

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DA CULTURA DO MORANGUEIRO
(*Fragaria x ananassa* Duch.) EM CONDIÇÕES DE CULTIVO HIDROPÔNICO.**

Eng^o Agr^o MÔNICA TRINDADE ABREU DE GUSMÃO

Orientador: *Prof. Dr. Jairo Augusto Campos de Araujo*

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias do Câmpus de
Jaboticabal-UNESP, para obtenção do Título
de Mestre em Agronomia– Área de
Concentração em Produção Vegetal.

JABOTICABAL-SP
Abril - 2000

Gusmão, Mônica Trindade Abreu de
G982a Análise do comportamento da cultura do morangueiro (Fragaria x
ananassa Duch.) em condições de cultivo hidropônico / Mônica
Trindade Abreu de Gusmão. -- Jaboticabal, 2000
xi, 60p.:il.; 28 cm

Dissertação (Mestre) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2001

Orientador: Jairo Augusto Campos de Araújo

Banca Examinadora: José Luis Susumu Sasaki, Romísio
Geraldo Bouhid André

Bibliografia

1- Fragaria x ananassa . 2. Cultivo protegido. 3. Hidroponia-
morango. I. Título. II. Jaboticabal. Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 631.587.2:634.75

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento
da Informação - Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Dedico as minhas mães Malvina e Laurice,
pela nossa história de vida ...

Ofereço ao meu esposo Sérgio e aos
meus filhos Arthur e Vitória –
alegria da minha vida.

Agradeço à DEUS, onde
... tudo posso Naquele
que me fortalece.

AGRADECIMENTOS

- ✍ Ao Professor Dr. JAIRO AUGUSTO CAMPOS DE ARAÚJO, pela valiosa orientação no desenvolvimento deste trabalho.
- ✍ Aos Professores Dr. JOSÉ LUIS SUSUMU SASAKI e Dr. ROMÍSIO G. BOUHID ANDRÉ, pelas sugestões fornecidas.
- ✍ A Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Pará – EMATER-PA, pela liberação concedida.
- ✍ À FAPESP que viabilizou a realização deste trabalho, de acordo com o processo nº 98 / 6889-8.
- ✍ Ao funcionário do Departamento de Ciências Exatas CARLOS ALBERTO SANTA CÁPITA, pela valorosa ajuda na realização deste trabalho, e sobretudo pela amizade.
- ✍ Especialmente ao grande amigo JOAQUIM GONÇALVES DE PÁDUA pela sua grande amizade e por “tudo” que fez por mim.
- ✍ Ao grande amigo JOSÉ EVERALDO GOMES pela orientação nas análises qualitativas e à SIDNÉIA DE AGUIAR FERREIRA pela “força” dada no decorrer do experimento.
- ✍ À colega ANICE GARCIA pela sua valiosa orientação com os dados meteorológicos.
- ✍ Ao Professor LUIZ FERNANDO TOFANELLI pela versão do abstract.
- ✍ À TIÊKO T. SUGAHARA pela revisão bibliográfica e pela sua sincera amizade.
- ✍ Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural, da FCAV/ UNESP, Câmpus de Jaboticabal, pelo apoio prestado.
- ✍ Aos professores da FCAV/UNESP, pelos ensinamentos e acolhida.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	Página vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMO	x
1- INTRODUÇÃO.....	01
2- REVISÃO DE LITERATURA.....	04
3- MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
 4.1- Referentes ao ambiente protegido.....	22
 4.1.1- TEMPERATURA	22
 4.1.2- UMIDADE	24
 4.1.3- INSOLAÇÃO.....	29
 4.2- Fase vegetativa.....	29
 4.2.1- PRODUÇÃO DE FOLHAS E DE ESTOLHOS.....	29
 4.3- Fase de produção.....	32
 4.3.1- NÚMERO DE PSEUDOFRUTOS POR COLHEITA.....	32
 4.3.2- PRODUTIVIDADE TOTAL DE PSEUDOFRUTOS.....	34
 4.3.3- PRODUTIVIDADE MÉDIA DE PSEUDOFRUTOS POR COLHEITA.....	36
 4.3.4- PESO MÉDIO DOS PSEUDOFRUTOS.....	38
 4.3.5- TAMANHO DE PSEUDOFRUTOS.....	39
 4.3.6- PESO DA MATÉRIA SECA DE PSEUDOFRUTOS	40
 4.3.7. CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DOS PSEUDOFRUTOS...	42

4.3.7.1- pH.....	42
4.3.7.2- ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL.....	44
4.3.7.3- SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS.....	45
4.3.7.4- TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO (Vit. C).....	46
5- CONCLUSÕES.....	48
6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ABSTRACT.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Solução nutritiva utilizada para o cultivo do morangueiro em hidroponia. Jaboticabal (SP), julho a novembro de 1999.....	14
2. Médias mensais de temperatura do ar (média, máxima e mínima) e de umidade relativa do ar e total mensal de horas de insolação, nos meses de julho a outubro de 1999, em Jaboticabal (SP).....	21
3. Médias mensais de temperatura do ar (média, máxima e mínima) e de umidade relativa do ar, diurnas e noturnas, nos meses de julho a outubro de 1999, em ensaio com morangueiro, em ambiente protegido e em condições hidropônicas, em Jaboticabal (SP).....	23
4. Produtividade total de pseudofrutos obtida em ensaio com a cultura do morangueiro em sistema hidropônico. Jaboticabal (SP), julho a novembro de 1999.....	35
5. Características agronômicas quantitativas de pseudofrutos em ensaio com cultivares de morangueiro 'Seascape' e 'Campinas'. Jaboticabal (SP), julho a novembro de 1999.....	39
6. Peso da matéria seca total de pseudofrutos obtido em ensaio com a cultura do morangueiro em ambiente protegido sob sistema de cultivo hidropônico. Jaboticabal (SP), julho a novembro de 1999.....	41
7. Características qualitativas de pseudofrutos no ensaio com a cultura do morangueiro. Jaboticabal (SP), julho a novembro de 1999.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Visão geral do início do experimento com as cultivares de morangueiro ‘Seascape’ e ‘Campinas’ em ambiente protegido sob sistema de cultivo hidropônico. Jaboticabal (SP), julho a novembro de 1999.....	12
2. Temperaturas médias noturnas acima do dossel, nas bancadas, no tanque, no ar e da umidade relativa do ar em ambiente protegido no mês de julho. Jaboticabal (SP) – 1999.....	25
3. Temperaturas médias diurnas acima do dossel, nas bancadas, no tanque, no ar e da umidade relativa do ar em ambiente protegido no mês de julho. Jaboticabal (SP) – 1999.....	25
4. Temperaturas médias noturnas acima do dossel, nas bancadas, no tanque, no ar e da umidade relativa do ar em ambiente protegido no mês de agosto. Jaboticabal (SP) – 1999.....	26
5. Temperaturas médias diurnas acima do dossel, nas bancadas, no tanque, no ar e da umidade relativa do ar em ambiente protegido no mês de agosto. Jaboticabal (SP) – 1999.....	26
6. Temperaturas médias noturnas acima do dossel, nas bancadas, no tanque, no ar e da umidade relativa do ar em ambiente protegido no mês de setembro. Jaboticabal (SP) – 1999.....	27

7.	Temperaturas médias diurnas acima do dossel, nas bancadas, no tanque, no ar e da umidade relativa do ar em ambiente protegido no mês de setembro. Jaboticabal (SP) – 1999.....	27
8.	Temperaturas médias noturnas acima do dossel, nas bancadas, no tanque, no ar e da umidade relativa do ar em ambiente protegido no mês de outubro. Jaboticabal (SP) – 1999.....	28
9.	Temperaturas médias diurnas acima do dossel, nas bancadas, no tanque, no ar e da umidade relativa do ar em ambiente protegido no mês de outubro. Jaboticabal (SP) – 1999.....	28
10.	Número médio de folhas das cultivares de morangueiro ‘Seascape’ e ‘Campinas’ no período de crescimento vegetativo (60 dias). Jaboticabal (SP), julho a setembro de 1999.....	30
11.	Número médio de estolhos da cultivar de morangueiro ‘Campinas’. Jaboticabal (SP), julho a outubro de 1999.....	31
12.	Número de pseudofrutos das cultivares de morangueiro ‘Seascape’ e ‘Campinas’. Jaboticabal (SP), julho a novembro de 1999.....	33
13.	Produtividade de pseudofrutos das cultivares de morangueiro ‘Seascape’ e ‘Campinas’ (kg/ha) em ambiente protegido, sob cultivo hidropônico. Jaboticabal, julho a novembro de 1999.....	37
14.	Valores de pH obtidos em ensaio com as cultivares de morangueiro ‘Seascape’ e ‘Campinas’. Jaboticabal (SP), setembro a outubro de 1999.....	43

15.	Valores de acidez total titulável obtidos em ensaio com as cultivares de morangueiro 'Seascape' e 'Campinas'. Jaboticabal (SP), setembro a outubro de 1999.....	44
16.	Teores de sólidos solúveis encontrados nas cultivares de morangueiro 'Seascape' e 'Campinas'. Jaboticabal (SP), setembro a outubro de 1999.....	46
17.	Teor de ácido ascórbico nas cultivares de morangueiro 'Seascape' e 'Campinas'. Jaboticabal (SP), setembro a outubro de 1999.....	47

RESUMO

O experimento foi conduzido no Setor de Plasticultura do Departamento de Engenharia Rural, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), UNESP, do Câmpus de Jaboticabal (lat. de 21°15'22"S, long. de 48°18'58"W e altitude média de 595m), com o objetivo de avaliar duas cultivares de morangueiro ('Seascape' e 'Campinas'), cultivadas em condições hidropônicas do tipo NFT, no período de julho a novembro de 1999, em ambiente protegido. Foram utilizadas 4 bancadas, com 12m de comprimento por 2m de largura cada, com cerca de 2% de declividade. Em cada bancada foram montados seis canais de cultivo, os quais foram compostos por canos de P.V.C. de 4 polegadas de diâmetro, cortados longitudinalmente e cobertos por placas de P.V.C. de 2m X 1m com 1mm de espessura, contendo orifícios de 0,05m de diâmetro, espaçados de 0,30m x 0,30m, onde foram colocadas as mudas originadas de multiplicação por micropropagação, adquiridas de produtor registrado no Ministério de Agricultura. O experimento foi delineado em blocos casualizados, com 10 repetições, sendo utilizadas 20 plantas para avaliação em cada parcela. A solução hidropônica teve sua constituição baseada nas indicações de CASTELLANE & ARAÚJO (1994). Foram coletados dados de temperatura em diversos pontos do

ensaio e da umidade relativa do ar no interior do ambiente protegido em intervalos regulares de 15 minutos, através de um Datalogger CR10 da Campbell Sci. Ltd. Foram conectados 50 sensores, posicionados nos reservatórios da solução nutritiva, na região das raízes, sobre o dossel e na altura do pé direito do ambiente protegido. A solução nutritiva foi trocada em média a cada 15 dias no período vegetativo e a cada 7 dias no período de diferenciação floral e frutificação e o valor da condutividade elétrica (CE) ficou em torno de 1,5 mS/cm. Foram analisados parâmetros relacionados à planta, como: número de estolhos formados durante o ciclo e número médio semanal de folhas/parcela durante os primeiros 60 dias de instalação do ensaio. A partir do início das colheitas foram analisados parâmetros relacionados à produção, como: número de pseudofrutos/parcela; peso médio de pseudofrutos nas primeiras colheitas e peso médio total; peso da matéria seca de pseudofrutos, produção estimada em kg/ha; comprimento médio e largura média dos pseudofrutos. Também foram determinados parâmetros qualitativos, como: teor de sólidos solúveis totais, teor de ácido ascórbico; acidez total titulável e pH. A cv Campinas obteve produção, crescimento vegetativo e produção de estolhos superior à 'Seascape'; seus pseudofrutos foram maiores e mais cônicos. A cv Seascape apresentou peso médio de pseudofrutos superior e maior peso seco de pseudofrutos. Os pseudofrutos da cv Campinas apresentaram-se menos ácidos e com teores de açúcares menores. Não houve diferenças entre as cultivares quanto ao teor de ácido ascórbico. A técnica do cultivo hidropônico aliada ao cultivo em ambiente protegido, possibilitou o cultivo de morangueiro com a cv Campinas, em época e região menos favoráveis, com produtividade semelhante aos das tradicionais regiões produtoras.

1.INTRODUÇÃO

O cultivo do morangueiro, devido sua boa aceitação, produtividade e riqueza em vitamina C, constitui-se atividade econômica de grande importância.

O morango é oriundo da América do Norte e do Chile. Os Estados Unidos são o principal país produtor, detendo também a maior produtividade. A Espanha é o maior exportador mundial, seguido da Itália (RESENDE et al., 1999).

A produção nacional de morango, estimada em torno de 40 mil toneladas anuais, apresenta uma produtividade média de 25 t/ha. Exploradas numa área inferior a 1.000 ha visa atender ao mercado interno, tanto para consumo “in natura” como para industrialização. Entretanto, em pequena escala tem havido exportação do produto sob as duas formas, principalmente para a Argentina e Chile (GROPPO & TESSARIOLI NETO, 1991, GROPPPO et al., 1997).

Independente da finalidade, indústria ou consumo “in natura”, o morango atinge cotações relativamente elevadas pelo fato de não encontrar grande concorrência

com outros frutos, uma vez que é colhido do final do outono, a meados da primavera (CASTELLANE, 1986 , LUCAS, 1989).

São Paulo, Minas Gerais e o Rio Grande do Sul são os principais Estados produtores de morangos do País (GROPPO et al., 1997, RONQUE, 1998). A produtividade paulista tem média de 30t/ha, estando relacionada com o maior nível tecnológico da cultura, o que determina também maiores custos de produção (CORTEZ, 1994).

Observam-se, nas regiões brasileiras produtoras de morango, grandes oscilações no volume e na área plantada, resultantes de variações climáticas e de problemas fitossanitários e de mercado (PADOVANI, 1991, RESENDE et al.,1999).

A sazonalidade da produção é o principal problema da cultura, sendo que os morangos colocados no mercado na entressafra têm seu preço elevado. Por isso, a antecipação da colheita visando colocar o produto no mercado na época de maior retorno econômico permitirá a expansão da cultura para regiões de clima mais quente e com maior elasticidade no período de colheita, em regiões tradicionais de produção.

O crescimento da demanda vem despertando nos agricultores o interesse por novas e melhores técnicas de cultivo, visando aumentar a produtividade e lucratividade dessa cultura. O cultivo do morangueiro por quase todo o ano sob proteção é uma alternativa para os clássicos problemas: produção concentrada em alguns meses; escassez de mão-de-obra; qualidade de frutos e lucratividade (LIETEN, 1993).

Estudos sobre o cultivo do morangueiro em ambiente protegido e em

sistema hidropônico ainda são pouco freqüentes no Brasil. O uso de ambiente protegido normalmente visa elevar a temperatura, estimulando o crescimento vegetativo das plantas e com isso promover uma maior precocidade de produção. Em outros países, embora seja mais freqüente o cultivo protegido, chegando a responder por até 30% da área plantada, a totalidade desse método de plantio tem como objetivo elevar a temperatura.

Além disso, pelas condições em que foi conduzido, o experimento contribuirá para formar uma base de conhecimento do cultivo de morangueiro em regiões e épocas não tradicionais. Na presente pesquisa, o ambiente protegido teve como finalidade principal, proteger o cultivo de chuvas e de possíveis geadas.

O morangueiro ainda é uma das culturas com o maior uso de defensivos agrícolas, sabendo-se que parte da produção chega ao mercado com resíduo. Uma das vantagens fundamentais no cultivo hidropônico tem sido a redução do uso de agrotóxico.

O presente trabalho visa analisar o comportamento de duas cultivares de morangueiro, cultivadas em condições hidropônicas e sob ambiente protegido, no período de julho a novembro de 1999.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.) é uma planta típica de climas frios, pertencente à família Rosaceae, com origem no cruzamento interespecífico entre *F. virginiana*, *F. chiloensis* e *F. ovalis* (PASSOS, 1999). É uma planta herbácea, rasteira, com características de cultura perene, porém é cultivada como anual. Sua propagação é vegetativa através de mudas obtidas por emissão de estolhos da "planta mãe", cujo crescimento é favorecido por fotoperíodos longos e temperaturas elevadas (FILGUEIRA, 1982, CAMARGO, 1982).

A planta apresenta como "caule" um rizoma estolhoso, com entrenós curtos e gemas terminais que dependendo de sua idade fisiológica e de condições de fotoperíodo e de temperatura, dão origem às folhas compostas (3 folíolos), aos estolhos (ramos rastejantes) ou às inflorescências, que são compostas por um número variável de flores hermafroditas com polinização efetuada através de insetos (PADOVANI, 1991, CASTELLANE, 1993).

O pseudofruto é constituído por um receptáculo carnoso e suculento, de coloração vermelha, ao qual se prendem os “aquênios” (verdadeiros frutos), que são pequenos, duros e superficiais, vulgarmente conhecidos como sementes, que só possuem interesse para criação de novas cultivares (CORTEZ, 1994).

No Brasil, poucos estudos têm sido realizados para determinar o comportamento da cultura em condições de clima mais quente. THOMAS (1939) afirma que o morangueiro tem grande adaptabilidade às mais diferentes condições climáticas e, sugere que cada região deve estabelecer os seus próprios métodos de cultivo. FILGUEIRA (1982) menciona a temperatura e a influência do comprimento do dia, como os principais fatores limitantes à expansão da cultura; sendo que os dias curtos estimulam a frutificação e os dias longos e altas temperaturas favorecem a fase vegetativa, estimulando a produção de estolhos. Nas cultivares de dias curtos, a produção de estolhos é intensificada após a frutificação e prolonga-se pelo verão e outono. Em geral, o número de estolhos aumenta com a elevação da temperatura. Desta maneira, a interação entre o fotoperíodo e a temperatura pode determinar a adaptação de uma cultivar a uma determinada localidade (CAMARGO & PASSOS, 1993).

Segundo PASSOS (1999) e CAMARGO & PASSOS (1993), as cultivares de morangueiros atualmente utilizadas no País comportam-se como de dias curtos, ou seja, necessitam de uma diminuição do fotoperíodo e da temperatura para iniciar a floração e frutificação. Apesar de não se conhecer bem as exigências climáticas das principais cultivares utilizadas, sabe-se apenas que existem diferenças entre elas,

sendo constatada na cv Campinas uma resposta positiva ao encurtamento do fotoperíodo (CARBONARI & CUNHA, 1975).

Trabalhando-se com cultivares de dias curtos, sua resposta fisiológica é muito grande na interação fotoperíodo x temperatura, apresentando fases distintas de crescimento vegetativo, diferenciação floral, dormência e produção, podendo estas fases serem alteradas segundo práticas de cultivo. Trabalhando com material genético indiferente ao fotoperíodo, a temperatura passa a ser o fator fundamental, podendo-se programar o período de colheita quando esta atinge a faixa de 15 a 25^oC, no que a plasticultura assume papel importante (SANTOS, 1997)

Apesar do grande número de cultivares de morango existentes no mundo, nem todas se adaptam bem ou são competitivas fora da região de origem, por isso, têm-se estudado centenas de híbridos e cultivares de outras procedências, podendo-se recomendar para o cultivo em São Paulo e Estados vizinhos as cultivares: 'Campinas', 'Monte Alegre', 'Guarani' e 'IAC Princesa Isabel' (CAMARGO & PASSOS, 1993, IAC, 1997). DUARTE FILHO et al. (1999) aponta que de uma maneira geral, as cultivares mais plantadas são 'Dover', 'IAC Campinas', 'Guarani', 'AGF-80', 'Sequóia', 'Princesa Isabel', 'Oso Grande', 'Chandler' e 'Lassen', sendo que mais recentemente, tem sido utilizada a cultivar Toyonoka, introduzida do Japão, que apresenta alta produtividade e frutos mais doces.

Todas essas cultivares são consideradas de dia curto, pois o florescimento e a frutificação ocorrem em condições de fotoperíodo curto, e temperaturas amenas. Assim, nas regiões produtoras brasileiras, iniciam-se os plantios durante os meses de

março a maio, com a produção de pseudofrutos concentrando-se, predominantemente, nos meses de junho a novembro (DUARTE FILHO, 1999).

Consideram-se cultivares de dia curto, aquelas em que a iniciação só ocorre, quando o fotoperíodo é inferior a 14 horas. Segundo LARSON (1994), embora o comprimento ótimo do dia para a iniciação da floração, em plantas de dia curto, pareça ser entre 8 e 11 horas, a atividade do fotoperíodo é mais crítica às temperaturas acima de 15°C.

Segundo SANTOS (1999), a capacidade de produção de morango está diretamente relacionada com o tamanho e o número de frutos. O tamanho grande, característica das cultivares modernas, é parcialmente recessivo em relação ao tamanho pequeno. Essa característica é controlada por genes quantitativos, de alta herdabilidade, amplamente distribuídos na população natural de *F. chiloensis* e concentrados nas cultivares comerciais com progressos notáveis no melhoramento genético.

O cultivo em água foi utilizado como estratégia de pesquisa na Alemanha no século XIX, tendo sido aprimorado por Gericke nos Estados Unidos no início do século XX como um método de produção de culturas, denominando este sistema de cultivo em nutrientes de hidroponia, palavra derivada do grego *hydro* (água) e *ponos* (trabalho), literalmente “trabalho em água” (VAN LOOY & AERTS, 1979, 1982, RESH, 1997).

Os cultivos hidropônicos ou hidroponia podem ser definidos como a ciência de crescimento das plantas sem utilizar o solo. Com uma interpretação menos restrita se aplica também aos sistemas que empregam substratos inertes, já que estes não

interferem nem contribuem em nada para a nutrição da planta, atuando meramente como suporte e retentor da solução nutritiva (MARTÍNEZ, 1993, MARTINEZ, 1997, RESH, 1997, MARTINEZ & BARBOSA, 1999).

Todos os cultivos em água pertencem à categoria de cultivo com solução recirculante, onde as plantas cultivadas neste sistema, são alimentadas continuamente com uma solução fertilizante que circula em circuito fechado, não sendo indispensável dispor de um substrato, como é caso do NFT (Técnica de cultivo com fluxo laminar de nutrientes) (GALVEZ, 1993).

A técnica do NFT foi originariamente introduzida em 1970 e depois desenvolvida por Cooper em 1979 e adaptada para morangos na Inglaterra, Bélgica e Holanda no início dos anos 80 (VAN LOOY & AERTS, 1979, 1982). NFT é uma técnica de cultivo em água em que as plantas são desenvolvidas com raízes expostas em uma solução nutritiva recirculante que segue continuamente em uma longa calha horizontal. A solução nutritiva recirculante é renovada no início do desenvolvimento vegetativo, 1 ou 2 vezes no mês e durante o estágio de floração e frutificação, 3 a 4 vezes no mês (MATTHEEUSSEN, 1984).

O cultivo hidropônico foi introduzido como uma solução alternativa ao solo. Seu maior custo é compensado por produtividades surpreendentemente elevadas. Os avanços ocorridos nos anos 80 em instalações e automatização, consagraram definitivamente a hidroponia como sistema de ponta na produção de flores e hortaliças em ambiente protegido (MARTÍNEZ, 1993, MARTINEZ, 1997).

A técnica de cultivo em ambiente protegido se desenvolveu como resposta à

demanda de certos produtos vegetais fora de seu período natural de produção. A dinâmica comercial custo/benefício tem garantido aumento na produção graças as melhoras tecnológicas, o que tem permitido o desenvolvimento dessa modalidade produtiva.

Sistema intensivo de cultivo de morango utilizando solução hidropônica vem sendo desenvolvido na Bélgica. Este é dotado de alta densidade de plantio e utiliza ambiente protegido por praticamente todo o ano, obtendo cerca de 500g de frutos por planta (SCHREVEENS et al., 1989).

MONTERO et al. (1996) avaliaram os parâmetros da qualidade de morango (açúcar, acidez, componentes fenólicos, substâncias pépticas e razão açúcar: acidez), indicando data ótima de colheita de morango (cv Chandler) dentro do período de 28-35 dias de frutificação, sendo que as melhores características de qualidade para consumo foram obtidas aos 28 dias.

Segundo RESH (1997), não existem diferenças fisiológicas entre plantas cultivadas em solo ou hidroponicamente. O processo de absorção de nutrientes é o mesmo, sendo os elementos retirados de uma solução onde se encontram dissociados os íons nutrientes.

De acordo com FURLANI (1995), a composição ideal das soluções nutritivas não deve visar apenas as concentrações dos nutrientes mas, também, os fatores ligados ao cultivo, devendo ser alterada inclusive em função do sistema hidropônico utilizado, bem como de acordo com fatores ambientais, idade das plantas, espécie e cultivar utilizada.

A produção hidropônica de morangos deve visar principalmente as possibilidades de aumentar a qualidade e a produtividade de frutos, não só explorando a solução nutritiva, mas também o manejo da cultura. Aperfeiçoar o sabor e manter a qualidade de morangos, variando a condutividade elétrica da solução nutritiva, têm sido de bastante interesse, segundo SAROOSHI & CRESSWELL (1994), porém com escassas publicações sobre o assunto. Para a produção de morangos em hidroponia, a condutividade elétrica da solução nutritiva é em média mantida com cerca de 2mS.cm^{-1} . A produtividade e a qualidade dos frutos são afetadas de forma significativa pela salinidade ou condutividade elétrica do meio nutritivo (LIETEN, 1993).

No cultivo de plantas de morangueiro em hidroponia, o final da produção de frutos e a retomada do crescimento vegetativo não se diferenciam do cultivo em solo (YAMAKAWA, 1990). De acordo com o observado, a produção em peso de frutos por planta no cultivo hidropônico não é diferenciado do cultivo em solo, havendo tendência à produção de frutos de maior tamanho médio, porém em menor número (COSTA & GRASSI FILHO, 1999).

No Brasil ainda não foram encontradas publicações do morangueiro cultivado hidroponicamente, embora, constantes pesquisas estejam sendo realizadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Plasticultura da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV), UNESP, do Câmpus de Jaboticabal, com latitude de 21°15'22"S, longitude de 48°18'58"W e altitude média de 595m.

O clima do local, segundo classificação internacional de Köppen, é do tipo Cwa, subtropical, com chuvas de verão e inverno relativamente seco, apresentando precipitação anual média ao redor de 1440mm, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e do mês mais frio inferior a 18°C.

O ensaio foi conduzido no período de julho a novembro de 1999, em ambiente protegido com estrutura metálica, com teto em forma de capela, com área total de 10m x 60m e, uma área específica de 10m x 30m, com 3m de pé-direito, coberta com filme de polietileno transparente aditivado contra UV e com 100 micras de espessura. Nela foram utilizadas 4 bancadas, com 12m de comprimento por 2m de largura cada, à altura de 1,2m do nível do solo na parte mais alta, com cerca de 2% de

declividade. Em cada bancada foram montados seis canais de cultivo, os quais foram compostos por canos de P.V.C. de 4 polegadas de diâmetro, cortados longitudinalmente e montados sobre as bancadas metálicas. Os canais de cultivo foram cobertos por placas de P.V.C. de 2m x 1m com 1mm de espessura, contendo orifícios de 5cm de diâmetro, espaçados em 0,30 x 0,30m, onde foram colocadas 20 plantas/parcela (Figura 1).



FIGURA 1 – Visão geral do início do experimento com as cultivares de morangueiro ‘Seascape’ e ‘Campinas’ em ambiente protegido sob sistema de cultivo hidropônico. Jaboticabal (SP), julho a novembro de 1999.

O experimento foi delineado em blocos casualizados, utilizando-se 2 cultivares, com 10 repetições, sendo que em cada parcela de 1,8m² de área útil foram utilizadas 20 plantas para avaliação.

As cultivares estudadas foram: 'Campinas' e 'Seascape'. A cultivar Campinas (IAC 2712) é destinada ao consumo "in natura" (sabor adocicado), tendo entre outras características a precocidade e boa produtividade, pseudofrutos graúdos, cônico alongados, firmeza regular, tendo coloração vermelho brilhante externamente e rosado internamente, estando estes pseudofrutos desprotegidos pelas folhas, facilitando a colheita. São plantas vigorosas, semi-eretas, com folhas arredondadas e verde-escuras. Teve origem no IAC, Campinas, em 1960 (CAMARGO & PASSOS, 1993, IAC, 1997). A cultivar Seascape apresenta pseudofrutos grandes e firmes, coloração vermelho externa e interna. É sensível a fungos de solo. É uma cultivar de dia neutro, sendo mais indicada para regiões serranas do sul do Brasil, para cultivo de verão. Teve origem na Universidade da Califórnia, EUA, em 1991 (CUMMINS, 1994).

A composição da solução nutritiva utilizada seguiu recomendações de CASTELLANE & ARAÚJO (1994) (Tabela 1). Através de dois conjuntos moto-bombas foi conduzida aos canais de cultivo de P.V.C., com retorno por gravidade para duas caixas de polietileno (cada uma com capacidade para 1000 litros), a partir das quais era novamente bombeada, formando-se um sistema fechado. Para acionar o sistema de bombeamento da solução nutritiva utilizaram-se dois "timers", programados para operar com periodicidade de 15 minutos, das 7:00 às 19:00h, sendo o bombeamento suspenso no período noturno.

A partir do 15^o dia da instalação do experimento foram realizadas avaliações fenológicas semanais, permitindo-se início de produção apenas a partir dos 60 dias de cultivo. Desde o início do ensaio, foram coletados dados de temperatura em

diversos pontos do experimento e de umidade relativa do ar no interior do ambiente protegido em intervalos regulares de 15 minutos, através do Datalogger CR10 da Campbell Sci. Ltd.

TABELA 1 – Solução nutritiva utilizada para o cultivo do morangueiro em hidroponia.

Jaboticabal (SP), julho a novembro de 1999.

NUTRIENTES	QUANTIDADES
<i>Nitrato de Cálcio</i>	800g (120 N + 160 Ca)
<i>MAP purificado</i>	233g (25,6g N + 49g K)
<i>Sulfato de Potássio</i>	425g (174g K + 72g S)
PROFOL <i>Magnésio (112.2g/l)</i>	208ml
PROFOL <i>Ferro (112g/l)</i>	22ml
PROFOL <i>Manganês (193.2g/l)</i>	2,7ml
PROFOL <i>Boro (135g/l)</i>	2,0ml
PROFOL <i>Zinco (372g/l)</i>	1,0ml
PROFOL <i>Cobre (203g/l)</i>	0,5ml
PROFOL <i>Molibdênio (153.6g/l)</i>	0,5ml

PROFOL é marca registrada da PRODUQUÍMICA IND. COM. LTDA.

Para medida das temperaturas e umidade do ar, foram utilizados termopares confeccionados no Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, através de fusão de fios de cobre-constantan, totalizando 50 pontos de coleta, posicionados nos reservatórios da solução nutritiva, na região das raízes, sobre o dossel e na altura do pé

direito do ambiente protegido. Os termopares foram ligados ao Datalogger CR10 da Campbell Sci. Ltd.

A umidade relativa do ar no ambiente foi determinada com medidas de temperatura do bulbo seco e úmido, pela relação:

$$UR = \frac{e}{e_s} \times 100, \text{ onde:}$$

e = pressão atual de vapor

e_s = pressão de saturação de vapor.

Onde:

$$e = e_s' - 0,65 (T - T'), \text{ onde:}$$

e_s' = pressão de saturação de vapor à temperatura do bulbo úmido

T = temperatura do bulbo seco

T' = temperatura do bulbo úmido

A pressão de saturação de vapor foi calculada pela equação de Tetens:

$$e_s = 6,108 \times 10^{\frac{7,5T}{237,3+T}}$$

e_s' foi calculado da mesma maneira, utilizando-se T' ao invés de T .

Os valores de insolação diária utilizados neste trabalho foram obtidos na Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Foram realizadas determinações diárias do pH, utilizando-se para leitura um peagâmetro manual, calibrado antes do uso. A condutividade elétrica foi avaliada a cada 5 dias, para evitar desequilíbrios que poderiam prejudicar a eficiência de

absorção dos nutrientes, gerados pela modificação dos componentes da solução, devido à reposição diária de água no reservatório para manter o seu nível. De maneira geral, a solução nutritiva foi trocada em média a cada 15 dias no período vegetativo e a cada 7 dias no período de diferenciação floral e frutificação e o valor da condutividade elétrica (CE) ficou em torno de 1,5 mS/cm.

As mudas foram obtidas por meio de cultura de tecidos sendo produzidas pela MULTIPLANTA, em Andradas – MG, sendo certificadas para isenção de doenças, tendo sido transplantadas para as bancadas de cultivo com 3 a 4 folhas, no dia 05 de julho de 1999, circulando nos primeiros dias apenas água no sistema, e somente a partir do dia 08 de julho de 1999 foi colocado o meio NFT, quando as mudas já estavam melhor adaptadas.

Foram analisados os parâmetros relacionados à planta, como: número de estolhos formados durante o ciclo; número médio semanal de folhas/parcela durante os primeiros 60 dias de instalação do experimento (considerado como período de crescimento vegetativo da planta). A partir do início das colheitas foram analisados parâmetros relacionados à produção, como: número de pseudofrutos/parcela; peso médio de pseudofrutos nas primeiras colheitas e no período total; peso da matéria seca dos pseudofrutos, produção em kg/ha; comprimento médio e largura média dos pseudofrutos. Em cada colheita foram retiradas amostras de pseudofrutos, os quais foram esmagados em peneira, fazendo-se a extração de suco, no qual foram determinados parâmetros qualitativos, como: teor de sólidos solúveis (° Brix), teor de ácido ascórbico; acidez total titulável e pH.

Para obtenção do peso dos pseudofrutos utilizou-se uma balança analítica com precisão de 0,01g. Para avaliar o comprimento e a largura dos pseudofrutos utilizou-se um paquímetro manual.

Para obtenção do teor de sólidos solúveis utilizou-se um refratômetro portátil ATC marca ATAGO, onde foram colocadas uma ou duas gotas de suco entre os prismas, esperando-se um minuto, para em seguida fazer-se a leitura do brix.

Para verificar a acidez total titulável utilizou-se a técnica de titulação com hidróxido de sódio (NaOH)0,1N), de acordo com a metodologia do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985), colocando em um becker 20mL de suco de morango, 3 gotas do indicador Azul de Bromotimol para finalmente proceder a titulação até o ponto da virada. Os valores obtidos na leitura são transformados através da equação:

$$\frac{0,64 \times \text{mL de NaOH (gasto na amostra)}}{\text{mL de suco (usado)} \times 1/10 \text{ do brix lido}}$$

O pH foi determinado em potenciômetro digital, da marca Corning, segundo metodologia do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985), que consiste em calibrar o potenciômetro usando-se as duas soluções-tampão (pH=4,0 e 7,0). Em seguida imerge-se o eletrodo no becker que contém a amostra e faz-se a leitura.

Para a determinação da vitamina C utilizou-se o método de redução do iodo, segundo metodologia do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985), fazendo-se necessário extrair o suco de 5 pseudofrutos de morango sobre uma peneira fina, acondicionada em cima de um becker de 200mL. Após obter o suco puro dos frutos, com uma pipeta de 5mL, succiona-se tal medida e coloca-se esta num becker e completa-se o volume com

água destilada para 100mL. Posteriormente adiciona-se 1mL de uma solução de amido a 1% e realiza-se a titulação com uma solução de iodo a 0,1N até o ponto da virada. Em seguida procede-se a leitura.

O cálculo para determinação da quantidade de vitamina em miligramas para 100mL do suco é realizado do seguinte modo: Vit. "C" = vol. Iodo x 1,0432 x 149,6, onde: vol. iodo = volume de iodo gasto, registrado na bureta; 1,0432 = fator de ajuste ao método 2,6 diclofenolindofenol; 149,6 = caracterização do suco natural ou reconstituído em mg de vitamina "C" por 100mL de suco (obtido multiplicando-se $8,8 \times 0,85 \times 100/5$) (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

A partir de 15 dias de implantação do experimento, iniciou-se a diferenciação floral, sendo necessário a retirada das flores. Decorridos 55 dias foi liberada a floração e frutificação. Os estolhos foram eliminados tão logo se diferenciavam.

As colheitas foram efetuadas em intervalos de 3 a 4 dias, colocando-se os pseudofrutos de cada parcela em cumbucas plásticas, para melhor proteção, sendo a seguir levados ao laboratório para análise

Um dos fatores limitantes ao cultivo do morangueiro, relacionado à praga, tem sido o ácaro rajado. Houve incidência dessa praga, que foi controlada com o uso de 2 aplicações de Abamectin (7,5mL em 10 litros de água). Também foram feitas 2 aplicações de Deltrametrina (10mL em 10 litros de água) para controlar pulgão e lagarta rosca.

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de condução do experimento, ocorreu à partir do início da fase de produção uma progressiva morte de plantas, o que motivou constantes reduções do seu número por parcela. No final de outubro esse sintoma se intensificou, motivando o encerramento do experimento no início de novembro. As plantas inicialmente tinham murchamento das folhas e ao se observar as raízes notava-se que a grande maioria estava morta. Após alguns dias a planta secou totalmente. Às vezes em agrupamentos de coroas, somente uma delas manifestava os sintomas. Na literatura, tais sintomas estão associados a inúmeras doenças causadas por *Verticillium alboatrum*, *Phytophthora cactorum*, *Rizoctonia solani* (ULRICH et al., 1980, BRANZANTI, 1989, DIAS, 1999). Também existem referências sobre efeitos provocados por fatores ligados à solução nutritiva, como pH muito ácido ou alcalino, condutividade elétrica muito elevada ou ainda o desequilíbrio nutricional (ULRICH et al., 1980, SAROOSHI & CRESSWELL, 1994, RESH, 1997, GRASSI FILHO et al., 1999, COSTA & GRASSI

FILHO, 1999). Fatores climáticos, principalmente ligados à temperatura muito altas são também referidos (BRANZANTI, 1989, SCHWENGBER et al., 1996).

Entretanto, não foi possível identificar com precisão as causas. A análise do material no laboratório de Fitopatologia da FCAV- Câmpus de Jaboticabal, não revelou nenhum patógeno. Também o uso de fungicidas específicos não surtiu efeito.

A solução nutritiva foi produzida seguindo recomendação de literatura (LUCENA et al., 1990, CASTELLANE & ARAUJO, 1994, SAROOSHI & CRESSWELL, 1994), sendo o pH e a condutividade elétrica mantidos em níveis ideais de 5,5 a 6,5 e de 1,4 a 1,9 mS/cm respectivamente. As recomendações de outros autores se encontram nesses níveis ou em extremos até maiores (SCREVEENS et al., 1989, RESH, 1997, COSTA & GRASSI FILHO, 1999).

O uso de mudas provenientes de cultura de tecidos, embora seja raro, uma vez que estas só são usadas para produção de mudas, também dificilmente seria o causador, sendo inclusive um fator de redução da incidência de doenças (ASSIS, 1999).

Embora a temperatura no período tenha sido crescente, não se pode concluir que esta causou esse problema. SCHWENGBER et al. (1996) citam a morte de plantas de morangueiro no final do ciclo, no Sul do Brasil, parecendo estar associada a efeitos de chuvas e doenças.

O cultivo do morangueiro no Brasil, normalmente é iniciado entre março e abril, com final da fase vegetativa entre junho e julho (REBELO & BALARDIN, 1997, DUARTE FILHO et al., 1999). Neste experimento a fase vegetativa transcorreu entre

julho e agosto. Nesse período, as plantas são mais estimuladas a florar. Poderia ter havido uma maior distribuição de fotoassimilados para a floração, prejudicando o desenvolvimento vegetativo e principalmente o sistema radicular, o que reduziu o vigor da planta na fase reprodutiva. Alguns estudos vêm mostrando a grande força de dreno que representa a floração do morangueiro (ODA & YANAGI, 1997, BRANZANTI, 1989).

Tendo em vista a cultura do morangueiro responder significativamente às condições climáticas, procurou-se fazer um monitoramento detalhado no ambiente de realização do ensaio, utilizando-se ainda de um conjunto de dados pertencentes ao acervo da área de Agrometeorologia do Departamento de Ciências Exatas (Tabela2).

TABELA 2- Médias mensais de temperatura do ar (média, máxima e mínima) e de umidade relativa do ar e total mensal de horas de insolação, nos meses de julho a outubro de 1999, em Jaboticabal (SP).

MESES	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa	Insolação
	Máxima	mínima	média	média do ar (%)	mensal (h)
Julho	28,5	14,2	20,3	67,5	248,8
Agosto	29,9	13,5	20,8	49,6	281,9
Setembro	31,2	16,2	22,7	55,4	240,5
Outubro	31,0	17,1	23,5	59,4	243,6

FONTE: Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas- FCAV-UNESP

A seguir serão descritos os valores de temperatura, umidade e insolação ocorridos durante a realização do experimento, que servirão para caracterizar o ambiente de cultivo.

4.1- Referentes ao ambiente protegido

4.1.1- TEMPERATURA

A condução da pesquisa foi no período inverno- primavera. Nos meses de julho e agosto (Figuras 2 a 5), as condições foram favoráveis ao desenvolvimento da cultura, havendo temperaturas noturnas mais baixas estimulando a produção de flores.

Para o cultivo protegido em ambiente não controlado, as altas temperaturas causam geralmente danos maiores do que as baixas temperaturas (TIVELLI, 1998). Nos meses de setembro e outubro as temperaturas foram mais elevadas que nos meses anteriores, principalmente no período noturno (Tabela 3), podendo esse fator ter inibido a iniciação floral das plantas, já que em temperaturas mais baixas ($<10^{\circ}\text{C}$) o desenvolvimento floral é favorecido, e sob temperatura acima de 25°C este é inibido, e, superiores a 32°C produzem abortos florais.

Houve também, grande variação da temperatura média diária durante o experimento (Figuras 6 a 9).

O monitoramento em diversos pontos permitiu verificar que o sistema hidropônico foi eficiente em reduzir a temperatura nas canaletas de passagem da solução nutritiva em todos os meses, o que pode ser um fator favorável à cultura. Trabalho anterior demonstrou que a redução de temperatura no ambiente radicular, resultou em redução de temperatura na parte aérea (NAM et al., 1996). Já os sistemas tradicionais de cultivo em solo, normalmente têm temperaturas elevadas, principalmente no período noturno, devido à capacidade do solo em armazenar energia, liberando esta no período noturno. Em regiões naturalmente quentes como Jaboticabal, esse fator

poderia inibir a produção, o que não ocorreu em hidroponia, como foi demonstrado no trabalho.

TABELA 3- Médias mensais de temperatura do ar (média, máxima e mínima) e de umidade relativa do ar, diurnas e noturnas, nos meses de julho a outubro de 1999, em ensaio com morangueiro, em ambiente protegido e em condições hidropônicas, em Jaboticabal (SP).

MESES	DIURNO				NOTURNO			
	Temperatura do ar (°C)			UR do ar	Temperatura do ar (°C)			UR do ar
	Máxima	Mínima	Média	Média(%)	Máxima	Mínima	Média	Média(%)
Julho	28,36	21,52	25,70	60,27	18,57	14,47	16,8	66,69
Agosto	31,42	16,23	26,18	64,29	18,95	10,6	15,66	79,50
Setembro	34,05	20,51	28,47	58,45	22,85	14,44	18,72	77,06
Outubro	35,83	22,53	29,30	53,70	25,28	16,22	20,44	78,65

O ambiente protegido possibilitou médias de temperaturas máximas mais elevadas em relação ao ambiente externo (Tabela 2 e 3), com diferenças variando de 1,5 (mês de agosto) a 4,8^oC (mês de outubro). O tipo de ambiente protegido utilizado contribuiu para que o seu interior não se aquecesse drasticamente. Laterais abertas e teto elevado reduzem o efeito estufa.

Segundo RONQUE (1998), a temperatura anual média apropriada para o morangueiro é de 18,5 a 23,8^oC; a máxima é de 32^oC e a mínima é de 11,4^oC. Os valores obtidos foram muito superiores, principalmente no período diurno.

4.1.2- UMIDADE

A umidade relativa (UR) do ar está estreitamente ligada à temperatura do ar. Durante o dia, com o aumento da temperatura do ar, a UR diminui.

Comparando-se os dados das Tabelas 2 e 3, observa-se que as médias de UR no interior do ambiente protegido foram um pouco superiores, não sendo detectadas grandes diferenças entre as médias dentro do ambiente (Tabela 3) e externamente (Tabela 2), concordando com REIS & HORINO (1988) e MARTINS et al. (1992). Porém, analisando a sua evolução ao longo do dia, verificam-se variações no interior do ambiente protegido, com valores maiores à noite e menores de dia (Figuras 2 a 8).

Maiores valores de UR do ar durante a noite ocasionam retenção de vapor d'água pela cobertura. A aderência de gotas de água em toda a superfície do filme aumenta a interceptação de radiação de ondas longas, quando comparado com a não aderência; em consequência, pode-se obter maior armazenamento de energia (ROSENBERG, et al., 1989). Esta característica pode ter sido vantajosa à noite, mas, durante o dia, quando impediu a entrada de parte da radiação solar incidente, pode ter reduzido a fotossíntese e afetado o crescimento das plantas e consequentemente a sua produção.

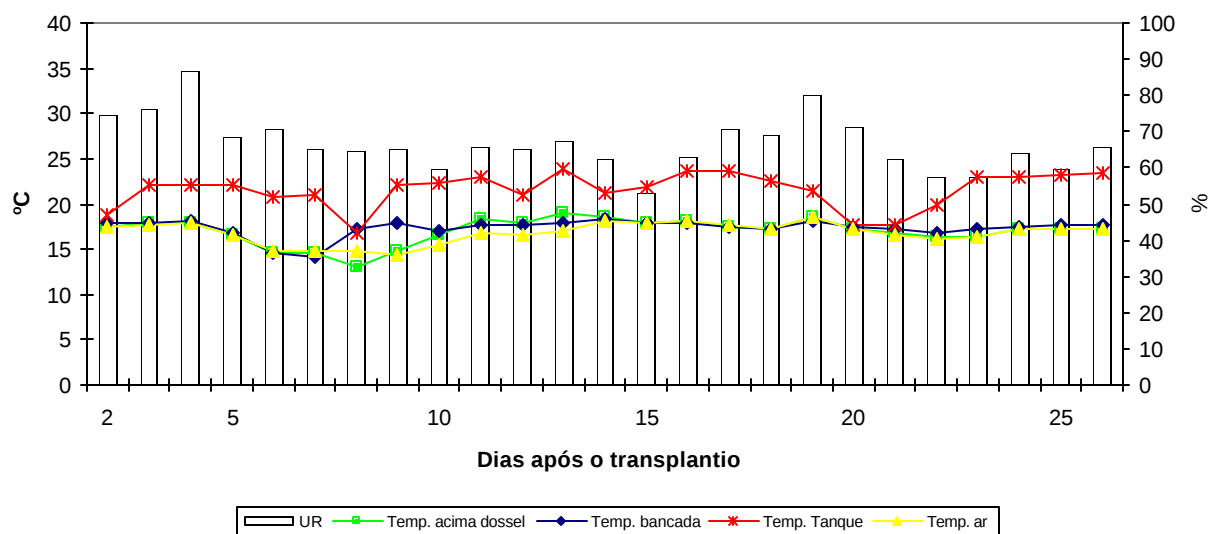


FIGURA 2- Temperaturas médias noturnas acima do dossel, nas bancadas, no tanque, no ar e da umidade relativa do ar em ambiente protegido no mês de julho. Jaboticabal (SP) – 1999.

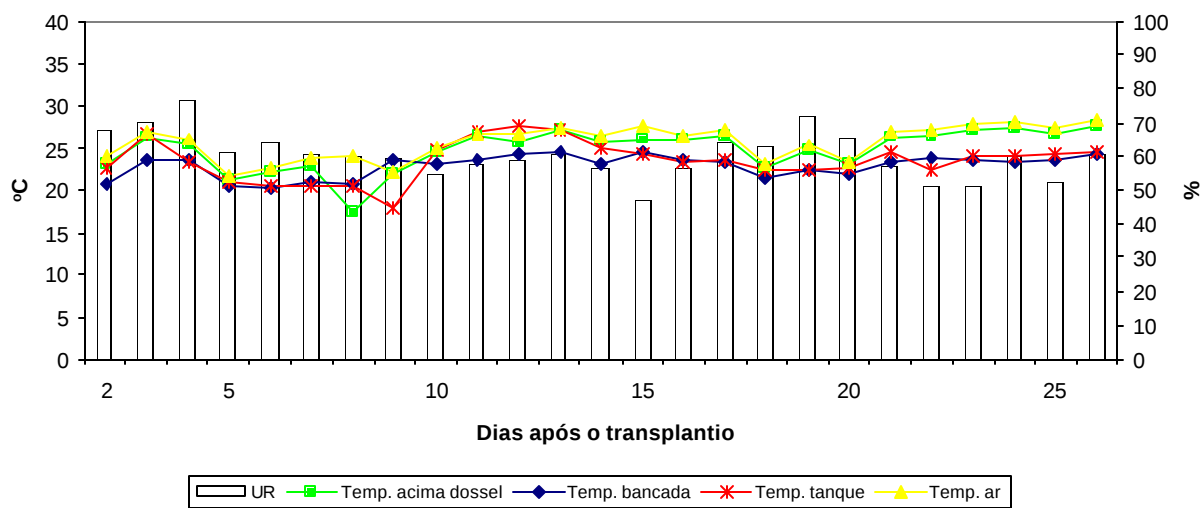


FIGURA 3- Temperaturas médias diurnas acima do dossel, nas bancadas, no tanque, no ar e da umidade relativa do ar em ambiente protegido no mês de julho. Jaboticabal (SP) – 1999.

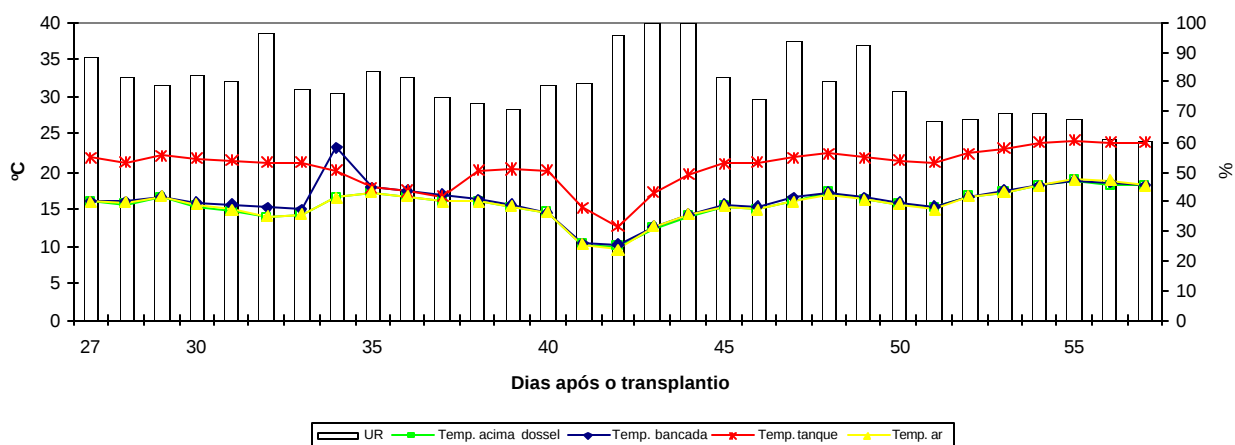


FIGURA 4- temperaturas médias noturnas acima do dossel, nas bancadas, no tanque, no ar e da umidade relativa do ar em ambiente protegido no mês de agosto. Jaboticabal (SP)–1999.

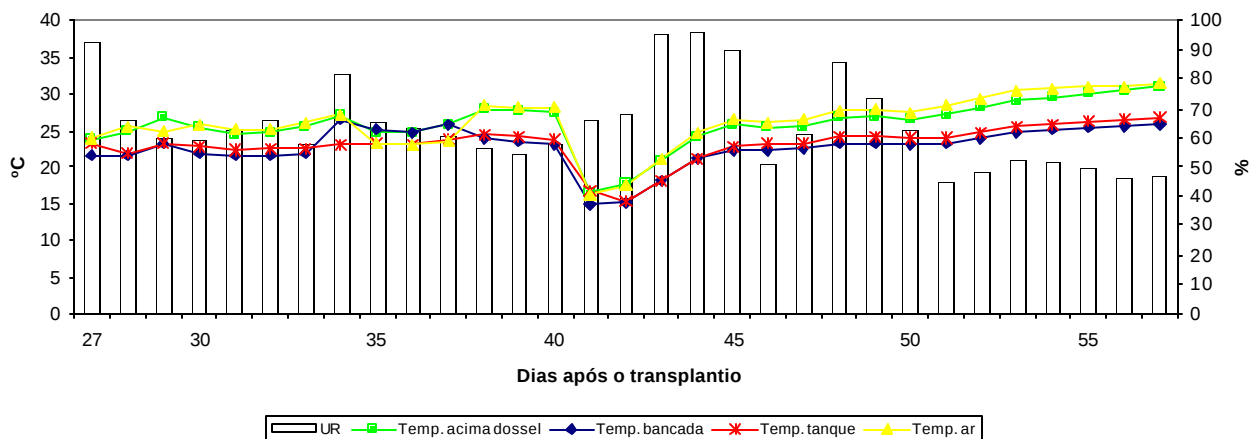


FIGURA 5- Temperaturas médias diurnas acima do dossel, nas bancadas, no tanque, no ar e da umidade relativa do ar em ambiente protegido no mês de agosto. Jaboticabal (SP) – 1999.

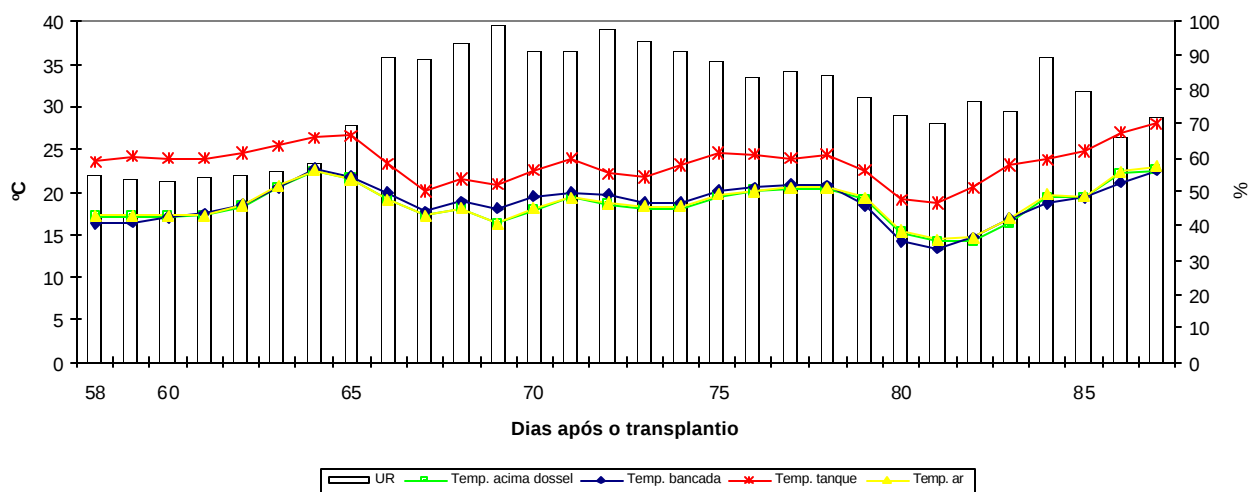


FIGURA 6- Temperaturas médias noturnas acima do dossel, nas bancadas, no tanque, no ar e da umidade relativa do ar em ambiente protegido no mês de setembro. Jaboticabal (SP) – 1999.

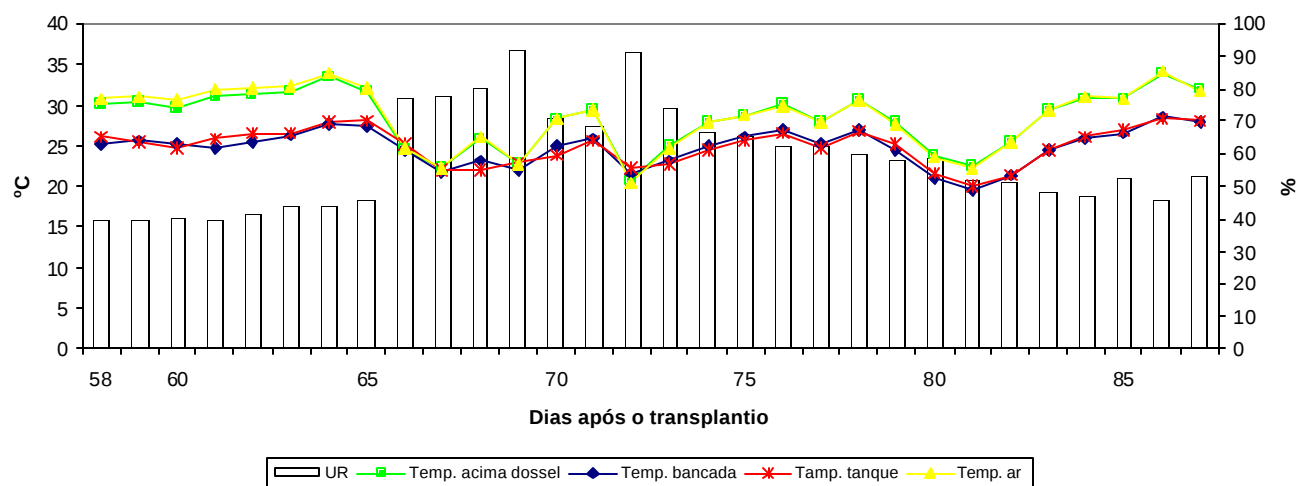


FIGURA 7- Temperaturas médias diurnas acima do dossel, nas bancadas, no tanque, no ar e da umidade relativa do ar em ambiente protegido no mês de setembro. Jaboticabal (SP) – 1999.

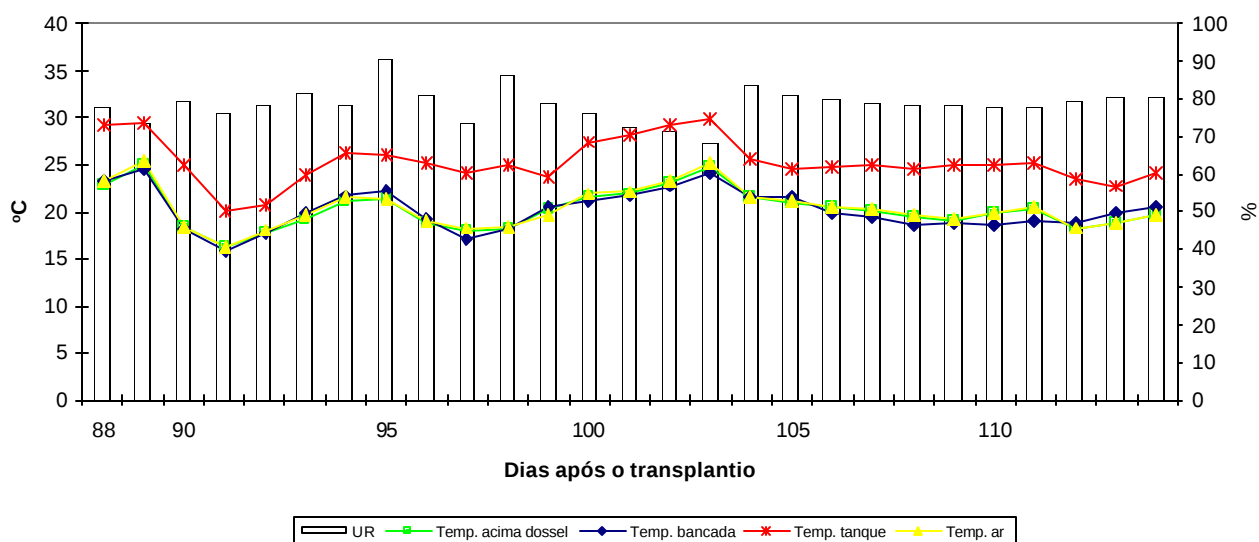


FIGURA 8- Temperaturas médias noturnas acima do dossel, nas bancadas, no tanque, no ar e da umidade relativa do ar em ambiente protegido no mês de outubro. Jaboticabal (SP) – 1999.

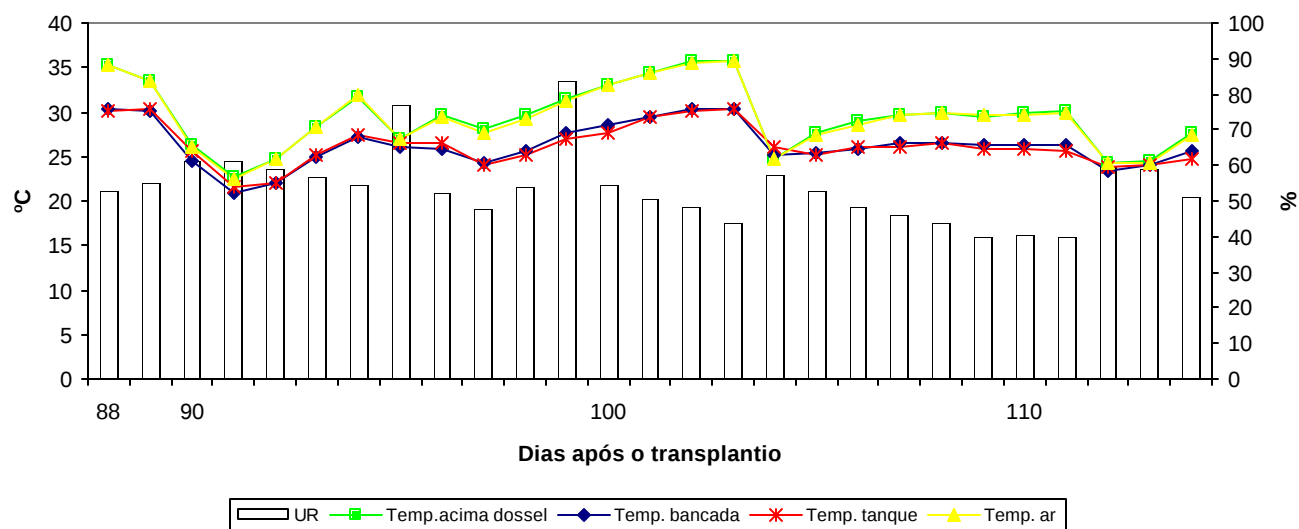


FIGURA 9- Temperaturas médias diurnas acima do dossel, nas bancadas, no tanque, no ar e da umidade relativa do ar em ambiente protegido no mês de outubro. Jaboticabal (SP) – 1999.

4.1.3- INSOLAÇÃO

O número de horas de luz, a sua intensidade e a sua qualidade, são fatores que interferem drasticamente no cultivo do morangueiro, principalmente ao estímulo à diferenciação floral de cultivares de dias curtos.

O número de horas de brilho solar na latitude de realização do experimento, foi menor no mês de setembro, aumentando nos meses seguintes. Além disso, nota-se, que, principalmente nos meses de setembro e outubro, a presença de céu encoberto por nuvens reduziu a insolação por diversos dias (Tabela 2). As plantas de morangueiro são exigentes em quantidade de luz, uma vez que necessitam produzir fotoassimilados, tanto para a continuidade do seu crescimento vegetativo como para sustentar a produção de pseudofrutos (DURNER et al., 1984, MAAS & CATHEY, 1987, YANAGI et al., 1996).

4.2- Fase vegetativa

4.2.1 – PRODUÇÃO DE FOLHAS E DE ESTOLHOS

Foram considerados na fase vegetativa os primeiros 60 dias do experimento. As mudas utilizadas possuíam aproximadamente 4 a 7cm de tamanho e cerca de 4 folhas. Semanalmente foram eliminados flores e estolhos formados, sendo feita a contagem de folhas e estolhos (Figuras 10 e 11).

Quando se observa a evolução no número de folhas por planta, verifica-se que, desde a segunda semana a cultivar Campinas se destacou em relação à cultivar Seascape. Nesse mesmo período, as condições de temperatura e luz estimularam fortemente a cultivar Campinas a florir, havendo produção diária de até 2 flores/planta. ODA & YANAGI (1997) demonstraram que algumas cultivares são grandemente afetadas em seu crescimento vegetativo quando os fotoassimilados tem que ser repartidos entre as inflorescências e as demais partes da planta. A cultivar Campinas mostrou-se mais adaptada, sendo beneficiada pela disponibilidade de nutrientes que o sistema hidropônico proporciona.

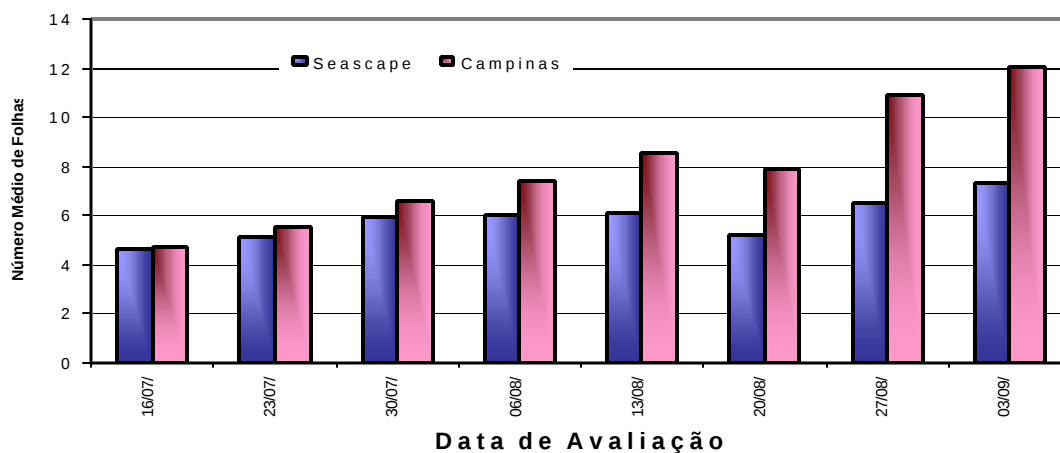


FIGURA 10- Número médio de folhas das cultivares de morangueiro 'Seascape' e 'Campinas' no período de crescimento vegetativo (60 dias). Jaboticabal (SP), julho a setembro de 1999.

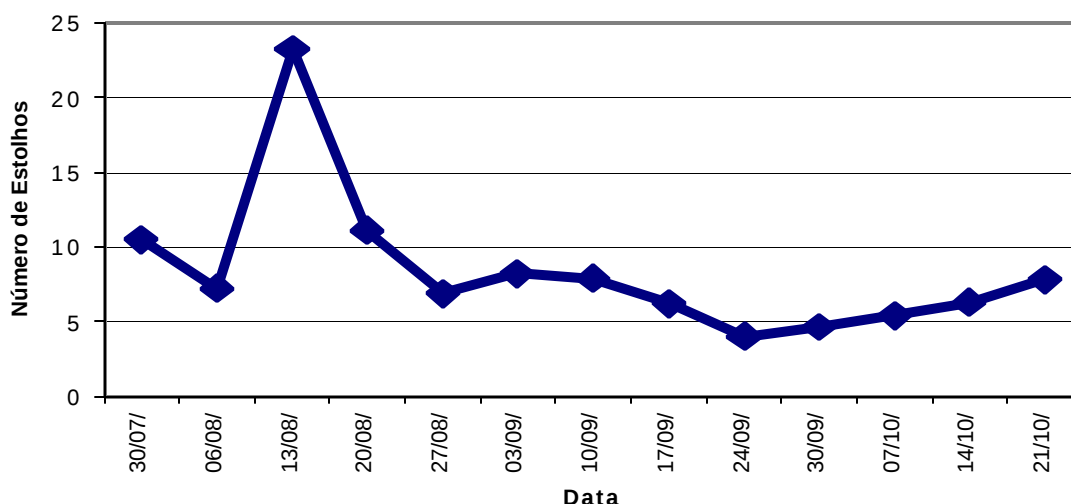


FIGURA 11- Número médio de estolhos da cultivar de morangueiro 'Campinas'.
Jaboticabal (SP), julho a outubro de 1999.

Ao final dos 60 dias a cultivar Campinas possuía quase o dobro do número de folhas, demonstrando assim maior vigor. Pesquisas realizadas com diversas cultivares mostraram a relação direta que existe entre área foliar e produção (ODA & YANAGI, 1997).

Com relação à produção de estolhos (Figura 11), a cultivar Seascape produziu um número insignificante, sendo apresentados dados de número de estolhos apenas da cultivar Campinas. O número de estolhos que a cultivar Campinas produziu por planta variou de 0 a 2 por semana. A contagem teve início em 30 de julho, quando os primeiros estolhos surgiram e, prosseguiu por toda a fase reprodutiva.

A temperatura, da mesma forma que o fotoperíodo, exerce uma forte influência na diferenciação das gemas. Assim, temperaturas de pelo menos 23°C e 15

horas de luz são eficazes na iniciação de estolhos (DUARTE FILHO, 1999). Durante o ciclo houve pouca variação semanal no número de estolhos formados, sendo que os aumentos corresponderam às variações nas condições microclimáticas, principalmente com os aumentos de temperatura, provocando maior diferenciação em estolho em detrimento da floração.

O fato da cultivar Seascape não ter produzido estolhos, não é comum, uma vez que inúmeros trabalhos citam que cultivares de dias neutros têm contínuo lançamento de estolhos, não dependendo para tal de temperaturas mais altas (DURNER et al., 1984, BRANZANTI, 1989). Pode-se creditar esse fato como mais um indicativo da não adaptação da cultivar ao sistema testado.

4.3 – Fase de produção

A fase de produção atingiu cerca de 45 dias, sendo interrompida em razão da redução do número de plantas na parcela.

4.3.1- NÚMERO DE PSEUDOFRUTOS POR COLHEITA

A fase de maior produção de pseudofrutos ocorreu entre 28 de setembro e 06 de outubro, período em que as parcelas estavam completas e as condições microclimáticas favoráveis à frutificação (Figura 12). Também nessa época as plantas deveriam estar com o seu máximo de reservas, uma vez que, anteriormente, poucos frutos haviam sido produzidos. Após esse período, o número de pseudofrutos

produzidos por parcela ficou mais ou menos estável, em torno de 35/ parcela para a cv Campinas.

A baixa produção inicial foi motivada pelo fato das plantas não terem atingido o máximo vigor, havendo nesse período inclusive, um pequeno incremento no número de estolhos formados, o que indica que as condições microclimáticas eram menos favoráveis à frutificação.

Nas últimas colheitas nota-se se que, mesmo com o aumento da temperatura média e da insolação, a formação de pseudofrutos foi mantida. Isso ocorreu mesmo com a redução do número de plantas ocorrida nas parcelas.

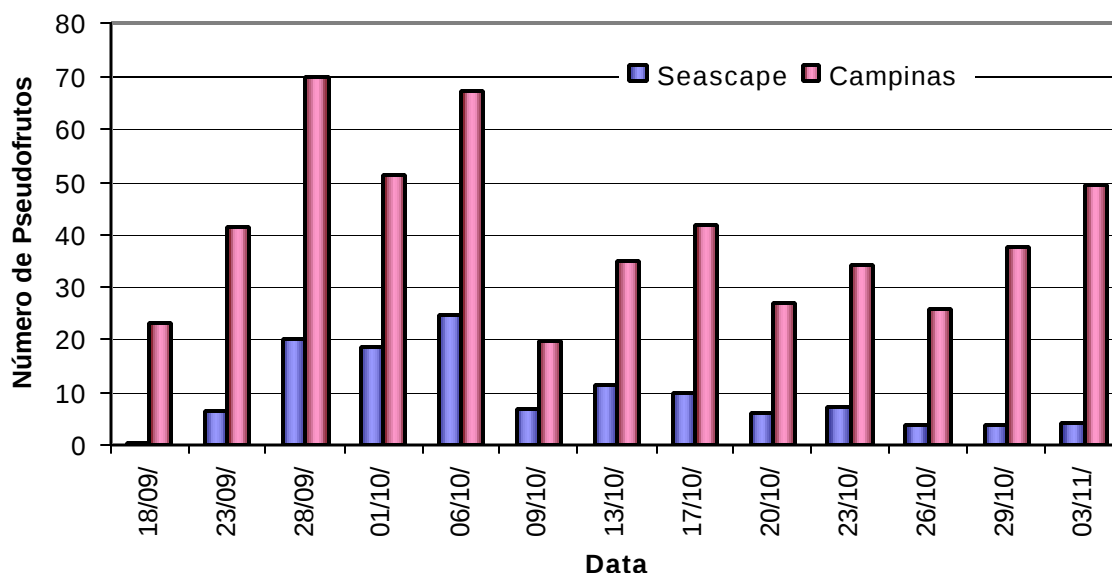


FIGURA 12- Número de pseudofrutos das cultivares de morangueiro 'Seascape' e 'Campinas'. Jaboticabal (SP), julho a novembro de 1999.

Um dos fatores responsável pelas variações no número de pseudofrutos produzidos por cultivar é de origem genética, sendo um dos objetivos do melhoramento

genético a busca e a incorporação dessa característica em cultivares novas (CUNHA & BIAGGIANI, 1990, QUEIROZ-VOLTAN et al., 1996).

A cultivar Campinas é considerada como de alta produção e adaptabilidade às condições do Brasil, sendo por isso, ainda na atualidade, bastante cultivada (RONQUE, 1998, PASSOS, 1999).

Embora a cultivar Seascape seja considerada pouco exigente em frio (SANTOS, 1999), parece não ter se adaptado convenientemente ao sistema de plantio.

4.3.2- PRODUTIVIDADE TOTAL DE PSEUDOFRUTOS

A cultivar Campinas obteve uma produtividade superior à 'Seascape' (Tabela 4). Essa produção foi superior a de várias regiões produtoras do Brasil e de vários países (RONQUE, 1998, SANTOS, 1999, RESENDE et al., 1999).

Os resultados comprovam que há uma diferença grande de adaptação entre cultivares a sistemas de cultivo, sendo a cultivar Campinas melhor adaptada à solução nutritiva utilizada e ao sistema de cultivo sem solo.

TABELA 4- Produtividade total de pseudofrutos obtida em ensaio com a cultura do morangueiro em sistema hidropônico. Jaboticabal (SP) – julho a novembro de 1999.

CULTIVARES	PRODUTIVIDADE TOTAL DE PSEUDOFRUTOS (kg/ha)
Seascape	10.673,19
Campinas	24.515,77
Valor de F (Tratamento)	134,53**
CV (%)	15,17

** - significativo (P<0,01)

Diversos trabalhos avaliando sistema de cultivo e cultivares, mostraram diferenças substanciais entre cultivares (KASKA et al., 1997, ODA & YANAGI, 1997, PANELO, 1999). Em avaliações feitas no Brasil sobre sistemas de irrigação foram encontradas diferenças entre cultivares para cada sistema avaliado (BUENO et al., 1999). Também, estudo sobre o uso de ambiente protegido, mostrou diferenças extremas entre cultivares (SCHWENGBER et al., 1996).

Além de se ter observado uma produtividade bem superior da cultivar Campinas, verificou-se que a cultivar Seascape mostrou-se bem mais susceptível à morte de plantas ocorrida, já citada anteriormente.

O morangueiro, em campo aberto nas regiões tradicionalmente produtoras, normalmente tem seu desenvolvimento vegetativo estimulado entre fevereiro e maio, sendo a máxima produção obtida entre junho e agosto (REBELO & BALARDIN, 1997, RONQUE, 1998, DUARTE FILHO et al., 1999). Portanto, os resultados obtidos sugerem

que o sistema hidropônico aliado ao cultivo em ambiente protegido, viabiliza o cultivo de morangueiro em época e região menos indicadas.

A disponibilidade de nutrientes de forma balanceada, aliada a uma redução de temperatura na região das raízes pode ter concorrido para se obter tal resposta. Outro fator foi a proteção contra as chuvas e os ventos oferecida pelo ambiente protegido. Essas vantagens são citadas quando da recomendação de uso dessas metodologias (GOTO, 1999, GOTO & DUARTE FILHO, 1999, COSTA & GRASSI FILHO, 1999).

Faz-se necessário, entretanto, um estudo mais intenso sobre as causas das mortes das plantas, cultivares mais adaptadas, estudo dos meios de cultivos (solução nutritiva e substrato inerte).

4.3.3- PRODUTIVIDADE MÉDIA DE PSEUDOFRUTOS POR COLHEITA

Em todas as colheitas a cultivar Campinas produziu mais que a 'Seascape'. Pequenas oscilações na produção podem ter sido provocadas por trocas na solução nutritiva ou por variações microclimáticas no período, embora, SAROOSHI & CRESSWELL (1994) não tenham encontrado diferenças na produção, ao fazer reposição diária de nutrientes ou troca semanal da solução.

Outro fator que favoreceu à cultivar Campinas foi a maior quantidade de folhas, o que colaborou para fornecer assimilados aos frutos. Também é citado que

existe uma relação direta entre a produção de folhagens e raízes (BRANZANTI, 1989), o que favoreceria a absorção dos nutrientes da solução por parte da cultivar Campinas. Esse fato, embora não tenha sido objeto de análise, foi constatado no experimento.

Comparando-se os dados da Figura 12 com os da Figura 13, verificou-se que as variações na produção por colheita foram influenciadas mais fortemente pelo número de frutos, mostrando pouca diferença no tamanho do fruto entre colheitas.

Nas primeiras colheitas o peso médio de pseudofrutos foi superior, vindo a se estabilizar posteriormente, independentemente do número de frutos colhidos.

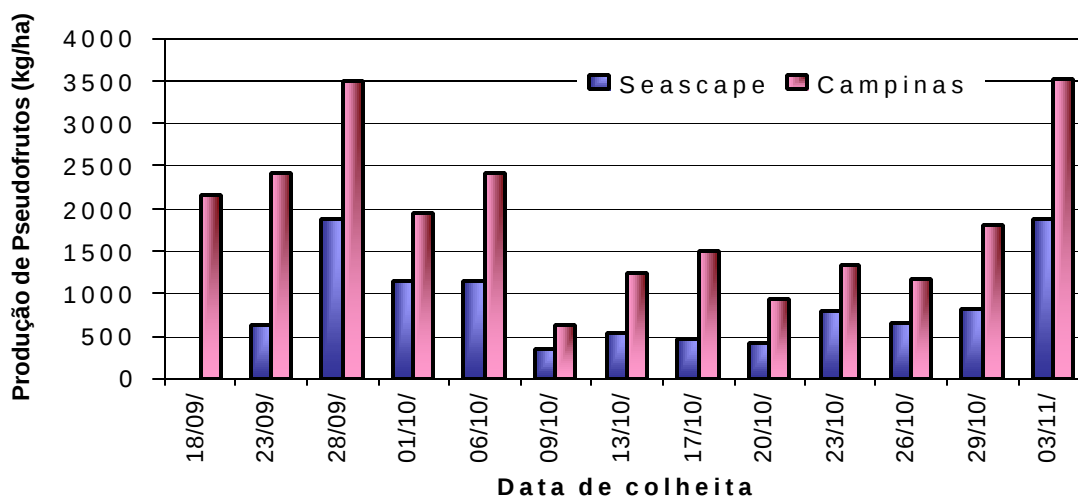


FIGURA 13- Produtividade de pseudofrutos das cultivares de morangueiro 'Seascap' e 'Campinas' (kg/ha) em ambiente protegido, sob cultivo hidropônico. Jaboticabal, julho a novembro de 1999.

Outros trabalhos encontraram diferenças de produção entre cultivares. Entretanto, a variação entre meses foi mais significativa, uma vez que no ambiente de

realização desses experimentos as modificações climáticas mensais eram bem maiores (LINARDAKIS & MANIOS, 1990, RARIDEN & SHAW, 1994, KASKA et al., 1997).

4.3.4- PESO MÉDIO DOS PSEUDOFRUTOS

Nas primeiras colheitas o peso médio dos pseudofrutos das duas cultivares foi bem superior ao peso médio do restante das colheitas (Tabela.5). Nessas colheitas, o número de pseudofrutos por planta ainda não era muito grande e estas ainda tinham reservas acumuladas durante o período vegetativo. Trabalho efetuado por CHERCUISTE et al. (1991) encontrou reduções progressivas no peso dos pseudofrutos de diversas cultivares à medida que o ciclo da cultura avançava e aumentava a temperatura.

Observando-se a média de todas as colheitas verifica-se que a cultivar Seascape apresentou peso médio de pseudofrutos superior à 'Campinas'. Este fato pode estar associado a um fator genético, a efeitos das condições do experimento ou ainda a uma interação destes.

TABELA 5- Características agronômicas quantitativas de pseudofrutos em ensaio com cultivares de morangueiro 'Seascape' e 'Campinas'. Jaboticabal (SP), julho a novembro de 1999.

Cultivares	Peso Médio Total de Pseudofrutos (g)			Comprimento Médio Total (cm)	Largura Média Total (cm)
	5 Primeiras Colheitas	Demais Colheitas	Todas Colheitas		
Seascape	14,27	6,73	8,86	3,02	2,88
Campinas	13,49	6,73	7,88	3,40	2,96
Valor de F (Trat.)	4,62 ^{NS}	0,00 ^{NS}	5,09*	238,95**	5,07*
CV (%)	5,86	16,98	11,63	1,74	2,71

^{NS} – não significativo (P>0,05)

* - significativo (P<0,05)

** - significativo (P<0,01)

As variações de peso poderiam ainda resultar de diferenças existentes em peso por unidade de volume ou ao tamanho de pseudofrutos. CUNHA & BIAGGIANI (1990) encontraram peso médio semelhante de frutos na cultivar Campinas, havendo diferenças entre as diversas cultivares testadas.

Efeitos de aumento de temperatura também foram encontradas por PANELO (1999).

4.3.5- TAMANHO DE PSEUDOFRUTOS

Os pseudofrutos da cultivar Campinas foram maiores que os da cultivar Seascape, em ambas as medições (Tabela 5).

Comparando-se o peso médio e o tamanho, verifica-se que a cultivar Seascape parece ter maior densidade. Embora a relação comprimento/ largura não dê idéia completa do formato do pseudofruto, observou-se ao manusear os pseudofrutos de 'Seascape', que estes eram mais firmes, sofrendo menos danos durante a manipulação. Também os pseudofrutos da 'Campinas' mostraram-se mais cônicos que os da 'Seascape'.

Outro fator que concorre para a definição do tamanho dos pseudofrutos do morangueiro é o número de aquênios desenvolvidos, estando estes dependentes em grande parte de polinizadores (SOUTHWICK & POOVAIAH, 1987, CHITARRA & CHITARRA, 1990). Embora não tenham sido feitas observações nesse sentido, o ambiente protegido não influenciou na polinização, devido não ter impedimento à movimentação de insetos e vento.

Seria esperado que a cultivar Campinas, por produzir um maior número de pseudofrutos, tivesse um menor tamanho, uma vez que grande número de drenos resulta em redução na disponibilidade de assimilados (LARCHER, 1986). Por outro lado, o tamanho dos pseudofrutos é um fator inerente à cada cultivar (CUNHA & BIAGGIANI, 1990).

4.3.6- PESO DA MATÉRIA SECA DE PSEUDOFRUTOS

A cultivar Seascape apresentou maior peso da matéria seca de pseudofrutos que a 'Campinas' (Tabela 6). Um menor teor de água era esperado, uma vez que os pseudofrutos da cultivar Seascape ao serem manuseados eram mais firmes e porque durante o esmagamento, eram necessários mais pseudofrutos para a obtenção do volume de suco necessário para análise.

Valores médios da cultura são de cerca de 10% (BORREGO, 1995, RONQUE, 1998), tendo, portanto, a cultivar Seascape obtido valores próximos aos 13%.

De acordo com LIETEN (1993), pseudofrutos de morango cultivado em sistema NFT são menos firmes que de outros sistemas. Em pesquisa do mesmo autor, comparando sistema NFT com vários substratos inertes, ficou determinado que os pseudofrutos em meio NFT foram menos firmes, existindo relação direta entre firmeza e teor de água.

TABELA 6- Peso da matéria seca total de pseudofrutos obtidos em ensaio com a cultura do morangueiro em ambiente protegido sob sistema de cultivo hidropônico. Jaboticabal (SP) – julho a novembro de 1999.

CULTIVARES	PESO DA MATÉRIA SECA TOTAL DE PSEUDOFRUTOS (%)
Seascape	12,84
Campinas	10,29
Valor de F (Tratamento)	98,11**
CV (%)	3,15

** - significativo ($P < 0,01$)

4.3.7. CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DOS PSEUDOFRUTOS

Características internas dos pseudofrutos são importantes para definir preferências de consumo “in natura” ou para indústria. Resultados relativos a essas características são apresentadas a seguir:

4.3.7.1- pH

Conforme pode ser observado na Tabela 7, ocorreram diferenças significativas entre as cultivares, sendo a cultivar Campinas menos ácida. Entretanto, essas diferenças afetaram muito pouco as características dos frutos.

TABELA 7 - Características qualitativas de pseudofrutos no ensaio com a cultura do morangueiro. Jaboticabal (SP), julho a novembro de 1999.

Cultivares	pH	Acidez Titulável (mL NaOH 0,1N)	Sólidos Solúveis (° Brix)	Vitamina C (mg/100mL)
Seascape	3,55	0,50	9,15	166,51
Campinas	3,73	0,61	7,56	168,24
Valor de F (Trat.)	74,77**	0,11^{NS}	152,99**	0,05^{NS}
CV (%)	1,28	7,86	3,44	10,27

^{NS} – não significativo

** - significativo (P<0,01)

O pH dos frutos sofreram pequenas variações nos seus valores à cada colheita (Figura 14). A cultivar Seascape foi mais estável, tendo se apresentado mais ácida em todas as avaliações.

Comparando-se os valores encontrados com os dados de temperatura no interior do ambiente, não observou-se relação direta entre variações de temperatura e pH (Figuras 6 a 9 e 14).

Em trabalhos que determinaram pH em pseudofrutos de morango, foram encontrados valores que variam entre 3,0 a 4,5, havendo diferenças entre ponto de maturação de pseudofrutos e entre cultivares (MONTERO et al., 1996, PAZINATO et al., 1998, RONQUE, 1998), concordando com os dados obtidos (Tabela 7). Portanto, o sistema de cultivo adotado não influenciou no pH das cultivares.

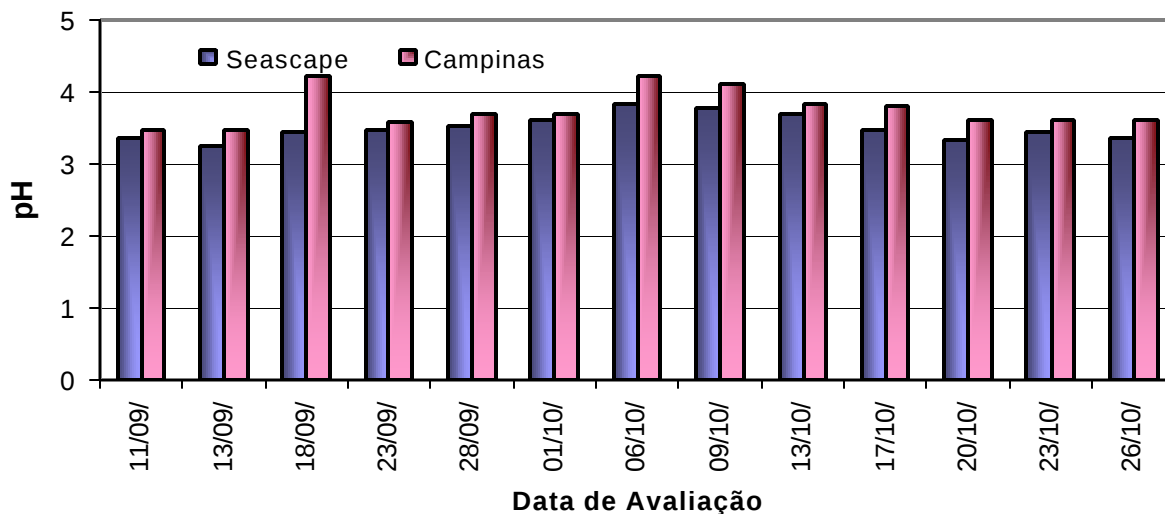


FIGURA 14- Valores de pH obtidos em ensaio com as cultivares de morangueiro 'Seascapes' e 'Campinas'. Jaboticabal (SP), setembro a outubro de 1999.

4.3.7.2- ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL

Não houve diferença significativa entre as cultivares com relação à acidez titulável (Tabela 7). Entretanto, observando-se os valores obtidos em cada colheita, nota-se que ocorreram oscilações entre as cultivares (Figura 15). Como o método de titulação utilizado baseia-se em um critério visual de mudança de coloração, pequenas variações podem ter ocorrido por falhas de visualização da mudança de cor.

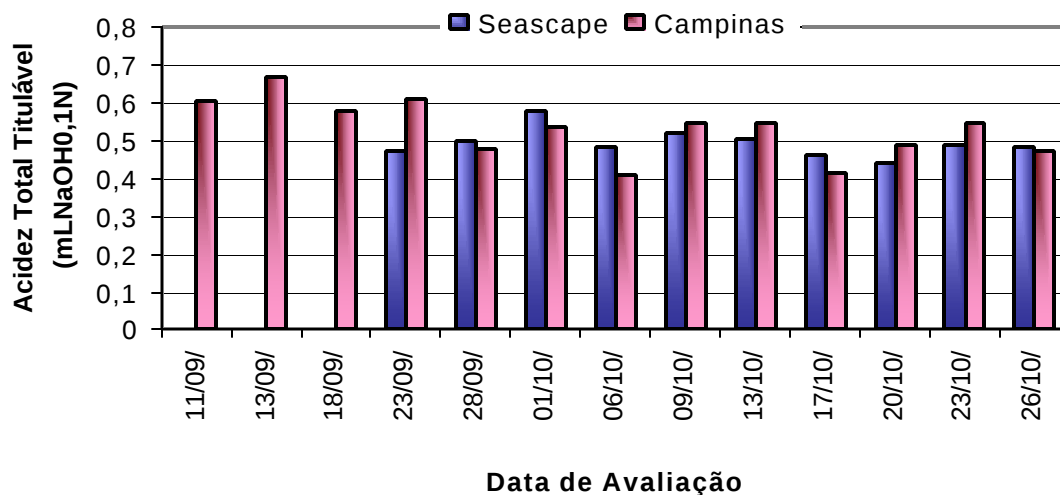


FIGURA 15- Valores de acidez total titulável obtidos em ensaio com as cultivares de morangueiro 'Seascape' e 'Campinas'. Jaboticabal (SP), setembro a outubro de 1999.

A acidez é importante, uma vez que vem sendo ressaltada a relação açúcar/acidez como padrão de qualidade de pseudofrutos. De acordo com RONQUE (1988), a acidez dos pseudofrutos de morangos é em torno de 1,39mg, ficando, portanto, muito acima dos valores obtidos (Tabela 7). Nas primeiras colheitas, o material da 'Seascape' coletado foi insuficiente para análise.

4.3.7.3- SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS

Comparando-se o conteúdo das duas cultivares, verificou-se que a 'Seascape' mostrou teor de sólidos solúveis significativamente maior que a 'Campinas'

(Tabela 7). Essa superioridade foi manifestada em todo o ciclo produtivo (Figura 16). O teor de sólidos solúveis teve uma tendência de crescimento, estando esse fato provavelmente associado à elevação de temperatura (CHITARRA & CHITARRA, 1990) (Figuras 6 a 9). A queda nas temperaturas noturnas, também deve ter exercido certa influência, uma vez que BRANZANTI (1989) cita que o teor de açúcares tende a aumentar em noites frescas e respiração lenta.

Os valores médios encontrados (Tabela 7) estão dentro da faixa citada por diversos autores (RONQUE, 1998, MONTERO et al., 1996), o que faz supor, que, soluções nutritivas para hidroponia, desde que bem balanceadas não interferem substancialmente no conteúdo de sólidos solúveis. Experimento com o uso de diversas soluções nutritivas efetuado por SAROOSHI & CRESSWELL, (1994), não encontrou diferenças significativas entre estas e o teor de sólidos solúveis, muito embora YASUBA et al.(1995) citem que cultivos de hortaliças em meio hidropônico sempre resultem em menor valor de brix.

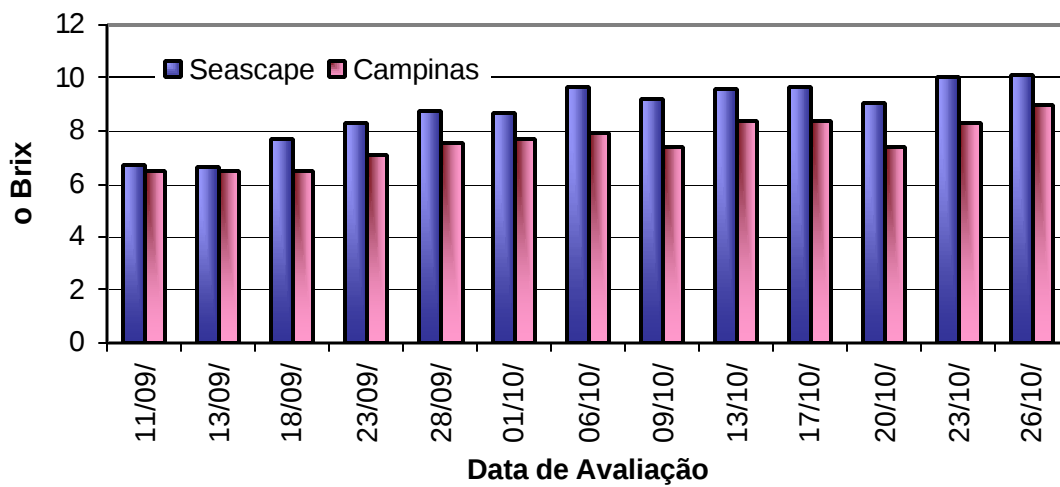


FIGURA 16– Teores de sólidos solúveis encontrados nas cultivares de morangueiro ‘Seascape’ e ‘Campinas’. Jaboticabal (SP), setembro a outubro de 1999.

Quanto à diferença entre as cultivares, esta deve-se provavelmente muito mais a uma característica genética das mesmas do que a fatores de adaptação, muito embora haja grande efeito ambiental na definição do teor de açúcares (SANTOS, 1999).

4.3.7.4- TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO (Vit. C)

Não houve diferenças entre as cultivares quanto ao conteúdo de ácido ascórbico (Tabela 7). No entanto, foram observadas variações no decorrer das colheitas. Nas primeiras colheitas a cultivar Seascape não produziu material suficiente para se fazer análise. Posteriormente houve duas fases, sendo que na primeira

predominou a cultivar Seascap, e na segunda, em temperatura mais elevada, a cultivar Campinas (Figuras 6 a 9 e 17).

A quantidade de ácido ascórbico é influenciada por diversos fatores, incluindo-se aí as condições microclimáticas e nutricionais (BADOLATO et al., 1996). Também neste processo há uma grande dependência da visão para discernir sobre a mudança de coloração no processo de titulação, podendo ocorrer pequenas variações.

Comparando-se os valores de ácido ascórbico obtidos na pesquisa com os relacionados em literatura (LIMA, 1999, RONQUE, 1998), notou-se que os valores obtidos foram muito superiores, podendo terem ocorrido falhas nos procedimentos de análise.

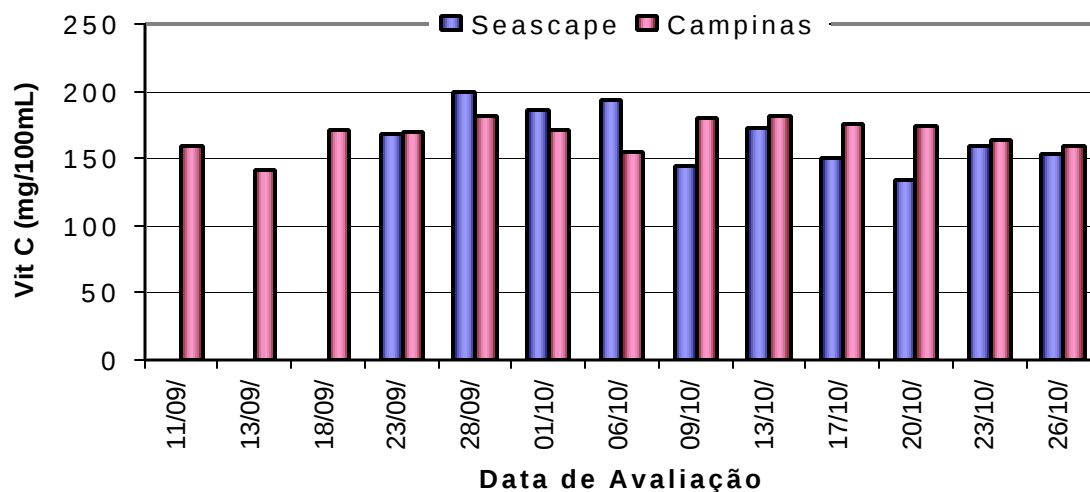


FIGURA 17- Teor de ácido ascórbico nas cultivares de morangueiro 'Seascap' e 'Campinas'. Jaboticabal (SP), setembro a outubro de 1999.

5. CONCLUSÕES

Nas condições de realização deste ensaio, conclui-se que:

- ↳ O sistema hidropônico foi eficiente em reduzir a temperatura na região radicular, o que possivelmente contribuiu para uma produção de morango compatível com sistemas tradicionais;
- ↳ O ambiente protegido possibilitou médias de temperaturas máximas mais elevadas e maiores valores de umidade relativa em relação à área descoberta;
- ↳ A cultivar Campinas apresentou produtividade, crescimento vegetativo e produção de estolhos superiores à 'Seascape', além de pseudofrutos maiores, mais cônicos e menos ácidos nas condições de cultivo utilizadas;
- ↳ A cultivar Seascape apresentou peso médio, peso seco e teor de sólidos solúveis de pseudofrutos superiores;
- ↳ Não houve diferenças significativas entre as cultivares quanto ao conteúdo de ácido ascórbico e acidez titulável;
- ↳ A condução da cultura do morangueiro em sistema hidropônico e em ambiente protegido, não influenciou nas características qualitativas dos frutos, a exceção do teor de ácido ascórbico;
- ↳ O sistema hidropônico aliado ao cultivo em ambiente protegido, possibilitou o cultivo de morangueiro com a cultivar Campinas, em época e região menos favoráveis, com produtividade semelhante a das tradicionais regiões produtoras.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, M. de. Sanidade do material vegetativo na produção de mudas de morangueiro.

In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 1, 1999, Pouso Alegre- MG, p.65-72, 1999.

BADOLATO, M.I.C.B. et al. Estudo comparativo de métodos analíticos para determinação de ácido ascórbico em sucos de frutas naturais e industrializados.

Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.16, n.3, p.206-10, 1996.

BORREGO, J.V.M. **Horticultura herbácea especial**. Madrid: Mundi-Prensa, 1995. p.505-34.

BRANZANTI, E.C. **La fresa**. Madrid: Mundi-Prensa, 1989. 396p.

BUENO, S.C.S., CARVALHO, A.G., MEDEIROS, F.D. Avaliação da produção de oito cultivares de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch) em plantio tardio sob irrigação por gotejamento e irrigação por aspersão no alto da Serra da Mantiqueira. **In:** SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 1, 1999, Pouso alegre, MG, p.277.

CASTELLANE, P.D. Nutrição e adubação do morangueiro. **In:** FERREIRA, M.E. et al. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993. p.261-279.

- CASTELLANE, P.D. Nutrição mineral e adubação da cultura do morango (*Fragaria spp*). In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MORANGUEIRO, 1, 1986, Cabreúva. **Anais...** Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1986. p.22-42.
- CASTELLANE, P.D., ARAÚJO, J.AC. de. **Cultivo sem solo - hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP. 1994. 43p.
- CAMARGO, L.S. **As hortaliças e seu cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1982. 321p.
- CAMARGO, L.S, PASSOS, F.A. Morango. In: FURLANI, A.M.C., VIÉGAS, G.P. **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônômico**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1993. p.411-432.
- CARBONARI, R., CUNHA, R.J.P. Produção de três cultivares de morangueiro (*Fragaria spp.*) submetidos a tratamentos fotoperiódicos no viveiro de mudas. **Revista de Olericultura**, n.15, p.69-70, 1975.
- CHERCUITTE, L. et al., Yield potencial and vegetative growth of summer-planted strawberry. **Journal American Society for Horticultural Science**, v.6, n.116, p.930-6, 1991.
- CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320 p.
- CORTEZ, G.E.P. **Influência de coberturas do solo sobre a produção e qualidade dos frutos de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) "Campinas", cultivado sob dois sistemas de irrigação localizada**. Jaboticabal, 1994. 92p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- COSTA, P.C., GRASSI FILHO, H. Cultivo hidropônico do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.65-8, 1999.

CUMMINS, J.N. (Ed.). Register of new fruit and nut varieties: brooks and Olmo list 36.

Hortscience, v.29, n.9, p.963, 1994.

CUNHA, R.J.P., BIAGGIANI, L.H.M. Comportamento de cultivares e híbridos de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v.8, n.2, p.25-6, 1990.

DIAS, M.S.C. Doenças do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.69-74, 1999.

DUARTE FILHO, J. et al. Aspectos do florescimento e técnicas empregadas objetivando a produção precoce em morangueiros. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.30-5, 1999.

DURNER, E.F. et al. Photoperiod and temperature effects on flower and runner development in day-neutral, junebearing, and everbearing strawberries. **Journal of the American Society Horticultural Science**, v.3, n.109, p.396-400, 1984.

FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. v.2, 357p.

FURLANI, P.R. **Cultivo de alface pela técnica de hidroponia – NFT**. Campinas: IAC, 1995. 18p. (Documentos, 55).

GÁLVEZ, J.L. Problemática general de los cultivos de invernadero en la zona de Almería: la hidroponía, elemento fundamental de las nuevas tecnologías de cultivo. In: MARTÍNEZ, F.C., ALVAREZ, J.R.D. **Cultivos sin suelo**: curso superior de especialización. Almería: FIAPA, 1993. p.17-25.

GOTO, R. Cultivo protegido. . In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 1, 1999, Pouso Alegre- MG, p.109-11, 1999.

- GOTO, R., DUARTE FILHO, J. Utilização de plástico na cultura do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.65-8, 1999.
- GRASSI FILHO, H. SANTOS, C.H. dos, CRESTE, J.E. Nutrição e adubação do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.36-42, 1999.
- GROPPO, G.A., TESSARIOLI NETO, J. **A cultura do morangueiro**. Campinas: CATI, 1991. 16p. (Boletim Técnico, 211).
- GROPPO, G.A., TESSARIOLI NETO, J., BLANCO, M.C.S.G. **A cultura do morangueiro**. Campinas: CATI, 1997. 27p. (Boletim Técnico, 201).
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo, 1985. v.1, p.392-5.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Cultivares elite 1997**. Campinas, 1997. 57p.
- KASKA, N. et al. The performance of some strawberry cultivars grown under high tunnels in the climatic condition of Adana (Turkey). **Acta Horticulturae**, v.1, n.439, p.297-300, 1997.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1986. 319p.
- LARSON, K.D. Strawberry. In: SCHAFFER, B., ANDERSEN, P.C. (Ed.) **Handbook of environmental physiology of fruit crops**: temperate crops. Boca Raton: CRC PRESS, 1994. v.1, p.271-97.
- LIETEN, F. Methods and strategies of strawberry forcing in central Europe: historical perspectives and recent developments. **Acta Horticulturae**, n.348, p.158-70, 1993.
- LIMA, L.C.O. Qualidade, colheita e manuseio pós-colheita de frutos de morangueiro. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.80-83, 1999.

- LINARDAKIS, D.K., MANIOS, V.I. Hydroponic culture of strawberries in plastic greenhouse in a vertical system. **Acta Horticulturae**, n.287, p.317-26, 1990.
- LUCAS, S. Morango: um negócio saboroso. **Guia Rural**, v.3, n.3, p.4-6. 1989.
- LUCENA, J.J. et al. Iron nutrition of a hydroponic strawberry culture (*Fragaria vesca* L.) supplied with different Fe chelates. **Plant and Soil**, n.123, p.9-15, 1990.
- MAAS, J.L, CATHEY, H.M. Photomorphogenic responses of strawberry to photoperiodic and photosynthetic radiation. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.1, n.112, p.125-30. 1987.
- MARTÍNEZ, F.C. Principios básicos de la hidroponía: aspectos comunes y diferenciales de los cultivos con y sin suelo. In: MARTÍNEZ, F.C., ALVAREZ, J.R.D. **Cultivos sin suelo**: curso superior de especialización. Almería: FIAPA, 1993. p.29-42.
- MARTINEZ, H.E.P. **O uso de cultivo hidropônico de plantas em pesquisa**. Viçosa: UFV, 1997. 37p. (Cadernos Didáticos, 1).
- MARTINEZ, H.E.P., BARBOSA, J.G. **O uso de substratos em cultivos hidropônicos**. Viçosa: UFV, 1999. 49p. (Cadernos Didáticos, 42).
- MARTINS, S.R. et al. Caracterização climática de estufa tipo capela em Pelotas (RS). In: ENCONTRO DE HORTALIÇAS DA REGIÃO SUL, 8, ENCONTRO DE PLASTICULTURA DA REGIÃO SUL, 5, 1992, Porto Alegre. **Resumos...** Porto Alegre: SOB/ UFRS, 1992. p.53.
- MATTHEEUSSEN, L., AERTS, J. **Growing technique of strawberries on hydroponics**. Meerle, 1984. 74p.
- MONTERO, T.M. et al. Quality attributes of strawberry during ripening. **Scientia Horticulturae**, v.4, n.65, p.239-50, 1996.

- NAM, S.W., KIM, M.K., SON, J.E. Nutrient solution cooling and its effect on temperature of leaf lettuce in hydroponic system. **Acta Horticulturae**, n.440, p.227-32, 1996.
- ODA, Y., YANAGI, T. Growth delay of 'hokowase' strawberry plants grown in forcing culture. **Acta Horticulturae**, v.2, n.439, p.589-96, 1997.
- PADOVANI, M.I. **Morango**: o delicado e saboroso fruto da integração dos povos. São Paulo: Ícone, 1991. 68p.
- PANELO, M.S. Frutilla: su cultivo en tuneles bajos. **Horticultura Brasileira**, v.17, n.3, p.312, 1999.
- PASSOS, F.A. Desenvolvimento de cultivares de morangueiro. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MORANGUEIRO, 1, 1986, Cabreúva. **Anais....** Jaboticabal: FUNEP, 1999. p.1-14.
- PAZINATO, B.C. et al. **Processamento artesanal de hortaliças**. Campinas: CATI, 1998. 40p. (Instrução Prática, 260)
- QUEIROZ-VOLTAN, R.B. et al. Caracterização botânica de cultivares de morangueiro. **Bragantia**, v.1, n.55, p.29-44, 1996.
- RARIDEN, J.M., SHAW, D.V. Performance of north american strawberry cultivars under conditions mimicking California production systems. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.5, n.119, p.1034-8. 1994.
- REBELO, J.A.R., BALARDIN, R.S. **A cultura do morangueiro**. Florianópolis: EPAGRI, 1997. 44p. (Boletim Técnico, 46).
- REIS, N.V.B., HORINO, Y. Uso de estufas plásticas para produção de tomate e pepino. **Horticultura Brasileira**, v.6, p.75, 1988.
- RESH, H.M. **Cultivos hidropônicos**. Madri: Mundi-Prensa, 1997. 509p.

- RESENDE, L.M.A., MASCARENHAS, M.H.T., PAIVA, B.M. de. Panorama da produção e comercialização do morango. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.5-19, 1999.
- RONQUE, E.R.V. **Cultura do morangueiro**: revisão e prática. Curitiba: EMATER-PR, 1998. 206p.
- ROSENBERG, N.J., MCKENNEY, M.S., MARTIN, P. Evapotranspiration in a greenhouse-warmed world: a review and simulation. **Agricultural and Forest Meteorology**, n.47, p.303-20. 1989.
- SANTOS, A.M. dos. Cultivo de pequenas frutas, em regiões de clima temperado no Brasil, sob cobertura plástica. In: FORO INTERNACIONAL DE CULTIVO PROTEGIDO, 1997, Pelotas. **Anais...** Botucatu: UNESP/ FAPESP, 1997. p.168-74.
- SANTOS, A.M. dos. Melhoramento genético do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.24-9, 1999.
- SAROOSHI. R.A., CRESSWELL, G.C. Effects of hydroponic solution composition electrical conductivity and plant spacing on yield and quality of strawberries. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, n.34, p.529-35, 1994.
- SCHREVEENS, E., LAMBERTS, D., LETTANI, L. Intensive hidroponical cropping system for strawberries in greenhouses. **Acta Horticulturae**, n.265, p.275-82, 1989.
- SCHWENGBER, J.E. et al. Comportamento de duas cultivares de morangueiro em estufa plástica em Pelotas-RS. **Horticultura Brasileira**, v.14, n.2, p.143-7, 1996.
- SOUTHWICK, S.M., POOVAIAH, B.W. Auxin movement in strawberry fruit corresponds to its growth-promoting activity. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.1, n.112, p.139-42, 1987.

- THOMAS, H.F. **The production of strawberries in Califórnia**. Califórnia: Agricultural Extension Service, 1939. 92p. (Circular, 113).
- TIVELLI, S.W. Manejo do ambiente em cultivo protegido. In: GOTO, R., TIVELLI, S.W. (Org). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. p.15-30.
- ULRICH, A., MOSTAFA. M.A.E., ALLEN, W.W. **Strawberry deficiency symptoms: a visual and plant analysis guide to fertilization**. California: Agricultural Experimental Station, 1980. 58p.
- VAN LOOY, J., AERTS, J. **Annual report strawberries**. Meerle: Proefbedrijf der Noorderkempen, 1979. 63p.
- VAN LOOY, J., AERTS, J. **Annual report strawberries**. Meerle: Proefbedrijf der Noorderkempen, 1982. 146p.
- YAMAKAWA, O. Production of and research on strawberry in Japan. **Tropical Agriculture Research Series**, n.23, p.248-56. 1990.
- YANAGI, T., OKAMOTO, K., TAKITA, S. Effect of blue and red light intensity on photosynthetic rate of strawberry leaves. **Acta Horticulturae**, n.440, p.371-6, 1996.
- YASUBA, K., MIZUTA, Y., YAZAWA, S. High quality production of fruit vegetables by controlling water in a simplified rockwool culture. **Acta Horticulturae**, n.396, p.67-74, 1995.

ABSTRACT

Analysis of strawberry culture behavior (*Fragaria x anassa* Duch.) in hydroponic cultivation conditions.

The research with strawberry culture was carried on in Agrarian and Veterinary Sciences Faculty (FCAV), UNESP, Jaboticabal, SP, at an 21° 15' 22"S of latitude, longitude of 48° 18' 58" W and altitude of 595m. The objective was to evaluate two starwberry cultivars (Seascap and Campinas) driven in hydroponic system conditions, NFT pattern, from July to November, 1999 in a greenhouse. It was used four tables of 12m lenght and 2m width each, 2% sloped down, supporting six plantation channels made from 4" diameter PVC tubes cut in their lenght and covered with PVC plates of 2 x 1m and 1mm thick, with 0,05m diameter holes spaced in 0,30 x 0,30m where cuttings proceeding from micropropagation of plants acquired from a Ministry of Agriculture registered producer.

The experiment was delineated in randomised blocks , with 10 repetitions and 20 plants in each parcel. Hidroponic solution was based in CASTELLANE & ARAÚJO (1995) indications. Temperature in different points of the experiment and relative humidity of the air in the greenhouse were measured every quarter of hour using a data collector Campbell CR 10. Fifty connected sensors were laid down into the nutritious solution reservoirs, at the rooting area of the plants, on the dossal and at the top under the roof. The nutritious solution was changed every 15 days at vegetative period and every 7 days at floral differentiation and fructfication periods. Electric conductivity values (CE) were

about 1,5mS/cm. Some parameters related to plants were analysed, such as, stolons number born during the cycle and weekly medium number of leaves/parcel in the innitial 60 days from the experiment settling. From the beginning of the crops, the parameters related to production were analysed, as pseudofruits/parcel number, medium weight of the pseudofruits at the first crops and total medium weight; weight dry of the pseudofruits, production was evaluated in kg/ha, pseudofruits medium lenght and wideth. Qualitative parameters were also determined, as, total soluble solids amount, ascorbic acid amount, total acidity and pH. The Campinas cultivar has shown higher production, vegetative growth and number of stolons than 'Seascape', with larger and more conic pseudofruits. The cultivar Seascape showed pseudofruits medium weight and pseudofruits dried weight higher than Campinas cultivar, whose pseudofruits were less acid with lower sugar amount. There were no differences between the cultivars in ascorbic acid amount. Hydroponic cultivation technique associated to a protected atmosphere turned strawberry culture possible in not so good conditions of epoch and place with similar productivity to those ones of traditional productive regions.