o início do desenvolvimento até o amadurecimento dos frutos (DOORENBOS & PRUITT, 1984).

Porém, para melhor compreender as respostas dessas características é importante analisar as relações hídricas no morangueiro, pois trata-se de uma planta que demanda grandes

quantidades de água. Isso se deve a espécie apresentar sistema radicial superficial, grande área foliar e frutos com alta quantidade de água (KLAMKOWSKI & TREDER, 2006a).

A grande importância da água para as plantas está na manutenção da hidratação do protoplasma, pois na ocorrência de estresse hídrico a atividade fotossintética declina paralelamente à diminuição do volume celular, logo, acompanhando o declínio da turgescência foliar (MORAIS et al., 2003). Segundo Petry (1991), a importância está relacionada à manutenção do turgor das células, permitindo a continuidade dos processos de crescimento vegetal, expansão, divisão celular e fotossíntese.

Um dos fatores que tem contribuído para melhorar as características de produtividade e qualidade das plantas de morangueiro, independente do estágio de desenvolvimento, é o substrato utilizado no cultivo (KLEIN, 2005). Entre os mais empregados, tem-se a casca de arroz carbonizada isolada ou em misturas com diferentes materiais, destacando-se não só por suas características químicas e físicas adequadas, como também, pelo baixo custo e grande disponibilidade no Rio Grande do Sul (MEDEIROS, 2008). Nesse contexto, a seleção do substrato também é um fator de fundamental importância sobre a influência nas relações hídricas, e por sua vez, no crescimento e desenvolvimento das plantas, considerando que na agricultura a disponibilidade de água tem gerado discussões sobre a necessidade e o emprego de técnicas agrícolas que reduzam a utilização ou aumentem a sua eficiência (CHAVARRIA et al., 2008). A cobertura plástica, por diminuir a radiação solar incidente e a velocidade do vento na cultura, pode atuar nesse sentido,

reduzindo a taxa evaporativa e, conseqüentemente, a demanda hídrica das plantas (CHAVARRIA et al., 2008).

Deve-se destacar que, em estudos visando ganhos de produtividade, é importante buscar, também, informações sobre trocas gasosas, pois a cobertura plástica pode alterar o microclima, modificando principalmente a incidência de radiação solar e a presença de água sobre as folhas (CHAVARRIA et al., 2008). Os reflexos dessa alteração sobre a fisiologia da planta não estão todas definidas, pois vários são os fatores que influenciam direta ou indiretamente a fotossíntese, como o déficit hídrico, estresse térmico, concentração interna e externa de gases, e composição e intensidade da luz (CONCENÇO et al., 2008). De acordo com a literatura, a temperatura tem sido apontada como primordial na influência das trocas gasosas das plantas, afetando a fotossíntese e também a respiração. Neste sentido, estudos que visam melhorar o entendimento dos processos fisiológicos das plantas, são importantes para gerar informações sobre os padrões de respostas da assimilação de CO₂ das plantas ou ecossistemas (FELSEMBURGH, 2009).

A transpiração da maioria das espécies vegetais é determinada pela demanda evaporativa relacionada à radiação solar, mecanismos fisiológicos vinculados à respostas estomáticas e a fatores ambientais, índice de área foliar e disponibilidade de água no solo ou substrato (TAIZ & ZEIGER, 2004). Já a condutância estomática, define-se como o mecanismo fisiológico que as plantas terrestres vasculares possuem para o controle da transpiração (MESSINGER et al., 2006), sendo proporcional à transpiração, à fotossíntese líquida e ao potencial da água na folha (NAVES-BARBIERO et al., 2000).

Nesse processo, os estômatos atuam como reguladores da perda de água pela transpiração (LARCHER, 2000).

Diante do que foi exposto, o objetivo do presente trabalho foi determinar o potencial da água nas folhas do morangueiro cv. Albion em diferentes substratos e as trocas gasosas foliares, em ambiente protegido.

2 MATERIAL E MÉTODOS

No período de agosto de 2009 a março de 2011 desenvolveu-se o experimento utilizando mudas vernalizadas da cultivar de morangueiro Albion (Figura 1 B).

O experimento foi desenvolvido no Setor de Horticultura da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), Rio Grande do Sul, cujas coordenadas geográficas são: latitude 28°15' S, longitude 52°24' W e altitude média de 709 m. A média anual normal de horas de frio é de 422 h, com temperaturas menores ou iguais a 7,0°C variando de 214 h a 554 h (CUNHA, 2003).

O trabalho foi realizado em estufa agrícola de 420 m², sendo utilizado 150 m² para realizar os experimentos. A estrutura era constituída de aço galvanizado com teto semicircular, instalada no sentido nordeste-sudeste e coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD), com aditivo antiultravioleta e com espessura de 150 micras. Na parte interna superior foi instalada uma tela termorefletores de alumínio de 60% de sombreamento. O manejo das cortinas móveis levou em consideração a temperatura interna do ambiente, permanecendo fechada durante o dia quando a temperatura

era inferior a 12°C e superior a 30°C, e durante a noite independente da temperatura.



Figura 1 – Vista externa (A) e interna do ambiente protegido com o experimento instalado (B). Irrigação individualizada (C). Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2009 a 2011.

O experimento foi desenvolvido no Setor de Horticultura da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), Rio Grande do Sul, cujas coordenadas geográficas são: latitude 28°15' S, longitude 52°24' W e

altitude média de 709 m. A média anual normal de horas de frio é de 422 h, com temperaturas menores ou iguais a 7,0°C variando de 214 h a 554 h (CUNHA, 2003).

O trabalho foi realizado em estufa agrícola de 420 m², sendo utilizado 150 m² para realizar os experimentos. A estrutura era constituída de aço galvanizado com teto semicircular, instalada no sentido nordeste-sudeste e coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD), com aditivo antiultravioleta e com espessura de 150 micras. Na parte interna superior foi instalada uma tela termorefletora de alumínio de 60% de sombreamento. O manejo das cortinas móveis levou em consideração a temperatura interna do ambiente, permanecendo fechada durante o dia quando a temperatura era inferior a 12°C e superior a 30°C, e durante a noite independente da temperatura.

As mudas vernalizadas foram transplantadas em 25 de agosto de 2009. Foram dispostas em recipientes de polietileno de baixa densidade (PEBD) de cor branca e de 150 micras de espessura em forma de tubulações (1m de comprimento por 0,30m de largura), no espaçamento de 0,20 na linha e 0,10 na entrelinha, suspensas por bancadas de madeira com 1,20m de altura.

Os recipientes (sacolas) foram preenchidos com diferentes substratos, constituindo estes os tratamentos, formados por cinco proporções diferentes de dois materiais (casca de arroz carbonizada e o substrato comercial Mec Plant Horta 2[®]). As proporções foram: T1: 100% CAC; T2: 75% CAC + 25% Horta 2[®]; T3: 50% CAC + 50% Horta 2[®]; T4: 25% CAC + 75% Horta 2[®]; T5: 0% CAC (100% Horta 2[®]).

A irrigação foi individualizada por parcela (Figura 1 C) e realizada por sistema de gotejamento localizado no interior das sacolas, composto por uma mangueira fixa com gotejadores a cada 15 cm. Da implantação das mudas até o início da frutificação, para cada parcela, distribuiu-se 10L de água uma vez por semana. Após este período, a distribuição foi de 10L de água duas vezes por semana. Com o início da colheita, o manejo da irrigação passou para 50L de água semanalmente. Nos finais de semana, durante este período, incrementou-se a irrigação com mais 10L por parcela. A fertirrigação utilizada foi de acordo com a formulação descrita por Calvete et al. (2007).

2.1 Microclima

No ambiente, monitorou-se a temperatura e a umidade relativa (UR) com um termohigrógrafo de registro semanal da marca Sato, instalado a 1,50 m de altura no interior da estufa agrícola. Também determinou-se mensalmente a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em dois dias típicos (nublado e ensolarado) no interior do ambiente protegido das oito as 17 horas.

2.2 Análise física do substrato

Para efetuar a análise física dos substratos foram coletadas amostras de cada tratamento em agosto de 2009 (implantação do experimento) e em abril de 2011 (final de produção). As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Física do Solo (LAFAS)

da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF para caracterizar a porosidade total (PT), espaço de aeração (EA), água facilmente disponível (AFD) e água tamponante (AT), segundo metodologia descrita por Klein (2005).

2.3 Determinação do potencial da água nas folhas

Para determinar o potencial da água (ψ_w) nas folhas da cultivar Albion foram realizadas medições com uma câmara de pressão (SCHOLANDER et al., 1965) em duas folhas por parcela, uma de cada planta às 10, 12 e 14 horas, em 25 de março e 17 de novembro de 2010 (Figura 2).

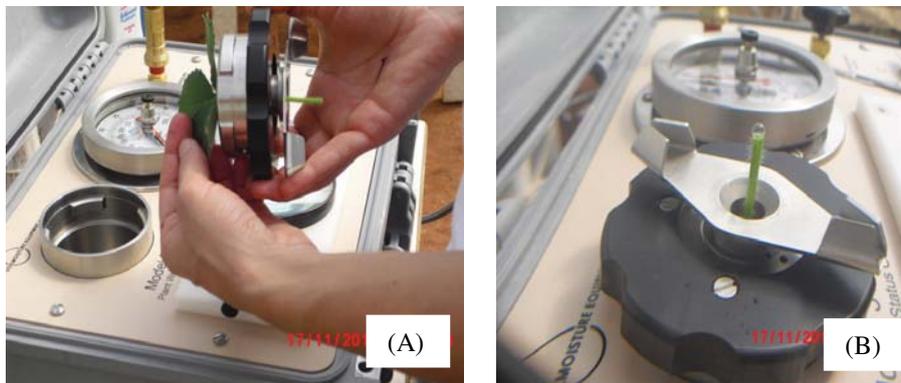


Figura 2 – Câmara de pressão com detalhe do posicionamento da folha (A) que posteriormente era colocada no cilindro para análise do potencial da água (B).

2.4 Trocas gasosas foliares

As avaliações referentes às trocas gasosas foram efetuadas em três folhas ao acaso as 8, 12 e 16 horas, dos dias 24 de março e 23 de outubro de 2010, considerando o folíolo central de plantas crescidas no substrato composto por 100% casca de arroz carbonizada. As avaliações constaram de medições de fotossíntese (A: $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s : $\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), transpiração (E: $\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) e temperatura foliar ($^{\circ}\text{C}$), com o auxílio de um analisador de gases por radiação infra-vermelha (IRGA) (LI-6400, LI-COR, Lincoln, USA) equipado com câmara de topo fechada (Figura 3), emitindo luz na faixa de 1400, 800, 600, 400, 200, 100, 0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ na primeira avaliação, e 1400, 1200, 1000, 800, 600, 400, 200, 0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ na segunda avaliação. Os parâmetros analisados (A, g_s e E) foram determinados sob concentração de CO_2 ambiente. Dos três folíolos analisados, para cada horário foi calculada uma média entre eles, considerando cada comprimento de onda emitida pelo aparelho.



Figura 3 - Analisador de gases por radiação infra-vermelha (IRGA) equipado com câmara de topo fechada.

2.6 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, e oito plantas por parcela. Para dados referentes ao potencial da água nas folhas foi considerado fatorial (5 substratos x 3 temperaturas) sendo os dados, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico CoStat (COHORT SOFTWARE, 2003). Para dados referentes à fotossíntese foram realizadas curvas de resposta a luz. Condutância estomática (g_s : $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e transpiração (E : $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$) foram analisados mediante regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Microclima

Passo Fundo encontra-se na altitude de 687m acima do nível do mar, clima temperado com característica subtropical úmido pela classificação de Koppen (KOPPEN & GEIGER, 1928) com chuvas bem distribuídas durante o ano. As normais climatológicas (1961-1990) de acordo com a EMBRAPA (2012) apresentam temperatura e umidade relativa do ar média anual de 17,5 °C e 72%, respectivamente.

De acordo com os dados obtidos referentes ao microclima no ambiente onde desenvolveu-se o trabalho, a temperatura média do ar (Figura 4 A) registrada na primeira avaliação (24/03/2010) das trocas gasosas foliares foi de 24,08 °C, sendo que às 14 horas registrou-se a temperatura mais elevada durante o dia (34 °C). Quanto à umidade relativa do ar (Figura 4 B), os valores variaram de 67%, registrados das 14 às 18 horas, até 100%, no período entre 22 e 10 horas.

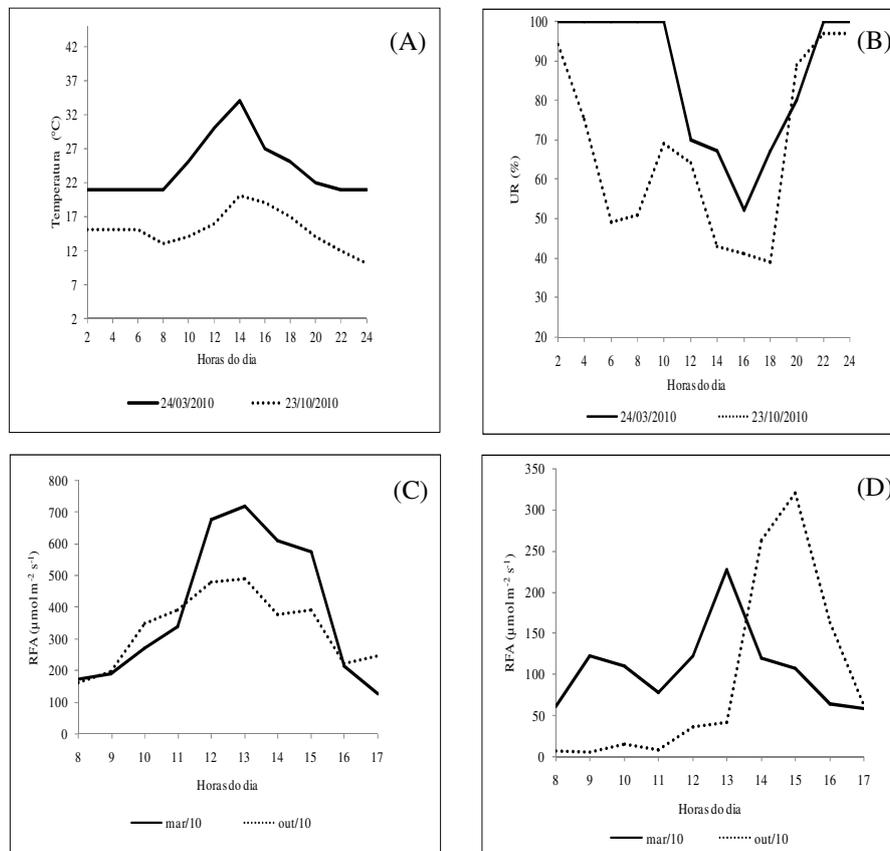


Figura 4- Temperaturas (A), umidade relativa do ar (B) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA) em dias típicos (nublado C e ensolarado D) registradas no ambiente protegido durante os dias (temperatura e UR) e meses (RFA) de avaliação das trocas gasosas foliares da cv. Albion de morangueiro em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2009 a 2011.

Em relação ao monitoramento da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) no mês de março de 2010, verificou-se, em condições extremas, em um dia nublado (Figura 4 C), média de

107,23 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, e a máxima atingindo 227,03 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, a qual foi registrada às 13 horas. Todavia, em dia ensolarado, a RFA média (Figura 4 D) registrada foi de 390,43 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e a máxima de 721,46 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, às 13 horas.

Durante a segunda avaliação (23/10/2010) a temperatura média do ar (Figura 4 A) foi de 15 °C e a mais elevada foi registrada às 14 horas, de 20 °C. A umidade relativa do ar (Figura 4 B) foi de 41% às 16 horas, atingindo até 97% no mesmo período da primeira avaliação. Em outubro, a RFA média em dia nublado (Figura 4 C) foi de 92,23 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e a máxima de 319,83 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, às 15 horas. Em dia ensolarado a RFA média foi de 331 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e a máxima de 490,36 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, às 13 horas (Figura 4 D).

De acordo com a literatura, a temperatura do ar ótima para realização do processo fotossintético, na maioria das plantas C_3 , caso do morangueiro, estende-se sobre uma faixa de 15-30°C, com limite superior de temperatura para absorção de CO_2 de 40-50°C (LARCHER, 2000). Essa amplitude de temperatura é característica própria de cada espécie e, certamente sofre alterações em função dos fatores externos (LARCHER, 2000).

3.2 Determinação do potencial da água nas folhas e análise física dos substratos

O resultado da análise de variância da primeira avaliação (25 de março de 2010), realizada após sete meses do plantio das mudas (212 DAT) para verificar o potencial de água nas folhas da cultivar Albion de morangueiro oriunda de mudas vernalizadas,

mostrou interação entre as proporções de substratos e as temperaturas registradas no ambiente (Tabela 1).

Tabela 1 – Potencial da água nas folhas (MPa) de morangueiro cv. Albion cultivado em diferentes substratos 212 dias após o transplante, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010

Substratos	Potencial da água na folha (MPa)			Médias
	Temperatura do ar			
	30 °C (10 horas)	35 °C (12 horas)	40 °C (14 horas)	
100 %CAC	-0,54abB	-0,75aAB	-0,93bA	-0,74
75% CAC+25% Horta 2	-0,49bB	-0,87aB	-1,56aA	-0,97
50 % CAC+50% Horta 2	-0,60abB	-0,82aA	-0,81bA	-0,74
25 % CAC+75% Horta 2	-0,75aA	-0,85aA	-0,93bA	-0,84
0% CAC	-0,58abB	-0,91aA	-0,99bA	-0,83
Médias	-0,59	-0,84	-1,04	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

No desdobramento da interação entre os dois fatores, considerando as diferentes temperaturas do ar interferindo em cada substrato, verificou-se que, com 25% CAC, na avaliação realizada às 10 horas em temperatura de 30°C foi registrado o menor potencial da água (-0,75 MPa), diferindo apenas do substrato com 75% CAC, com o maior potencial da água nas folhas (-0,49 MPa). Na temperatura de 35°C registrada às 12 horas, não houve diferença entre os substratos. Com a elevação da temperatura do ar no ambiente para 40 °C, verificada às 14 horas, as plantas no substrato com 75% CAC apresentaram o menor potencial da água nas folhas (-1,56 MPa). Considerando as plantas produzidas nos cinco substratos, em cada

temperatura, observa-se que, de modo geral, as misturas contendo 100%, 75%, 50% e 0% de CAC aos 40°C apresentou menor ψ_w . Nos substratos com 100 %, 50% e 0% de CAC os potenciais foram iguais nas temperaturas de 35°C e 40°C. Já com 25% CAC não foram identificadas diferenças entre as temperaturas.

Klamkowski & Trader (2006b) estudaram a possível influência do deficit hídrico sobre o crescimento das plantas de morangueiro em casa de vegetação conduzidas em substrato. Durante o período experimental, os valores médios de ψ_w variaram de -0,43MPa a -0,64MPa, para plantas irrigadas, e de -1,58MPa a -1,81MPa em condições de deficiência hídrica. Relacionando com os resultados do presente trabalho, apenas na temperatura de 30°C os substratos permaneceram dentro da mesma faixa dos valores obtidos por Klamkowski & Trader (2006) para plantas irrigadas, com exceção do substrato contendo 25% de CAC (-0,75 MPa). Nas temperaturas de 35 e 40°C houve deficiência hídrica grave para esta cultura, conforme Klamkowski & Trader (2006) e Hsiao (1973). Esse último autor determinou o nível de gravidade da deficiência hídrica em função da diminuição do ψ_w da planta, classificando como estresse leve quando há redução no potencial hídrico da planta a menos de -1MPa; moderado quando registra-se valores de potencial hídrico superiores a -1 MPa mas inferiores a -1,5MPa; e grave para mais de -1,5MPa. Sruamsiri e Lenz (1986) relataram, para a cultura do morangueiro, que -1,7 MPa determina o início do murchamento, e -2,5 MPa o ponto de murcha permanente.

Em outro trabalho realizado por Klamkowski & Trader (2008), em ambiente protegido e com plantas conduzidas em

recipientes plásticos preenchidos com turfa, as cultivares de morangueiro Elsanta, Elkat e Salut (todas frigorificadas) foram avaliadas em relação à deficiência hídrica. Valores semelhantes também foram encontrados para as plantas controle (irrigadas), variando de -0,62 a -0,74MPa no início do experimento, e de -0,72 a -0,85MPa no final do experimento. Já para plantas submetidas a estresse hídrico, os valores obtidos na primeira avaliação ficaram entre -1,61 a -1,81MPa. Na segunda entre -1,45 a -1,87, considerado estresse moderado a grave.

Com base nos resultados de Klamkowski & Trader (2008), pode-se dizer que a deficiência hídrica na Albion, no presente trabalho iniciou na temperatura de 35°C, no substrato com 0% de CAC, e somente no substrato com 75% CAC em temperatura de 40°C, ocorreu estresse hídrico grave (HSIAO, 1973 e KLAMKOWSKI & TRADER, 2008). Além da temperatura, outro fator que contribui para a diminuição do ψ_w é a composição do substrato, pois, de acordo com KLEIN (2005), substratos com adição de material orgânico apresentam aumento na capacidade de retenção de água, porém, se utilizado em vasos ou sacolas com altura reduzida, a drenagem será menor e poderá haver deficiência de aeração para o sistema radicial. Já substratos porosos apresentam dificuldade de redistribuir a água, em razão do excesso de poros grandes, dificultando a retenção de água

Ressalta-se que plantas cultivadas no sistema sem solo, em casa de vegetação, geralmente são expostas mais facilmente à estresses hídricos graves, pois o volume em que as plantas crescem e se desenvolvem é limitado, sofrendo influências do ambiente (KLAMKOWSKI & TRADER, 2008).

Deve-se considerar que, em ambientes protegidos por filmes de polietileno, ocorrem alterações microclimáticas de temperatura, umidade relativa do ar e radiação solar, exercendo influência no desenvolvimento e no crescimento vegetal, que são dependentes da intensidade, qualidade e duração da radiação solar (SCARANARI et al., 2008). Estas alterações interferem na fisiologia das plantas (CHAVARRIA et al., 2009) e reduzem a demanda evaporativa (CARDOSO et al., 2008).

À medida que eleva-se a temperatura há redução no ψ_w das plantas devido as reservas de água serem rapidamente esgotadas (KLAMKOWSKI et al., 2006). As plantas de Albion crescidas em 75% CAC foram as que apresentaram maior redução no potencial de água a medida que foi aumentando a temperatura, de -0,49 MPa em 30°C a -1,56, em 40 °C.

Segundo Kämpf & Jung (1991), o emprego de casca de arroz carbonizada (CAC) confere alta capacidade de aeração, elevada porosidade total e baixa retenção de água, que foi determinado nas análises físicas dos materiais no presente estudo, o que também explica os valores obtidos.

Em relação às características físicas avaliadas nos diferentes materiais e misturas utilizadas (Figura 5), verificou-se que a Porosidade Total foi superior aos 80%: o substrato com 0% CAC apresentou PT de $0,83 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, a mistura com 25% CAC obteve PT de $0,85 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, a de 50% CAC, PT de $0,86 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, a de 75% CAC, PT de $0,88 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ e a de 100% CAC, PT de $0,87 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$.

Verdonk & Gabriels (1988) consideram ideal quando o valor da PT é acima de $0,85 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$.

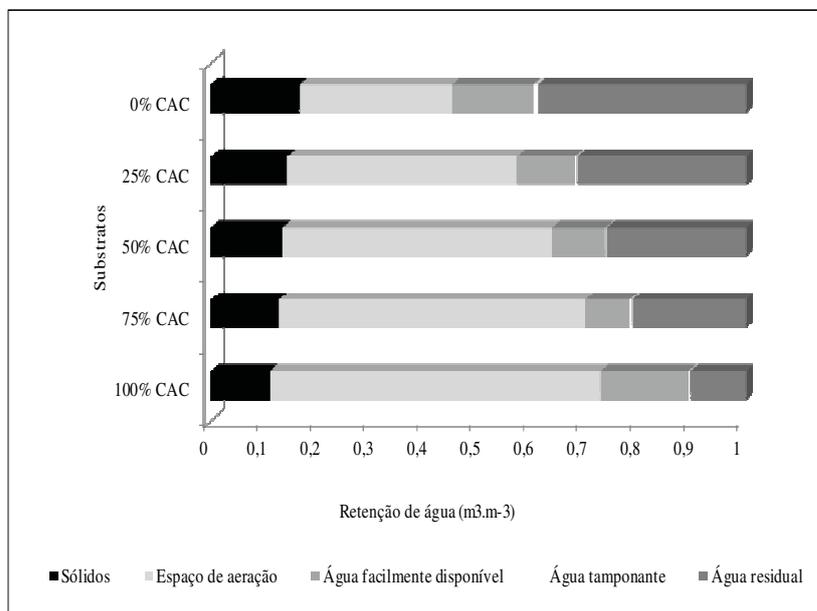


Figura 5 – Características físicas dos substratos após a implantação do experimento (28-08-2009). Passo Fundo/RS, FAMVUPF, 2009

O espaço de aeração (EA), com menor porcentagem de CAC (25%) e 0% CAC (100% Horta 2[®]), apresentaram valores de $0,42 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ e $0,28 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, respectivamente. O substrato composto por 100% CAC apresentou maior EA, concordando com resultados já identificados na literatura a exemplo do verificado por Schmitz et al. (2002). Segundo esses autores, valores elevados de EA podem trazer deficiências hídricas às plantas, especialmente no caso de irrigações pouco frequentes. Verifica-se (Figura 5) que a adição de CAC ao substrato Horta 2[®] aumentou o EA.

Segundo De Boodt & Verdonck (1972), a faixa ideal de água disponível (AD) para plantas cultivadas em vaso é entre $0,24$ a $0,40 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Considerando esses limites, para todos os substratos e

misturas analisadas os valores foram inferiores, apresentando restrições quanto à disponibilidade hídrica (MELLO, 2006). Entretanto, a resposta da planta ao substrato depende da espécie em cultivo, estágio de desenvolvimento e formas de propagá-la, manejo e condições ambientais.

A Tabela 2 apresenta a segunda avaliação para quantificar o potencial hídrico nas folhas de morangueiro cv. Albion (mudas com vernalização), realizada após um ano e três meses do plantio das mudas (449 DAT). Pela análise de variância não houve resposta significativa entre as proporções de substratos e as temperaturas registradas no ambiente em relação ao ψ_w nas folhas, apresentando valores entre -0,63MPa (100% CAC), em temperatura de 21 °C, a -1,28 MPa (0 % CAC), em temperatura do ar de 25°C.

Tabela 2 – Potencial da água nas folhas (MPa) de morangueiro cv. Albion cultivado em diferentes substratos aos 449 dias após o transplântio, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010

Substratos	Potencial de água na folha (MPa)			Médias
	Temperatura do ar			
	25 °C (10 horas)	21 °C (12 horas)	19 °C (14 horas)	
100 %CAC	-0,83	-0,63	-1,0	-0,82 ^{ns}
75% CAC+25% Horta 2	-1,0	-0,89	-0,79	-0,89
50 % CAC+50% Horta 2	-0,71	-0,83	-0,84	-0,79
25 % CAC+75% Horta 2	-0,93	-0,70	-0,85	-0,82
0% CAC	-1,28	-0,88	0,95	-1,03
Médias	^{NS} -0,95	-0,78	-0,88	

ns/NS- não significativo pelo Teste F.

As plantas, quando submetidas à condição de déficit hídrico, apresentam maior crescimento de raízes, retendo maior quantidade de carbono para se desenvolver, permitindo melhor equilíbrio hídrico em condição de estresse (HOOGENBOMM et al., 1987).

Embora as plantas desenvolvidas no substrato com 75% de CAC tivessem apresentado déficit hídrico moderado aos 212 DAT, quando chegou aos 449 dias mostrou estresse leve (HSIAO, 1973), em temperatura de 25°C. Posteriormente, quando diminuiu a temperatura para 21 e 19°C, considera-se que tiveram irrigação ideal (KLAMKOWSKI & TRADER, 2008).

A provável explicação para esse fato é que as plantas adaptaram-se a essa condição, emitindo raízes laterais mais finas e aumentando a área de contato com o substrato e permitindo maior absorção de água. Segundo Netting (2000), esse fenômeno deve-se à síntese de ácido abscísico (ABA), que induz o crescimento da raiz e estimula a emergência de raízes laterais, enquanto suprime o crescimento foliar. Também é redistribuído para a parte aérea, sendo eficaz no fechamento estomático e seu acúmulo nas folhas estressadas exerce importante papel na perda de água pela transpiração em condição de estresse hídrico (TAIZ & ZEIGER, 2004).

A emissão de novas raízes também está associada à relação auxina/citocinina, pois auxinas e citocininas atuam sinergicamente para regular divisão celular, e de forma antagônica para controlar a formação de gemas e raízes laterais, sugerindo múltiplos mecanismos de interação (CATO, 2006).

Os demais substratos, comparando com a primeira avaliação, somente na temperatura do ar de 25°C os potenciais de água foram menores do que aos 30°C, quando as plantas estavam com 212 DAT. Em temperaturas de 30° e 40°C, na primeira avaliação, os potenciais de água se assemelharam aos extraídos em temperaturas de 21 e 19°C, na segunda avaliação. Mesmo com plantas mais desenvolvidas e maior área foliar o ψ_w permaneceu semelhante, sugerindo que a temperatura foi um dos fatores indutivos desse resultado, além do maior crescimento das raízes laterais. Por outro lado, relacionando-se a primeira com a segunda análise das características físicas nos substratos (Figura 6), verificou-se ao final do experimento (um ano e sete meses após o transplante) que houve diminuição do espaço de aeração em todos os materiais, e aumento da água facilmente disponível e de reserva (tamponante) em todos tratamentos, com exceção do substrato com 100% de CAC, que permaneceu sem alteração, nessas características avaliadas. Com a continuidade do cultivo ocorreu adensamento do substrato, o que levou a diminuição nos macro e aumento dos microporos, proporcionando maior retenção de água.

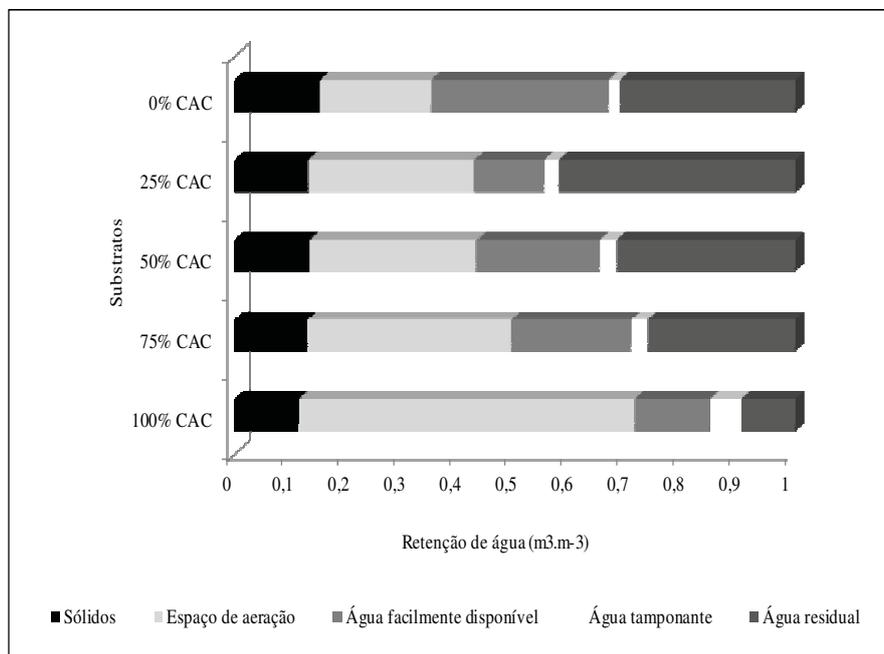


Figura 6 – Características físicas dos substratos no final do experimento (18-03-2011). Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2011.

3.3 Trocas gasosas foliares e eficiência do uso da água

A primeira avaliação das trocas gasosas foliares (Figura 7) foi realizada após sete meses do transplântio (211 DAT).

Observou-se que à medida que a luz aumentou houve incremento na fotossíntese em todos os horários de avaliação.

Às oito horas da manhã a fotossíntese máxima observada foi de $9,34 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Figura 7 A). Ao meio dia, houve aumento na taxa fotossintética das plantas chegando a $12,8 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Já às 16 horas registrou-se os valores mais elevados, $14,9 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Esses valores foram obtidos no maior comprimento

de onda emitida pelo aparelho ($1500 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Outra observação foi que acima de $800 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, houve certa estabilização da atividade fotossintética.

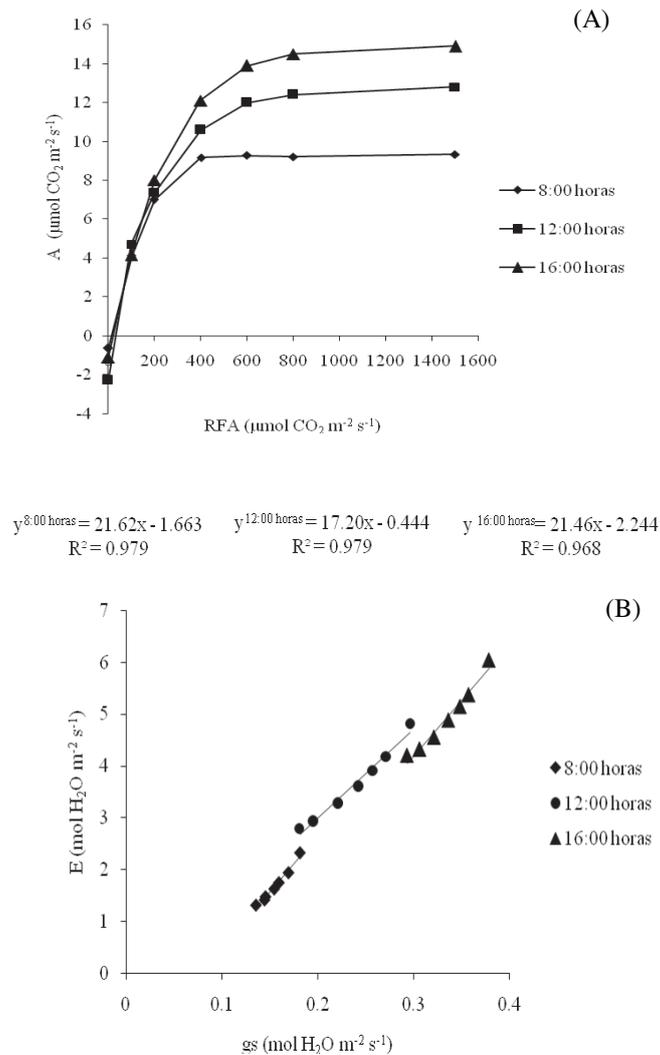


Figura 7 – Fotossíntese ($A: \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (A) e relação entre condutância estomática ($gs: \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e transpiração ($E: \text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (B) aos 211 DAT. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010.

De acordo com Morgan (2006) plantas de morangueiro apresentam nível de saturação de luz entre 800 a 1200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ fluxo de fótons fotossintéticos, em ambiente com temperatura em torno de 25°. Durante a primeira avaliação das trocas gasosas a temperatura média dentro do ambiente protegido foi de 24,08 °C e a máxima chegou aos 34 °C. Sendo assim, sob radiação intensa, e com temperaturas elevadas, não há aumento significativo do processo fotossintético, mas há saturação pelo excesso de radiação. Nesse caso, a velocidade de absorção de CO_2 não é mais limitada pelas reações fotoquímicas, mas sim por reações enzimáticas e pela disponibilidade de CO_2 (LARCHER, 2000).

O ponto de compensação luminosa para todos os horários analisados foi de 100 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, correspondendo à taxa de luz em que a atividade fotossintetizante é igual à atividade respiratória. Isso significa que nesse ponto, a planta consumiu na respiração uma quantidade de O_2 equivalente a produzida na fotossíntese ou que consumiu na fotossíntese, uma quantidade de CO_2 equivalente a liberada pela respiração (BARBOSA et al., 2010).

Quando as plantas foram submetidas à luminosidade controle (0 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) a fotossíntese foi negativa em todos os horários, sendo que valores mais baixos foram registrados ao meio dia -2,3 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, não havendo absorção de CO_2 mas apenas consumo de reservas acumuladas (BARBOSA et al., 2010).

Os valores obtidos para condutância estomática nessas plantas foram superiores ao limite de 0,05 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ como mostra a Figura 7 B, indicando apenas efeitos estomáticos

(MEDRANO et al., 2002) envolvidos nos resultados encontrados. No primeiro horário analisado, a condutância variou de 0,13 a 0,18 mol H₂O m⁻² s⁻¹. Ao meio dia de 0,18 a 0,29 mol H₂O m⁻² s⁻¹. As 16 horas os valores ficaram entre 0,29 a 0,37 mol H₂O m⁻² s⁻¹.

A transpiração às oito horas da manhã foi de 1,23 a 2,32 mol H₂O m⁻² s⁻¹. Ao meio dia variou de 2,79 a 4,81 mol H₂O m⁻² s⁻¹ e as 16 horas ficou entre 4,2 a 6,04 mol H₂O m⁻² s⁻¹. De acordo com esses resultados, os valores de condutância estomática são acompanhados pelo aumento da transpiração.

A relação positiva e elevado coeficiente de determinação entre condutância estomática e transpiração (Figura 7 B) tem efeito benéfico, uma vez que esses fatores estão diretamente relacionados com a taxa fotossintética (VIDAL, 1997), pois com a abertura dos poros estomáticos há ganho de carbono e ao mesmo tempo, perda de água pela transpiração (KLAMKOWSKI & TREDER, 2006).

De acordo com Chaves et al. (2003), o fechamento estomático protege as plantas contra a perda excessiva de água, mas também restringe a difusão de CO₂ nas folhas sendo esta, a principal causa da redução da fotossíntese (FLEXAS & MEDRANO, 2002).

De acordo com Farquhar & Sharkey (1982), quando há aumento na atividade fotossintética, a quantidade interna de gás carbônico tende a diminuir, pois o mesmo está sendo incorporado e, dessa forma, há uma tendência de se promover maior abertura estomática, levando a maior condutância.

A segunda avaliação das trocas gasosas foliares (Figura 8) foi realizada um ano e dois meses após o transplante (425 DAT).

O comportamento fotossintético do morangueiro cv. Albion aos 425 DAT (Figura 8 A) foi semelhante ao observado na primeira avaliação, porém os valores registrados foram inferiores.

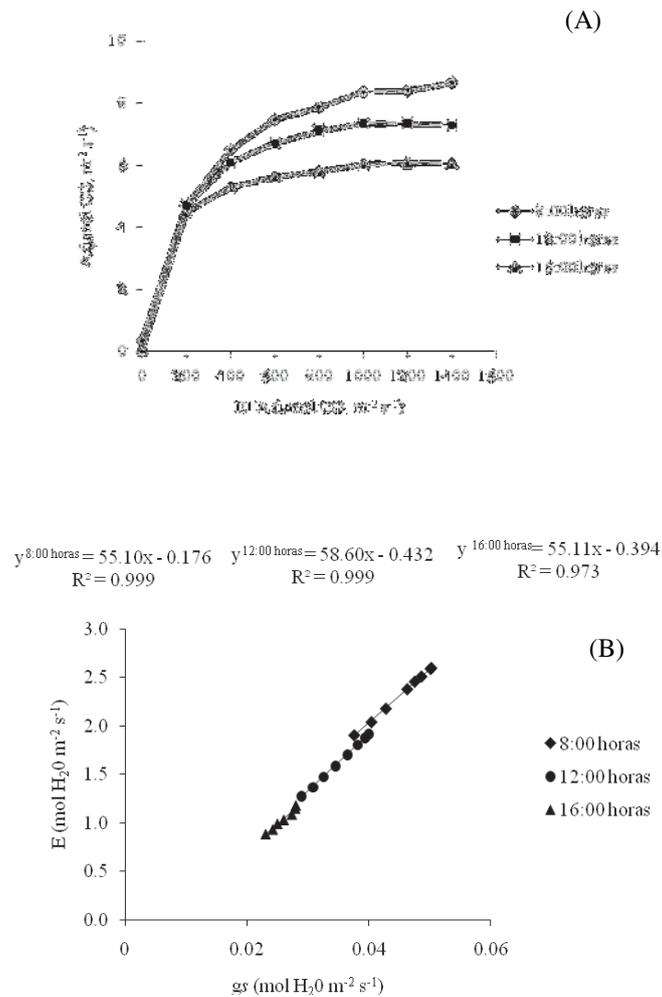


Figura 8 - Fotossíntese (A: $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (A) e relação entre condutância estomática (g_s : $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e transpiração (E: $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) (B) aos 425 DAT. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010.

Às oito horas da manhã, o valor máximo da taxa fotossintética foi de $8,65 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em $1400 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Ao meio dia, $7,34 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em $1000 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e as 16 horas a taxa fotossintética máxima foi de $6,07 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em $1200 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

O ponto de compensação luminosa durante a segunda avaliação foi próxima a $200 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, para todos os horários observados. Não foram encontrados valores negativos para fotossíntese quando as plantas foram submetidas à luminosidade controle ($0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Acima de $800 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, a atividade fotossintética tendeu a estabilizar.

A relação entre condutância estomática e transpiração (Figura 8 B) durante a segunda avaliação mostraram novamente relação positiva e elevado coeficiente de determinação, porém os valores para condutância foram inferiores a $0,05 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em todos os horários avaliados. De acordo com Lorenzo-Minguez (1994), esse fato provoca incremento na temperatura foliar. Em decorrência disso, com os estômatos praticamente fechados, a razão fotossíntese/transpiração declina rapidamente, pois a entrada de CO_2 sofre mais restrições que a transpiração estomática, e a perda d'água na forma de vapor continua ocorrendo através da cutícula (LARCHER, 2000) o que justifica a diminuição da fotossíntese na segunda avaliação pois a temperatura foliar média durante a segunda avaliação foi superior a primeira ($31,6$ e $29,4$ °C, respectivamente).

De acordo com esses resultados, efeitos não estomáticos podem estar envolvidos (MEDRANO et al., 2002). Conforme Damatta et al. (2000) as limitações não estomáticas, ou seja, deficiência nos

processos bioquímicos, pode ter como causa fundamental a inibição no transporte de elétrons (ETR), no comprometimento da regeneração da ribulose-1,5- bifosfato e por um decréscimo na atividade da enzima de carboxilação, a *Rubisco*. Nesse caso, métodos que discriminam exatamente os componentes bioquímicos ou difusivos envolvidos no processo fotossintético deveriam ter sido avaliados.

4 CONCLUSÕES

- a) As plantas de Albion produzidas no substrato com 75% CAC+25% Horta 2[®] são as mais prejudicadas aos 221 dias apresentando o menor potencial de água nas folhas com a elevação da temperatura ambiente.
- b) A adição de casca de arroz carbonizada ao substrato Mec Plant Horta 2 aumenta o espaço de aeração nas diferentes misturas.
- c) Nas condições de rega utilizadas no experimento as plantas do morangueiro cv. Albion são submetidas à condição de déficit hídrico.
- d) A temperatura do ar no ambiente protegido e a temperatura foliar influenciam as trocas gasosas do morangueiro cv. Albion.
- e) A luz afeta a fotossíntese, condutância estomática e a taxa de transpiração, de modo que estes parâmetros fisiológicos apresentam comportamentos semelhantes.

CAPÍTULO II

FENOLOGIA E ACÚMULO DE FOLHAS EM MUDAS DE MORANGUEIRO DE DIAS NEUTROS COM E SEM VERNALIZAÇÃO E ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR DA cv. ALBION

ROSIANI CASTOLDI DA COSTA³

RESUMO – A fenologia e o filocrono são parâmetros que auxiliam na caracterização do crescimento e desenvolvimento vegetal. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho da cultivar de morangueiro Albion com e sem vernalizada quanto a fenologia e filocrono em substrato. Os experimentos foram desenvolvidos em estufa agrícola no Setor de Horticultura da Universidade de Passo Fundo-RS. As plantas foram dispostas em sacolas distribuídas sobre bancadas de madeira, preenchidas com substrato formado por casca de arroz carbonizada e Mec Plant Horta 2[®]. O delineamento experimental utilizado para os dois experimentos foi de blocos casualizados, com quatro repetições e oito plantas por parcela. Em cada parcela, foram marcadas ao acaso quatro plantas nas quais foi realizada as avaliações de fenologia e filocrono. Para fenologia registrou-se datas do início do florescimento e da frutificação, início e final de colheita. Para filocrono semanalmente realizou-se a contagem do número de folhas. Foi realizada regressão linear entre o número de folhas (NF) na coroa principal e a soma térmica acumulada (STa). Para determinação da

³ Bióloga, doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), Área de Concentração em Produção Vegetal.

área foliar foram medidos o comprimento e a largura de cada folíolo com régua, e comparado os resultados com a medida obtida por um integrador de área foliar, para verificar a possibilidade de efetuar apenas medidas a campo, sem necessitar a coleta de folhas. A vernalização antecipa o ciclo da cultivar de morangueiro Albion, a taxa de aparecimento de folhas e o filocrono quando compara-se com as sem vernalização. As medidas de comprimento e largura das folhas são adequadas para a estimativa da área foliar para a cv. Albion, sem necessitar da coleta das folhas.

Palavras chave: *Fragaria x ananassa* Duch., vernalização, estádios fenológicos, soma térmica.

**PHENOLOGY AND ACCUMULATION OF LEAVES ON
STRAWBERRY SEEDLINGS OF DAYS NEUTRAL WITH
AND WITHOUT VERNALIZATION AND ESTIMATION OF
LEAF AREA OF cv. ALBION**

ABSTRACT – Phenology and phyllochron are parameters that help the characterization of the plant development and growth. The objective of this work was to evaluate the performance of the strawberry cultivar Albion, with and without vernalizing as for phenology and phyllochron in substrate. The experiments were developed in rural greenhouse in the Horticulture Sector of Passo Fundo University-RS. The plants were placed in bags filled with substrates which were consisted of carbonized rice husk and Mec Plant Horta 2[®]). The experimental design used for both experiments was consisted of randomized complete blocks with four repetitions and eight plants per plot. In each plot, four plants were randomly marked and submitted to phenology and phyllochron evaluations. For phyllochron, dates of the beginning of flowering and fruiting were recorded, as for beginning and end of harvest. For phyllochron, the number of leaves was counted every week. Linear regression between the number of leaves (NL) in the main crown and the accumulated thermal sum (TSa) was accomplished. Yet, the area of each leaf was measured (cm²) through an integrator of the leaf area to identify the possibility of achieving measures at field only, without the need of collecting leaves through statistical models that were evaluated based on the high determination coefficient (R²) and on the significance of regression coefficients. Vernalization anticipates the cycle of strawberry cultivar Albion, the rate of leaves emergence and

phyllochron when they are compared with the ones without vernalization. The measures of leaves length and width are adequate to the estimative of the leaf area to cv. Albion, without the need of collecting leaves.

Keywords: *Fragaria x ananassa* Duch., vernalization, phenological stages, thermal time.

INTRODUÇÃO

A variação nos preços do morango para consumo *in natura* são bastante acentuados. Os melhores obtêm-se entre os meses de abril e junho, quando a oferta do produto é reduzida em razão de condições climáticas e das características das cultivares exploradas. A partir de julho, com a entrada dos frutos de outras regiões do Brasil, principalmente de Minas Gerais, os preços vão diminuindo até o término da safra (janeiro e fevereiro)

No Brasil, a maioria das cultivares de morangueiro utilizadas respondem ao fotoperíodo, sendo denominadas de Dias Curtos (DC). Nos últimos anos, cultivares de Dias Neutros (DN), as quais são indiferentes ao fotoperíodo e que florescem em temperaturas de 10 a 20°C como é o caso da cv. Albion, ganharam espaço em regiões de verões amenos como a Serra do Rio Grande do Sul, por permitirem produção no período de entressafra.

Outras alternativas como o cultivo sem solo em ambiente protegido, vem sendo utilizadas para a produção fora de época, podendo antecipar ou retardar o período de colheita, além de incrementar o rendimento por área (CALVETE et al., 2007).

As mudas de morangueiro podem ser frescas (sem vernalizar) ou frigo (vernalizadas). A vernalização das mudas consiste em fornecer às plantas de forma artificial, condições de temperatura para que ocorra a diferenciação das gemas em botões florais, na época em que tais condições não ocorrem naturalmente, simulando uma vernalização (OLIVEIRA et al., 2006). De acordo com Oliveira et al. (2007), as mudas vernalizadas permanecem por aproximadamente

vinte e quatro dias em câmara fria em temperatura de 4 ± 1 °C e umidade relativa de $94\pm 2\%$.

A precocidade de produção e a maturação são variáveis conforme a cultivar e o manejo da planta (DIAS et al., 2009). Em morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.), o crescimento e desenvolvimento de folhas, flores e estolões dependem do complexo de interação entre temperatura, fotoperíodo e amplitude térmica (SILVA et al., 2007).

Antunes et al. (2006) determinaram em Passo Fundo, Brasil a fenologia no morangueiro com base nas cultivares Oso grande, Tudla, Chandler e Dover. Esses verificaram nove estádios, concordando com a classificação de Meier et al. (1994) que compreendem desde o aparecimento do botão floral (estádio 1) até os frutos encontrarem-se maduros com 75 a 100% da superfície vermelha (estádio 9). A duração dos nove estádios variou de 36,4 dias para a cv. Tudla a 40 dias para Oso Grande. O estágio 4, caracterizado pela queda das pétalas foi o mais longo para as quatro cultivares em estudo, com 11,3 dias, em média. Dover foi a mais precoce, considerando o início do florescimento e da frutificação (Antunes et al., 2006).

Outro parâmetro do desenvolvimento vegetativo das culturas é a estimativa da taxa de aparecimento de folhas (LAR) e do filocrono (tempo necessário para o aparecimento de folhas sucessivas), importante no cálculo do número de folhas acumuladas na haste principal da planta (XUE et al., 2004; STRECK et al., 2005; 2007). Uma das maneiras usadas para calcular o número de folhas (NF) em modelos matemáticos é pelo conceito do filocrono, que é o intervalo

de tempo entre o aparecimento de duas folhas sucessivas em uma haste (WILHELM; MCMASTER, 1995; XUE et al., 2004). O tempo na unidade do filocrono normalmente é expresso através da soma térmica, com unidade °C dia, definida como a soma diária de unidades térmicas acima de uma temperatura base, abaixo da qual a planta não se desenvolve ou o desenvolvimento é tão lento que pode ser desprezado. Assim o filocrono tem unidade °C dia folha⁻¹ (RUSSELE et al., 1984; STRECK et al., 2005, 2007).

Embora existam informações sobre a fenologia da floração e maturação dos frutos do morangueiro, é necessário identificar o seu desempenho no local do cultivo. Para a determinação da fenologia é importante calcular a soma térmica do local, expressa em graus-dia, referindo-se à diferença entre o acúmulo da temperatura média diária e a temperatura base, acima da qual a planta consegue realizar suas funções fisiológicas (CARVALHO et al., 2005). Para as cultivares de morangueiro, estima-se que a temperatura base é de 7 °C (RIEGER, 2007).

Mesmo o filocrono e a fenologia sendo avaliações importantes e estudadas para olerícolas (MALDANER et al., 2009; HERMES et al., 2001; PIVETTA et al., 2007), para o morangueiro poucos são os estudos e, quando são realizados, são para cultivares e condições distintas (MENDONÇA, 2012).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a fenologia, estimar a taxa de aparecimento de folhas, o filocrono (em mudas com e sem vernalização) da cv. de morangueiro Albion e estabelecer modelos matemáticos para estimar a área foliar utilizando medidas de comprimento e largura da folha.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos em estufa agrícola de 420 m², com teto semicircular, instalada no sentido nordeste-sudeste. A estrutura, constituída de aço galvanizado, foi coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD), com aditivo antiultravioleta e espessura de 150 micras. Na parte interna superior foi instalada uma tela termorefletora de alumínio de 60% de sombreamento. A estrutura localiza-se no Setor de Horticultura da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF).

A cultivar de morangueiro utilizada tanto vernalizada (frigo) (24 dias em câmara fria em temperatura de 4±1 °C e umidade relativa de 94±2%) (OLIVEIRA et al., 2007) quanto sem vernalização (fresca), foi Albion e de procedência Chilena (Viveiro LLAHUEN), cada procedência da muda compôs um experimento, com as mesmas características e no mesmo ambiente. As mudas com vernalização foram transplantadas em 25 de agosto de 2009 e as sem vernalização, em 21 de junho de 2010. Foram conduzidas em sacolas confeccionadas com plástico (PEBD) tubular branco de 150 mm e aditivo anti-ultravioleta, de 1 m de comprimento e largura 0,30 m, preenchidas com 75% casca de arroz carbonizada e 25% do substrato comercial Mec Plant Horta 2[®]. Cada sacola apresentava duas linhas de plantio, espaçadas a cada 0,20 na linha e 0,10 na entrelinha.

O delineamento experimental utilizado para os dois experimentos foi de blocos casualizados, com quatro repetições, e oito plantas por parcela.

A irrigação foi distribuída de forma independente em cada parcela e realizada por sistema de gotejamento localizado no interior das sacolas, composto por uma mangueira fixa com gotejadores a cada 15 cm. A fertirrigação foi efetuada semanalmente de acordo com a fórmula descrita por Calvete et al. (2007).

Os tratos culturais foram realizados conforme a necessidade do morangueiro, sendo controladas as principais doenças e pragas, tais como: micosferela (*Mycosphaerella fragariae* (Tul.) Lindau); oídio (*Sphaerotheca macularis*); mofo cinzento ou botritis (*Botrytis cinera* L.), ácaro-rajado (*Tetranychu urticae*); pulgões (*Capitophorus fragaefolii*; *Cerosipha forbesi*); e Tripes (*Frankliniella occidentalis* (Perg.)).

Em cada parcela, foram marcadas ao acaso quatro plantas nas quais foram realizada as avaliações de fenologia e filocrono.

As avaliações da fenologia constaram de registros das datas do início do florescimento, da frutificação, e início e final da colheita. O início da floração foi considerado quando 50% das plantas de cada parcela apresentavam, pelo menos uma flor aberta. O início da frutificação foi determinado após o término do florescimento (queda de todas as pétalas). Foram considerados maduros os frutos que apresentavam 75% da epiderme de coloração vermelha.

A temperatura do ar foi medida com um termohigrógrafo marca Sato, localizado no interior da estufa agrícola a 1,5m de altura. Foram extraídos os dados de temperatura mínima e máxima do ar.

A temperatura média diária (Tmd) foi calculada pela seguinte equação:

$$Tmd = (t_0 + t_2 + t_4 \dots t_{18} + t_{20}) / 12;$$

que calcula a média aritmética das temperaturas (°C) registradas pelo termohigrógrafo a cada duas horas.

A soma térmica diária (STd) foi calculada conforme proposto por Gilmore & Rogers (1958) e Arnold (1960), pela equação:

$$STd=(Tmd-Tb) [^{\circ}C \text{ dia}^{-1}].$$

Onde,

Tmd= Temperatura média diária;

Tb= Temperatura base

A temperatura-base (*Tb*) é definida como a temperatura mínima, abaixo da qual não há emissão de folhas. A *Tb* considerada foi de 7 °C. A STd foi acumulada a partir do transplante das mudas, resultando na soma térmica acumulada (STa), ou seja:

$$STa=\Sigma STd.$$

Para determinar o filocrono, tanto para mudas vernalizadas quanto para aquelas sem vernalização, as avaliações constaram da contagem do número de folhas (NF) duas vezes por semana, desde o início da emissão de folhas até a segunda floração (outubro para vernalizadas e setembro para aquelas sem vernalização) do morangueiro. Foi considerado emissão de uma nova folha quando esta se apresentava visível com aproximadamente 1 cm de comprimento.

Foi realizada a regressão linear entre o número de folhas (NF) na coroa principal e a STa. O filocrono (°C dia folha⁻¹) foi estimado como sendo o inverso do coeficiente angular da regressão linear.

Para determinação da área foliar do morangueiro cv. Albion foram coletadas de forma aleatória (sem considerar a

procedência das mudas), aos 547 dias após o transplântio (DAT), 100 folhas de diferentes tamanhos.

Em laboratório, efetuou-se a medição do comprimento (cm) e largura (cm) de cada folíolo, utilizando-se uma régua graduada em milímetros. O comprimento correspondeu à distância entre a base distal do pecíolo e a extremidade do folíolo terminal. Já a largura referiu-se à maior distância perpendicular ao eixo do comprimento, ambos expressos em centímetro (cm).

Também foi medida a área de cada folha (cm²) através de um integrador de área foliar modelo LI 3100 da LICOR, para identificar a possibilidade de efetuar apenas medidas a campo, sem necessitar da coleta de folhas para leitura em medidor de área foliar.

Para dados referentes à área foliar, o comprimento e largura das folhas foi calculada a média entre os três folíolos e, submetidos à análise de regressão. O valor da área da folha (AF) foi considerado como variável dependente, e o comprimento (C), a largura (L) e o produto comprimento x largura (CL) como variáveis independentes.

Para ajuste dos dados foram selecionados os modelos estatísticos exponencial, logarítmico e linear. Os modelos foram avaliados com base no maior coeficiente de determinação (R²) e na significância dos coeficientes de regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da fenologia do morangueiro cv. Albion (Tabela 1) mostraram que, para mudas vernalizadas a floração iniciou 10 dias após o transplante (DAT), e a frutificação e a colheita aos 31 e

49 DAT, respectivamente. Para as mudas sem vernalização, o início da floração ocorreu 30 DAT, iniciando a frutificação 59 DAT e a colheita aos 72 DAT.

De acordo com estes resultados observou-se que as mudas vernalizadas apresentaram maior precocidade em seu ciclo de produção do que as mudas sem vernalização. Comparando com trabalhos realizados neste mesmo local, utilizando a cv. Albion oriunda de mudas frescas (sem vernalização) os resultados foram semelhantes, pois para Mendonça et al. (2012) o florescimento desta cultivar ocorreu mais tarde (63 DAT) em relação as demais avaliadas, e a colheita aos 94 DAT.

Tabela 1 – Fenologia do morangueiro cv. Albion, proveniente de vernalização e sem vernalização. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2009-2010

Procedência da muda	Data de transplante	Início de floração DAT (Dias após o transplantes)	Início da frutificação	Início da colheita
Vernalizadas (frigo)	25/08/2009	10	31	49
Sem vernalização (frescas)	21/06/2010	30	59	72

A precocidade das mudas vernalizadas justifica-se pelas mudas multiplicadas no Hemisfério Sul, mais especificamente no Chile e Argentina, necessitarem de menor acúmulo de horas de frio para indução floral (PERTUZÉ et al., 2006), proporcionando aos produtores condições que possibilitam antecipar a oferta do fruto no mercado.

Trabalho realizado por Verdial et al. (2007), avaliando o comportamento fenológico de mudas de morangueiro sem e com vernalização, relatam que o florescimento é diretamente influenciado pelo processo. Cultivares como Sweet Charlie e Cartuno, após 28 dias em temperatura de 10 °C e fotoperíodo de oito horas, apresentaram 88,70% e 80,91% de plantas com flores, respectivamente, enquanto testemunhas (mudas frescas) não apresentaram flores nesse mesmo período. A frutificação também foi antecipada para essas cultivares. Após 45 dias do transplântio, cerca de 3,76% das plantas de Sweet Charlie apresentavam frutos para colheita e 25,29% para Cartuno.

As temperaturas mínimas e máximas absolutas no interior do ambiente protegido foram 3,7 °C e 50 °C, aos 263 (20/09/2009) e 277 (04/10/2009) Dias Julianos, respectivamente, durante o período de avaliação de emissão de folhas para mudas vernalizadas. Foram registrados seis dias com temperaturas mínimas iguais ou menores que 7 °C, e temperatura média de 20,6 °C no interior do ambiente protegido (Figura 1 A).

Durante o período de avaliação de emissão de folhas em mudas sem vernalização as temperaturas mínimas e máximas absolutas no interior do ambiente protegido foram de -2 °C e 44 °C, aos 195 (14/07/2010) e 219 (07/08/2010) Dias Julianos, respectivamente. Foram registrados 21 dias com temperaturas mínimas iguais ou menores que 7 °C, e temperatura média de 17,5 °C no interior do ambiente protegido (Figura 1 B).

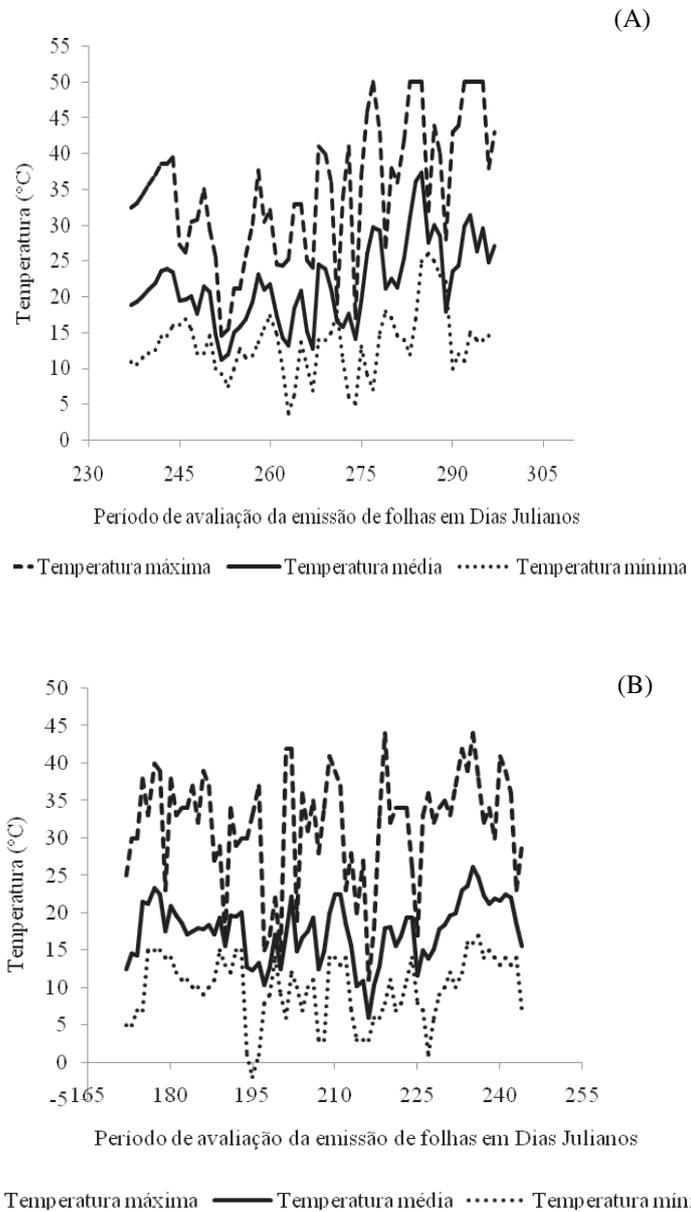


Figura 1 - Temperaturas máximas, mínimas e médias registradas no ambiente protegido durante a avaliação da emissão de folhas em mudas vernalizadas (A) e sem vernalização (B). Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2009.

Estimando a taxa de aparecimento de folhas (TAF) para a cultivar Albion (Figura 2), observou-se variação de 0,003 (mudas vernalizadas) a 0,005 (mudas frescas) folha emitida a cada °C dia acumulado apresentando filocrono de 93,3 °C dia folha⁻¹ para o aparecimento de folhas sucessivas em mudas vernalizadas, enquanto para aquelas sem vernalização o filocrono foi de 117,8 °C dia folha⁻¹. Mendonça et al. (2012) quando trabalhou com a cv. Albion no sistema consorciado com a figueira, as mudas sem vernalização apresentaram 0,007 folha a cada °C dia acumulado e filocrono de 149,35 ± 31,3°C dia folha⁻¹. No sistema de produção solteiro, Albion necessitou de 199,96 °C dia folha⁻¹. Verifica-se que nos dois sistemas houve necessidade de maior número de graus dia para emissão de cada folha em comparação ao presente trabalho.

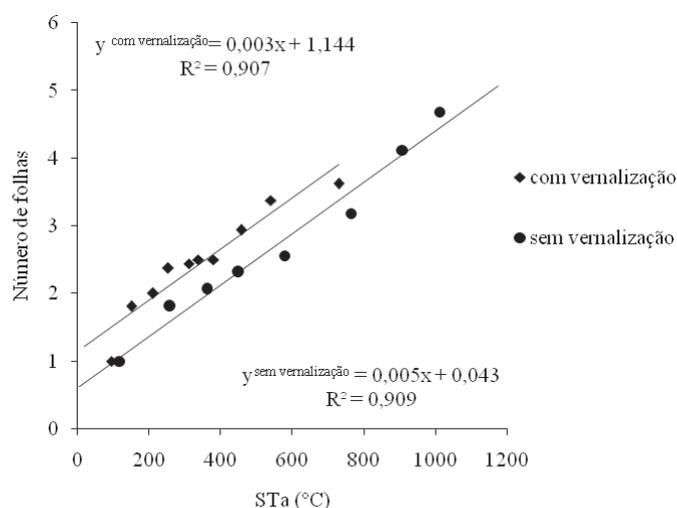


Figura 2 - Filocrono do morangueiro cv. Albion com e sem vernalização, sob ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2009.

Comparando as temperaturas médias do ar registradas no interior dos ambientes protegidos, verificou-se média de 17,5°C durante o período de avaliação das mudas frescas. Já no trabalho de Mendonça et al. (2012) a temperatura média foi de 15,5°C (consorciado) e de 16,4°C no sistema de cultivo solteiro, justificando valores inferiores de filocrono (117,8°C dia folha⁻¹) no presente estudo, pois a STa necessária para emissão de folhas é alcançada mais rapidamente.

Já em relação aos dois tipos de mudas utilizadas no presente trabalho, uma das explicações pode ser o tratamento de vernalização dado as mudas, antecipando o ciclo da cultura. Outra é a época de cultivo para mudas frescas (maio a setembro), em que as temperaturas médias foram mais baixas em relação ao período de avaliação das mudas com vernalização (agosto a outubro).

Em lírios e trigo, o principal efeito da vernalização é o encurtamento do ciclo de desenvolvimento da planta (ROH, 1985; RAWSON et al. 1998). Em trabalho realizado por SCHUH et al. (2005), para verificar a influência da vernalização de bulbos de lírio sobre o filocrono das plantas, concluíram que a vernalização afeta o filocrono. As plantas com pouca ou nenhuma vernalização têm um filocrono mais elevado do que as completamente vernalizadas.

Em trigo existem evidências de que plantas não vernalizadas apresentam menor taxa de emissão de folhas, ou seja, maior filocrono (RAWSON et al., 1998).

De acordo com a literatura, o período entre o surgimento de duas folhas sucessivas para a cultura do morangueiro é de 8 a 12 dias, sendo a temperatura o fator decisivo neste processo fisiológico

(GALLETA; HIMELRICK, 1990). No presente estudo, considerando mudas vernalizadas, para que houvesse a emissão de duas folhas, foram necessários 5 a 10 dias, com temperatura média de 20,6°C, enquanto para mudas sem vernalização (frescas) foram necessários 9 a 24 dias em temperatura média de 17,5°C.

Lutchoomun (1999) afirma que mudas vernalizadas apresentam maiores quantidades de reservas acumuladas na coroa e nas raízes, mais desenvolvidas, sendo rapidamente mobilizadas após o plantio para a produção de folhas novas (ROUDEILLAC; VESCHAMBRE, 1987).

A relação linear com elevado coeficiente de determinação entre o número de folhas e a soma térmica acumulada (Figura 2) demonstra que a temperatura do ar foi um dos fatores decisivos para a emissão das folhas em Albion. Resultados semelhantes foram obtidos para tomateiro (PIVETTA et al., 2007) e morangueiro (MENDONÇA, 2012). A resposta linear demonstra que a cultura foi cultivada em época recomendada (STRECK et al., 2007), demonstrando adaptação às condições de cultivo.

Quanto à área foliar (AF), os resultados obtidos em relação ao comprimento da folha (C), largura (L) e comprimento x largura (CxL) indicam que todas as equações realizadas permitem uma estimativa satisfatória da área foliar com R^2 acima de 0,75 (Tabela 2 e Figura 3) conforme BUSATO et al. (2010), com exceção da relação entre AF e C para todas as equações ($R^2=0,68; 0,73; 0,69$).

Tabela 2- Estimativa da área foliar (AF) considerando o comprimento (C), a largura (L) e o produto CxL da folha do morangueiro cv. Albion 547 dias após o transplântio (DAT). Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2011

Variáveis	Modelo estatístico	R ²	Equação estimada
C	Exponencial	0,68	$AF=5,230 e^{0,0238**C}$
L		0,89	$AF=3,358 e^{0,348**L}$
C L		0,87	$AF=8,658 e^{0,028**CL}$
C	Logarítmica	0,73	$AF=34,181 \text{ Ln}^{**}(C)-38,53$
L		0,87	$AF=40,93 \text{ Ln}^{**}(L)-46,12$
C L		0,92	$AF=21,51 \text{ Ln}^{**}(CL)-51,92$

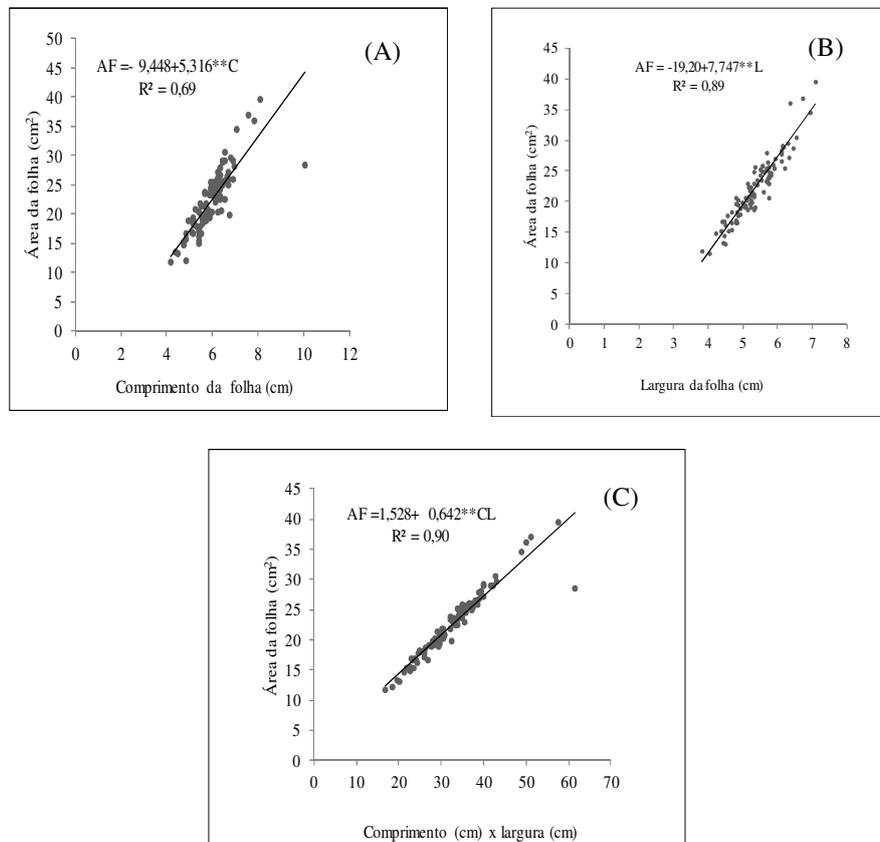


Figura 3 - Relação entre o comprimento (A), a largura (B) e o produto do comprimento x largura (C) com a área foliar do morangueiro cv. Albion, aos 547 dias após o plantio. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2011.

Para o modelo exponencial (Tabela 1), a área foliar do morangueiro foi mais precisamente estimada ($R^2 = 0,89$) usando as medidas de largura ($AF = 3,358 e^{0,348 * L}$).

Os maiores valores de coeficiente de determinação foram obtidos nas equações que utilizaram o produto do comprimento pela largura (CL), permitindo estimativas mais acuradas da área foliar do

morangueiro, com $R^2=0,92$ ($AF=21,51 \text{ Ln}^{**} (CL)-51,92$) na Tabela 1 e $R^2=0,90$ ($AF=0,642^{**}CL+1,528$) na Figura 3, com exceção do modelo exponencial que apresentou $R^2=0,87$ (Tabela 1). De acordo com esses resultados, os modelos linear e logarítmico indicam, que das variações existentes na área foliar, 90 e 92% podem ser explicadas por esses modelos. Segundo Strik & Proctor (1985), a utilização conjunta de dados do comprimento e largura, melhor estimam a área foliar dos folíolos do morangueiro.

Pires et al. (1999), avaliando diferentes métodos para estimar a área foliar do morangueiro a partir das dimensões das folhas, também encontraram maiores resultados quando analisaram comprimento e largura de forma conjunta. Purqueiro et al. (2008) e Quaglia et al. (2001) corroboram com esta conclusão.

4 CONCLUSÕES

- a) Mudanças da cv. Albion vernalizadas são mais precoces do que mudas frescas, pois há maior acúmulo de folhas por intervalo de tempo.
- b) O filocrono é influenciado pela temperatura média diária do ar durante o período de emissão de folhas.
- c) Com a elevação da temperatura do ar, acelera-se a STa e registra-se valores inferiores de filocrono.
- d) As medidas de comprimento e largura das folhas são adequadas para a estimativa da área foliar para a cv. Albion, sem necessitar da coleta das folhas.

CAPÍTULO III

PRODUÇÃO E QUALIDADE DOS FRUTOS DE MORANGUEIRO cv. ALBION EM DIFERENTES SUBSTRATOS

ROSIANI CASTOLDI DA COSTA⁴

RESUMO - A crescente demanda por morangos fora da época tradicional tem estimulado a utilização de cultivares de dias neutros (DN) cujo florescimento não é influenciado pela interação entre temperatura e fotoperíodo, mas sim somente pela temperatura. O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho da cultivar de morangueiro Albion em diferentes combinações de substratos, em ambiente protegido, quanto à produção e a qualidade dos frutos. O trabalho foi desenvolvido em uma estufa agrícola no Setor de Horticultura da Universidade de Passo Fundo-RS. As plantas foram dispostas em sacolas (*bags*) distribuídas sobre bancadas de madeira, preenchidas com cinco diferentes proporções de substratos formados por dois materiais (casca de arroz carbonizada e o substrato comercial Mec Plant Horta 2[®]). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições, e oito plantas por parcela, sendo seis úteis. Foi determinado o número (total e comercial) e a massa fresca (g) total e de frutos comerciáveis. Mensalmente, após a pesagem, foram analisadas as características pós-colheita, teor de sólidos solúveis totais (SST), pH, diâmetro transversal, acidez total

⁴ Bióloga, doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGAgro) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), Área de Concentração em Produção Vegetal.

titulável (ATT), relação de SST/ATT e coloração externa. Os resultados mostraram que as diferentes combinações de substratos não interferem na produção e nos parâmetros físico-químicos analisados, mas há influência das épocas de colheita. A produção não é contínua, apresentando intervalo de colheita entre os meses de março e agosto. Entretanto, é possível prolongar a produção até fevereiro e abril, configurando produção na entressafra. Máxima produção é obtida em janeiro de 2011 (526 g) e dezembro de 2010 (465 g). Frutos mais doces são colhidos em janeiro de 2010 e abril de 2011, e com relação açúcar/acidez titulável mais elevada, é obtida em abril (15,31) de 2011.

Palavras-chave: *Fragaria* x *ananassa* Duch., dias neutros, entressafra, casca de arroz carbonizada e substrato comercial Horta 2[®].

**PRODUCTION AND QUALITY OF STRAWBERRY CV.
ALBION IN DIFFERENT SUBSTRATES**

ABSTRACT – The growing demand for strawberries out of the traditional season has encouraged the use of day-neutral cultivars (DN) whose flowering is not influenced by the interaction between temperature and photoperiod, but only by temperature. The objective of this work was to evaluate the performance of strawberry cultivar Albion on different substrates in protected ambient, as for production and quality of fruits. The work was developed in greenhouse at University of Passo Fundo. The plants were placed in bags filled with five different ratios of substrates formed by two materials (carbonized rice husk (CRH) and commercial substrate Mec Plant Horta 2[®]). The experimental design used consisted of randomized blocks with four repetitions, with eight plants in each plot, only six useful. It was determined the number (total and commercial) and fresh weight (g) and total marketable fruit. Monthly, after weighing, were analyzed post-harvest characteristics, soluble solids content (SST), pH, transverse diameter, total acidity (TTA), SST:TTA and skin color. The results showed that different combinations of substrates did not interfere the production and physico-chemical parameters analyzed, but there is influence the time of harvest. The production is not continuous, showing range of harvest between March and August. However, it is possible to extend the production until February and April, setting up production in the offseason. Maximum production is obtained in January 2011 (526 g) and December 2010 (465 g).

Sweetest fruits are harvested in January 2010 and April 2011, and higher sugar/acidity is obtained in April 2011 (15.31).

Key-words: *Fragaria x ananassa* Duch., day-neutral, offseason, carbonized rice husk and commercial substrate Horta 2[®].

1 INTRODUÇÃO

Produção em sistema hidropônico permite o crescimento de plantas em solo não agricultáveis ou quando este, de alguma maneira, está contaminado. Aliado a esse fator, um controle mais efetivo dos fatores ambientais que afetam o crescimento e a produção das plantas (ambiente radicial, fertirrigação, luz, temperatura e umidade relativa do ar, entre outros) é possível (HOCHMUCH et al., 2006).

Usualmente, o morangueiro é cultivado no solo em campo aberto, estufas ou túneis plásticos. Um dos entraves do cultivo no solo é a incidência de moléstias, especialmente quando implantado no mesmo local por vários anos consecutivos, agravando-se pela elevada umidade no solo e nas folhas, além de umidade relativa do ar acima de 70%, frequente no inverno e na primavera da região Sul do Brasil. Outra situação refere-se às dificuldades ergonômicas em cultivar as plantas na superfície do solo, as quais vêm dificultando o recrutamento de mão-de-obra (GODOI et al., 2008).

Em resposta à crescente demanda do morango nos mercados locais (ANTUNES et al., 2007), busca-se cultivares que produzam fora da época normal de cultivo, possível com a utilização de cultivares de dias neutros (DN). Nestes genótipos o florescimento não sofre influência da interação temperatura X fotoperíodo, e sim somente da temperatura. De acordo com Manakasem & Goodwin (2001), o florescimento nas cultivares de DN é relativamente insensível ao comprimento do dia, em regimes de temperatura

dia/noite de 21/16°C, mas a variação na temperatura e a cultivar podem modificar grandemente esse efeito.

As cultivares de dias neutros são novas no mercado brasileiro e são produzidas em menor escala quando comparadas as de dias curtos. Ainda não se conhece o comportamento dessas cultivares para diferentes regiões. No sul do Brasil, a utilização de cultivares de DN tem acontecido na primavera/verão de regiões de elevada altitude e com verão ameno, e também durante o inverno (OTTO et al., 2009), possibilitando colheita fora da época do pico de produção no Rio Grande do Sul (outubro a dezembro)

Outras alternativas vêm sendo utilizadas para produção na entressafra do morangueiro, como a elaboração de substratos para o cultivo fora do solo, possibilitando também incremento na produção (TAKEDA, 1999). Propriedades físicas e químicas interferem direta e indiretamente na fisiologia e produção das plantas (KLEIN 2005). Diferentes substratos têm sido utilizados na produção do morangueiro fora do solo. Entretanto, juntamente com a cultivar, tipo de recipiente e condições ambientais, tem ocorrido respostas diferentes no crescimento e produção do morango.

O manejo de variáveis ambientais, por meio do cultivo protegido, está atrelado não somente ao aumento de produção, mas também à qualidade dos frutos, que pode ser medida pelo teor de sólidos solúveis, característica esta de interesse principalmente para frutos comercializados *in natura*, pois o mercado prefere frutos doces (CONTI et al., 2002). Outros atributos físico-químicos dos frutos também oferecem informações relevantes, como a coloração, o pH, a acidez titulável e o diâmetro (NUNES, 2001; OLIVEIRA, 2005;

KROLOW & SCHWENGBER, 2007; SOUSA et al., 2009). Diante disso, melhorias nas características físico-químicas do morango garantem a aceitação pelo mercado consumidor e aumenta o rendimento no processamento e industrialização do fruto (MARODIN et al., 2010).

Assim, a proposta do trabalho foi avaliar o desempenho da cultivar Albion de morangueiro quanto à produção e qualidade de frutos, conduzida em diferentes substratos, sob ambiente protegido.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período de agosto de 2009 a março 2011 em estufa agrícola de 420 m², sendo utilizado 150 m² para a realização do experimento. A estrutura está localizada no Setor de Horticultura da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Passo Fundo-RS, no sentido nordeste-sudeste.

Utilizou-se mudas vernalizadas (24 dias em câmara fria em temperatura de 4±1 °C e umidade relativa de 94±2%) (OLIVEIRA et al., 2007) da cultivar Albion (dias neutros), oriundas do Viveiro Llahuen (Chile). Estas foram conduzidas em sistema de cultivo sem solo (semi-hidropônico), sendo transplantadas para recipientes construídos com filme tubular de polietileno de baixa densidade (PEBD) de cor branca e 150 micra, denominadas sacolas plásticas (1m de comprimento por 0,30m de largura), no espaçamento de 0,20m na linha e 0,10m na entrelinha, suspensas por bancadas de 1,20m de altura.

As sacolas foram preenchidas com cinco proporções de dois substratos (Casca de arroz carbonizada e o substrato comercial Mec Plant H₂[®]). As proporções foram: T1: 100% CAC; T2: 75% CAC + 25% H₂[®]; T3: 50% CAC + 50% H₂[®]; T4: 25% CAC + 75% H₂[®]; T5: 0% CAC (100% Horta 2[®]). O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, e oito plantas por parcela.

A irrigação foi individualizada por parcela e realizada por sistema de gotejamento localizado no interior das sacolas, composto por uma mangueira fixa com gotejadores a cada 15 cm. Da implantação das mudas até o início da frutificação, para cada parcela, distribuiu-se 10L de água uma vez por semana. Após este período, a distribuição foi de 10L de água duas vezes por semana. Com o início da colheita, o manejo da irrigação passou para 50L de água semanalmente. Nos finais de semana, durante este período, incrementou-se a irrigação com mais 10L por parcela. A fertirrigação utilizada foi de acordo com a formulação descrita por Calvete et al. (2007).

Para as variáveis referentes ao rendimento dos frutos, semanalmente determinou-se, em seis plantas de cada parcela, o número (total e comercial) e a massa fresca (g) total e de frutos comerciáveis, de acordo com a classificação adotada pela Ceagesp (2002), sendo considerados frutos comerciais aqueles com mais de 6 g, desprovidos de injúrias, doenças e deformações. Os frutos foram colhidos quando apresentavam de 3/4 vermelhos até totalmente vermelhos.

Para quantificar variáveis que representam a qualidade pós-colheita dos frutos frescos, mensalmente, após a pesagem, foram analisadas as características de teores de sólidos solúveis totais (°Brix), pH, diâmetro transversal (mm), acidez total titulável, relação SST/ATT e coloração externa. As cinco primeiras características foram determinadas no Laboratório de Ecofisiologia de Plantas e, a última, no Centro de Pesquisa em Alimentação (CEPA) da UPF.

O teor de sólidos solúveis totais e o pH foram obtidos a partir de, aproximadamente, 100g de frutos frescos triturados de cada parcela. Posteriormente, mediu-se o pH em potenciômetro TECNAL, modelo pH Meter TEC-2 (AOAC, 1990), e o teor de sólidos solúveis totais, expressos em graus Brix, determinado em refratômetro digital modelo N – 1E.

O diâmetro transversal dos frutos (mm) foi medido com paquímetro digital (0-150mm/6”) marca Pantec®.

Para determinar a acidez titulável, pesou-se 10g de frutos de cada amostra homogeneizada em frasco Erlenmeyer, a qual foi diluída em aproximadamente 100 mL de água, adicionando 0,3 mL de solução de fenolftaleína para cada 100 mL de solução titulada. A titulação foi realizada com solução de hidróxido de sódio 0,1 M sob agitação constante, até atingir a coloração rósea persistente por 30 segundos.

Para coloração externa dos frutos, o procedimento de colheita foi o mesmo descrito anteriormente. A determinação da coloração de superfície dos frutos foi efetuada apenas em frutos comerciáveis, em três pontos distintos, na região equatorial de cada fruto. Foi utilizado um Espectrofotômetro de Refletância Difusa

(Hunter Lab), modelo ColorQuest II, com sensor ótico geométrico de esfera, no sistema Hunter de cor, corrigido pela CIE, fornecendo valores para L^* (luminosidade), variando entre zero (preto) e 100 (branco), a^* (verde até vermelho) e b^* (azul até amarelo). Esses valores foram usados para calcular graus de ângulo de Hue ($h^\circ = \arctan [b^*/a^*]$), onde $0^\circ =$ vermelho-roxo; $90^\circ =$ amarelo; $180^\circ =$ verde-azulado e $270^\circ =$ azul e para o croma ($C^* = [a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$), indicativo da intensidade ou saturação da coloração (CONTI et al., 2002).

No ambiente, monitorou-se variáveis micrometeorológicas, como a temperatura e a umidade relativa do ar, com um termohigrógrafo de registro semanal da marca Sato, instalado a 1,50 m de altura no interior da estufa agrícola. Avaliou-se, também, a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), registrada por um sensor e efetuada a leitura através do aparelho ProCheck, medida em dias típicos de céu aberto e nublado, mensalmente, dentro e fora do ambiente.

Para a realização da análise estatística, considerando os componentes do rendimento, os dados semanais de colheita foram reunidos em grupos de quatro semanas, perfazendo 13 períodos de avaliação. Para dados referentes à qualidade na relação SST/ATT os dados semanais foram reunidos em grupos de quatro semanas, perfazendo seis períodos de avaliação. Para a coloração externa foram 9 períodos de avaliação e para $^\circ$ Brix agrupou-se os dados perfazendo 10 períodos de avaliação. Essas variáveis foram analisadas considerando-se parcelas subdivididas no tempo, sendo a parcela principal, compreendida pelos tratamentos (substratos) e a subparcela,

os meses de colheita. Esses dados foram submetidos à análise de variância e, quando ocorreu significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro e por regressão utilizando o programa estatístico CoStat (COHORT SOFTWARE, 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, para o rendimento de frutos houve diferenças significativas apenas entre os meses de colheita (Figura 1).

Maior número total de frutos (Figura 1 A) foi obtido em janeiro de 2011 (56 frutos planta⁻¹) seguido do mês de fevereiro do mesmo ano (51 frutos planta⁻¹). Para número de frutos comerciais (Figura 1 B), valores superiores foram encontrados em dezembro de 2010 e janeiro de 2011 (37 frutos planta⁻¹, respectivamente).

Para massa fresca total de frutos (Figura 2A) destacou-se o mês de janeiro de 2011, com 526 g de frutos, sendo semelhante ao produzido em fevereiro (413g de frutos) desse mesmo ano, e novembro e dezembro de 2010 (451 e 465 g de frutos, respectivamente). Já para massa fresca comercial de frutos, os meses de janeiro de 2011 e dezembro de 2010 destacaram-se com 432 e 394 g de frutos, respectivamente. O mês de novembro de 2010 foi semelhante, com produção de 342 g de frutos comerciais.

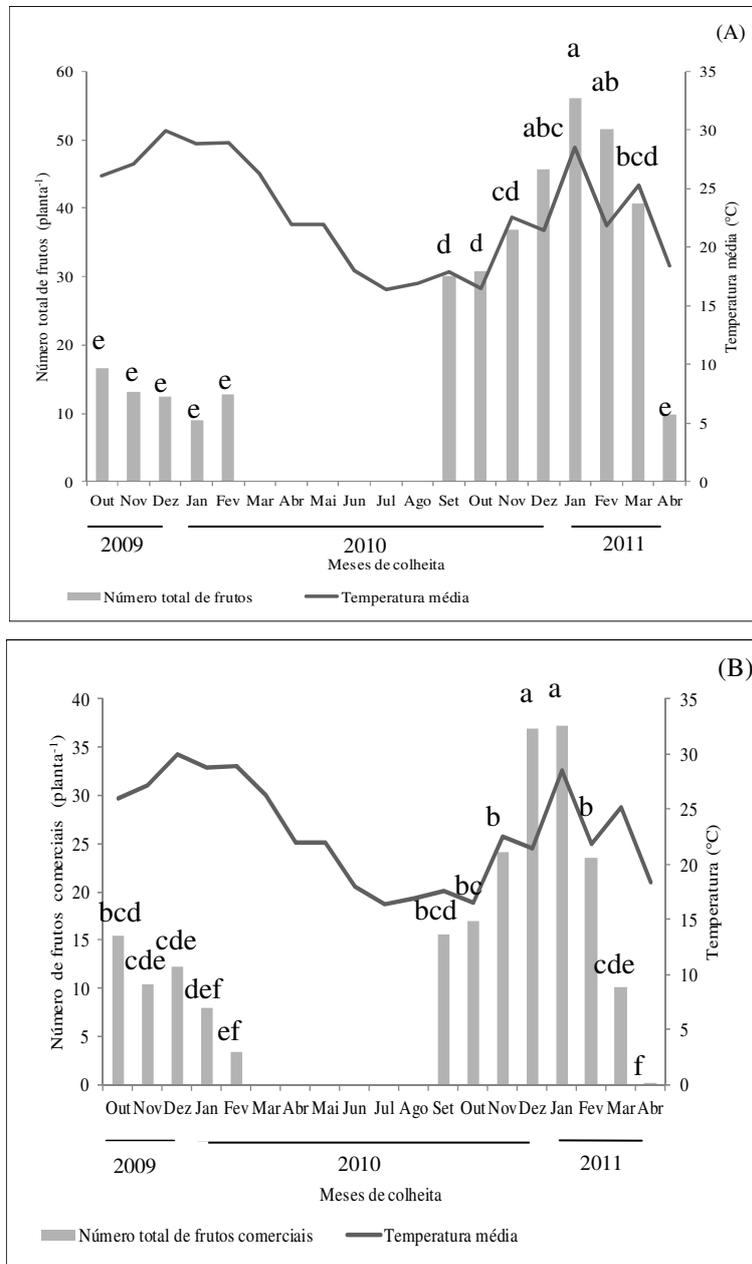


Figura 1 - Número total (A) e comercial de frutos por planta (B) da cv. Albion de morangueiro, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2009 a 2011.

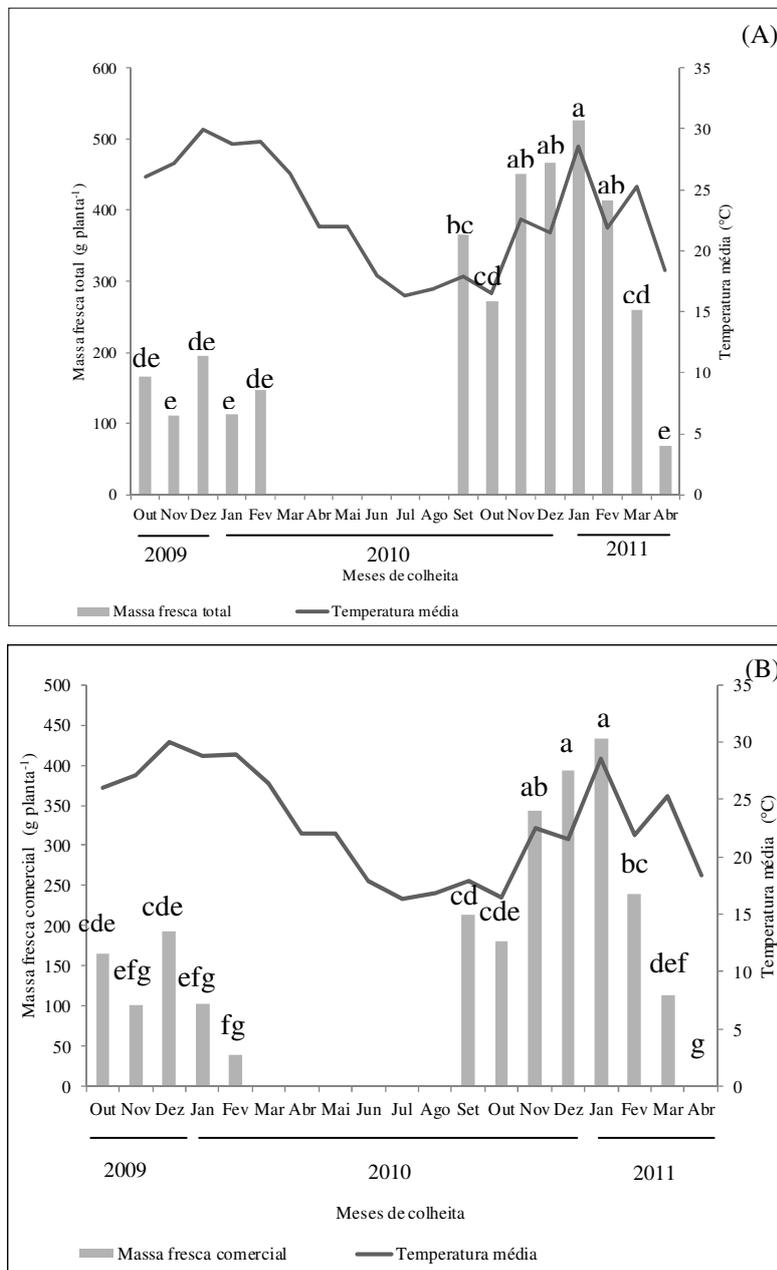


Figura 2 - Massa fresca total (A) e comercial (B) de frutos produzidos mensalmente pela cv. Albion de morangueiro, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2009 a 2011.

Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira & Scivitaro (2009), para número total de frutos. Estes autores avaliaram mudas produzidas no Rio Grande do Sul sem e com vernalização, verificando maior número de frutos (58 frutos planta⁻¹) acumulados para mudas da cv. Camarosa vernalizadas por 21 dias, conferindo-lhe potencial de produção semelhante ao de mudas chilenas. Este fato também foi comprovado por Faedi & Baruzzi (2002) na Itália.

Relacionando os valores acumulados de 3554 g para cv. Albion durante o período de colheita (13 meses), com os resultados obtidos por Oliveira e Scivitaro (2008) de 536g acumulados durante quatro meses, para cv. Aromas- DN, verifica-se que os resultados deste trabalho foram superiores aos dos referidos autores.

De acordo com Rebelo & Balardin (1997) produção satisfatória de frutos por planta devem ser superiores a 300g, considerado como patamar de viabilidade econômica para a cultura do morangueiro, e de 300 a 400g que é a média do Rio Grande do Sul (PAGOT & HOFFMANN, 2003).

Kaska et al. (1997) avaliaram a produção de cultivares na Turquia como H-1(dia neutro), Redchief, Lester, Honeoye, Addie, Elsanta, Chandler, Selva (dia neutro) e Tufts. As primeiras quatro cultivares eram de mudas frescas e as outras cinco vernalizadas. O platío foi realizado em julho. Os resultados mostraram que, entre as plantas frescas, o rendimento mais elevado (839g planta⁻¹) foi proporcionado por H-1 (dias neutros), e entre as mudas frigo, a cv. 'Chandler' apresentou o maior rendimento (739 g planta⁻¹), superior a cv. Albion (671,04g planta⁻¹).

Oliveira & Scivitaro (2009), avaliando a produção de frutos de morango da cv. Camarosa, com procedência do Rio Grande do Sul e Chilena, em diferentes períodos de vernalização, encontraram valores de 1069,6 g planta⁻¹ para mudas produzidas no Rio Grande do Sul vernalizadas por 21 dias, as quais não diferiram de mudas produzidas no Chile e que não passaram pelo processo de vernalização, com 1038,3 g planta⁻¹.

Verifica-se nas Figuras 1 e 2 intervalo na produção da cv. Albion produzida em ambiente protegido. Após seis meses de colheita dos frutos, com início em outubro de 2009 e término em fevereiro de 2010, observa-se uma interrupção, retornando a colheita seis meses após a primeira safra (setembro de 2010). Embora ocorra interrupção na produção de frutos foi possível prolongar a produção até fevereiro, março e abril, mesmo com volumes inferiores, mas em período de entressafra, significando ganhos financeiros para os produtores.

Esse intervalo possivelmente tenha ocorrido pelo efeito da temperatura. Observou-se que nos meses iniciais de colheita a temperatura média no interior do ambiente manteve-se entre 28 e 30 °C até fevereiro de 2010. Temperaturas acima de 28°C diminuem ou paralisam o florescimento em cultivares de dias neutros. Provavelmente este fato seja a justificativa para o intervalo de produção, verificado entre os meses de abril e agosto.

Estes resultados concordam com os obtidos por Nishiyama & Kanahama (2002) e Kadir et al. (2006). Os primeiros autores concluíram que a cv. Hecker (DN), cultivada sob temperatura controlada de 30 °C dia /25 °C noite e fotoperíodo de 8 horas de luz, houve inibição completa da indução floral. Após esse período foi

exposta à temperatura do ar de 20/15 °C e 30/25 °C (dia/noite), em fotoperíodo de 8 e 24 horas de luz. Nesses ambientes, exceto sob fotoperíodo de 8 horas com 30/25 °C, as plantas de morangueiro retornaram a florescer em oito semanas. Esses resultados indicaram que o florescimento nessa cultivar é qualitativo em altas temperaturas e quantitativo sob baixas temperaturas (NISHIYAMA & KANAHAMA, 2002). Mais que duas semanas com temperaturas de 30/25 °C(dia/noite) pode ser limitante para o desenvolvimento floral das cvs. Chandler e Sweet Charlie (KADIR et al., 2006). O tempo que essas flores estão expostas a elevadas temperaturas também é um fator importante. Nesse mesmo trabalho (KADIR et al., 2006), essas cultivares expostas por duas semanas à temperaturas de 30/25 °C tiveram o florescimento afetado, ocorrendo 26% de flores mortas em Chandler e 67% em Sweet Charlie. Segundo os autores, as temperaturas de 30/25 °C tem efeito negativo na iniciação floral para ambas as cultivares, mas o efeito é dependente do genótipo.

Com relação a radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (Figura 3), a média durante o período de produção manteve-se próxima a $600 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ até setembro de 2010.

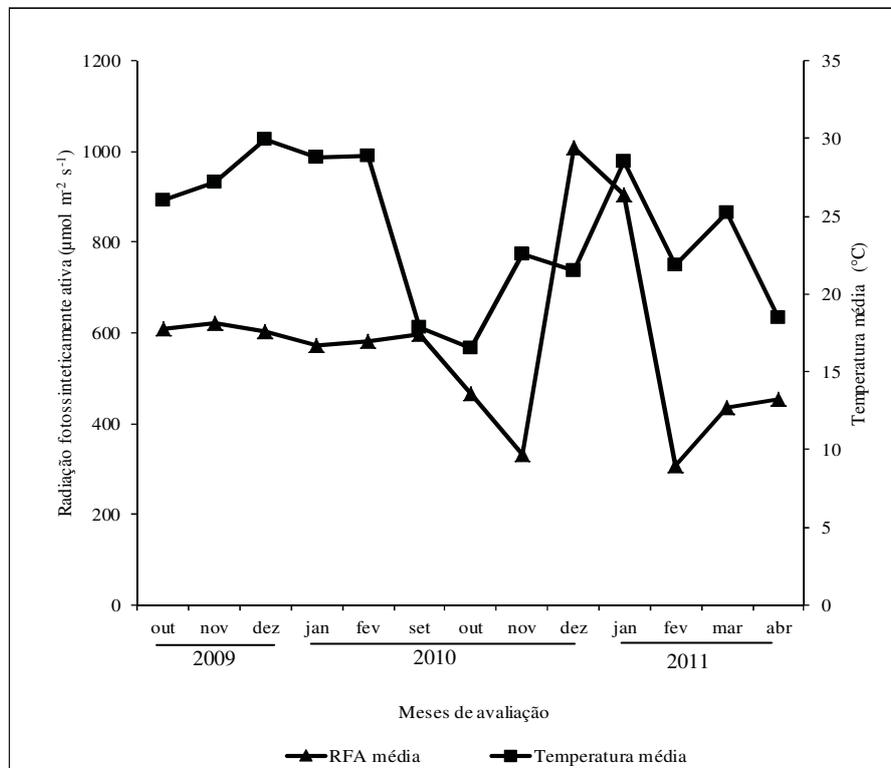


Figura 3 - Radiação fotossinteticamente ativa (RFA) média e temperatura média registradas no ambiente protegido durante os meses de colheita dos frutos da cv. Albion. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2009 a 2011.

Para que os vegetais tenham desenvolvimento e crescimento de forma satisfatória, é necessário que ocorra, simultaneamente, densidade de fluxo de radiação solar acima do limite trófico da cultura e temperatura do ar superior ao limite básico de seu crescimento e desenvolvimento (WIEN, 1997). Esses fatores podem elevar à produção de fotoassimilados e sua disponibilidade para o crescimento e produção de frutos (ANDRIOLO, 2000). Segundo Kirschbaum (1998), a produção de flores e frutos de morangueiro

pode ser melhorada com intensidade de luz entre 400 a 450 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de radiação fotossinteticamente ativa (RFA). A média da RFA dentro do ambiente, durante o período de cultivo, foi de 517,08 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, estando próxima aos valores ideais para a espécie.

Em resumo, durante os meses de março de 2010 a agosto do mesmo ano (correspondente ao outono e inverno), as plantas não apresentaram produção de frutos e aumentaram a emissão de estolões. De acordo com Lutchoomun (1999), quando as temperaturas ficam próximas a 15 °C, as atividades metabólicas da planta diminuem e são mobilizadas para armazenagem de substâncias de reserva, as quais são acumuladas nas raízes da planta, enquanto desenvolvimento das folhas é reduzido, tornando a planta relativamente adormecida. Quando as temperaturas são reduzidas durante o inverno ocorre o acúmulo de horas de frio necessárias, iniciando a indução floral e o crescimento vegetativo e, com a chegada da primavera e a retomada de temperaturas mais elevadas reinicia a produção de frutos (primavera). A temperatura ótima para o desenvolvimento da cultura do morangueiro é de 24 a 26 °C (LI et al., 2010).

Portanto, altas temperaturas reduzem o crescimento e desenvolvimento do morangueiro (NISHIYAMA & KANAHAMA, 2002; KADIR et al., 2006; LI et al., 2009). Por outro lado, a produção de frutos é reduzida pela diminuição da viabilidade do pólen e inibição do crescimento do tubo polínico (LEDESMA & SUGIYAMA, 2005).

Para dados referentes à qualidade, a análise de variância, realizada para as variáveis pH, diâmetro de frutos, acidez titulável,

mostrou haver diferenças significativas apenas entre os meses de avaliação.

Frutos com pH menos acentuado foram colhidos nos meses de janeiro (3,37) e fevereiro (3,57) de 2010, embora apresentando inferior produção de massa fresca total e comercial. Frutos com pH mais elevado foram colhidos em fevereiro de 2011 (2,93), coincidindo com a elevada produção por planta. Fumis et al. (2011), em Bauru-SP para cv. Seascape (DN) o pH foi de 2,86. Já Mendonça (2011) nas condições de Passo Fundo-RS encontrou para cv. Albion de procedência chilena pH de 3,23, semelhante aos resultados encontrados nesse trabalho.

Para a variável diâmetro de frutos, valores superiores foram encontrados nos meses de setembro e novembro de 2010, com 28 e 27 mm respectivamente, os quais diferiram estatisticamente apenas de frutos colhidos em abril de 2011, com diâmetro apresentando média de 22,85 mm. Para Mendonça (2011), neste mesmo ambiente, o diâmetro dos frutos foi superior, mas não foram encontradas diferenças entre as cultivares testadas, obtendo uma média de 33,2 mm.

Na análise referente à acidez total titulável, observou-se que a porcentagem de ácido cítrico dos frutos em fevereiro de 2011 foi superior (0,97%), mas não apresentou diferenças significativas dos demais meses, com exceção de novembro de 2010 (0,75% de ácido cítrico). Estes resultados estão dentro da faixa descrita pela literatura para morangos, entre 0,42 a 1,42% de ácido cítrico (BERG, 1997; SCALON et al., 1996; WILLS et al., 1987). Trabalho realizado por Yommi et al. (2003), avaliando a qualidade dos frutos de plantas de

morangueiro submetidas à vernalização, encontraram valores para acidez de 0,69% (cv. Aromas-DN), 0,94% (cv. Camarosa) e 0,75% (cv. Selva-DN), em Tucumán, Argentina.

Segundo Antunes et al. (2006), um fruto de morangueiro leva, em média, 38 dias para ser formado, desde o aparecimento do botão floral (estádio 1) até sua formação completa, com 75 a 100% deles maduros (estádio 9). A maior acidez medida pelo pH e pela acidez titulável, verificada em fevereiro de 2011, foi obtida em temperatura média do ar de 22°C. As mudanças fisiológicas que contribuem para a qualidade dos frutos de morangueiro durante o seu desenvolvimento e maturação resultam de trocas na expressão de genes e atividades enzimáticas (MEDINA et al., 1997; MANNING, 1998; NAM et al., 1999). As mais conhecidas envolvem forma, tipo, textura e pigmentação, que coincide com o aumento no conteúdo de sólidos solúveis ligados a produção do aroma e sabor.

Considerando o teor de açúcar dos frutos, a diferença foi maior entre os meses de colheita do que entre os substratos (Tabela 1), mostrando que nessas condições o teor de açúcar dos frutos da Albion, está mais na dependência da temperatura e radiação do que das características físicas dos materiais.

Em abril de 2011, os frutos colhidos em todos os substratos apresentaram maior teor de açúcar, sendo o teor deste mês superior a todos os outros, nos substratos com 50% e 0% de CAC. Em frutos obtidos no material com 75% de CAC, os teores de açúcar dos frutos colhidos em janeiro de 2010, março e abril de 2011 são semelhantes, assim como aqueles obtidos em 25% de CAC, em janeiro de 2010 e abril de 2011.

O maior teor de açúcar obtido nesses meses pode ser explicado pelo efeito da temperatura, durante a formação e maturação dos frutos ao redor dos 22-25°C. O morangueiro é uma cultura de clima temperado, preferindo dias mais quentes e ensolarados, com noites mais frescas, possibilitando a produção de frutos mais doces e com aroma acentuado (SANTOS et al., 2003). Verificou-se uma variação térmica entre a noite e o dia durante essa época de 10 a 15°C (dados não divulgados), garantindo qualidade organoléptica superior.

Yommi et al. (2003), na Argentina, encontrou valores de °Brix, para cultivares de morangueiro submetidas a vernalização, entre 7,9 a 9,4°Brix (Aromas-DN e Camarosa, respectivamente). Já Mangnabosco et al. (2008) encontrou valores inferiores aos relatados no trabalho para cultivares neutras nos municípios de Pato Branco-PR (Aromas 5,92; Diamante 6,41 e Seascape 7,55) e Verê-PR (Aromas 6,04; Diamant 6,48 e Seascape 7,75).

Segundo Namesny (1999) e Mitchell et al. (1996), os valores recomendados para um sabor aceitável corresponde a 7% de sólidos solúveis em frutos de morangueiro.

Tabela 1 – Teor de sólidos solúveis totais (°Brix) de frutos do morangueiro cv. Albion, cultivado em diferentes substratos, em ambiente protegido, durante os meses de avaliação. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010/2011

Substratos	Meses de colheita												Médias
	2010						2011						
	Jan	Fev	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Médias		
100% CAC	AB8,6b	BC7,0a	C5,0a	C4,65a	BC6,05a	BC6,9a	BC6,32a	BC7,45a	B8,4a	A11,52ab	7,12		
75% CAC	A9,97ab	ABC7,55a	D4,2a	D4,85a	CD6,4a	CD6,25a	BCD6,75a	CD6,25a	AB9,2a	A10,15b	7,19		
50% CAC	B10,92ab	BC8,37a	C4,85a	C4,53a	C6,7a	C5,95a	C6,62a	C6,65a	BC8,06a	A15,4a	7,72		
25% CAC	A11,8a	ABC9,25a	E5,2a	E4,9a	E5,9a	DE6,1a	DE6,32a	CDE6,85a	BCD8,8a	AB10,9ab	7,67		
0% CAC	B9,72ab	CD6,87a	DE4,61a	E4,5a	BC7,9a	CDE6,4a	CDE6,47a	CDE6,25a	C7,3a	A14,82ab	7,45		
Médias	10,20	7,40	4,77	4,68	6,59	6,32	6,49	6,69	8,35	12,55			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e antecedidas de mesma maiúscula na linha não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A relação SST/ ATT para os frutos da cv. Albion (Figura 4) mostrou comportamento quadrático, com R^2 de 95,4%.

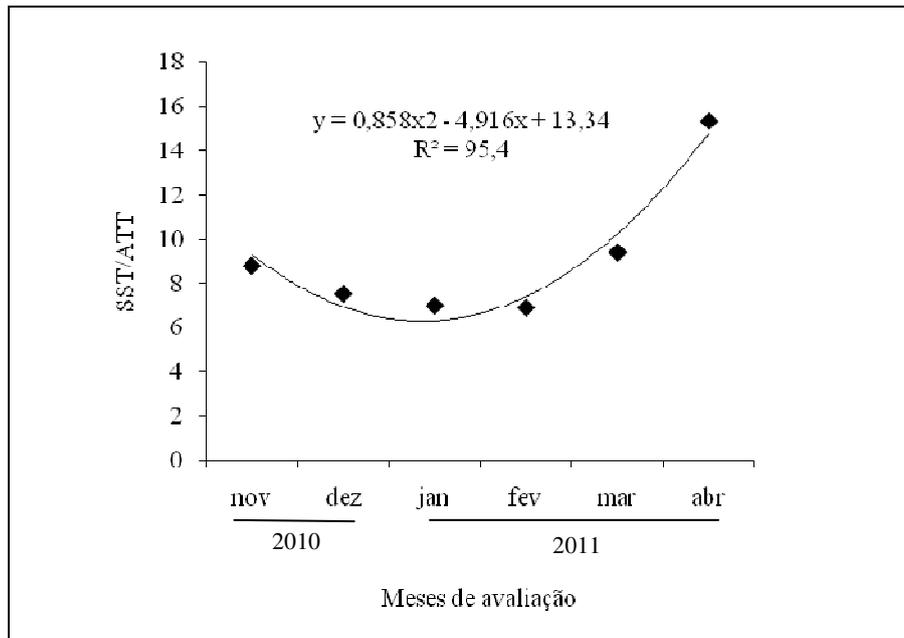


Figura 4 – Relação sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT) de frutos do morangueiro cv. Albion, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010/2011.

Houve diminuição dessa relação a partir da colheita de novembro até janeiro, quando verificou-se o valor mais baixo obtido através da equação $-b/2C$. A partir desse mês houve acréscimo, chegando a 15,31 no mês de abril. Comparando com os resultados de Yommi et al. (2003), em mudas vernalizadas de cultivares neutras, verificou-se que esses autores obtiveram valores de 11,5 para Aromas e 11,8 para Selva.

Para cada estágio de crescimento e maturação dos frutos é possível monitorar as alterações metabólicas. Por exemplo, a formação da pigmentação e do sabor está ligada à materiais oriundos do metabolismo primário. A biosíntese dos aminoácidos é importante na qualidade dos frutos de morangueiro (ZHANG et al., 2011). Segundo esses autores, o sabor é o resultado de uma complexa mistura de numerosos compostos voláteis (mais de 300) e organolépticos combinado com a textura. Segundo Kader (2002) a qualidade do fruto não depende apenas dos processos fisiológicos, mas também da relação entre o clima e os fatores biológicos.

De acordo com a Tabela 1, observa-se que no início e final do cultivo houve elevações nos teores de açúcar dos frutos, o que pode ser explicado por temperaturas médias e radiação fotossinteticamente ativa mais elevadas dentro do ambiente (Figura 4). Já Sims et al. (1997) e Chandler (1997) relataram que o teor de açúcar dos frutos varia muito entre as épocas de colheita e anos de avaliação. Em estudo realizado por Shaw et al. (1987), avaliando as condições do ambiente, mostraram que o teor de açúcar está correlacionado com a intensidade da luz pois, conforme Shahidul et al. (2005), em temperaturas mais elevadas, acompanhadas pelo aumento da radiação, há aumento na liberação de açúcares no fruto, auxiliado pela hidrólise de enzimas que apresentam função protetora sobre a molécula de antocianina que é desestabilizada liberando açúcares.

A análise de variância demonstrou, para coloração externa dos frutos, diferenças apenas entre os meses de avaliação (Figura 5).

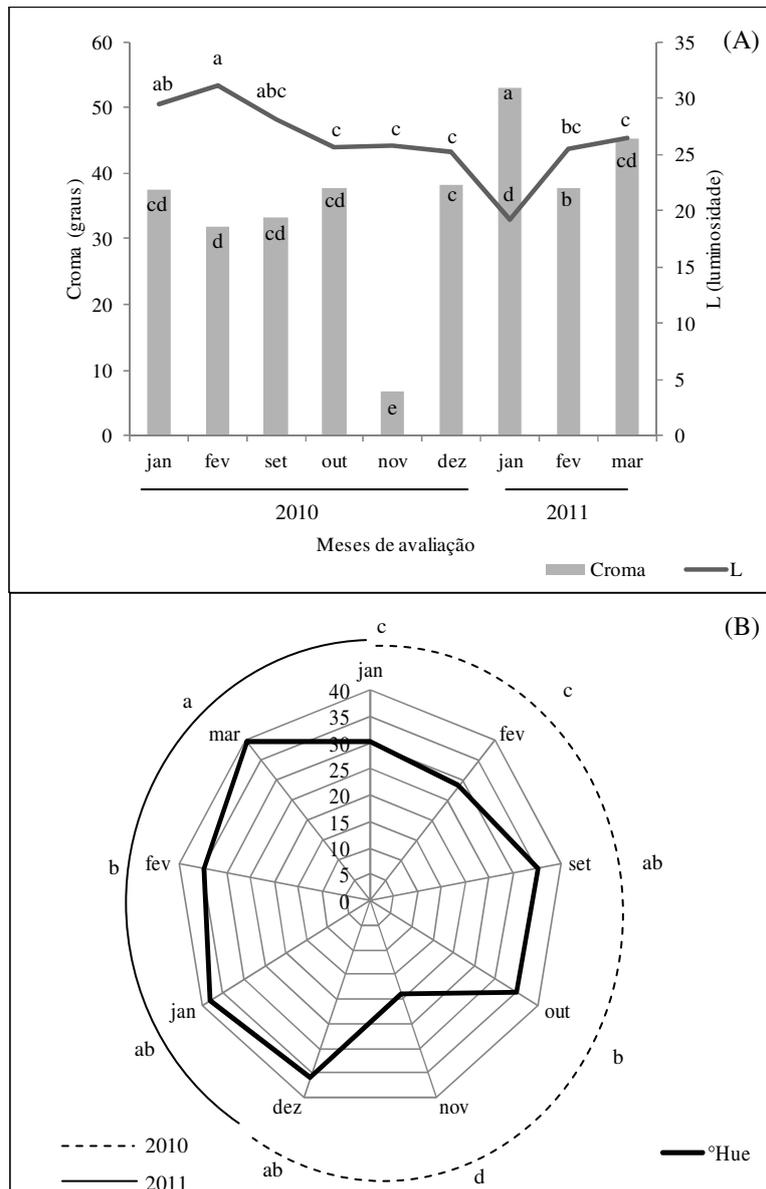


Figura 5 – Valores médios de coloração externa dos frutos, L*, Chroma (A) e Hue (B) da cv. Albion de morangueiro,

em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010/2011. Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para a variável L^* (luminosidade), o valor mais elevado foi obtido em fevereiro de 2010 (31,2) seguido por janeiro do mesmo ano (29,5) (Figura 5 A). Em janeiro de 2011, os frutos registram menor luminosidade (19,25). De acordo com a classificação descrita por Conti et al. (2002), caracterizando cada variável de coloração externa, valores de L^* menores que 29,24 indicam frutos de coloração escura. Valores entre 29,34 a 34,62 indicam condição intermediária (claro ao escuro) de coloração. Valores superiores a 34,62 indicam frutos com coloração mais clara. De acordo com os resultados descritos anteriormente a coloração mais escura caracterizaram frutos no mês de janeiro de 2011. Em trabalho com plantas vernalizadas de morangueiro Yommi et al. (2003), em Tucumán, na Argentina, encontraram valores de L^* para cultivares neutras de 49,30 (cv. Aromas) e 42,11 (cv. Selva).

Para Cromo (a^* e b^* convertidos ao índice c^*), o valor mais elevado foi obtido em janeiro de 2011 (53°), e o menor valor em novembro de 2010 ($6,75^\circ$) (Figura 5 A). De acordo com a classificação, frutos mais coloridos apresentam valores de c^* menores que 24,92, de coloração intermediária entre 24,92 a 36,08, e menos coloridos superiores a 36,08 (CONTI et al., 2002). Desta forma, durante o mês de janeiro de 2011, os frutos apresentaram-se menos cromáticos, ou seja, menos coloridos, concordando com Schünemann

(2009) e, no mês de novembro de 2010 os frutos foram mais cromáticos. Yommi et al. (2003) avaliando quatro cultivares vernalizadas na Argentina, encontrou valores de Croma para Camarosa de 40,59; para Selva (DN) 40,36 e Aromas (DN) com 48,23 porém, inferiores ao relatado para o mês de janeiro de 2011 no presente estudo.

Para Hue ($^{\circ}\text{H}$), que indica o ângulo de inclinação da coloração, o valor mais elevado foi encontrado em março de 2011 ($39,4^{\circ}\text{H}$), não diferindo dos meses de janeiro do mesmo ano (38°H), setembro ($35,5^{\circ}\text{H}$) e dezembro de 2010 (36°H) (Figura 5 B). Já no mês de novembro de 2010 registrou-se o menor grau de Hue ($19,1^{\circ}\text{H}$).

Yommi et al. (2003), em cultivares vernalizadas, encontraram valores semelhantes para Aromas (DN) $33,44^{\circ}\text{H}$ e Camarosa $33,56^{\circ}\text{H}$, na Argentina. Oliveira et al. (2009) não verificaram diferenças para Hue entre as cultivares Earlibrite ($42,6^{\circ}\text{H}$ e $24,4^{\circ}\text{H}$) e Camarosa ($44,1^{\circ}\text{H}$ e $21,1^{\circ}\text{H}$) quanto à coloração interna e externa dos frutos. Outro trabalho realizado em Portugal, visando avaliar a qualidade de frutos das cultivares Albion, Candonga, Gariguette e Galéxia, os autores encontraram diferenças claras entre cultivares, onde Gariguette apresentou frutos mais coloridos (SOUSA et al., 2009).

4 CONCLUSÕES

- a) O morangueiro cv. Albion apresenta um intervalo de colheita, entre os meses de abril a agosto.

- b) A máxima produção é obtida em janeiro de 2011, mas semelhante aos meses de fevereiro do mesmo ano, novembro e dezembro de 2010.
- c) A produção é possível nos meses de fevereiro a abril, já considerado período de entressafra.
- d) As diferentes combinações de substratos não interferem na produção de frutos, bem como no pH, diâmetro, acidez total titulável, relação SST/ATT e coloração externa .
- e) Frutos colhidos durante o mês de janeiro de 2010 e abril de 2011, apresentam-se mais doces e apropriados para o consumo *in natura*.
- f) Frutos mais cromáticos são colhidos em novembro de 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de mudas de ambas as procedências é interessante para os produtores que desejam escalonar a produção, principalmente para otimizar o uso da mão-de-obra, altamente demandada na cultura do morangueiro e também pela possibilidade de oferecer o produto em período de entressafra obtendo maior rentabilidade.

Para próximos trabalhos, recomenda-se estudos referentes à demanda hídrica do morangueiro em substrato para que, com base nos resultados, a água seja disponibilizada de acordo com as necessidades da cultura e também recomenda-se monitoramento mais rigoroso da irrigação.

REFERÊNCIAS

ANDRIEU B., ALLIRAND J.M., JAGGARD K., 1997. Ground cover and leaf area index of maize and sugar beet crops. *Agronomie* 17 (6-7), 315-321.

ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.18,p.26-33, 2000.

ANDRIOLO, J.L.; BONINI, J.V. BOEMO, M.P. Acumulação de matéria seca e rendimento de frutos de morangueiro cultivado em substrato com diferentes soluções nutritivas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 1, p. 24-27, 2002.

ANGLÉS, M. Control climático y ciclo de cultivo. *Horticultura. Tecnología de Producción. Horticultura*. Copyright Ediciones de Horticultura, v.152. p. 1-7, 2001.

ANTUNES, L. E. C; DUARTE FILHO, J. *Sistema de produção de morango*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005.

ASTEGIANO E.D., FAVARO J.C. Desarrollo del área foliar en tres cultivares de tomate. Resúmenes de la XVIII Reunión Nacional de Fisiología Vegetal. Corrientes. Argentina, 1987, 4 p.

ANTUNES, L.E.C.; DUARTE FILHO, J. D.; CALEGARIO, F. F.; COSTA, H.; REISSER JUNIOR, C. Produção integrada de morango (PIMo) no Brasil. In: *Morango: conquistando novas fronteiras. Informe Agropecuário: Belo Horizonte*, v.28, n.236, p.34-39, 2007.

ANTUNES, L.E.C.; RISTOW, N.C.; KROLOW, A.C.R.; CARPENEDO, S.; REISSER JÚNIOR C. Yield and quality of strawberry cultivars. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 28, p. 222-226, 2010.

ANTUNES, O.T.; CALVETE, E.O.; ROCHA, H.C.; NIENOW, A.A.; MARIANI, F.; WESP, C.L. Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. *Horticultura brasileira*, v. 24, n. 4, 426-430p. out.-dez. 2006.

ARNOLD, C.Y. Maximum-Minimum temperature as a basis for computing heat units. *American Society for Horticulture Science*, v. 76, p. 682-692, 1960.

BALDINI, E.M. Vernalização de duas cultivares de morango: produção e análise econômica. 54 f. *Dissertação* (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita”, Botucatu, 1997.

BAPTISTA, J. M.; ALMEIDA, M. C.; VIEIRA, P.; SILVA, A. C. M.; RIBEIRO, R.; FERNANDO, R. M.; SERAFIM, A.; ALVES, I.; CAMEIRA, M. R. **Programa nacional para o uso eficiente da água**. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia, 2001. 212 p.

BARBOSA, A. S.; BASILIO, R. A.; SILVA, H. D. L. Resposta fisiológica a luz e concentração de dióxido de carbono na cultura da videira (*Vitis vinifera* L.). *Revista de Biologia e Farmácia*, v. 4, p. 114-121, 2010.

BARRADAS, V. C.; NICOLAS, E.; TORRECILLAS, A.; ALARCON, J. J. Transpiration and canopy conductance in young apricot (*Prunus armenica* L.) trees subjected to different PAR levels and water stress. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v. 77, p. 323-333, 2005.

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

BARTCZAK, M.; PIETROWSKA, M.; KNAFLEWSKI, M. Effect of substrate on vegetative quality of strawberry plants (*Fragaria × ananassa* Duch.) produced by a soilless method. *Folia Horticulturae*, v. 19, p. 39-46, 2007.

BERG, I. J. Potencial de armazenamento e caracterização de frutos de morango cultivares Campinas e Dover colhidos em três estádios de

maturação. 1997. 36 f. *Monografia* (Graduação) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

BIANCO, S.; PITELLI, R. A.; CARVALHO, L. B. Estimativa da área foliar de *Cissampelos glaberrima* usando dimensões lineares do limbo foliar. *Planta daninha*, v. 20, n.3, Pp. 353-356, 2002.

BORTOLOZZO, A. R.; KOVALESKI, A.; HOFFMANN, A.; CALEGARIO, F. F.; MELO, G. W. B.; FREIRE, J. M.; BERNARDI, J.; VARGAS, L.; BRAGHINI, L. C.; BOTTON, M.; FERLA, N. J.; SANHUEZA, R. M. V.; PINENT, S. M. J. Produção de morangos no sistema semihidropônico. 1ª edição (on line). *Circular Técnica*, n. 62, 2005.

BORSZOWSKI, P.R., MALGARIM, M.B.; AHRENS, D.C. Desempenho agrônômico das cultivares de morangueiro Camarosa e Camino Real sob cultivo orgânico na região Centro-sul do Paraná. In: IV SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO III ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 4, 2008, Pelotas. Anais...Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. p.123.

BRANZANTI, E.C. *La fresa*. Madri: Mundi-Prensa, 1989.

BUSATO, C.; FONTES, P. C. R.; BRAUN, H.; BUSATO, C. C. M. Estimativa da área foliar da batateira, cultivar Atlantic, utilizando dimensões lineares. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 4, p. 702-708, 2010.

BURIOL, G. A.; RIGUI, E. Z.; SCHNEIDER, F. M.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B.; ESTEFANEL, B. Modificação da umidade relativa do ar pelo uso e manejo da estufa plástica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.8, n. 1, p. 11-18, 2000.

BURIOL, G. A.; SCHNEIDER, F. M.; STEFANEL, V.; ANDRIOLO, J. L.; MEDEIROS, S. L. P. Modificações na temperatura mínima do ar causadas por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.1, p.43-49. 1993.

CALVETE, E.O.; CECCHETTI, D. BORDIGNON, L. Desempenho de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 2, 2003. (CD-ROM).

CALVETE, E.O.; NIENOW, A.A.; WESP, C.L.; CESTONARO, L.; MARIANI, F.; FIOREZE, I.; CECCHETTI, D.; CASTILHOS, T. Produção hidropônica de morangueiro em sistema de colunas verticais, sob cultivo protegido. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 29, p. 524-529, 2007.

CALVETE, E. O.; ROCHA, H.C.; ANTUNES, O.T.; NIENOW, A.A. *Morangueiro polinizado pela abelha jataí em ambiente protegido*. Passo Fundo:UPF, 2005.53p.

CALVETE, E.O.; TESSARO, F. *Ambiente protegido aspectos gerais*. In: PETRY, C. *Plantas ornamentais aspectos para produção*. 2 ed. Passo Fundo, 2008. P. 24-45.

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 FILHO, W.P.; CAMARGO, F.P. Análise da produção de morango dos estados de São Paulo e Minas Gerais e do mercado da CEAGESP. *Informações Econômicas*, v. 39, n. 5, p. 42-50, 2009.

CAMARGO, L. K. P.; RESENDE, J. T. V.; GALVÃO, A. G.; BAIER, J. E.; FARIA, M. V.; CAMARGO, C. K. Caracterização química de frutos de morangueiro cultivados em vasos sob sistemas de manejo orgânico e convencional. *Ciências Agrárias*, Londrina, v. 30, suplemento 1, p. 993-998, 2009.

CAMPOS, A.S. Distribuição de *Tylenchulus semipenetrans* e *Pratylenchus jaehni* em citros, no Estado de São Paulo, e estudo morfométrico comparativo de populações anfigmíticas de *Pratylenchus* spp. 2002. f. 65. *Dissertação* (Mestrado em Entomologia Agrícola), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP, Jaboticabal, 2002.

CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H.; COMIRAN, F.; CHAVARRIA, G.; MARODIN, G. A. B.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. dos; MANDELL, F. Alterações micrometeorológicas em vinhedos pelo uso de coberturas de plástico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 43, n. 4, p. 441-447, 2008.

CARVALHO, S.L.C. de; NEVES ,C.S.V.J.; BÜRKLE, R.; MARUR, C.J. Épocas de indução floral e soma térmica do período do florescimento à colheita de abacaxi 'Smooth Cayenne'. *Revista Brasileira de Fruticultura* 27:430-433, 2005.

CATO, S.C. Ação de bioestimulante nas culturas do amendoizeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas. 2006. 74f. *Dissertação de Mestrado em Fitotecnia*, USP, Piracicaba.

CEAGESP. *Normas de classificação do morango*. São Paulo: CQH/CEAGESP, 2006, 6p.

CERMEÑO, Z. S. *Construcción de invernaderos*. Madri: Mundi-Prensa,1994. 445p.

CHANDLER, C. K. Sweet Charlie strawberry. *Hortscience*, v. 32, p. 1132-1133, 1997.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P.; FELIPPETO, J.; MARODIN, G.A.B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S.; FIALHO, F.B. Relações hídricas e trocas gasosas em vinhedo sob cobertura plástica. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Brasília, v.30, n.4, p. 1022-1029, 2008.

CHAVARRIA, G.; CARDOSO, L. S.; BERGAMASCH, H.; SANTOS, H. P. dos; MANDELLI, F.; MARODIN, G. A. B. Microclima de vinhedos sob cultivo protegido. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 19, n. 7, p. 2.029-2.034, 2009.

CHAVES, M. M.; MAROCO, J. P.; PEREIRA, J. S. Understanding plant responses to drought-from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology*, v. 30, p.239-264, 2003.

CHITARRA, A.B. *Armazenamento de frutos e hortaliças por refrigeração*. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 58p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. *Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio*. 2.ed. Lavras: Editora UFLA, 2005.783p.

CONCENÇO, G. et al. Eficiência fotossintética de biótipos de azevém em condição de competição. *Planta Daninha*, v. 19, n. 2, p. 247-253, 2008.

COHORT SOFTWARE. *CoStat*. www.cohort.com. Monterey, California. 2003.

CONTI, J.H.; MINAMI, K.; TAVARES, F.C. A. Produção e qualidade de frutos de diferentes cultivares de morangueiro em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 1, p. 10-17, 2002.

CORNIC, G. Drought stress inhibits photosynthesis by decreasing stomatal aperture not by affecting ATP synthesis. *Trends Plant Science*, 5, p. 187–188, 2000.

CUNHA, G.R. *Meteorologia: fatos e mitos*. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 2003. 440p.

CUNNINGHAM, S. C. Effects of vapor pressure deficit on growth of temperature and tropical evergreen rainforest of Australia. *Acta Ecologica*, Paris, v. 30, p.399-406, 2006.

DAMATA, F. M.; SILVEIRA, J. S. M.; DUCATTI, C.,; LOUREIRO, M. E. Eficiência do uso da água e tolerância a seca em *Coffea canephora*. In: SIMPOSIO DE PESQUISA DOS CAFES DO BRASIL, 1. Poços de Caldas – MG. Resumos expandidos. Brasília, DF. : Embrapa Cafe, Belo Horizonte: Minasplan. 2, p. 907-910, 2000.

DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Horticulturae*, v.26, p.37-44, 1972.

DIAMANTI, J.; CAPOCASA, F.; MEZZETTI, B.; TULIPANI, S.; BATTINO, M. The interaction of plant genotype and temperature conditions at ripening stage affects strawberry nutritional quality. *Acta Horticulturae*, v.838, p.183-186, 2009.

DIAS, J.P.T.; DUARTE FILHO, J.; PÁDUA, J.G.; CARMO, E.L.; SIMÕES, J.C. Aspectos do florescimento e características físicoquímicas dos frutos da cultivar Palomar. *Horticultura Brasileira*, v. 27 p. S2323-S2328, 2009. (Suplemento - CD-ROM)

DIAS, M. S. C.; SILVA, J. J. C.; PACHECO, D. D.; RIOS, S. de A.; LANZA, F. E. Produção de morangos em regiões não tradicionais. *Informe Agropecuário*, v. 28, n. 236, 2007.

DOMINGUES, D.M. Efeito da radiação gama e embalagem na conservação de morangos 'Toyonoka' armazenados sob refrigeração. 2000. 60p. *Dissertação*(Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz, Piracicaba.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. Las necesidades de agua de los cultivos. 4. ed. Roma: FAO, 1984. 194p. (Estudio FAO: Riego y Drenaje, nº 24).

DUARTE FILHO, J.; ANTUNES, L.E.C.; PÁDUA, J.G. GA3 e Paclobutrazol no florescimento e na produção de frutos em duas cultivares de morangueiro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 2, p. 202-205, 2004.

DUARTE FILHO, J.; CUNHA, R.J.P.; ALVARENGA D.A.; PEREIRA G.E.; ANTUNES L.E.C. Aspectos do florescimento e técnicas empregadas objetivando a produção precoce em morangueiros. *Informe Agropecuário*, v. 20, p. 30- 35, 1999.

EMBRAPA. Disponível em:
<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2011/abril/2a-semana/seminario-brasileiro-sobre-pequenas-frutas-acontece-em-julho/>. Acesso em: 01/02/2012.

EMBRAPA. Disponível em:
<http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/app/principal/normais.php>. Acesso em: 21/02/2012

FAEDI, W.; BARUZZI G. Innovazioni nelle tecniche di coltivazione della fragola. *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, v. 64, p. 19-26, 2002.

FARGO W.S.; BONJOUR E.L.; WAGNER T.L. An estimation equation for squash leaf area using leaf measurements. *Can. J. Plant Sci.* 66, 677-682, 1986.

FARQUHAR, G. D.; SHARKEY, T. D. Stomatal conductance and photosynthesis. *Annual Review Plant Physiology*, 33, p. 317-345, 1982.

FELSEMBURGH, C. A. Respostas fotossintéticas à variação da temperatura foliar do dossel na Flona do Tapajós – PA. *Tese de Doutorado*, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: www.teses.usp.br/teses/.../tde-14092009-082158/. Acesso em: 07/02/2012.

FERLA, N.J.; MARCHETTI, M.M.; GONÇALVES, D. 2007. Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango (*Fragaria* sp, Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. *Biota Neotropical*. Disponível em: 7(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n2/pt/abstract?article+bn01807022007>. Acessado em: 18/09/2007.

FILGUEIRA, F.A.R. *Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: Ed UFV, 2000.

FLEXAS, J.; MEDRANO, H. Drought-inhibition of photosynthesis in C₃ plants: stomatal and non-stomatal limitations revisited. *Annals Botany*, v 89, p. 183-189, 2002.

FRAGA, D. S.; ANDRADE, F. F.; DUARTE, Georgea, R. B.; ÁVILA, M.; PAULA, V.A.⁵; MENDEZ, Marta E. G.; SCHÖFFEL, E. R.; RIBEIRO, D. S. Consumo hídrico do morangueiro cultivado em ambiente protegido. 2009. Disponível em: http://www.google.com.br/search?sourceid=navclient&hl=ptBR&ie=UTF-8&rlz=1T4ADFA_pt

total+de+%c3%a1gua+evapotranspirada+durante+o+. Acessado em: 28/02/2012.

FUMIS, T. F.; SAMPAIO, A. C. ; PALLAMIN, M. L.; OLIVEIRA, O. M. Avaliação tecnológica de nove cultivares de morango na região de Bauru - SP. Disponível em: <http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/olfg4136c.pdf> Acessado em:07/12/2011.

FURLAN, R.A. Avaliação da nebulização e abertura das cortinas na redução da temperatura do ar em ambientes protegidos. Piracicaba, 2001. 146 p. *Tese* (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

FURLANI, P.R.; FERNANDEZ JÚNIOR, F. Cultivo hidropônico de morango em ambiente protegido. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO & ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL. Pelotas. *Anais...* Pelotas: Corrêa Antunez, L.E. et al., (eds.). EMBRAPA, v. 2, p.102-115, 2004.

GALLETA, G.; HIMELRICK, D. Strawberry management. Small Fruit Crop Management. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. 1990. 602 p.

GALVANI, E.; ESCOBEDO, V.; FRISINA, V. de A. Estimativa das irradiâncias sobre cultura de alface (*Lactuca sativa* L.) em estufas. *Congresso Latino-Americano de Ingeniería Rural*, LA Plata, 1998.

GAUDILLERE, J.P. La photorespiration et son coût énergétique. In: La photosynthèse. Comptes Rendus des Séances de l'Académie d'Agriculture de France, v.11, p.872-882, 1982.

GAVILÁN, M.U. Bases y sistemas de los cultivos sin suelo. In: *Tratado de cultivo sin suelo* (coord. Gavilán, M.U.).3ª edición. Madrid: Eds. Mundi-Prensa, 3-47, 2004.

GIARDI, C.L.; SANHUEZA, R.M.V.; BENDER,R.J. Manejo pós-colheita e rastreabilidade na produção integrada de maçãs. *Circular técnica* 31, Bento Gonçalves, 2002.

GILMORE, E.C. Jr.; ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. *Agronomy Journal*, v. 50, n. 10, p. 611-615, 1958.

GODOI, R. S.; ANDRIOLO, J. L.; FRANQUÉZ, G. G.; JÄNISCH, D. I.; CARDOSO, F. L.; VAZ, M. A. B. Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo com emprego de substratos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.39, n. 4, p. 1039-1044, 2009.

GOENAGA, R.; SINGH, U. 1996. Estimation of leaf area of taro (*Colocasia esculenta* Schott.) from linear measurements. *Journal Agricultural University*, Puerto Rico, v. 80, n. 3, p.183-185, 1996.

GROPPO, G.A.; TESSARIOLI NETO, J.; BLANCO, M.C.S.G. A cultura do morangueiro. Campinas: CATI, 1977, 27p. (CATI .Boletim Técnico, 201)

HERMES, C.C.; MEDEIROS, S.L.P.; MANFRON, P.A.; CARON, B.; POMMER, S.F.; BIANCHI, C. Emissão de folhas de alface em função da soma térmica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 9, n. 2, p. 269-275, 2001.

HOCHMUTH, G. 1991. *Florida Greenhouse Vegetale Production Handbook*, vol. 3. Florida: Cooperative Extension Service Publication SP-48.

HOOGENBOOM, G.; HUCK, M. G.; PETERSON ,C. M. Root growth rate of soybean as affected by drought stress. *Agronomy Journal*, 79, p. 697-614, 1987.

HSIAO, T. C. Plant response to water stress. *Annals Review of Plant Physiological*, v. 24, p. 519-570, 1973.

IBGE. *Sidra*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 12 jun. 2006.

JACKSON J.E. Light interception and utilization by orchard systems. *Horticultural Review* 2, 208-267, 1980.

JATIMLIANSKY J.R.; GIMENEZ, D.O. Un método para estimar el área foliar en Cebadilla Criolla. XX Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. S.C. de Bariloche. p. 142-145, 1993.

JORGE, Y.; GONZALEZ, F. Estimación del área foliar en los cultivos de ají y tomate. *Agrotecnia de Cuba* 27 (1), 123-126, 1997.

KADER, A. A. Fruits in the global market. In: KNE E, M. *Fruit quality and its biological basis*. Columbus: Sheffield Academic, p. 1-14, 2002.

KADIR, S.; SIDHU, G. Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) growth and productivity as affected by temperature. *Hortscience*, v. 41, n. 6, p.1423-1430, 2006.

KÄMPF, A.N.; JUNG, M. The use of carbonized rice hulls as horticultural substrate. *Acta horticultrae*, Wageningen, n.294, p.271-283, 1991.

KASKA, N., TÜREMIS, N., KAFKAS, S. AND ÇÖMLEKÇIOĞLU, N. The performance of some strawberry cultivars grown under high tunnels in the climatic condition of adana (Turkey). *Acta Horticulturae*, v. 439, p.297-300, 1997.

KIRSCHBAUM, D.S. Temperature and growth regulator effects on growth and development of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) Florida: University of Florida. 144p. (*Tese mestrado*), 1998.

KLAMKOWSKI, K.; TREDER, W.; TRYNGIEL –GAĆ, A. The effects of substrate moisture content on water potential, gas exchange rates, growth, and yield in strawberry plants grown under greenhouse conditions. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, v. 14, p.163- 171, 2006a .

KLAMKOWSKI, K.; TREDER, W. Morphological responses os strawberry plants to water stress. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, v. 71, p. 159-165, 2006b.

KLAMKOWSKI, K.; TREDER, W. Response to drought stress of three strawberry cultivars grown under greenhouse conditions.

Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, v. 16, p. 179-188, 2008.

KLEIN, V. A. Propriedades do solo e manejo da água em ambientes protegidos com cultivo de morangueiro e figueira. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2006. 61p.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

KROLOW, A.C.; SCHWENGBER, J. Avaliações físicas e químicas de morango cv. Aromas produzidos em sistema orgânico e convencional. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Porto Alegre, v. 2, n. 2. 2007.

KUCHARIK C.J.; NORMAN J.M.; GROWER S.T. Measurement of branch area and adjusting leaf area index indirect measurement. *Agric. Forest Meteorol.* 91(1-2), 69-88, 1998.

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LEDESMA, N. A.; SUGIYAMA. Pollen quality and performance in strawberry plants exposed to high-temperature stress. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 130, p. 341-347, 2005.

LI, H.; LI, T.; GORDON, R. J.; ASIEDU, S. K.; HU, K. Strawberry plant fruiting efficiency and its correlation with solar irradiance, temperature and reflectance water index variation. *Environmental and Experimental Botany*, 2009.

LIETEN, F. La fragola in Belgio-Olanda. In: LA FRAGOLA VERSO IL 2000. *Convegno Nazionale*. Verona: Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di, 1998. p.83-94.

LORENZO-MINGUEZ, P. *Intercepción de luz, bioproductividad e intercambio gaseoso durante la ontogenia del cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) en invernadero*. Almeria, Junta de Andalucía, 1994, 255 p.

LULU, J. Microclima e qualidade da uva de mesa 'romana' (a 1105) cultivada sob cobertura plástica. 113p. *Dissertação* (Mestrado). Instituto Agrônomo de Campinas-IAC, 2005.

LUTCHOOMUN, S. Influence of fresh and cold stored plantlets on strawberry yield. *Food and Agricultural Research Council*, p. 181-185, 1999.

MADAIL, J.C.M., REICHERT L.J., MAGLIORINI L.C. Coeficientes técnicos para cultura do morangueiro In: PEREIRA, D.P., BANDEIRA, D.L., QUINCOZES E. da R. F. *Sistema de produção de morango*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. versão eletrônica disponível em <<http://sistemadeproducao.cnptia.embrapa.br>.

MALAGODY-BRAGA, K. S. Estudo de agentes polinizadores em cultura de morango (*Fragaria x ananassa* Duchesne-Rosaceae).110p. *Tese* (Doutorado em Ciências) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MANAKASEM, Y.; GOODWIN, P.B. Responses of dayneutral and Junebearing strawberries to temperature and daylength. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, v. 76,p. 629-635, 2001.

MALDANER, I.C.; GUSE, F.I.; STRECK, N.A.; HELDWEIN, A.B.; LUCAS, D.D.P.; LOOSE, L.H. Filocrono, área foliar e produtividade de frutos de berinjela conduzidas com uma e duas hastes por planta em estufa plástica. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 3, p. 671-677, 2009.

MANAKASEM, Y.; GOODWIN, P.B. 2001. Responses of dayneutral and Junebearing strawberries to temperature and daylength. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 76: 629-635.

MANGNABOSCO, M.C.; GODOY, W.I.; MAZZARO, S.; CITADIN, I.; FARINACIO, D.; BORSATTI, F.; BORSATTI, F. Avaliação das características químicas de seis cultivares de morangueiro na região sudoeste do Paraná. *Horticultura Brasileira*, v. 26, p.5456-5461, 2008.

MANNING, K. Isolation of a set of ripening-related genes from strawberry: their identification and possible relationship to fruit quality traits. *Planta*, v. 205, p. 622-631.

MARODIN, J. C.; RESENDE, J. T. V. De, MORALES, R. G. F.; CAMARGO, C. K.; CAMARGO L. K. P.; PAVINATO, P. S. Qualidade físico-química de frutos de morangueiro em função da adubação potássica. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 9, n. 3, p 50-57, 2010.

MARTINEZ GARCIA, P.F. La regulación de las condiciones Del ambiente em los cultivos protegidos. In: FERIA TECNICA INTERNATIONAL DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA, 1986, Zaragoza. *Anales...*p. 135-147, 1986.

MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S.; ASSIS, F. N.; MENDES, M. E. G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. *Informe Agropecuário*, v.20, n 200/201, p. 15-23, 1999.

MARTINS, S. R.; GONZALEZ, J. R. Avaliação do resfriamento em estufa plástica mediante sistema de ventilação e nebulização. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. v. 3, n.2, p. 13-18, 1995.

MENDONÇA, H.F.C. Produção e qualidade de morangos em cultivo protegido consorciado com a figueira. 2011. 122 p. *Dissertação* (Mestrado em Agronomia) – Programa de pós-graduação em agronomia – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo-RS.

MCCREE, K.J. The action spectrum, absorptance and quantum yield of photosynthesis in crop plants. *Agricultural Meteorology*, Nova York, v. 9, p. 191-216, 1972.

MEDEIROS CAB; STRASSBURGER AS; ANTUNES LEC. 2008. Avaliação de substratos constituídos de casca de arroz no cultivo sem solo do morangueiro. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n. 2, p. 4827-4831, 2008.

MEDINA, E. N.; CARDENAS, J.; VALPUESTA, V.; MUNOZ BLANCO, J.; CABALLERO, J. L. Cloning and characterization of

cDNAs from genes differentially expressed during the strawberry fruit ripening process by a MAST-PCR-SBDS method. *Analytical Biochemistry*, v. 288, p. 288-296, 1997.

MEDRANO, H.; ESCALONA, J. M.; BOTA, J.; GULIAS, J.; FLEXAS, J. Regulation of photosynthesis of C₃ plants in response to progressive drought: stomatal conductance as a reference parameter. *Annals of Botany*, v. 89, p. 895-905, 2002.

MELLO, R. P. Consumo de água do lírio asiático em vaso com diferentes substratos. 2006. 74 p. *Dissertação* (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

MESSINGER, S. M.; BUCKLEY, T. N.; MOTT, K. A. Evidence for involvement of photosynthetic processes in the stomatal response to CO₂. *Plant Physiol.*, v. 140, n. 2, p. 771-778, 2006.

MITCHELL, F. G.; MITCHAM, E.; THOMPSON, J. E.; WELCH, N. Handling strawberries for fresh market. Oakland, CA: University of California, 1996, 14 p.

MONTEIRO, J. E. B. A.; SENTELHAS, P. C.; CHIAVEGATO, E. J. GUISELINI, C.; SANTIAGO, A. V.; PRELA, A. Estimação da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. *Bragantia*, Campinas, v.64, n.1, p.15-24, 2005.

MORAES, I. V. M.; CENCI, S. A.; BENEDETTI, B. C.; MAMEDE, A. M. G. N.; SOARES, A. G.; BARBOZA, H. T.G. Características físicas e químicas de morango processado minimamente e conservado sob refrigeração e atmosfera controlada. *Ciência Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.28, n.2, p. 274-281, 2008.

MORAIS, H., MARUR, C. J., CARAMORI, P. H., RIBEIRO, A. M. A.; GOMES, J. C. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, n. 10, p. 35-40, 2003.

MORGAN, L. Hydroponic strawberry production. A technical guide to the hydroponic production of strawberries. Suntec (NZ) Ltd, Tokomanu, New Zeland, 2006.

NAM, Y. M.; TICHIT, L.; LEPERLIER, M.; CUERQ, B.; MARTY, I.; LELIEVRE, J. M. Isolation and characterization of mRNAs differentially expressed durinh ripening of wild strawberry (*Fragaria vesca* L.) fruits. *Plant Molecular Biology*, v. 39, p.629-936, 1999.

NAMESNY, A. Posrecoleción de hortalizas: III hortalizas de fruto. Barcelona: Ediciones Horticultura S. L.; 1999, 302p.

NASCIMENTO, I.B.; FARIAS, C.H.A.; SILVA, M.C.C.; MEDEIROS, J.F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; NEGREIROS, M.Z. Estimativa da área foliar do meloeiro. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 4, p. 555-558, 2002.

NAVES-BARBIERO, C. C.; FRANCO, A. C.; BUCCI, S. J.; GOLDSTEIN, G. Fluxo de seiva e condutância estomática de duas espécies lenhosas sempre-verdes no campo sujo e cerradão. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 12, n. 2, p. 119-134, 2000.

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, 2008, Pelotas. *Anais...Pelotas: Embrapa Clima Temperado*, 2008. p.124.

NETTING, A. G. pH, abscisic acid and the integration of metabolism in plants under stressed and non-stressed conditions: cellular responses to stress and their implication for plant water relations. *Journal Experimental Botany*, 51, n. 343, p. 147-158, 2000.

NISHIYAMA, M.; KANAHAMA, K. Effects of temperature and photoperiod on flower bud initiation of Day-neutral and everbearing strawberries. *Acta Horticulturae*, v. 567, p.253-255, 2002.

NUNES, E.E. Caracterização Química do Abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) cv. *Smooth Cayenne*. *Monografia* (Graduação em Ciência

dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2001, 67p.

OLIVEIRA, R. P.; BRAHM, R. U.; SCIVITTARO W. B. Produção de mudas de morangueiro em casa-de-vegetação utilizando recipientes suspensos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.25, n.1, p. 107-109, 2007.

OLIVEIRA, R. P.; NINO, A. F. P.; SCIVITTARO, W. B. Mudas certificadas de morangueiro: maior produção e melhor qualidade da fruta. *A Lavoura*, Rio de Janeiro, v. 108, n. 655, p. 35-38, 2005.

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B. Produção de frutos de morango em função de diferentes períodos de vernalização das mudas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.27, n.1, p.91- 95, 2009.

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 28, p. 520-522, 2006.

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B. Produção de morangueiro cv. “Cegnidarem” sob túnel plástico. *Ciência Rural*, v.38, n.9, 2008.

OLIVEIRA, R.P.; NINO, A.F.P.; SILVA, F. OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; WREGGE, M. S.; UENO, B.; CASTRO, L. A. S. Otimização da produção nacional de mudas de Morangueiro. *Documentos162* (versão online), Pelotas, 2006.

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B.; ROCHA, P.S.G.; SEVERO, J.; SILVA, J.A.; FERREIRA, L.V. ‘Earlibrite’: nova cultivar de morangueiro recomendada para o Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, set. 2009. 20 p.

OTTO, R. F.; MORAKAMI, R. K.; REGHIN, M.Y.; CAIRES, E. F. Cultivares de morango de dia neutro: produção em função de doses de nitrogênio durante o verão. *Horticultura Brasileira*, v. 27, p.217-221, 2009.

PAGOT, E.; HOFFMANN, A. Produção de pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PEQUENAS FRUTAS, 1., 2003, Vacaria. *Anais...* Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. P. 9-17. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 37).

PARANJPE A.; CANTLIFFE, D. J.; LAMB, E. M.; STOFFELLA, P. J. Winter strawberry production in greenhouses using soilless substrates: an alternative to methyl bromide soil fumigation. *Horticultural Science. Proceedings Florida State* v.116, p.98-105, 2003.

PARTELLI, F. L.; VIEIRA, H. D.; DETMANN, E.; CAMPOSTRINI, E. Estimativa da área foliar do cafeeiro conilon a partir do comprimento da folha. *Revista Ceres*, v. 53, n. 306, p. 204-210, 2006.

PASSOS, C. D.; PASSOS, E. E. M.; PRADO, C. H. B. A. Comportamento sazonal do potencial hídrico e das trocas gasosas de quatro variedades de coqueiro-anão. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 248-254, 2005.

PAZ, V.P.S.; TEODORO, R.E.F.; MENDONÇA, F.C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.4, n.3, p.465-473, 2001.

PAYNE W.A., WENDT C.W., HOSSNER L.R., GATES C.E. Estimating pearl millet area and specific leaf area. *Agronomy Journal*, v. 83, p.937-941, 1991.

PEREIRA-NETTO, A. B. Crescimento e desenvolvimento. In: WACHOWICZ, C. M.; CARVALHO, R. I. N. (Eds.) *Fisiologia vegetal - produção e pós-colheita*. Curitiba: Champagnat, 2002. p. 17-42.

PERTUZÉ, R.; BARRUETO, M.; DIAZ, V.; GAMARDELLA, M. Evaluation of strawberry nursery management techniques to improve quality of plants. *Acta Horticulturae*, Amsterdam, v. 708, p. 245-248, 2006.

PETRY, C., 1991. Adaptação de cultivares de soja a deficiência hídrica no solo. 106p. *Dissertacao Mestrado* - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

PIRES, R. C. M.; FOLEGATTI, M. V.; PASSOS, F. A. Estimativa da área foliar do morangueiro. *Horticultura Brasileira*, v. 17, n. 02, p. 86-90, 1999.

PIVETTA, C. R.; TAZZO, I. F.; MAASS, G. F.; STRECK, N. A.; HELDWEIN, A. B. Emissão e expansão foliar em três genótipos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Ciência Rural*, v. 37, n. 5, p. 1274-1280, 2007.

PRADO, C. H. B. A.; PASSOS, E. E. M.; MORAES, J. A. P. V. Photosynthesis and water relations of six tall genotypes of cocos nucifera in wet and dry seasons. *South African Journal of Botany*, v. 67, p.169-176, 2001.

PURQUEIRO, L. F. V.; PASSOS, F.A.; PIRES, R. C.M.; TIVELLI, S.W. Estimativa da área foliar de cinco cultivares de morangueiro. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n. 2, p. 1413-1418, 2008.

QUAGLIA, L.; PASSOS, F. A.; PIRES, R. C. M.; BETTI, J. A. Estimativa da área do folíolo do morangueiro cultivar Oso Grande. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.19, n.2, Suplemento 2001.

RAWSON, H. M.; ZAJAC, M.; PENROSE, L.D.J. Effect of seedling temperature and its duration on development of wheat cultivars differing in vernalization response. *Field Crops Research*, Amsterdam, v.57, n.3, p.289-300, 1998.

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

RESENDE, J. T. V.; MORALES, R. G. F.; FARIA, M. V.; RISSINI, A. L. L.; CAMARGO, L. K. P.; CAMARGO, C. K. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 28, p. 185-189, 2010.

RIGON, L. Perfil das pequenas frutas. In: ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta, p. 90-97, 2005.

ROH, M. S. Flowering response of mid-century hybrid lilies to bulb vernalization and shoot photoperiod treatment. *HortScience*, Mt. Vernon, v. 20, n.4, p. 710-713, 1985.

RONQUE, E. R.V. *Cultura do morangueiro: revisão prática*. Curitiba: EMATER-PR, 1998. 206p.

ROSA, H. T. Emissão e crescimento de folhas e seus efeitos na produção de frutas de duas cultivares de morangueiro. 2010. 85f. *Dissertação* (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 2010.

RUSSELE, M.P.; Wilhelm, w.; Olson, R.A.; POWER, J.F. Growth analysis based on degree days. *Crop Science*, v.24, n.1, p.28-32, 1984.

ROUDEILLAC, R.; VESCHAMBRE, D. *La Fraise*. Paris. France: CTIFL-CIREF, p.182-183, 1987.

SANHUEZA, R.M.V. *Sistema de produção de morango para mesa na região da serra gaúcha e encosta superior do nordeste*. Embrapa Uva e Vinho. Sistema de Produção, 6 versão eletrônica, 2005. Disponível em: www.embrapa.gov.br. Acessado em: 27/01/12.

SAITO, T., TERASHIMA, I. Reversible decreases in the bulk elastic modulus of mature leaves of deciduous *Quercus* species subjected to two drought treatments. *Plant Cell Environment*, v.27, p. 863-875, 2004.

SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. Produção de mudas comerciais. In: SANTOS, A.M.; MEDEIROS, A.R.M. (Ed.). *Morango: produção*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 35-38. (Frutas do Brasil, 40).

SANTOS, A. M. dos; MEDEIROS, A. R. M. de; WREGGE, M. S. *Sistema de Produção do Morango*. Embrapa Clima Temperado - Sistemas de Produção, 5 ISSN 1806-9207 Versão Eletrônica,

Nov./2005. Disponível em:
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap10.htm>. Acessado em: 12/01/2012.

SANTOS, A. M. dos; MEDEIROS, A. R. M. de; HERTER, F. G. Exigências de clima e solo. In: MORANGO PRODUÇÃO. Brasília: Embrapa, *Informação Tecnológica*, Frutas do Brasil, v. 40, p.18-21, 2003.

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

SCARANARI, C.; LEAL, P. A. M.; PELLEGRINO, G. Q. Estudo de simulações de microclimas em casas de vegetação visando à aclimação de mudas micropropagadas de bananeira cv Grande Naine. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1.001-1.008, 2008.

SCHMITZ, J.A.K.; SOUZA, P.V.D.; KÄMPF, A.N. Propriedades Químicas e Físicas de Substratos de Origem Mineral e Orgânica para o cultivo de Mudanças em Recipientes. UFRGS, Porto Alegre. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.32, n.6, 2002.

SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREET, E.D.; HEMMINGSEN, E.A. Sap pressure in vascular plants. *Science*, Washington, v.148, p.339-347, 1965.

SCHUH, M.; STRECK, N.A.; NARDI, C.; BURIOL, G. A.; BELLÉ, R. A.; BRACKMANN, A. Vernalização afeta o filocrono em lírio. *Bragantia*, Campinas, v.64, n.1, p.25-32, 2005.

SCHÜNEMANN, A.P.P. Pós-colheita de morango ‘camarosa’ e pêssego ‘eldorado’ produzidos em sistema orgânico e convencional armazenados em atmosfera controlada. 2009. 105f. *Tese* (Doutorado em Fruticultura de clima temperado) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

SENTELHAS, P. C.; SANTOS, A. O. Cultivo protegido: Aspectos microclimáticos. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v. 1, n.2, p. 108-115, 1995.

SERRANO, L.; CARBONELL, X.; SAVÉ, R.; MARFÀ, O.; PEDUELAS, J. Effects of irrigation regimes on the yield and water use of strawberry. *Irrigation Science*, Berlin, v. 13, p. 45-48, 1992.

SHAHIDUL ISLAM, M.; JALALUDDIN, M.; GARNER, J. O.; YOSHIMOTO, M.; YAMAKAWA, O. Artificial shading and temperature influence on anthocyanin compositions in sweetpotato leaves. *Hortscience*, Japon, v. 40, n° 1, p. 176-180, 2005.

SHAW, D. V.; BRINGHURST, R. S.; VOTH, V. Genetic variation for quality traits in an advanced-cycle breeding population of strawberries. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 112, p. 699-702, 1987.

SILVA, M. C. C.; FONTES P. C. R.; VIANA R. G. Estimativa da área da folha da batateira utilizando medidas lineares. *Horticultura Brasileira*, v. 26, n. 01, p. 83-87, 2008.

SIMS, C. A.; CHANDLER, C. K.; EASTRIDGE, J.S.; GOLASZEWSKI, R.R. Seasonal changes in fruit quality of several strawberry genotypes grown in Florida. *Advanced Strawberry Research*, v. 16, p.48-56, 1997.

SOUSA, M.B.; CURADO, T.; TRIGO, M.J.; VASCONSELOS, F.N.; NUNES, T. Strawberry quality: effect of cultivars, harvest date and storage. *Acta Horticulturae*, Portugal, v. 2, n. 842, p. 877-880, 2009.

SRUAMSIRI, P.; LENZ, F. Photosynthese und stomatäres Verhalten bei Erdbeeren (*Fragaria x ananassa* Duch.). VI. *Einfl uß von Wassermangel*. Gartenbauwissenschaft, v. 51, p. 84-92, 1986.

STAPLETON, S.C.; CHANDLER CK; LEGARD DE; PRICE JF; SUMLER JUNIOR JC. Transplant source affects fruiting performance and pests of 'Sweet Charlie' strawberry in Florida. *Hort Technology*, v. 11, p. 61-65, 2001.

STRECK, N.A.; BOSCO, L.C.; MENEZES, N.L.; GARCIA, D.C.; ALBERTO, C.M.; LAGO, I. Estimativa do filocrono em cultivares de trigo de primavera. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v.13, p.423-429, 2005.

STRECK, N.A.; MICHELON, S.; ROSA, H.T.; WALTER, L.C.; BOSCO, L.C.; PAULA, G.M. de; CAMERA, C.; SAMBORANHA, F.K.; MARCOLIN, E.; LOPES, S.J. Filocrono de genótipos de arroz irrigado em função da época de semeadura. *Ciência Rural*, v.37, p.323-329, 2007.

STRIK, B. C.; PROCTOR, J. T. A. Estimating the area of trifoliate and unequally imparipinnate leaves of strawberry. *HortScience*, v. 20, n. 06, p. 1072-1074, 1985.

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

TAKEDA, F. Strawberry production in soilless culture systems. *Acta horticulturae*, Wageningen, v.1, n.481, p.289-95, 1999.

TAPIA, G.J. Filmes técnicos para invernaderos. *Revista de Plásticos Modernos*, Madri, v. 295, p. 75-82, 1981.

TROIANI, M.; MIRASSON, E. Comparación de dos métodos para estimar el área foliar en Amaranto. In: XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. *Actas*, Mendoza, Argentina. p. 138-139, 1996.

TÜREMIS, N.; KASKA, N.; KAFKAS, S.; ÇÖMLEKÇIOĞLU, N. Comparison of yield and quality of strawberry cultivars using frigo plants and fresh runners rooted in pots (1993–94 growing season). *Acta Horticulturae*, v. 439, p.537-542, 1997.

UENO, B. Manejo integrado de doenças do morango. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2, 2004, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p. 69-77, 2004.

WATANABE J.; POOL R.M.; WATANABE K.N. The evaluation of an optical method to estimate the leaf area of grapevines. *Journal Japan Society HortScience*. 66 (2), 235-244, 1997.

WIEN, H. C. Lettuce. In: WIEN, H. C. *The physiology of vegetable crops*. New York: Cab International, 1997. 663p.

WILLS, R. B. H.; LIM, J. S. K.; GREENFIELD, H. Composition of Australian foods: 40. temperate fruits. *Food Technology in Australia*, Melbourne, v. 39, n. 11, p. 520- 521, 530, 1987.

WILHELM, W. W.; MCMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. *Crop Science*, Madison, v. 35, p.1-3, 1995.

VERDIAL, M.F. Frigoconservação e vernalização de mudas de morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.) produzidas em sistemas de vasos suspensos. 2004. *Tese* (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba, 2004.

VERDIAL, M. F.; JOÃO TESSARIOLI, N.; KMINAMI, K.; SCARPARE FILHO, J. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. SCARPARE, F. V.; BARELA, J. F.; SAAVEDRA DEL AGUILA, J.; KLUGE, R. A. Vernalização em cinco cultivares de morangueiro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.37, n.4, p.976-981, 2007.

VERDONK, O.; GABRIELS, R. Substrate requirements for plants. *Acta Horticulturae*, v. 211, p.19-23, 1988.

VIDAL, R. A. Herbicidas: *mecanismos de ação e resistência de plantas*. Porto Alegre: Palote, p. 39-44, 1997.

VIEITIS, R.L.; EVANGELISTA, R.M.; SILVA, C.S.; MARTINS, M.L. Conservação do morango armazenado em atmosfera modificada. *Semina- Ciências Agrárias*, Londrina, v.27, n.2, p.243-252, 2006.

XUE, Q.; WEISS, A.; BAENZIGER, P. S. Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. *Ecological Modelling*, v.175, p.261-270, 2004.

YOMMI, A.K.; BORQUEZ, S.L.; QUIPILDOR, S.L.; KIRSCHBAUM, D.S. Fruit quality evaluation of strawberry cultivars

grown in Argentina. *Acta Horticulturae*, The Hague, v. 628, p. 871-878, 2003.

ZHANG, J.; WANG, X.; YU, O.; TANG, J.; GU, X.; WAN, X.; FANG, C. Metabolic profiling of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) during fruit development and maturation. *Journal of Experimental Botany*, v. 62, n. 3, p.1103-1118, 2011.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Resumo da análise de variância do potencial da água nas folhas (MPa) de morangueiro cv. Albion cultivado em diferentes substratos aos 212 dias após o transplântio, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010

Causas da variação	Quadrado Médio	
	GL	Potencial hídrico
Blocos	3	1,31 ^{p=0,520}
Substratos	4	10,71 ^{p=0,000}
Temperatura	2	101,65 ^{p=0,000}
Substratos x temperaturas	8	14,92 ^{p=0,000}
Resíduo	42	1,72
Total	59	
CV (%)		15,84

Apêndice 2 - Resumo da análise de variância do potencial da água nas folhas (MPa) de morangueiro cv. Albion cultivado em diferentes substratos aos 449 dias após o transplântio, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010

Causas da variação	Quadrado Médio	
	GL	Potencial hídrico
Blocos	3	26,77 ^{p=0,028}
Substratos	4	11,67 ^{p=0,232}
Temperatura	2	13,06 ^{p=0,208}
Substratos x temperaturas	8	7,53 ^{p=0,495}
Resíduo	42	8,02
Total	59	
CV (%)		32,22

Apêndice 3 - Resumo da análise de regressão exponencial para área foliar da cv. Albion, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2011

Causas da variação	da	Quadrado Médio			
		GL	Comprimento	Largura	C x L
Regressão		1	3,66 ^{p=0,000}	4,74 ^{p=0,000}	4,67 ^{p=0,000}
Regressão exponencial		1	3,66 ^{p=0,000}	4,74 ^{p=0,000}	4,67 ^{p=0,000}
Resíduo		99			

Apêndice 4 – Resumo da análise de regressão logarítmica para área foliar da cv. Albion, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2011

Causas da variação	da	Quadrado Médio			
		GL	Comprimento	Largura	C x L
Regressão		1	1930,9 ^{p=0,000}	2298,1 ^{p=0,000}	2421,8 ^{p=0,000}
Regressão logarítmica		1	1930,9 ^{p=0,000}	2298,1 ^{p=0,000}	2421,8 ^{p=0,000}
Resíduo		99			

Apêndice 5 – Resumo da análise de regressão linear para área foliar da cv. Albion, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2011

Causas da variação	da	Quadrado Médio			
		GL	Comprimento	Largura	C x L
Regressão		1	1820,7 ^{p=0,000}	2342,7 ^{p=0,000}	2383,9 ^{p=0,000}
Regressão linear		1	1820,7 ^{p=0,000}	2342,7 ^{p=0,000}	2383,9 ^{p=0,000}
Resíduo		99			

Apêndice 6 – Resumo da análise de variância do número total e comercial de frutos por planta da cv. Albion, em diferentes substratos. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2011

Causas da variação	GL	Quadrado Médio	
		Nº Total/pl	Nº Comercial/pl
Bloco	3	15,08 ^{p=0,312}	1035,82 ^{p=0,093}
Substratos	4	12,65 ^{p=0,396}	785,59 ^{p=0,152}
Resíduo 1	12	11,39	384,77
Época	13	159,70 ^{p=0,000}	8843,81 ^{p=0,000}
Época x substratos	52	3,79 ^{p=0,455}	328,14 ^{p=0,166}
Resíduo 2	195	3,73	268,32
Total	279		
CV (%)		39,42	50,36

Apêndice 7 - Resumo da análise de variância da massa fresca total e comercial de frutos por planta da cv. Albion, em diferentes substratos. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2011

Causas da variação	GL	Quadrado Médio	
		Massa fresca de frutos	
		Total/pl	Comercial/pl
Bloco	3	1699,79 ^{p=0,135}	1035,82 ^{p=0,093}
Substratos	4	1517,69 ^{p=0,158}	785,59 ^{p=0,152}
Resíduo 1	12	757,71	384,77
Épocas	13	13850,71 ^{p=0,000}	8843,81 ^{p=0,000}
Épocas x substratos	52	456,71 ^{p=0,321}	328,14 ^{p=0,166}
Resíduo 2	195	416,35	268,32
Total	279		
CV (%)		42,56	50,36

Apêndice 8 – Resumo da análise de regressão da relação de sólidos solúveis totais e acidez total titulável em frutos da cv. Albion de morangueiro, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010/2011.

Causas da variação	Quadrado Médio	
	GL	SST/AT
Regressão	2	24,16 ^{p=0,009}
Regressão linear	1	20,81 ^{p=0,013}
Regressão quadrática	1	27,52 ^{p=0,009}
Desvios de regressão	3	0,76
Resíduo	5	

Apêndice 9 – Resumo da análise de variância da coloração externa dos frutos (L*, Croma e Hue) da cv. Albion de morangueiro, em ambiente protegido. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010/2011.

Causas da variação	da	GL	Quadrado Médio		
			Coloração externa		
			L*	Croma	Hue
Bloco		3	8,30 ^{p=0,610}	21,02 ^{p=0,602}	21,62 ^{p=0,495}
Substratos		4	8,05 ^{p=0,663}	32,80 ^{p=0,444}	8,95 ^{p=0,839}
Resíduo 1		12	13,21	32,77	25,62
Épocas		9	245,84 ^{p=0,000}	2800,16 ^{p=0,000}	670,08 ^{p=0,000}
Épocas x Substratos	x	36	7,98 ^{p=0,788}	32,70 ^{p=0,539}	24,05 ^{p=0,153}
Resíduo 2		122	10,08	34,04	18,62
Total		186			
CV (%)			11,88	16,57	13,14

Apêndice 10 – Resumo da análise de variância para teor de sólidos solúveis totais (°Brix) da cv. Albion de morangueiro, em ambiente protegido, durante os meses de avaliação. Passo Fundo/RS, FAMV-UPF, 2010/2011.

Causas da variação	Quadrado Médio	
	GL	°Brix
Bloco	3	0,55 ^{p=0,843}
Substratos	4	2,94 ^{p=0,276}
Épocas	10	104,01 ^{p=0,000}
Épocas x Substratos	40	3,87 ^{p=0,000}
Resíduo	146	1,68
Total	215	
CV (%)		17,34