

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS
MUDAS NA PRODUÇÃO DE FRUTAS
DO MORANGUEIRO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Carine Cocco

Santa Maria, RS, Brasil

2010

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS MUDAS NA
PRODUÇÃO DE FRUTAS DO
MORANGUEIRO**

por

Carine Cocco

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós- Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**

Orientador: Prof. Dr. Jerônimo Luiz Andriolo

Santa Maria, RS, Brasil

2010

Cocco, Carine, 1984-

C

659q

Qualidade fisiológica das mudas na produção de frutas do morangueiro / Carine Cocco. - 2010.

48 f. ; il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2010.

“Orientador: Prof. Dr. Jerônimo Luis Andriolo”

1. Agronomia 2. *Fragaria x ananassa Duch* 3. Propagação. 4. Mudas com torrão 5. Mudas de raízes nuas 6. Tamanho de coroa I. Andriolo, Jerônimo Luiz II. Título

CDU: 634.75

Ficha catalográfica elaborada por
Patrícia da Rosa Corrêa – CRB 10/1652
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

© 2010

Todos os direitos autorais reservados a Carine Cocco. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito da autora.
Endereço: Depto de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Avenida Roraima, 1000, Bairro Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.
Fone (00xx) 55 3220 8179; Endereço Eletrônico: carinecocco@yahoo.com.br

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS MUDAS NA
PRODUÇÃO DE FRUTAS DO MORANGUEIRO**

elaborada por
Carine Cocco

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Jerônimo Luiz Andriolo, Dr.
(Presidente/Orientador)

Dílson Antônio Bisognin, Dr. (UFSM)

Luis Eduardo Corrêa Antunes, Dr. (EMBRAPA)

Santa Maria, 19 de fevereiro de 2010.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Felix e Elsa, exemplos de coragem
e persistência, e a meus irmãos Felipe, Carol e Stela,
pelo carinho, compreensão, apoio e incentivo
em todos os momentos...

DEDICO...

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, pelas oportunidades e pela força que me conduziu até aqui.

Aos meus pais, Felix e Elsa e aos meus irmãos Felipe, Carol e Stela, pelo carinho, incentivo e apoio incondicionais, por serem meu porto seguro e base da minha vida.

Ao meu orientador, mestre e amigo Jerônimo Luiz Andriolo, por todos os valiosos ensinamentos, pela orientação, confiança, paciência, compreensão e pelas boas conversas.

Aos amigos do Grupo de Pesquisa em Morangueiro, pela agradável convivência e auxílio na execução do projeto e por tornar mais doces e descontraídas as horas de trabalho. Agradeço especialmente a Fran, Lígia, Gustavo e Jéssica, principais responsáveis pela execução dos experimentos e por muitos momentos agradáveis.

À minha madrinha Albertina, anjo na minha vida, por estar sempre comigo e por ser luz que me protegeu e encaminhou até aqui.

À Kenia, minha irmã de coração, pelo companheirismo, carinho, amizade e pelas longas e adoráveis horas de conversa e celebrações e, às queridas Fran Bolfe, Charlotte e Alessandra pelas maravilhosas conversas, conselhos, apoio e pelos ótimos momentos.

Às Dras. Paula M. Santos e Alexandra A. Boligon, minhas primeiras mestres e grandes amigas, pelos ensinamentos e pela oportunidade de trabalho junto a seus projetos de mestrado, durante a minha iniciação científica.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, especialmente ao João Colpo, pelo auxílio nos trabalhos a campo e pelas boas conversas e conselhos.

Aos amigos e companheiros do Grupo de Rapel Gaana, Bruno, Rafael, Pablo e Claiton por tornar os momentos de lazer em aventura e me iniciar nos esportes radicais.

Aos meus amigos e colegas do curso de Agronomia e do mestrado, especialmente Gustavo, Jardes, Vitor, Alan, Hamilton e Lidiane pelos bons momentos compartilhados e pelas valiosas trocas de idéias durante a análise dos dados e redação da dissertação.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado e por fornecer as condições para realização dos trabalhos.

À CAPES, pelo auxílio financeiro através da concessão da bolsa de mestrado.

À todos que contribuíram de alguma forma para que este trabalho fosse realizado e concluído e a todos os que me proporcionaram, de alguma maneira, crescimento pessoal e profissional.

EPÍGRAFE

"Não procures a verdade fora de ti, ela está em ti, em teu ser. Não procures o conhecimento fora de ti, ele te aguarda em tua fé interior. Não procures a paz fora de ti, ela está instalada em teu coração. Não procures a felicidade fora de ti, ela habita em ti desde a eternidade."

Mestre Khane

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS MUDAS NA PRODUÇÃO DE FRUTAS DO MORANGUEIRO

AUTORA: CARINE COCCO

ORIENTADOR: JERÔNIMO LUIZ ANDRIOLO

Santa Maria, RS, 19 de fevereiro de 2010.

O objetivo deste trabalho foi determinar o crescimento e o desenvolvimento da planta e a produtividade de frutas de morangueiro com o emprego de mudas de raízes nuas e de torrão com diferentes diâmetros de coroa. As mudas de raízes nuas foram produzidas pelo enraizamento dos estolões e aquelas de torrão a partir de pontas de estolões coletadas e enraizadas em leito de cultivo preenchido com substrato. Três classes de diâmetro de coroa foram comparadas, em um esquema fatorial 2 x 3, em delineamento blocos ao acaso, com quatro repetições, 16 plantas por parcela e densidade de 6,6 plantas m⁻². Nas mudas de raízes nuas os diâmetros de coroa foram entre 3,0 e 5,0 (classe 1), 5,1 e 8,0 (classe 2) e maior do que 8,1 mm (classe 3). Naquelas de torrão, as pontas de estolão foram classificadas entre 2,0 e 3,9 (classe 1), 4,0 e 5,5 (classe 2) e 5,6 a 7,0 mm (classe 3). As mudas de ambos os tipos foram plantadas em 16 de abril de 2008 e nessa data o diâmetro da coroa, a massa seca da parte aérea e das raízes e o número de folhas foram mais elevados nas mudas com torrão. As frutas foram colhidas maduras entre 15 de junho e sete de novembro de 2008 e a produção de frutas foi determinada. Nesta data foi determinado também o crescimento e desenvolvimento das plantas. Maior crescimento, desenvolvimento e produção de frutas foram obtidos com o emprego de mudas com torrão. Com mudas de raízes nuas as classes 2 e 3 devem ser empregadas, enquanto nas mudas com torrão o diâmetro da coroa da pontas de estolão não influencia a produção de frutas.

Palavras-chave - *Fragaria x ananassa* Duch., propagação, mudas com torrão, mudas de raízes nuas, tamanho de coroa.

ABSTRACT

Master Dissertation
Graduate Program in Agronomy
Universidade Federal de Santa Maria

PHYSIOLOGIC QUALITY OF TRANSPLANTS ON FRUIT YIELD OF THE STRAWBERRY CROP

AUTHOR: CARINE COCCO

ADVISOR: JERÔNIMO LUIZ ANDRIOLO

Santa Maria, RS, February 19th, 2010.

The objective of this research was to determine plant growth and development and fruit yield of the strawberry crop from bare root and plug transplants with different crown diameters. Bare roots transplants were produced by rooting stolons and plug transplants from runner tips collected and rooted in a substrate growing bed. Three classes of crown diameters were compared, in a 2 x 3 factorial and randomized block experimental design, with four replications, 16 plants per plot and a density of 6.6 plants m⁻². For bare root transplants, crown diameters were between 3.0 and 5.0 (class 1); 5.1 and 8.0 (class 2) and greater than 8.1 mm (class 3). For plug transplants, runner tips were screened between 2.0 and 3.9 (class 1); 4.0 and 5.5 (class 2) and 5.6 to 7.0 mm (class 3). Transplants of both types were planted at April 16th, 2008, and at this date, crown diameter, shoot and root dry mass and number of leaves were higher in all classes of plug transplants. Ripe fruits were harvested from June 15th to November 7th, 2008, and fresh fruit yield was determined. Plant growth and development were determined at last harvest. Higher growth, development and fruit yield were obtained in plants from plug transplants. For bare root transplants, crown diameters higher than 5.1 mm can be used while for plug transplants the crown diameter of runner tips does not affect plant growth and fruit yield.

Key-words - *Fragaria x ananassa* Duch., propagation, plug plants, bare root transplants, crown size.

LISTA DE TABELAS

TABLE 1- Average crown diameter, shoot dry mass and root dry mass of bare root and plug strawberry transplants at planting and average number of leaves, crown diameter, shoot dry mass, root dry mass and number of crowns of plants at the end of the experiment. UFSM, Santa Maria, 2008.....	38
TABLE 2- Crown diameter, number of leaves, shoot dry mass and root dry mass of bare root and plug transplants classes at planting. UFSM, Santa Maria, 2008.....	38
TABLE 3 - Early and total yield of fruit in strawberry plants from bare root and plug transplants. UFSM, Santa Maria, 2008.....	39
TABLE 4 - Early and total fruit yield of strawberry plants from bare root and plug transplants with different crown diameter classes. UFSM, Santa Maria, 2008.....	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Panorama econômico do morangueiro.....	13
2.2 Descrição botânica.....	15
2.3 Fisiologia da planta do morangueiro.....	17
2.3.1 Temperatura.....	17
2.3.2 Fotoperíodo.....	18
2.3.3 Interação entre temperatura e fotoperíodo.....	19
2.4- Produção de mudas comerciais.....	20
2.5 Qualidade de mudas.....	24
2.6 Obtenção de pontas de estolão.....	26
2.7 Manejo da muda no plantio a campo.....	29
3 ARTIGO: QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS MUDAS NA PRODUÇÃO DE FRUTAS DO MORANGUEIRO.....	31
3.1 Abstract.....	31
3.2 Resumo.....	32
3.3 Introduction.....	32
3.4 Material and methods.....	33
3.5 Result and discussion.....	35
3.6 Conclusions.....	37
4 REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

A fase de produção de mudas é uma etapa importante dentro da cadeia produtiva do morangueiro, uma vez que todas as mudas para a produção de frutas precisam ser renovadas anualmente, devido ao acúmulo de doenças e pragas de um ano de cultivo para outro, acarretando baixa produtividade de frutas. Os gastos com a aquisição de mudas podem representar até 24% do custo anual de produção (OLIVEIRA et al., 2006).

Atualmente, no Brasil, as lavouras de produção de frutas são estabelecidas com mudas de raízes nuas produzidas no solo. Esse tipo de muda sofre estresse no transplante, causando desuniformidade no estande de plantas, que afetam a produtividade e qualidade das frutas (DURNER et al., 2002). Além disso, a contaminação por doenças é elevada, principalmente pela antracnose (*Colletotrichum* spp.). Na tentativa de obter mudas de elevada qualidade fisiológica e sanitária, a maioria dos produtores importa mudas do Chile e da Argentina (SANTOS; MEDEIROS, 2003). Entretanto, o estresse é agravado pelo tempo que essas mudas permanecem nos veículos de transporte, a maior parte sem controle de temperatura.

A alternativa para evitar a maioria dos problemas relacionados ao uso de mudas de raízes nuas é a substituição por mudas com torrão, produzidas a partir do enraizamento de pontas de estolão em bandejas. As mudas produzidas dessa forma são comercializadas e plantadas com as raízes envolvidas pelo torrão de substrato. Evitam o uso de produtos fumigantes na desinfestação do solo na fase de produção da muda, minimizam os danos mecânicos ao sistema radicular, apresenta elevada taxa de sobrevivência após o transplante, maior precocidade e produtividade do que as mudas de raízes nuas (HOCHMUTH et al., 2001, 2006a, 2006b; DURNER et al., 2002; TAKEDA; HOKANSON, 2004).

Na Europa e nos Estados Unidos a tecnologia sobre a produção de mudas de morangueiro com torrão está amplamente difundida, sendo largamente utilizada. No Brasil, essa tecnologia ainda não está sendo empregada. O conhecimento gerado através de pesquisas sobre o assunto poderá ser uma ferramenta para que os viveiristas possam produzir mudas com elevada qualidade, reduzindo a importação de outros países e obter maior produtividade e rentabilidade na produção de frutas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da qualidade fisiológica das mudas no crescimento e desenvolvimento da planta e produção de frutas de morangueiro.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Panorama econômico do morangueiro

A cultura do morangueiro desperta interesse em muitos países, sendo uma fruta amplamente apreciada pelos consumidores, devido a coloração, o sabor e o aroma, além das propriedades nutricionais e medicinais. Apresenta elevado teor de vitamina C e ácido fólico, possui elevado poder antioxidante relacionado aos componentes fenólicos e pigmentos e alta quantidade de ácido elágico, um constituinte com propriedades antimutagênicas e anticancerígenas (MAAS et al., 1991; TESTONI; LOVATI, 1998; JOSEPH et al., 1998, 1999).

A produção mundial de morango vem crescendo nos últimos anos. No período de 1997 a 2006, a produção cresceu 29%, enquanto a área plantada apresentou um crescimento de 18%. Em 2006 a produção mundial foi estimada em 3.908.975 toneladas, em uma área total plantada de 262.165 hectares (FAO, 2008). A produção mundial de morangos está concentrada no continente Europeu e Americano, com 75% da produção, sendo o restante distribuído entre a Ásia 18%, a África 4%, e a Oceania 1%. No continente Americano, a América do Norte é responsável por quase 81% da produção do continente.

Os Estados Unidos figuram como primeiro colocado na produção mundial com aproximadamente 28% do total, sendo esta quase 3 vezes maior que a do segundo colocado, a Espanha. A maior produtividade dessa cultura também é obtida nos Estados Unidos, com 41 toneladas ha⁻¹, seguido da Espanha e Japão com 38 e 25 toneladas ha⁻¹, respectivamente. O Brasil é o quarto país em produtividade, com 24 toneladas ha⁻¹ (FAO, 2008). Os Estados Unidos é o maior produtor mundial de morangos para consumo fresco (in natura) e na produção de polpa congelada. Em 2006, a produção americana foi de 1.019.449 toneladas da fruta fresca, sendo 795.000 toneladas consumidas no mercado interno (AGRIANUAL, 2008).

O Brasil ainda não figura entre os grandes produtores mundiais, mas começa a se destacar, devido às condições ambientais favoráveis para o cultivo e pela produção em quase todos os meses do ano. Em 2006, o País produziu cerca de 100 mil toneladas, cultivadas em uma área próxima a 3.500 ha (ANTUNES; REISSER JÚNIOR, 2007). Esta produção é quase toda voltada para o mercado interno, sendo cerca de 70% destinada ao consumo in natura e 30% ao processamento. O rendimento por hectare é dependente das condições de clima e solo

do local, associadas ao uso de tecnologias de produção, e apresenta elevada variação, de 12 a 45 toneladas em média, com possibilidade de obter-se até 60 toneladas por hectare (NESI et al., 2008).

O início do cultivo do morangueiro no Brasil não é bem conhecido (CAMARGO; PASSOS, 1993). Entretanto, a cultura começou a expandir-se a partir de 1960, com o lançamento da cultivar Campinas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) (PASSOS, 1997), na década de sessenta, a partir do cruzamento entre as cultivares norte-americanas Donner e Tahoe, causou um salto na produtividade e qualidade da fruta produzida no país. Após trinta anos do lançamento, Campinas era a cultivar mais plantada (CAMARGO; PASSOS, 1993) sendo ainda hoje cultivada. Desde então, o cultivo expandiu-se para outras regiões, nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais, e regiões de diferentes solos e climas, como Goiás, Santa Catarina, Espírito Santo e Distrito Federal. O programa de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado desenvolveu as variedades Bürkley, Santa Clara e Vila Nova; e do Instituto Agrônomo – IAC, a variedade Campinas. Assim, com a diversificação de variedades e de sistemas de produção tem-se conseguido produzir morangos, no Brasil, ao longo de todo o ano.

Atualmente, as principais cultivares utilizadas no Brasil provêm dos Estados Unidos, podendo-se destacar: Aromas, Camarosa, Capitola, Diamante, Dover, Oso Grande e Sweet Charlie. Além destes, também cabe destacar a cultivar Milsei-Tudla importada da Espanha (OLIVEIRA et al.; 2005). Em percentuais, destacam que as principais variedades cultivadas no Brasil, são a: Oso Grande (54%), Camarosa (20%), Dover (6%), Aromas (4%), e outras variedades (16%) (ANTUNES; REISSER JUNIOR, 2007).

No Brasil, a cultura encontra-se difundida em regiões de clima temperado e subtropical, onde se produz morango para consumo *in natura* e para a indústria (SANTOS, 2003), sobre uma área estimada de 3.500 ha. O principal pólo produtor nacional de morangos está em Minas Gerais, com cerca de 40 mil toneladas anuais, representando 40% da produção nacional. Em segundo lugar está São Paulo com 29 mil toneladas. O Estado do Rio Grande do Sul é um dos três principais produtores, junto com São Paulo e Minas Gerais, sendo os três estados responsáveis por 80% da produção nacional. Os 20% restantes são produzidos pelos Estados do Paraná, Espírito Santo, Santa Catarina, Distrito Federal, Goiás e Rio de Janeiro (CARVALHO, 2006). No Rio Grande do Sul, a área plantada é estimada em 420 ha (ANTUNES; REISSER JÚNIOR, 2007), com produção aproximada de 10 mil toneladas na safra 2005-2006, sendo a cultura conduzida, predominantemente, em pequenas propriedades familiares da região de Pelotas, Vale do Caí e Serra Gaúcha (SANTOS, 1999), sendo o Vale

do Rio Caí é a principal região produtora de morangos de mesa, seguido de Caxias do Sul e Farroupilha. Segundo Oliveira et al. (2005), as propriedades que se dedicam ao cultivo do morangueiro no país tem como área média cultivada 0,5 a 1ha. Porém, também podem ser verificadas áreas de cultivo maiores.

No Brasil, o morango selecionado para consumo *in natura*, representa cerca de 70% da quantidade colhida. Os frutos menores ou com pequenas imperfeições que não comprometam sua qualidade, são destinados a produção de polpa ou processados em forma de geléias, caldas, sucos e polpa congelada, em laticínios, como iogurtes, sorvetes e também na confeitaria para elaboração de bolos, biscoitos e outros produtos (ALMEIDA et al., 1999). Trata-se, portanto, de uma fruta com alto valor agregado. Devido à elevada perecibilidade da fruta, a comercialização na forma de polpa processada e congelada para utilização na fabricação de sucos, geléias e ingredientes para sobremesas apresenta-se como opção para a exportação.

A produtividade média da cultura do morangueiro no Brasil, é em torno de 24 toneladas ha⁻¹, abaixo do potencial da cultura, que está em torno de 60t ha⁻¹ (SANTOS; MEDEIROS, 2003). Apesar de a produção brasileira do morangueiro ser baixa, há a possibilidade de mudar esse quadro através da utilização de novas cultivares e tecnologias de produção de mudas mais adequadas.

2.2 - Descrição Botânica

O morango é uma planta pertencente à família Rosaceae e ao gênero *Fragaria*. A espécie cultivada resulta da hibridização de outras duas espécies (*Fragaria chiloensis* e *Fragaria virginiana*). É uma espécie octoplóide (8x) com 56 cromossomos (SANTOS, 2003). O receptáculo do fruto verdadeiro, que apresenta polpa avermelhada e com sabor e aroma acentuados, contém os frutos verdadeiros, os aquênios, que se assemelham a minúsculas sementes de coloração escura e ficam presos ao receptáculo (LIMA, 1999).

O morangueiro é uma planta perene, com hábito rasteiro e características de planta herbácea. Apesar da característica perene, a cultura comercial deve ser renovada anualmente, devido ao acúmulo de doenças de um ciclo para o outro que podem reduzir a produtividade. É uma planta constituída por sistema radicular, coroa (caule reduzido), folhas, estolões, flores e frutas. A reprodução pode ser feita de duas maneiras: assexuada ou vegetativa, através dos estolões que formam as mudas comerciais, e sexuada através das sementes que estão contidas nos aquênios. A propagação utilizada comercialmente é a vegetativa, enquanto que as

sementes são usadas com a finalidade de melhoramento genético da espécie (DARROW, 1966; VERDIER, 1987; IPM, 1994).

A coroa da planta é um caule curto e cilíndrico e serve como órgão de armazenamento das reservas. Dos nós da coroa saem as folhas e nas axilas destas estão as gemas axilares, as quais podem dar origem a novas coroas, estolões ou inflorescências, conforme as condições climáticas e de nutrição da planta. A temperatura mínima para o desenvolvimento e crescimento da coroa é de 10°C (VERDIER, 1987; IPM, 1994).

O sistema radicular do morangueiro forma-se a partir do tecido da coroa. A raiz primária contém o tecido condutor, que transloca os nutrientes para a parte aérea da planta e os fotoassimilados que são armazenados em forma de amido na coroa e nas próprias raízes. A temperatura mínima do solo para o crescimento e desenvolvimento do sistema radicular é de 7-8 °C enquanto a temperatura ideal está na faixa de 13-14 °C (DARROW, 1966; IPM, 1994).

As folhas da planta são formadas por um pecíolo e três folíolos, mas existem alguns genótipos com quatro ou cinco folíolos. A duração de uma folha na planta é, em média de dois meses, sendo necessário remover as folhas mortas ou que já não são funcionais para a planta (DARROW, 1966). Durante o ciclo da cultura se recomenda retirar folhas velhas para reduzir fonte de inóculo de doenças e pragas (VERDIER, 1987; IPM, 1994).

As inflorescências formam-se de meristemas terminais da coroa. Várias inflorescências podem ser desenvolvidas em cada coroa e o número e tipo de flores é variável, segundo a cultivar e as condições climáticas. As flores das cultivares comerciais são hermafroditas e a polinização é realizada principalmente pelo vento e insetos. Os pistilos da flor encontram-se sobre um tecido denominado receptáculo, o qual vai formar a parte comestível do morango. Na superfície do receptáculo encontram-se os aquênios, que são frutos secos e contém a semente botânica do morangueiro. O tempo entre a polinização e a maturação comercial da fruta é dependente da cultivar e das condições climáticas, sendo em média de 40-60 dias no outono-inverno, de 25-30 dias na primavera e de 15-20 dias no verão (DARROW, 1966; VERDIER, 1987; IPM, 1994). No entanto, a qualidade da fruta diminui com o aumento da temperatura.

Os estolões são órgãos vegetativos que se formam a partir de gemas axilares das folhas, em condições de temperaturas elevadas e fotoperíodo maior do que 13-14 horas. Os estolões possuem nós que se diferenciam e dão origem a novas plantas. A propagação vegetativa apresenta crescimento radial, pois cada planta originada forma outro estolão que formará uma nova planta e assim sucessivamente. O número de estolões formados por planta matriz varia com a cultivar, sendo maior em cultivares de dias curtos. (DARROW, 1966;

IPM, 1994). A qualidade fisiológica das mudas comerciais depende das condições climáticas e o manejo adequado para o crescimento dos estolões, desde a emissão até a coleta (SANTOS; MEDEIROS, 2003).

2.3 - Fisiologia da planta do morangueiro

O morango é produzido e apreciado na maioria das regiões do mundo, sendo a espécie de maior expressão econômica dentro do grupo das pequenas frutas. Em geral, o morangueiro é cultivado de forma comercial em regiões de clima temperado. No entanto, também é cultivado em regiões desde o nível do mar até regiões tropicais com altitudes de 3500m (RONQUE, 1998), sendo uma espécie que apresenta grande adaptabilidade. Apesar disso, os fatores ambientais exercem um papel importante no crescimento, no desenvolvimento e na produção de frutas (CAMARGO; PASSOS, 1993).

Os principais fatores que afetam a cultura do morangueiro são a temperatura e o fotoperíodo sendo que a temperatura exerce maior influência. Outros fatores como a disponibilidade de água e a qualidade e intensidade da luz também exercem influência, embora em menor grau (RONQUE, 1998). Em vista disso, quando uma cultivar é selecionada para determinada região fisiográfica e plantada em outra, dificilmente apresentará elevada produção de frutos de qualidade (DÁVALOS, 1979). Human; Evans (1989) e Rice Junior (1990) testaram cultivares do morangueiro na África e confirmaram que estas, quando melhoradas para regiões temperadas, não mostraram bom desempenho em áreas tropicais.

2.3.1 – Temperatura

A temperatura é o principal fator ambiental que afeta a frutificação e o desenvolvimento vegetativo do morangueiro. Nas regiões próximas aos trópicos, as temperaturas constantemente mais elevadas fazem com que a planta permaneça na fase vegetativa, produzindo estolões continuamente. Além disso, temperaturas elevadas durante a frutificação tornam as frutas ácidas, com baixa firmeza e pobres em sabor (pequena relação açúcar/acidez). Nenhuma cultivar inicia o florescimento quando as temperaturas noturnas são superiores aos 15 °C (DURNER; POLING, 1988; IPM, 1994; DUARTE FILHO et al. 1999; SANTOS et al., 2003; DARROW, 1966; DURNER et al., 1984; GUTTRIDGE, 1985; IPM, 1994; FILGUEIRA, 2000).

O crescimento das folhas e da coroa ocorre numa faixa ampla, desde próximo do ponto de congelamento, embora mais lento, até 35 °C (GALLETTA; BRINGHURST, 1990). O crescimento das folhas pode ser incrementado através de cobertura do solo com mulching, podendo elevar a temperatura na camada de solo desde a superfície até 20cm de profundidade. Além disso, pode-se incrementar o crescimento da parte aérea através do cultivo protegido, em estufas ou túneis baixos, que possibilitam aumento da temperatura média do ar, em relação à temperatura externa.

Em condições naturais de cultivo no Hemisfério Norte, temperaturas baixas e fotoperíodo curto fazem com que a planta entre em dormência. Pouco antes de isso ocorrer, há paralisação do crescimento e armazenamento de carboidratos nas folhas, pecíolos, coroas e raízes, principalmente na forma de amido, sendo hidrolisado no período mais frio, formando carboidratos que fazem com que o ponto de congelamento do suco celular diminua (TAYLOR, 2002). Assim, a planta consegue resistir às baixas temperaturas. Com o cultivo protegido, ocorre redução na velocidade de crescimento em condições de frio intenso, porém não ocorre paralisação do crescimento, pois a cobertura plástica com polietileno transparente cria um microclima, onde a temperatura média interior é superior a temperatura externa.

O morangueiro apresenta ainda latência relativa, precisando acumular um determinado número de horas de frio entre 2 e 7 °C para que seja capaz de produzir um número abundante de flores e frutos. Essa quantidade de frio varia para cada cultivar, sendo em geral entre 380 e 700 horas (RONQUE, 1998).

2.3.2 – Fotoperíodo

O fotoperíodo é o principal fator ambiental que controla a passagem da fase vegetativa a reprodutiva no morangueiro. Em função da resposta ao fotoperíodo para indução floral, as cultivares comerciais atuais de morango são classificadas como de dia curto (DC) e dia neutro (DN) ou insensíveis ao fotoperíodo. Há um terceiro grupo de cultivares, conhecidas como de dia longo (DL), que tiveram importância no passado, porém hoje não apresentam importância comercial. Em geral, a indução floral nos materiais de dia curto é favorecida por fotoperíodos menores de 14 horas e temperaturas noturnas entre 8 e 15 °C. As cultivares de dia neutro podem ter o florescimento induzido durante o ano todo, sempre que as temperaturas estejam menores que 27-28°C. Embora a temperatura também modifique a resposta fotoperiódica neste grupo de cultivares, elas são menos sensíveis a altas temperaturas do que as cultivares

de DC (LARSON, 1994). Segundo Taylor (2002) essa multiplicidade na resposta no florescimento se deve a natureza octaplóide do morangueiro cultivado.

O florescimento e a propagação vegetativa são considerados processos antagônicos nas cultivares de dias curtos (GUTTRIDGE, 1969) e o equilíbrio entre estes dois processos depende da ação dos promotores e inibidores do florescimento produzidos nas folhas e translocados para gemas (NICOLL; GALLETTA, 1987).

2.3.3 – Interação entre temperatura e fotoperíodo

Dentro das cultivares de dias curtos, as condições indutivas podem variar para cada cultivar. Outro fator a ser considerado é a temperatura, que muitas vezes interage com o fotoperíodo na resposta a indução. Um terceiro fator que tem influência na resposta ao fotoperíodo é o condicionamento prévio da muda. A idade ou tamanho da planta pode condicionar a percepção de luz e temperatura quando o fotoperíodo e/ou temperatura não são ótimos para a indução floral (ITO; SAITO, 1962). Esses autores observaram que plantas com maior idade fisiológica ou com maior tamanho apresentam maior sensibilidade ao fotoperíodo e temperatura. Porém em plantas crescidas em condições ótimas para a indução floral, a exposição de apenas uma folha à luz é suficiente para induzir a resposta na planta.

Dias curtos menores de 14 horas e temperaturas menores que 7 °C induzem a dormência nas plantas do morangueiro. Nessas condições climáticas, os carboidratos produzidos nas folhas são translocados para as raízes e a coroa e armazenados em forma de amido, que vai servir para o crescimento e desenvolvimento posterior do transplante. Em cada região é necessário ajustar o manejo dos genótipos para obter um equilíbrio entre o vigor da planta e uma boa floração que permita uma produção de frutos de alta qualidade (DURNER; POLING, 1988; IPM, 1994; DUARTE FILHO et al., 1999; SANTOS et al., 2003).

A temperatura condiciona a resposta do morangueiro ao fotoperíodo tanto em cultivares de dia curto como de dia neutro. O florescimento é inibido por altas temperaturas em cultivares de dia curto. Independente do fotoperíodo, temperaturas elevadas e constantes entre 28 e 30 °C inibem a indução floral em cultivares de dia curto e de dia neutro (DURNER; POLING, 1988). Baixas temperaturas são reportadas como indutoras do florescimento em cultivares de dia curto, mantidas em fotoperíodos elevados.

A exposição das mudas de morangueiro a temperaturas abaixo de 10 °C está relacionada com o acúmulo de horas de frio, durante um período variável de tempo, para quebrar a dormência em gemas e acelerar o início do florescimento. A refrigeração de mudas

de morangueiro promove respostas reprodutivas e vegetativas e é um importante fator no balanço do crescimento vegetativo e reprodutivo. Esta técnica é comum em países da Europa e nos Estados Unidos, onde há extensas pesquisas sobre este assunto (DURNER et al., 2002; LIETEN, 2000).

Além da temperatura e do fotoperíodo, a intensidade de radiação é outro fator climático importante para o desenvolvimento do morangueiro, influenciando a produção de matéria seca na coroa, raízes, folhas e estolões e proporcionando acúmulo de substâncias de reserva (VERDIAL, 2004). O excesso de chuvas e a elevada umidade relativa do ar podem comprometer a qualidade fitossanitária das mudas, favorecendo a proliferação de doenças, sobretudo as causadas por fungos e bactérias (RONQUE, 1998).

Em função do tipo de cultivar plantada no Brasil (dia curto) e das condições climáticas existentes, o período mais propício para a produção de frutas de melhor qualidade corresponde ao período de outono/inverno na Região Sudeste e inverno na região Sul, pois as temperaturas são mais amenas e ocorre grande quantidade de dias ensolarados. Quando a temperatura começa a elevar, no verão, as plantas iniciam a fase de propagação vegetativa através da produção de estolões, interrompendo a produção de flores e, conseqüentemente, a produção de frutas (RESENDE et al., 1999).

2.4- Produção de mudas comerciais

O cultivo do morangueiro apresenta-se como uma atividade econômica viável em vários estados brasileiros, sendo adequado para a produção em pequenas propriedades rurais. Na cadeia produtiva do morangueiro, a produção de mudas é uma importante atividade econômica, uma vez que todas as plantas das lavouras para produção de frutas precisam ser renovadas anualmente, devido ao acúmulo de doenças e pragas de um ano de cultivo para outro, acarretando baixa produtividade de frutas (OLIVEIRA et al., 2005). A substituição anual das mudas representa aproximadamente 24% do custo total de produção (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2006).

No RS a produtividade do morangueiro é limitada pela falta de cultivares adaptadas às condições de clima e solo, além da baixa qualidade fisiológica e fitossanitária das mudas produzidas, obrigando os produtores a importar mudas do Chile e da Argentina. Como conseqüência, há atrasos no plantio das mudas e a produção precoce é prejudicada (SANTOS; MEDEIROS, 2003). Essas mudas apresentam custo elevado e requerem vistoria fitossanitária permanente, para evitar a entrada de novas doenças. No entanto, a produtividade obtida

supera a das mudas nacionais (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2006). As regiões do Chile e da Argentina onde são produzidas as mudas de morangueiro apresentam latitudes elevadas, baixa precipitação, sendo feita irrigação por gotejamento, os verões apresentam temperaturas médias amenas e a noite ocorre redução significativa da temperatura, os solos são arenosos e a radiação solar é abundante. Essas características são favoráveis à produção de mudas de alta qualidade genética, fitossanitária e fisiológica, conferindo à muda elevado potencial produtivo (OLIVEIRA et al., 2006). Desta forma, torna-se importante a avaliação das diferenças entre as mudas nacionais e as importadas, e a implementação de ações para melhorar a qualidade da muda brasileira (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2006).

A maior parte das lavouras comerciais no RS são implantadas com mudas de raízes nuas, produzidas no campo. No entanto, a produção de mudas de morangueiro também pode ser realizada em viveiros fora do solo. No Brasil, existem alguns artigos sobre recomendações de produção de mudas comerciais em viveiros em campo (SANTOS; MEDEIROS, 2003; ANTUNES; DUARTE FILHO, 2005) e sem solo (SANTOS; MEDEIROS, 2003; ANDRIOLO, 2007). A produção no campo aumenta a exposição a doenças de solo (MAAS, 2000). No entanto, nos viveiros comerciais de produção de mudas, os solos são fumigados com produtos altamente tóxicos para reduzir o risco de doenças. O brometo de metila é um gás fumigante utilizado no preparo pré-transplante para o controle de doenças de solo, nematóides e larvas. Os governantes em todo o mundo estão colocando em prática ações para eliminar o uso do brometo de metila para desinfecção de solos, devido a elevada toxicidade deste gás. Além disso, estudos recentes sugerem que a fumigação do solo não é o método mais correto e eficiente para reduzir a infestação de patógenos do solo (LIETEN, 2000). Assim, a redução da exposição da muda a patógenos de solo pode ser uma estratégia mais eficaz, produzindo-se mudas com torrão a partir de pontas de estolão.

Na Flórida, é comum os produtores utilizarem irrigação por aspersão para o estabelecimento de mudas com raízes nuas, durante dez a quinze dias após o transplante. Essa prática de irrigação é contrária a recomendação de reduzir o desperdício de água (BISH et al., 1997). Além disso, longos períodos de irrigação fazem com que os nutrientes sejam lixiviados para longe da zona radicular das plantas. No Brasil, costuma-se utilizar irrigação por gotejamento para o estabelecimento das mudas, com maior frequência de irrigação nos primeiros dias após o transplante. Esse tipo de irrigação minimiza o desperdício de água, além de evitar o molhamento foliar favorável à ocorrência de doenças (ANTUNES; DUARTE FILHO, 2005). Em vista disso, há um grande interesse científico e da indústria em sistemas

para produção de pontas de estolão e mudas de morangueiro e que não sejam dependentes da fase de propagação no solo.

O clima, principalmente o acúmulo de horas de frio e a pluviosidade consistem em fatores determinantes na escolha das regiões de maior aptidão para a produção de mudas de morangueiro, estando diretamente relacionado à qualidade fisiológica das mesmas (ANTUNES; DUARTE FILHO, 2005). Chuvas frequentes aumentam a exposição da planta à doenças e reduzem a qualidade fisiológica e fitossanitária. Porém, o uso de mudas saudáveis e com elevada qualidade permite maior rentabilidade e qualidade da fruta, devido ao menor uso de agrotóxicos (BETTI et al., 2000) e a maior produtividade de frutas. Além disso, é o ponto de partida para a obtenção de melhor resposta a qualquer tecnologia empregada no processo produtivo (OLIVEIRA et al., 2005).

A maioria das mudas de morangueiro produzida no Brasil não atingem o padrão de certificação. Muitos viveiristas não utilizam as tecnologias existentes por falta de conhecimento, outros pelo custo do sistema de certificação e ainda existem aqueles que nem possuem registro como produtor de mudas. Segundo Oliveira et al. (2004), o setor produtivo apresenta quatro situações: Produtores que utilizam mudas importadas, principalmente do Chile e da Argentina; produtores que compram mudas de viveiristas registrados existentes no País; produtores que compram matrizes de laboratórios e produzem suas próprias mudas; produtores que produzem suas próprias mudas a partir de material da lavoura.

Para a produção de mudas matrizes de morangueiro, a primeira etapa consiste na produção de estolões em jardins clonais de cada cultivar para a micropropagação e posteriormente a aclimatização (OLIVEIRA et al., 2004). O jardim clonal permite o controle rigoroso das características genéticas e deve ser instalado em casa-de-vegetação telada, para evitar a contaminação com viroses. Neste período, aplicações de agroquímicos devem ser feitas para minimizar a infecção dos estolões com fungos e bactérias antes da sua introdução no laboratório.

Após esta etapa inicial, a produção de mudas de morangueiro passa por, pelo menos, três fases principais. Na primeira, é feita a micropropagação *in vitro*, a partir da extração de meristemas de plantas básicas mantidas em jardim clonal. Após quatro a cinco multiplicações, em laboratório, os propágulos são retirados da condição *in vitro* e aclimatizados em condições controladas. Finalmente, os propágulos dão origem às plantas matrizes, as quais são plantadas para a produção de estolões visando a obtenção de mudas com torrão e mudas com raízes nuas (BISOGNIN, 2007). A produção de plantas matrizes *in vitro* tem sido adotada no Brasil desde o final da década de 1970 e garante a qualidade fisiológica e fitossanitária do material

de propagação (FORTES, 2003; BETTI, 2000). As plantas matrizes utilizadas no processo de produção de mudas fiscalizadas e/ou certificadas devem ser registradas. A cada dois anos, no máximo, deve ser reiniciado o processo de propagação por meio de cultura de tecidos, visando evitar o surgimento de variantes somaclonais ou a ocorrência de distúrbios fisiológicos de tecidos das plantas (RIO GRANDE DO SUL, 1998).

A principal forma de produção de plantas de morangueiro fora do solo é através de mudas com torrão produzidas a partir de pontas de estolões emitidas pelas plantas matrizes durante a fase de propagação vegetativa e colocados para enraizar em bandejas, copos ou vasos com substratos. Esta técnica tem a finalidade de evitar a exposição das plantas a doenças de solo (LIETEN, 1998; DURNER et al., 2002; BISH et al., 2002). As mudas produzidas dessa forma são comercializadas e plantadas com as raízes envoltas no torrão de substrato. O uso de substratos inertes evita a exposição das plantas à patógenos de solo e garante maior qualidade fisiológica e fitossanitária. Vários pesquisadores observaram que este tipo de muda sofre menor estresse por ocasião do transplante resultando em maior precocidade, que possibilita a produção de morango na entressafra, quando o valor do produto no mercado é maior (LIETEN, 1998; DURNER, 1999; DURNER et al., 2002; BISH et al., 2002).

O uso de mudas com torrão tem sido popular na Europa por mais de 25 anos. O método denominado de *plug plants* vem sendo adotado por viveiristas na Europa, Estados Unidos e Canadá para a produção de mudas de morangueiro em cultivo sem solo. Na Europa, as plantas matrizes são colocadas em sacolas de plástico com substrato em solo coberto com polietileno e palha de trigo nas entrelinhas. As plantas matrizes emitem os estolões no final da primavera e o enraizamento e preparação das mudas nas bandejas é realizado em estufas e túneis plásticos (DURNER et al., 2002; BISH et al., 2002). Os substratos utilizados para a produção de mudas em bandejas na Europa e nos Estados Unidos são lã de rocha, vermiculita, perlita, turfa, areia, casca de pinus e poliestireno (BISH et al., 2002; DURNER et al., 2002).

A produção de mudas com torrão pode eliminar muitos dos problemas que ocorrem em mudas com raízes nuas, como a redução no uso de agrotóxicos para controle das doenças de solo. No sistema de produção de mudas em bandejas, a possibilidade das mudas tornarem-se infectadas por patógenos como *verticillium* (*Verticillium* spp.) ou *phytophthora* (*Phytophthora* spp.) é pequena, pois o meristema radicular, que é a principal porta de entrada destas doenças, encontra-se envolvido por substratos esterilizados. Outro fator que pode ser controlado é a nutrição das mudas, que pode ser ajustada conforme as necessidades das

plantas e o tamanho de mudas desejado pelos produtores. Além disso, são mais facilmente manuseadas em condições de chuva ou granizos.

2.5 – Qualidade de mudas

A variação sazonal dos preços da fruta é acentuada e os maiores preços são obtidos pelos produtores nos meses de abril a junho, quando a oferta do produto é muito pequena, em razão das condições climáticas das regiões produtoras e das características das cultivares utilizadas. Este fato justifica o desenvolvimento de técnicas que possibilitem a produção precoce de frutas (CAMARGO FILHO, 1994; DUARTE FILHO et al., 1999). A precocidade de produção do morangueiro é afetada por fatores como: características próprias da cultivar, clima, época de plantio, tipo e qualidade da muda (CARBONARI, 1978).

Algumas regiões dos Estados Unidos possuem um período relativamente longo de produção de frutas, desde novembro a abril, sendo o período de novembro a fevereiro, considerado produção precoce. É neste período que os produtores obtêm os melhores preços da fruta. No Rio Grande do Sul, a produção de frutas inicia em junho e se estende até dezembro, sendo considerado o período de produção precoce entre os meses de junho e setembro.

A qualidade de mudas é fundamental para a produção precoce do morangueiro. Plantas pequenas ou em condições inadequadas, além de plantas com idade fisiológica avançada e sistema radicular suberizado, terão desempenho ruim durante o período produtivo, com impacto negativo na produtividade da fruta (HICKLENTON; REEKIE, 2003). Esses autores também citam que plantas grandes e vigorosas se estabelecem mais facilmente e exigem cuidados menos intensivos em relação à irrigação e ao manejo de doenças.

Segundo alguns pesquisadores, há uma correlação positiva entre o diâmetro da coroa e o potencial produtivo da muda (FABY, 1996). Mudas com maior diâmetro de coroa produzem mais frutas (CARBONARI, 1978), os primórdios florais são produzidos mais precocemente (ROBERTSON, 1955) e asseguram maior número de botões florais (JAHN; DANNA, 1970).

Materiais vegetais propagados e crescidos em recipientes proporcionam maior controle dos fatores de produção e influenciam a sanidade das plantas, a taxa de sobrevivência no transplante, a precocidade de produção, a produtividade total e o tamanho das frutas. A maior parte das mudas de morangueiro produzidas no Brasil provém de lavouras conduzidas no solo, em áreas contaminadas por pragas e doenças. A qualidade das mudas é fundamental

para o sucesso na lavoura de morangueiro. O emprego de sistemas sem solo com mudas matrizes produzidas *in vitro* são as alternativas indicadas para a produção de mudas de alta qualidade (SANTOS; MEDEIROS, 2003; GIMÉNEZ et al., 2008a). Entretanto, no Brasil ainda são escassas as informações tecnológicas sobre a produção de mudas de morangueiro nesse sistema de produção.

A concentração de carboidrato nas raízes e coroas é um importante fator que determina a qualidade de mudas de morangueiro. O local de propagação da planta matriz e a data de plantio das mudas comerciais têm efeito sobre a concentração de carboidratos de reservas na muda e afetam o crescimento da planta no campo (LIETEN, 2000; LIETEN, 1997; PALHA; MONTEIRO, 1997). Plantas propagadas em altas latitudes, altas altitudes ou com plantio antecipado produzem frutas mais precocemente do que aquelas propagadas em baixas latitudes/altitudes ou com plantio tardio (BRINGHURST et al., 1960). Estas diferenças estão relacionadas à maior quantidade de horas de frio recebidas pelas plantas que crescem em maiores latitudes/altitudes, ou quando o plantio é feito no outono. Mudas com raízes nuas produzidas no Hemisfério Norte apresentam maior produção precoce do que aquelas produzidas no Hemisfério Sul, devido às baixas temperaturas que ocorrem naqueles locais durante a produção das mudas. Baixas temperaturas induzem o florescimento e aumentam o conteúdo de carboidratos armazenados no sistema radicular e na coroa. Plantas que possuem coroas de tamanho grande contêm altas concentrações de açúcar, resultando em crescimento vigoroso após o transplante, boa produção de flores e alta qualidade de frutas (VERDIER, 1987; KIRSCHBAUM et al., 1998).

Alguns pesquisadores na Flórida e na Califórnia têm mostrado que alta produção no período precoce pode ser obtida utilizando mudas de raízes nuas que possuem grande diâmetro da coroa ou que foram expostas a baixas temperaturas antes do plantio (JAHN; DANA, 1966; ALBREGTS, 1968; CHANDLER, 1989; KIRSCHBAUM et al., 1998). No entanto, as pesquisas sobre o efeito de baixas temperaturas pré-transplante ou sobre o tamanho da muda sobre a produtividade de mudas com torrão ainda são escassas.

Atualmente a produção de mudas de morangueiro no Hemisfério Sul pode ser uma boa alternativa para suprir os mercados europeus, especialmente no que diz respeito à redução do tempo de armazenamento a frio de 6 a 7 meses para apenas dois meses, devido as diferenças sazonais. Neste contexto, o Chile e a Argentina têm produzido e exportado mudas nos últimos anos, não apenas para suprir os mercados europeus, mas também para consolidar esta atividade entre os viveiristas da América Latina (PERTUZÉ et al., 2006). No Rio Grande do Sul, as principais ações devem ser direcionadas para as seguintes áreas: definição de regiões

com condições agroclimáticas favoráveis à produção de mudas de alta qualidade; disponibilização de material básico com fidelidade genética e alto potencial produtivo; manejo nutricional e fitossanitário adequado durante a formação das mudas; vernalização; acondicionamento apropriado e transporte refrigerado das mudas (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2006).

Segundo Bish et al. (2002), o tamanho do alvéolo pode afetar o crescimento da planta e a produtividade precoce e total. No Oeste da Europa, as mudas de morangueiro para a produção de frutas em ambiente protegido permanecem durante aproximadamente 4 meses em bandejas com células de tamanho entre 280 e 300 cm³, para crescimento e posteriormente são transplantadas para a lavoura de produção de frutas. O tamanho do alvéolo usado para produção de mudas está relacionado com o tempo que as mudas permanecem na bandeja. Mudas que permanecerão por até 10 semanas na bandeja devem ser enraizadas em alvéolos com tamanho de 50 a 150cm³. Alvéolos com tamanho grande devem ser usados quando as mudas permanecerão na bandeja por 3 a 4 meses, para que o sistema radicular cresça e ocupe todo o volume do alvéolo. Mudas que cresceram em alvéolos com 300cm³ apresentam, no momento do plantio, maior massa seca de parte aérea e de raízes do que aquelas que cresceram em alvéolos com 75 ou 150cm³ (BISH et al., 2002).

2.6- Obtenção de pontas de estolão

As plantas matrizes selecionadas e micropropagadas *in vitro* são plantadas em substratos e crescem em túneis ou estufas plásticas para a produção de pontas de estolão de elevada qualidade fisiológica. No entanto, a produção de pontas de estolão no solo, ao ar livre, reduz o custo final da muda. No sistema de produção fora do solo, as mudas matrizes são plantadas em leito de cultivo (ANDRIOLO, 2007), em sacolas plásticas verticais ou horizontais (VERDIAL, 2004) com substrato orgânico, areia ou turfa.

As pontas de estolão são coletadas sempre pela manhã e logo em seguida são preparadas para o enraizamento. A preparação consiste em cortar os estolões que ligam as pontas mantendo 1,5 a 2,0cm do estolão para evitar desidratação até que as raízes cresçam. Geralmente o corte e enraizamento das pontas de estolão são feitos no mesmo dia, porém podem ser armazenadas sob refrigeração, em temperaturas entre 1 e 5 °C por um a dois dias. A ponta de estolão adequada para enraizar possui nódulos radiculares visíveis e com 0,5 a 1,0cm de comprimento (LIETEN, 2000). Pontas de estolão sem nódulos radiculares não são utilizadas, pois não sobrevivem.

O diâmetro da coroa em pontas de estolão não tem mostrado influência sobre a iniciação floral e produtividade final em mudas com torrão refrigeradas (LIETEN, 2000). No entanto, segundo esse autor, há uma diferença na taxa de sobrevivência das mesmas. Em pontas de estolão maiores o sistema radicular tende a crescer mais, estando com raízes velhas, secas e suberizadas no momento do plantio. Como consequência, ocorre maior mortalidade das mudas no momento do plantio, devido ao estresse, além de retardamento no início do florescimento.

As pontas de estolão coletadas são colocadas para enraizar em bandejas multi-células. Muitos tipos de bandejas têm sido desenvolvidos para a produção de mudas de hortaliças e especialmente do morangueiro na Europa, cujo tamanho dos alvéolos varia entre 75 cm³ e 300cm³. Maior tamanho de alvéolos nas bandejas para produção de mudas resulta em coroas com maior diâmetro e, conseqüentemente, maior capacidade de produção das plantas (JANSEN, 1997). Normalmente bandejas com dimensões de 0,60 x 0,20m, com 8 ou 9 células e volume em torno de 280cm³ são as mais utilizadas e possibilitam a obtenção de mudas com maior diâmetro de coroa e área foliar, por permanecerem na bandeja em torno de 3 a 4 meses.

As bandejas para produção de mudas podem ser fabricadas com vários tipos de materiais, como o poliestireno, polietileno ou polipropileno. O tipo de material não tem importância no crescimento da muda na bandeja, porém afeta a vida útil da bandeja e o custo final da muda. Bandejas de poliestireno duram, em média, 3 a 5 anos. A vida útil das bandejas de polipropileno é entre 7 a 10 anos enquanto o polietileno dura entre 2 e 3 anos. Existem poucas publicações sobre a influência do tipo de material de fabricação da bandeja sobre o crescimento e desenvolvimento das mudas, tamanho e formato dos alvéolos da bandeja sobre o enraizamento de mudas, qualidade de raízes e viabilidade para o transplante.

O enraizamento das mudas é feito colocando-se as bandejas em estufas ou túneis plásticos sob microaspersão e sombreamento em torno de 30%. Essa estrutura é necessária para proteger as mudas de possíveis danos oriundos de ventos fortes ou chuvas pesadas. Durante os primeiros dias do enraizamento é necessário em torno de 90% de umidade para prevenir que as pontas de estolão ressequem e para estimular a emissão de raízes. O sistema de microaspersão das mudas é muito eficiente no enraizamento das pontas de estolão e deve durar em torno de 7 a 10 dias, sendo que nos primeiros dias a irrigação deve ser feita com maior frequência, dependendo das condições climáticas do local. Após os primeiros dias, o intervalo de irrigação pode ser maior, pois os primórdios radiculares já começaram a se desenvolver (DURNER, 2002). Posteriormente, o sombrite pode ser retirado e as mudas são

irrigadas regularmente durante mais 3 a 5 semanas, até atingir o tamanho desejado pelo produtor. O enraizamento é acelerado quando as temperaturas são mais elevadas. Para o rápido desenvolvimento do sistema radicular, é necessária temperatura mínima de 20° C.

Durante o período de enraizamento das mudas, uma solução nutritiva padrão para a cultura do morangueiro deve ser aplicada semanalmente para acelerar o crescimento vegetativo e o diâmetro da coroa. A condutividade elétrica (CE) desta solução nutritiva deve ser mantida entre 1,2 a 1,4 dS m⁻¹. Valores de CE entre 0,4 a 0,8 dS m⁻¹ provocam redução no crescimento vegetativo e diâmetro da coroa enquanto que valores elevados de CE promovem o crescimento vegetativo e da coroa mais acelerados, podendo resultar em incremento no número de frutas. A adição de nitrato de amônia na solução nutritiva pode promover o crescimento vegetativo, aumento do diâmetro da coroa e incremento na capacidade de produção de frutas (LIETEN, 1994).

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). Por outro lado, esta condição é a predominante na região da Patagônia, onde são produzidas as mudas de morangueiro do Chile e da Argentina (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2006). Assim, antes do transplante, as mudas podem ser refrigeradas em câmaras frias para forçar a quebra de dormência e obter produções mais precoces no inverno, em regiões com temperaturas mais amenas, em latitudes e altitudes baixas. As cultivares de dias curtos e com baixas exigências em frio são indicadas para condicionamento em baixas temperaturas naquelas áreas com invernos de temperaturas mais amenas e fotoperíodos menores do que 14 horas (LARSON, 1994). As plantas são aparadas, colocadas em sacos de polietileno no interior de caixas. A temperatura de armazenamento é mantida em um valor mínimo de 1,5° C.

Pesquisas mais recentes têm focado no pré-condicionamento de mudas das cultivares mais comercializadas, como Sweet Charlie e Camarosa, com a finalidade de obter maior período precoce de produção de frutas, no inverno, quando os preços obtidos pela fruta são mais elevados (HOKANSON et al., 2004; BISH et al., 2002). Em relação ao tipo de muda, aquelas com torrão possuem maior capacidade para o armazenamento a frio que mudas com raízes nuas (LIETEN, 1994). Além disso, o crescimento posterior ao transplante é mais rápido em mudas com torrão, pois mantêm as raízes intactas e se estabelecem melhor em condições de temperatura do solo elevada e em estufas do que aquelas com raízes nuas (WILSON, 1997).

2.7 – Manejo da muda no plantio a campo

A época ideal para o plantio do morangueiro no Rio Grande do sul é de 15 de abril a 30 de maio. Problemas com mortalidade de mudas podem ocorrer em plantios realizados antes deste período devido a imaturidade fisiológica das mudas e temperaturas elevadas (ANTUNES; DUARTE FILHO, 2005). Em regiões com clima mais ameno, como na Serra Gaúcha, o plantio pode ser realizado em meados de abril. Já em locais com clima mais quente, o plantio deve ser atrasado, em função das temperaturas elevadas que favorecem o crescimento vegetativo do morangueiro.

Alguns cuidados devem ser tomados no momento do plantio para o sucesso no estabelecimento da lavoura comercial. O sistema radicular deve ser uniformemente distribuído dentro da cova e com as extremidades no sentido vertical, evitando que as raízes fiquem agrupadas ou com as extremidades dobradas. Outro cuidado importante é a profundidade de plantio da muda em relação ao nível do solo. Se a muda for plantada muito profunda, a coroa ficará encoberta e a muda terá dificuldade para emitir novas folhas e, se muito superficial, haverá dificuldade para a emissão de novas raízes secundárias.

Nos últimos anos, o cultivo do morango em túneis baixos construídos com polietileno transparente vem sendo cada vez mais utilizado pelos produtores na região Sul do Brasil e substituindo o sistema de cultivo convencional, sem proteção. O cultivo neste sistema oferece melhoria de qualidade e disponibilidade do produto em uma condição mais controlada. Além disso, o cultivo em túneis baixos evita a exposição das plantas a excessos de chuva ou danos provocados por granizo e redução da umidade foliar, com reflexos positivos na diminuição da ocorrência de doenças que atacam a parte aérea e a ampliação do período de safra. Outra tecnologia utilizada pelos produtores é a cobertura dos canteiros com plástico preto (mulching) que permite reduzir a evaporação superficial e aumentar a temperatura do solo, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular. O plástico ainda auxilia no controle de plantas invasoras e evita o contato das frutas com o solo.

No momento do plantio, as folhas velhas devem ser cortadas a 1cm da base do pecíolo, que possui uma pequena bainha e tem a função de proteger as gemas que formarão as inflorescências, folhas, novas coroas e estolões. Se retiradas, as gemas expostas ficam vulneráveis a danos mecânicos, fungos e fatores climáticos (ressecamento, frio, etc). A redução da área foliar evita a perda de água e reduz o estresse na operação de transplante. E relação ao sistema radicular, este deve ser mantido com comprimento de 10 a 12cm, devendo

ser podado o excesso. Outro cuidado importante é em relação a irrigação, especialmente nos primeiros dias após o transplante, a fim de evitar ressecamento e morte da muda.

O manejo de doenças e de pragas no viveiro deve ser preventivo e, na lavoura, baseado no nível de dano econômico de cada espécie, utilizando produtos registrados para a cultura. Apesar de a cultura não ocupar extensas áreas no País, as empresas de defensivos devem ser estimuladas a registrar novos produtos para a cultura do morangueiro (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2006).

O morangueiro é sensível tanto a deficiência quanto ao excesso nutricional. A adubação, principalmente com nitrogênio e fósforo, é importante para o crescimento do sistema radicular e da parte aérea e atua na indução ao florescimento e na qualidade das frutas. Uma parte da adubação deve ser feita antes do plantio. A quantidade restante é feita por fertirrigação parcelada durante a fase de produção das frutas (DARROW, 1966; SANTOS; MEDEIROS, 2003).

QUALITY OF TRANSPLANTS ON FRUIT YIELD OF THE STRAWBERRY CROP

Carine Cocco¹; Jerônimo Luiz Andriolo^{2*}; Francieli Lima Cardoso³; Ligia Erpen³; Odair José Schmitt³

¹ UFSM/CCR - Programa de Pós-graduação em Agronomia - 97105-900 - Santa Maria, RS, Brasil.

² UFSM/CCR – Depto de Fitotecnia – 97105-900 – Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: jeronimo@pq.cnpq.br*. Autor para correspondência.

³ UFSM/CCR - Acadêmico do curso de Agronomia – 97105-900 – Santa Maria, RS, Brasil.

ABSTRACT: The objective of this research was to determine plant growth and development and fruit yield of the strawberry crop from bare root and plug transplants with different crown diameters. Bare roots transplants were produced by rooting stolons and plug transplants from runner tips collected and rooted in a substrate growing bed. Three classes of crown diameters were compared, in a 2 x 3 factorial and randomized block experimental design, with four replications, 16 plants per plot and a density of 6.6 plants m⁻². For bare root transplants, crown diameters were between 3.0 and 5.0 (class 1); 5.1 and 8.0 (class 2) and greater than 8.1 mm (class 3). For plug transplants, runner tips were screened between 2.0 and 3.9 (class 1); 4.0 and 5.5 (class 2) and 5.6 to 7.0 mm (class 3). Transplants of both types were planted at April 16th, 2008, and at this date, crown diameter, shoot and root dry mass and number of leaves were higher in all classes of plug transplants. Ripe fruits were harvested from June 15th to November 7th, 2008, and fresh fruit yield was determined. Plant growth and development were determined at last harvest. Higher growth, development and fruit yield were obtained in plants from plug transplants. For bare root transplants, crown diameters higher than 5.1 mm can be used while for plug transplants the crown diameter of runner tips does not affect plant growth and fruit yield.

Key-words - *Fragaria x ananassa* Duch., propagation, plug plants, bare root transplants, crown size.

QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS MUDAS NA PRODUÇÃO DE FRUTAS DO MORANGUEIRO

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar o crescimento e o desenvolvimento da planta e a produtividade de frutas de morangueiro com o emprego de mudas de raízes nuas e de torrão com diferentes diâmetros de coroa. As mudas de raízes nuas foram produzidas pelo enraizamento dos estolões e aquelas de torrão a partir de pontas de estolões coletadas e enraizadas em leito de cultivo preenchido com substrato. Três classes de diâmetro de coroa foram comparadas, em um esquema fatorial 2 x 3, em delineamento blocos ao acaso, com quatro repetições, 16 plantas por parcela e densidade de 6,6 plantas m⁻². Nas mudas de raízes nuas os diâmetros de coroa foram entre 3,0 e 5,0 (classe 1), 5,1 e 8,0 (classe 2) e maior do que 8,1 mm (classe 3). Naquelas de torrão, as pontas de estolão foram classificadas entre 2,0 e 3,9 (classe 1), 4,0 e 5,5 (classe 2) e 5,6 a 7,0 mm (classe 3). As mudas de ambos os tipos foram plantadas em 16 de abril de 2008 e nessa data o diâmetro da coroa, a massa seca da parte aérea e das raízes e o número de folhas foram mais elevados nas mudas com torrão. As frutas foram colhidas maduras entre 15 de junho e sete de novembro de 2008 e a produção de frutas foi determinada. Nesta data foi determinado também o crescimento e desenvolvimento das plantas. Maior crescimento, desenvolvimento e produção de frutas foram obtidos com o emprego de mudas com torrão. Com mudas de raízes nuas as classes 2 e 3 devem ser empregadas, enquanto nas mudas com torrão o diâmetro da coroa da pontas de estolão não influencia a produção de frutas.

Palavras-chave - *Fragaria x ananassa* Duch., propagação, mudas com torrão, mudas de raízes nuas, tamanho de coroa.

INTRODUCTION

In Brazil, commercial strawberry crops are established with bare root transplants. Some of them are produced locally in soils that are infected by pathogens. The use of fumigants for soil disinfestations is nowadays restricted. As a consequence, physiological and sanitary quality is low and growers import yearly from Argentina and Chile more than 80% of transplants they need for planting their crops (OLIVEIRA et al., 2005). Searching for new methods for producing transplants of high physiological and sanitary quality is an urgent task for improving yield of this crop in Brazil.

The crown diameter is the main variable that has been used to determine the physiological quality of strawberry transplants. A crown diameter higher than 8.0 mm has been considered as an indicator of high physiological quality for strawberry transplants (HOCHMUTH et al., 2001). However, in plug plants the crown diameter is related with the physiological age. Runner tips emitted in early spring can reach in summer crown diameters higher than those grown later. In older transplants a great proportion of the root system is inactive for water and nutrient uptake, leading to low plant survival after planting. In plug transplants, runner tips are rooted in few weeks after harvesting from the stock plant. In these plants, larger crowns indicate higher vigor and faster initial growth, which allows earlier and higher fruit yield (BISH et al., 2002, GIMÉNEZ et al., 2009). Runner tips for production of plug transplants of high physiological quality have been considered in the crown diameter range between 2 and 5 mm (DURNER et al, 2002). Results reporting relationships between the crown diameter of strawberry transplants and plant growth and development and fruit yield are scarce in the literature.

The objective of this research was to determine growth, development and fruit yield of strawberry plants from bare root and plug plants with different crown diameters.

MATERIAL AND METHODS

The field experiment was conducted in 2008 at Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (latitude: 29 ° 42'S, longitude: 53 ° 42'W, altitude: 95m). The climate is subtropical humid by the Köppen's classification, with monthly average temperatures between 3°C and 22°C and average annual rainfall around 1769mm (MORENO, 1961).

The strawberry cultivar Arazá (INIA, Uruguay) was used. It is a short-day, intermediate vigour and early yield cultivar, derived from a cross between selections Uruguayan A07.04 (Oso Grande x Sweet Charlie) and C01.05 (Addie x Sweet Charlie) (GIMÉNEZ et al., 2003). Explants of this cultivar were extracted from the clonal garden at Departamento de Fitotecnia – UFSM and multiplied *in vitro*. After four successive multiplications in the laboratory, they were acclimatized from August 10th to September 13th, 2008, inside of a polyethylene greenhouse (BISOGNIN, 2007). After acclimatization, they were planted as stock plants in a closed soilless growing system using sand as rooting bed, in a plant density of one plant m⁻² (GIMÉNEZ (2007; 2008a), Water and nutrients were daily

delivered by fertigation, using the nutrient solution adjusted by Andriolo (2007), in mmol L^{-1} : 10.6 NO_3^- ; 0.43 NH_4^+ ; $2 \text{ H}_2\text{PO}_4^-$; 6.15 K^+ ; 3.0 Ca^{2+} ; 1 Mg^{2+} and 1 SO_4^{2-} , and in mg L^{-1} : 0.03 Mo ; 0.42 B ; 0.06 Cu ; 0.50 Mn ; 0.22 Zn and 1.0 Fe . The pH and electrical conductivity were maintained between 5.5 and 6.5 and between 1.4 and 1.5 dS m^{-1} .

Plug transplants were produced between February 27th and April 16th, 2008. Runner tips were harvested from stock plants and screened in three crown diameter classes: between 2.0 to 3.9 mm (class 1); 4.0 and 5.5 mm (class 2) and 5.6 and 7.0 mm (class 3) (DURNER et al., 2002; GIMÉNEZ, 2009). Runner tips of different classes were planted in separate rooting beds filled with the Plantmax HA substrate, in a density of 562 runners m^{-2} . In the first week after planting, tips were 50% shaded and sprinkler irrigated 8 times a day for 5 minutes. In the next six weeks, they were daily fertigated as done for the stock plants. Plug transplants were considered ready for planting 49 days after harvesting runner tips, bearing five trifoliolate leaves (length > 1 cm) on average. Bare root transplants were produced by rooting the stolons emitted by the stock plants in the soilless growing system filled with the Plantmax HA substrate, without cutting it from the stock plant (GIMÉNEZ, 2008b).

Plug and bare root transplants were dug from the rooting bed at April 15th, 2008. Older leaves were removed, keeping only the three younger ones. For bare root transplants, roots longer than 10 cm were cut off. They were screened in three crown diameter classes: between 3.0 and 5.0 mm (class 1); 5.1 to 8.0 mm (class 2) and higher than 8.0 mm (class 3) (SANTOS; MEDEIROS, 2003). A sample of four plants in each plug and bare root classes was used for dry mass determination, after drying at 65°C until constant mass was recorded.

Planting was done in the field at April 16th, 2008, at Departamento de Fitotecnia, UFSM, on 1,10m width polyethylene mulched raised beds, in a plant density of 6.6 plants m^{-2} (0.40m x 0.40m), covered by low 100 μm polyethylene tunnels of 0.70m height. In sunny days, tunnels were daily opened at sunrise and closed at sunset while in cloudy or rainy days they remained closed. Fertilization, irrigation and other cropping practices were done as reported by Santos; Medeiros (2003).

Two types of transplants and three crown diameter classes were compared as treatments, in a 2 x 3 factorial scheme. A randomized block design was used, with four replications and 16 plants per plot (2.6 m^{-2}).

Number of days from planting to the beginning of flowering and to the first fruit harvest was recorded. Beginning of flowering was considered when 50% of plants in the plot had at least one flower at anthesis. Ripe fruits with the epidermis 100% red identified as stage

87 (MEIER et al., 1994) were harvested and weighted twice a week. They were counted, weighted and screened in marketable yield, with fresh mass upper than 10g, and unmarketable yield, with fresh mass below than 10g. Fruit yield from the first harvest at June 15th to September 30th, 2008, was considered as early production and to November 7th, 2008, as total production. The experiment was ended at the later date, when four plants of each treatment were dug from the soil. The crown diameter, number of crowns and number of leaves were counted and dry mass of shoot and roots was determined after drying at of 65°C until constant mass was recorded.

The fulfillment of assumptions of the mathematical model for analysis of variance was verified by the error normality test. The variables number of fruits, leaves and crowns were transformed using the expression $(x + 0,05)^{0,5}$. All variables were submitted to analysis of variance and the significance of differences among means was determined by the Tukey's test at 5% probability.

RESULTS AND DISCUSSION

At planting, crown diameter, shoot dry mass and number of leaves were higher in plug than in bare root transplants (Table 1). Differences were of 30% in crown diameter and 42.6% in shoot dry mass. However, root dry mass was 21.5% higher in bare root transplants. At the end of the experiment, all variables were higher in plants from plug transplants. Strong differences of about 130% in shoot dry mass, 103% in root dry mass and 55% in number of crowns were recorded (Table 1).

Differences were recorded among crown diameter classes in bare root transplants at planting. Crown diameter, number of leaves, shoot and root dry mass were higher in class 3 bare root transplants (crown diameter > 8mm) (Table 2). Lower values were in class 1 (3-5mm crown diameter). In plug transplants, crown diameter, number of leaves and root dry mass did not differ significantly among classes, with average values of 8.6 mm, 5.4 leaves and 0.40 g per transplant, respectively. Shoot dry mass was higher in class 3 plug transplants (Table 2).

Plant survival after planting and number of days until onset of flowering and fruit harvest differed ($p > 0.05$) on plants from the two transplant types. Plant survival was 98.4% on plug plant and only 67.4% on bare root plants. Flowering and fruit harvest started at 65

and 80 days after planting on bare root transplants, while on plug transplants was at 48 and 72 days, respectively.

Early and total fruit yield were 89.6% and 67.1% higher, respectively, in plants from plug transplants (Table 3). Differences were associated to number of fruits per plant, being 84.7% and 58.1% higher, respectively. The average fruit weight did not differ between types and among classes of plants (data not shown).

Early fruit yield on plants from bare root transplants were lower on class 1 for number and fresh mass of fruits (Table 4). Values on plants from classes 2 and 3 did not differ significantly. Similar effects were found in total fruit yield, although number of fruits per plant did not differ significantly among treatments. In plants from plug transplants, no significant differences were found in early and total fruit yield among the three crown diameter classes (Table 4).

Results showed that strawberry fruit yield was influenced by the type of transplant and also by its physiological quality, identified by the crown diameter. In the present experiment, despite intensive irrigation, 32.6% of bare root transplants died after planting and this finding was similar to data reported in the literature (ANTUNES; DUARTE FILHO, 2005, DURNER et al., 2002). They have to be replaced, delaying plant growth and development, leading to bad crop stand and lower early and total fruit yield.

The physiological quality of transplants can be related to the size of the assimilate pool. In bare roots ones, this pool is the main energy source for the emission and growth of new roots to replace those damaged at digging or cut off before planting. Nevertheless, new roots are not immediately able to absorb water and nutrients and plants are susceptible to stress in the days after planting (GAUTIER et al., 2001). In the strawberry plant, this phenomenon may be stronger than in other species, because it is considered as having a slow root growth (HENNION; VESCHAMBRE, 1997). As a consequence, high physiological quality transplants have faster initial growth.

In plug transplants differences in crown diameter of runner tips were small and the physiological quality was similar at planting. In these transplants, the root system is embodied by substrate and root damage at planting is minimized. Thus, roots can absorb water and nutrient soon after planting, resulting in faster initial growth and higher early and total fruit yield (HOCHMUTH et al., 2001, DURNER et al., 2002, TAKEDA; HOKANSON, 2003). Higher plant growth was also recorded at the end of the experiment on plants from plug transplants and data confirm results reported by other authors (DURNER, 1999; BISH et al., 2002, LARSON; PONCE, 2002, HOCHMUTH et al., 2006a, 2006b; GIMÉNEZ et al., 2009).

In the present experiment, runner tips were harvested and screened in three crown diameter classes before rooting, ranging from 2mm (Class 1) to 7mm (Class 3). Nevertheless, after 49 days of growth on the rooting bed, the crown diameter among classes did not differ significantly. All tips reached an average crown diameter of 8.6mm, higher than the value set for high physiological quality transplants (8mm) (Table 2). These results can be explained by the dynamics of root and shoot growth. In this experiment, a growing bed was used for rooting, without physical limitations for root growth. This condition differs from trays used in the production of horticultural transplants. In trays, the cell volume can limit root growth, affecting also shoot growth (ANDRIOLO, 2003; ANDREWS, 2006; GIMÉNEZ, 2009). In our experiment, it may be possible that shoot growth was not limited by physical constraints on root growth. As a consequence, tip shoots grew in all crown diameter classes until leaf area competition for radiation took place. This situation is similar to that used to explain the relationship between leaf area index (LAI) and interception of photosynthetically active radiation (PAR) by crops. In this way, at the end of the rooting period all tips could reach similar crown diameters. A technological implication is that all runner tips could be used for producing commercial plug transplants by using this method.

CONCLUSIONS

Higher growth, development and fruit yield were obtained in plants from plug transplants. For bare root transplants, crown diameters higher than 5.1 mm can be used while for plug transplants the crown diameter of runner tips does not affect growth and fruit yield.

ACKNOWLEDGMENTS

To Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico for financial support. To Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior for a fellowship.

Table 1 - Average crown diameter (CD), shoot dry mass (SDM) and root dry mass (RDM) of bare root and plug plant strawberry at planting and average number of leaves (NL), crown diameter (CD), shoot dry mass (SDM), root dry mass (RDM) and number of crowns (NC) of plants at the end of the experiment. UFSM, Santa Maria, 2010.

Transplant type	Planting				End of the experiment			
	CDp (mm)	SDMp (g)	RDMp (g)	NLe	CDe (mm)	SDMe (g)	RDMe (g)	NCe
Bare root	6.6 b*	0.68 b	0.51 a	20b	13.2 b	7.66 b	2.07 b	5.4 b
Plug plant	8.6 a	0.97 a	0.40 b	36 a	15.2 a	17.65 a	4.20 a	8.4 a
CV %	10.6	25.1	16.9	12,4	10.2	15.8	20.5	18.5

* Means followed by same letter in column do not differ by Tukey test at 5% probability.

Table 2 - Crown diameter (CD), number of leaves (NL), shoot dry mass (SDM) and root dry mass (RDM) of bare root and plug plants classes at planting. UFSM, Santa Maria, 2010.

Classes	CD (mm)	NL	SDM (g plant ⁻¹)	RDM (g plant ⁻¹)
Bare root				
Class 1	3.9 c*	4.0 b	0.39 b	0.16 c
Class 2	6.7 b	5.5 a	0.67 ab	0.55 b
Class 3	9.2 a	6.5 a	0.99 a	0.83 a
CV %	7.2	10.8	35.6	20.4
Plug plants				
Class 1	7.7 a	5.0 a	0.50 b	0.34 a
Class 2	8.6 a	5.2 a	0.82 b	0.42 a
Class 3	9.6 a	6.0 a	1.60 a	0.44 a
CV %	10.3	14.7	17.8	12.2

* Means followed by the same letter in the column do not differ by Tukey test at 5% probability. Crown diameter classes in bare root transplants: Class 1: (3.0 to 5.0 mm), class 2 (5.6 to 8 mm) and class 3 (> 8 mm) and in plug plants: Class 1 (2.0 to 3.9 mm), class 2 (4.0 to 5.5 mm) and class 3 (5.5 to 6.9 mm).

Table 3 - Early and total fruit yield of strawberry plants from bare root and plug plants. UFSM, Santa Maria, 2010.

Transplant type	Early yield (g plant ⁻¹)		Total yield (g plant ⁻¹)	
	Fruits number	Fresh mass (g plant ⁻¹)	Fruits number	Fresh mass (g plant ⁻¹)
Bare root	14.4 b*	192.4 b	25.8 b	312.4 b
Plug	26.6 a	364.8 a	40.8 a	522.1 a
CV %	15.0	16.3	11.0	13.7

*Means followed by same letter in column do not differ by Tukey test at 5% probability.

Table 4 - Early and total fruit yield of strawberry plants from bare root and plug transplants with different crown diameter classes. UFSM, Santa Maria, 2010.

Classes	Early fruit yield		Total fruit yield	
	Fruit number	Fresh mass (g plant ⁻¹)	Fruit number	Fresh mass (g plant ⁻¹)
		Bare root		
Class 1	13.5 b*	168.5 b	24.2 a	278.6 b
Class 2	15.3 a	224.3 a	27.9 a	354.1 a
Class 3	14.2 ab	184.2 ab	25.3 a	304.4 ab
CV %	14.7	15.4	7.7	9.7
		Plug plants		
Class 1	25.9 a	356.1 a	39.9 a	496.5 a
Class 2	25.7 a	353.5 a	39.8 a	505.6 a
Class 3	26.4 a	384.9 a	42.7 a	564.2 a
CV %	11.3	12.2	10.8	12.6

*Means followed by same letter in column do not differ by Tukey test at 5% probability. Crown diameter classes in bare root transplants: Class 1: (3.0 to 5.0 mm), class 2 (5.6 to 8 mm) and class 3 (> 8 mm) and in plug plants: Class 1 (2.0 to 3.9 mm), class 2 (4.0 to 5.5 mm) and class 3 (5.5 to 6.9 mm).

4 REFERÊNCIAS

AGRIANUAL: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2008. 408 p.

ALBREGTS, E. E. Influence of plant size at transplanting on strawberry fruit yield. **Proceedings of Florida State of the Horticultural Society**, v. 81, p. 163-166, 1968.

ANDREWS, M. et al. A role for shoot protein in shoot-rot dry matter allocation in higher plants. **Annals of botany**, Londres, v. 87, p. 3-10, 2006.

ANDRIOLO, J. L. Preparo e manejo da solução nutritiva na produção de mudas e de frutas do morangueiro. In: SEMINÁRIO SOBRE O CULTIVO HIDROPÔNICO DO MORANGUEIRO, Santa Maria, RS. **Proceedings...** Santa Maria: UFSM, 2007. p. 60.

ANDRIOLO, J. L.; ESPÍNDOLA, M. C.; ESTEFANELLO, M. Crescimento e desenvolvimento de plantas de alface provenientes de mudas com diferentes idades fisiológicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, p. 1-15, 2003.

ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J. Sistema de produção do morango. In: SANTOS, A. M. et al. **Sistemas de produção**. Pelotas: EMBRAPA CT, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 14 set. 2009.

ANTUNES, L. C; REISSER JUNIOR, C. Produção integrada de morango: oportunidade de mercado. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 4.; ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 3., 2008, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: [s.n.], 2008. p. 15-20.

BETTI, J. A.; PASSOS, F. A.; TANAKA, M. A. S. Produção de mudas sadias de morangueiro. In: TRANI, P. E.; MACEDO A. C. (Ed.) **Manejo integrado de pragas e doenças do morangueiro**. São Paulo: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 2000. p. 55-61.

BISH, E. B.; CANTLIFFE, D. J.; CHANDLER, C. K. Temperature conditioning and container size affect early season fruit yield of strawberry plug plants in a winter, annual hill production system. **HortScience**, v. 37, n. 5, p. 762-764, 2002.

BISH, E. B. et al. Development of containerized strawberry transplants for Florida's winter production system. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, n. 439, p. 461-468, 1997.

BISOGNIN, D. A. Produção de plantas matrizes de morangueiro. In: SEMINÁRIO SOBRE O CULTIVO HIDRÔNICO DE MORANGUEIRO. **Proceedings...** Santa Maria: UFSM, 2007. p. 9-17.

BRINGHURST, R. S.; VOTH, V.; VAN HOOK, D. Relationship of root starch content and chilling history to performance of California strawberries. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, New York, v. 75, p. 373-381, 1960.

CAMARGO FILHO, W. P. et al. Estacionalidade dos preços e das quantidades de frutas olerícolas: melancia, melão e morango, 1987 - 91. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 75, 1994.

CAMARGO, L. S.; PASSOS, F. A. Morango. In: FURLANI, A.M.C.; VIEGAS, G.P. (Eds.). **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1993. v. 1, cap. 11, p. 411-432.

CARBONARI, R. **Produção do morango (Fragaria ssp) em função do processamento de mudas e épocas de plantio**. 1978. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"- Universidade de São Paulo. Piracicaba/ São Paulo. 1978.

CARVALHO, S. P. Histórico, importância socioeconômica e zoneamento da produção no Estado de Minas Gerais. In: CARVALHO, S. P. (Coord.). **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. p. 9-14.

CHANDLER, C. K. et al. Influence of propagation site on the fruiting of three strawberry clones grown in a Florida winter production system. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, New York, v. 102, p. 310-312, 1989.

DARROW, G. M. **The strawberry: history, breeding and physiology**. New York: Holt, Rinehart and Wiston, 1966. 447 p.

DÁVALOS, I. P. A. Una solución a largo plazo en problemas de la fresa, mejoramiento genético, zamora e irapuato, zonas vanguardistas de Mexico. **PanAgfa**, v. 65, n. 7, p. 31-33, 1979.

DUARTE FILHO, J. et al. Aspectos do florescimento e técnicas empregadas objetivando a produção precoce em morangueiros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198. p. 30-35, 1999.

DURNER, E. F.; POLING, E. B.; MAAS, J. L. Recent advances in strawberry plug transplant technology. **HortTechnology**, v. 12, p. 545-550, 2002.

DURNER, E. F. Winter greenhouse strawberry production using conditioned plug plants. **HortScience**, v. 34, p. 615-616, 1999.

DURNER, E. F.; POLING, E. B. Strawberry developmental responses to photoperiod and temperature: a review. **Advanced Strawberry Production**, v. 7, p. 6-14, 1988.

DURNER, E. F. et al. Photoperiod and temperature effects on flower and runner development in day-neutral, June-bearing and everbearing strawberries. **Journal of the American society for horticultural science**, Alexandria, v. 109, p. 396-400. 1984.

FABY, R. The productivity of graded "Elsanta" frigo plants from different origin. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 439, n. 1, p. 449-455, 1996.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. FAOSTAT: Agricultural Production/strawberry. 2008. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 27 ago.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de olericultura**. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FORTES, G. R. L. Produção de mudas básicas. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Eds.) **Morango: produção**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 31-34. (Frutas do Brasil, 40).

GALLETTA, G. J.; BRINGHURST, R. S. Strawberry management. In: _____; HIMELRICK, D. G. (Eds.). **Small fruit crop management**. Englewood Cliffs : Prentice Hall, 1990. cap. 3, p. 83-156.

GAUTIER, H.; GUICHARD, S.; TCHAMITCHIAN, M. Modulation of competition between fruits and leaves by flower pruning and water fogging, and consequences on tomato leaf and fruit growth. **Annals of Botany**, Londres, v. 88, p. 645-652, 2001.

GIMENEZ, G. et al. Cell size in trays for the production of strawberry plug transplants. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 7, p. 726-729, 2009.

GIMENEZ, G. et al. Closed soilless growing system for producing strawberry bare root transplants and runner tips. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 1757-1761, 2008a.

GIMENEZ, G.; ANDRIOLO, J. L.; GODOI, R. Cultivo sem solo do morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 273-279, 2008b .

GIMENEZ, G. Produção de mudas de morangueiro em hidroponia. In: SEMINÁRIO SOBRE O CULTIVO HIDRÔNICO DE MORANGUEIRO, Santa Maria, RS. **Proceedings...** Santa Maria: UFSM, 2007. p. 18-29.

GIMENEZ, G.; VICENTE, E.; MANZZIONI, A. **El cultivar de frutilla INIA Arazá**. Uruguay: Instituto Nacional de Investigación Agropecuária, 2003. 4 p. (Hoja de divulgación, n. 83).

GUTTRIDGE, C. G. *Fragaria* x ananassa. In: _____. **Handbook of flowering**. Boca Raton: CRC Press, 1985. v. 3, p. 16-33.

_____. *Fragaria*. In: _____. **The induction of flowering**. New York: Cornell University Press Ithaca, 1969. p. 247-267.

HENNION, B.; VESCHAMBRE, D. **La fraise: maîtrise de la production**. Paris: CTIFL, 1997. 299 p.

HICKLENTON, P. R.; REEKIE, J. Y. C. The nursery connection: exploring the links between transplant growth and development, establishment, and productivity in strawberry research to 2001. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, Alexandria, p. 136-152, 2003.

HOCHMUTH, G. et al. Fruiting responses and economics of containerized and bare root strawberry transplants established with different irrigation methods. **HortTechnology**, v. 16, p. 205-210, 2006a.

HOCHMUTH, G. et al. Containerized strawberry transplants reduce establishment-period water use and enhance early growth and flowering compared with bare-root plants. **HortTechnology**, v. 16, p. 46-54, 2006b.

HOCHMUTH, G. et al. Containerized transplants for establishing strawberry crops in Florida. **HortScience**, v. 37, p. 443-446, 2001.

HOKANSON, S. C. et al. Influence of plant storage duration on strawberry runner tip viability and field performance. **HortScience**, v. 39, p. 1596-1600, 2004.

HUMAN, J. P.; EVANS, E. P. The strawberry production in South Africa. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 265, n. 2, p. 757, 1989.

INTEGRATED PEST MANAGEMENT FOR STRAWBERRIES (IPM). [California]: University of California, 1994. (Publication, 3351).

ITO, H.; SAITO, T. Studies on the flower formation in the strawberry plants. I. Effects of temperature and photoperiod on the flower formation. **Tahoku Journal Agricultural Research**, v. 13, p. 191-203, 1962.

JAHN, D. L.; DANNA, M. N. Effects of cultivars and plant age on vegetative growth of the strawberry. *Fragaria ananassa*. **American Journal Botany**, n. 57. p. 993-999, 1970.

_____. Dormancy and growth of the strawberry plant. **Proceeding of American Society of Horticulturae Science**, New York, v. 89, p. 322-330, 1966.

JANSEN, W. A. G. M. et al. Growing media and plant densities for strawberry transplants. **Acta horticulturae**, Amsterdam, v. 439, p. 457-460, 1997.

JOSEPH, J. A. et al. Reversals of age-related declines in neuronal signal transduction, cognitive, and motor behavioral deficits with blueberry, spinach, or strawberry dietary supplementation. **The Journal of Neuroscience**, v. 19, n. 18, p. 8114–8121, 1999.

JOSEPH, J. A. et al. Long-term dietary strawberry, spinach, or vitamin E supplementation retards the onset of age-related neuronal signal-transduction and cognitive behavioral deficits. **The Journal of Neuroscience**, v. 18, n. 19, p. 8047–8055, 1998.

KIRSCHBAUM, D. S. et al. Propagation site latitude influences initial carbohydrate concentration and partitioning, growth, and fruiting of ‘Sweet Charlie’ strawberry transplants grown in Florida. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 111, p. 93-96, 1998.

LARSON, K. D.; PONCE, E. E. **Containerized strawberry transplants as a replacement for methyl bromide soil fumigation in California strawberry nurseries: final report.** [California]: University of California, 2002.

_____. Strawberry. In: SCHAFFER, B.; ANDERSON, P. C. **Handbook of environmental physiology of fruit crops.** Temperature crops. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 271-297.

LIETEN, F. Recent advances in strawberry plug transplant technology. **Acta horticulturae**, Amsterdam, v. 513, p. 383-388, 2000.

_____. La fragola in Belgio-Olanda. In: _____. **La fragola verso il 2000.** Verona: Convegno Nazionale: Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura di Verona, 1998. p. 83-94.

_____. Relationship of digging date, chilling and root carbohydrate content to storability of strawberry plant. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 439, p. 623-626, 1997.

_____. Short cut strawberry propagation. **Grower**, n. 17, p. 35, 1994.

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

MAAS, J. L. Opportunities to reduce the potential for disease infection and spread with strawberry plug plants. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 513, p. 409-414, 2000.

MAAS, J. L.; WANG, S. Y.; GALLETTA, G. J. Evaluation of strawberry genotypes for ellagic acid, an antimutagenic and anticarcinogenic plant phenol. In: DALE, A.; LUBY, J. J. (Eds.). **The Strawberry into the 21st Century.** Portland: Timber Press, 1991. v. 29, p. 115-117.

MEIER, U. et al. Phänologische Entwicklungsstadien des Kernobstes (*Malus domestica* Borkh. und *Pyrus communis* L.), des Steinobstes (*Prunus*-Arten), der Johannisbeere (*Ribes*-Arten) und der Erdbeere (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Nachrichtenbl. Deutschland Pflanzenschutz**, v. 46, p. 141-153, 1994.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41 p.

NESI, C. N.; VERONA, L. A. F.; GROSSI, R. A produção de morangos em Santa Catarina no ano de 2006. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 4.; ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 3., 2008, Pelotas, RS, **Anais...** Pelotas: [s.n.], 2008. p 100.

NICOLL, M. F.; GALLETTA, G. J. Variation in growth and flowering habits of Junebearing and everbearing strawberries. **Journal of American Society Horticultural Science**, v. 112, p. 872-880, 1987.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 520-522, 2006.

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.; NAKASU, B. H.; SCIVITTARO, W. B. Tecnologias para qualidade de mudas de morangueiro e amora-preta. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE PEQUENAS FRUTAS, 2., 2004, Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 39-47. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 44).

PALHA, M. G.; MONTEIRO, A. A. Influence of digging date at the nursery and cold storage treatment in the strawberry flower development. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 15, p. 447-452, 1997.

PASSOS, F. A. **Influência de sistemas de cultivo na cultura do morango (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. 1997. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

PERTUZÉ, R. et al. Evaluation of strawberry nursery management techniques to improve quality of plants. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 708, p. 245-248, 2006.

RESENDE, L. M. A.; MASCARENAS, M. H. T; PAIVA, B. M. Panorama da produção e comercialização do morango. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 5-19, 1999.

RICE JR. R. P. Effects of cultivar and environmental interactions on runner production, fruit yield, and harvest timing of strawberry (*Fragaria x ananassa*) in Zimbabwe. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 279, p. 327-332, 1990.

RIO GRANDE DO SUL. Comissão Estadual de Sementes e Mudas do Rio Grande do Sul. **Normas e padrões de produção de mudas de fruteiras para o Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: CESM, 1998. 100 p.

ROBERTSON, M. Studies in the development of the strawberry III . Flower-bud initiation and development in large-fruited perpetual “Remontant” strawberries. **Journal Agricultural Science**, v. 30, p. 62-68, 1955.

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

SANTOS, A. M. Cultivares. In: SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (Eds.). **Morango**: produção. Brasília: Embrapa Clima Temperado, 2003. 81 p.

SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. **Morango**: produção frutas do Brasil. 40 ed. Pelotas, RS: EMBRAPA Clima Temperado, 2003. 81 p.

SANTOS, A. M. Melhoramento genético do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 198, p. 24-29, 1999.

STRECK, N. A. et al. Estimativa do plastocrono em meloeiro (*Cucumis melo* L.) cultivado em estufa plástica em diferentes épocas do ano. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1275-1280, 2005.

TAKEDA, F.; HOKANSON S. C. Strawberry fruit and plug plant production in the greenhouse. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 626, p. 283-285, 2003.

TAYLOR, D. R. The physiology of flowering strawberry. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 567, n. 2, p. 245-251, 2002.

TESTONI, A.; LOVATI, F. Considerazioni su alcuni aspetti qualitativi dei frutti di fragola. In: FAEDI, W. (Ed.) **La Fragola verso il 2000**. Verona: Convegno Nazionale, Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura, 1998. p. 263-277.

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

VERDIER, M. **Cultivo del fresón en climas templados**. Provincial de Huelva: Caja Rural, 1987. 214 p.