

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

**MULTIPLICAÇÃO DE MUDAS MATRIZES OBTIDAS
DE PONTAS DE ESTOLÕES DE MORANGUEIRO EM
DIFERENTES ÉPOCAS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Miriane Dal Picio

Santa Maria,RS,Brasil

2010

**MULTIPLICAÇÃO DE MUDAS MATRIZES OBTIDAS DE
PONTAS DE ESTOLÕES DE MORANGUEIRO EM
DIFERENTES ÉPOCAS**

por

Miriane Dal Picio

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

Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Jerônimo Luiz Andriolo

Santa Maria, RS, Brasil

2010

Picio, Miriane Dal, 1979-
P593m

Multiplicação de mudas matrizes obtidas de pontas de estolões de morangueiro em diferentes épocas / Miriane Dal Picio. - 2010.
31 f. ; il.

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

“Orientador: Prof. Jerônimo Luis Andriolo”

1. Agronomia 2. *Fragaria x ananassa Duch* 3. Propagação de plantas. 4. Qualidade fisiológica 5. Pontas de estolão I. Andriolo, Jerônimo Luis 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 Miriane Dal Picio. A reprodução de partes ou de todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.
Endereço: R. Roberto Holtermann, nº10, apto 501, Bairro Medianeira, Santa Maria, RS.
Endereço eletrônico: mirianedalpicio@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

**MULTIPLICAÇÃO DE MUDAS MATRIZES OBTIDAS DE PONTAS DE
ESTOLÕES DE MORANGUEIRO EM DIFERENTES ÉPOCAS**

elaborada por
Miriane Dal Picio

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA

Jerônimo Luiz Andriolo, Dr.
(Presidente/Orientador)

Dilson Antônio Bisongin, PhD. (UFSM)
(Co-orientador)

Eunice Oliveira Calvete, Dra. (UPF)

Santa Maria, 25 de fevereiro de 2010.

*“Ao meu marido Júlio por
compartilhar comigo os momentos difíceis
e também as alegrias nesta etapa da
minha vida...
dedico.”*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida, pela fé que me faz seguir em frente.

Aos meus pais Adelino e Geneci, pela vida, pela educação, pelos exemplos de superação, pelo carinho e dedicação, por tudo o que sou.

Ao meu amado marido Júlio pelo companheirismo, por compartilhar comigo momentos de dificuldades e alegrias. Por todo seu amor, carinho, incentivo, paciência, compreensão e ajuda...

Ao Professor Jerônimo, pela oportunidade que me deste, pela credibilidade em mim depositada, pela orientação e pela contribuição na minha formação científica. Além de mestre um amigo.

Aos colegas e amigos do Grupo de Pesquisa do Morango, pela acolhida, pela amizade, pelo apoio nos trabalhos. Em especial a Djeimi e ao Odair que além de grandes amigos, me ajudaram incansavelmente nos trabalhos de campo, tornando os dias quentes e insuportáveis dentro do telado um pouco mais agradáveis.

Ao Professor Dilson, pela amizade, pelas sugestões e orientação e pelos seus valiosos ensinamentos.

A minha amiga Cleusa, pelos momentos de boa conversa e de estudo, pela sua amizade.

A Professora Eunice por ter aceitado ser parte da banca e pelo incentivo que me deste em seguir nesta área e trabalhar com morango.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelo conhecimento transferido.

A Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade da realização do mestrado e pela acolhida.

A todos aqueles aqui não citados, mas tenham certeza, lembrados, meu carinho, minha admiração e meus sinceros agradecimentos.

Obrigada !

“A ciência nos traz conhecimento; a vida, sabedoria.”

Will Durant

RESUMO

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

MULTIPLICAÇÃO DE MUDAS MATRIZES OBTIDAS DE PONTAS DE ESTOLÕES DE MORANGUEIRO EM DIFERENTES ÉPOCAS

AUTORA: MIRIANE DAL PICIO
ORIENTADOR: JERÔNIMO LUIZ ANDRIOLO

Santa Maria, 25 de fevereiro de 2010.

O objetivo desta pesquisa foi determinar o número de pontas de estolões, o diâmetro de coroa e o número de primórdios radiculares de pontas emitidas por plantas matrizes micropropagadas e por plantas matrizes multiplicadas em diferentes épocas de plantio. O experimento foi conduzido entre outubro de 2008 e abril de 2009, com as cultivares INIA-Arazá, INIA-Guenoa e INIA-Yvapitá em dez épocas de plantio, aos 37, 40, 46, 51, 58, 64, 67, 75 e 87 dias após o plantio das plantas micropropagadas, respectivamente. O número de pontas de estolão diminuiu linearmente com a época de plantio enquanto o diâmetro da coroa e o número de nódulos radiculares não foi afetado. O número mais elevado de pontas foi obtido com as plantas micropropagadas e a cultivar INIA-Arazá foi a mais prolífica. A multiplicação de plantas matrizes pode ser um novo método de propagação a ser empregado para reduzir o número de plantas matrizes micropropagadas na produção de mudas de morangueiro em bandejas.

Termos para indexação: *Fragaria x ananassa* Duch., propagação de plantas, qualidade fisiológica, pontas de estolão.

ABSTRACT

Master's Thesis
Graduate Program in Agronomy
Universidade Federal de Santa Maria

MULTIPLICATION OF STRAWBERRY STOCK PLANTS FOR IMPROVING PRODUCTION OF PLUG TRANSPLANTS

AUTHOR: MIRIANE DAL PICIO
ADVISOR: JERÔNIMO LUIZ ANDRIOLO

Santa Maria, 25 de fevereiro de 2010.

The objective of this research was to determine number, crown diameter and root nodules of runner tips produced by micropropagated and multiplied strawberry stock plants at different planting times. The experiment was conducted between October, 2008 and April, 2009, with cultivars INIA-Arazá, INIA-Guenoa and INIA-Yvapitá and ten planting times, at 37; 40; 46; 51; 58; 64; 67; 75 and 87 days after planting the micropropagated stock plants, respectively. Number of runner tips decreased linearly by delaying planting time of stock plants, while crown diameter and number of root nodules were not affected. Higher number of runner tips was produced by micropropagated plants and INIA-Arazá was the most prolific cultivar. Multiplying stock plants may be a new propagation method than can be used for reducing the number of micropropagated stock plants required for the production of strawberry commercial plug transplants.

Index terms: *Fragaria x ananassa* Duch., plant propagation, physiological quality, runner tips.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Origem e situação da cultura do morangueiro.....	11
2.2 A Cultura do morangueiro	12
2.3. Produção de mudas matrizes através da cultura de tecidos	14
2.4 Produção de mudas comerciais.....	14
2.4.1 Sistemas de cultivo.....	14
2.4.1.1 Cultivo no solo.....	15
2.4.1.2 Cultivo fora do solo.....	15
3 CAPÍTULO I - Multiplication of strawberry stock plants using runner tips at different planting times.....	17
3.1 Introduction.....	18
3.2 Material and Methods.....	20
3.3 Results and Discussion	21
3.4 Conclusion	24
4 REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa Duch.*) é a espécie de maior expressão econômica dentro do grupo de pequenas frutas. No Rio Grande do Sul tem grande importância no ponto de vista econômico e social já que a cultura é conduzida predominantemente por pequenas propriedades familiares (OLIVEIRA et al., 2006).

Mudas com qualidade genética comprovada e elevada qualidade fisiológica e sanitária são alguns dos fatores determinantes para o sucesso de uma lavoura de morangueiro (BUENO, 2006). A renovação anual com mudas saudáveis tem sido recomendada para evitar o acúmulo de doenças durante o ciclo da cultura, o que ocasiona redução na produtividade da mesma.

A utilização de plantas matrizes obtidas através da micropropagação, sistemas de cultivo fora do solo e mudas com torrão são algumas tecnologias adotadas por viveiristas na Europa, Estados Unidos e Canadá para a obtenção de mudas de alta qualidade. Para a produção de mudas com torrão pontas de estolão são coletadas e colocadas para enraizar em bandejas de poliestireno contendo substrato (DURNER, 2002). No Brasil, apesar de serem utilizadas plantas matrizes provenientes da cultura *in vitro*, grande parte das mudas ainda é produzida no solo, em áreas contaminadas com pragas e doenças, não atingindo os padrões de certificação.

Segundo a Comissão Estadual de sementes e mudas do Rio Grande do Sul (1988), 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.

Este trabalho teve como objetivo determinar o número de pontas de estolões, o diâmetro de coroa e o número de primórdios radiculares de pontas emitidas por plantas matrizes micropropagadas e por plantas matrizes multiplicadas em diferentes épocas de plantio.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem e situação da cultura do morangueiro

O morangueiro pertence a família Rosaceae, gênero *Fragaria Linnaeus*. A principal espécie cultivada é a *Fragaria x ananassa* Duch, um híbrido octaplóide ($2n = 8x = 56$) originado do cruzamento de *Fragaria chiloensis* L., originária do Chile, e *Fragaria virginiana* Duch. encontrada nos Estados Unidos e Canadá (DARROW, 1966; HANCOCK, 1992). A partir do século XIX tiveram início programas de melhoramento genético da espécie, que resultaram em um grande avanço genético e o desenvolvimento de novas cultivares. Essa cultura passou a despertar interesse comercial, inicialmente na América do Norte e depois na Europa, Ásia, América do Sul e África (OLIVEIRA & SANTOS, 2003).

O morango se tornou uma das frutas mais importantes no mercado mundial de pequenas frutas. A produção mundial chegou a 3,5 milhões de toneladas com uma área cultivada de aproximadamente 200.000 ha em 2006 (FAO). Os três maiores produtores são os Estados Unidos, a China e a Espanha, com cerca de 53% da produção mundial naquele ano. A produção brasileira está em torno de 100.000 toneladas por ano, concentrada nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul (MADAIL, 2008).

No Rio Grande do Sul a produção está em torno de 16.000 toneladas, distribuída na região do Vale do Rio Caí, principal produtora com produção média de sete mil toneladas, seguida pela região da Serra Gaúcha, com seis mil toneladas e pela região Sul do RS com três mil toneladas (MADAIL, 2008).

2.2 A Cultura do morangueiro

O morangueiro é uma planta de hábito de crescimento rasteiro e características de planta herbácea. Embora seja uma cultura perene, é renovada anualmente devido ao acúmulo de doenças de um ciclo para o outro (DARROW, 1966; GIMENEZ, 2008).

A planta é formada pelo sistema radicular, coroa, folhas, estolões, flores e frutos. O sistema radicular é formado por raízes adventícias e fasciculadas. As raízes adventícias ou primárias são grandes e perenes, com função de reserva, contribuindo também para a absorção de água e nutrientes. As raízes fasciculadas ou secundárias são longas e se desenvolvem lateralmente ao rizoma, dispostas em camadas superpostas, ficando as camadas mais novas acima das mais velhas (GALLETA & BRINGHURST, 1990; PIRES, 2000).

O caule da planta é chamado de coroa e é cilíndrico com entrenós curtos. Na fase vegetativa o meristema apical da coroa produz novos entrenós e uma folha trifoliolada com pecíolo longo em cada nó e uma gema axilar (HYTÖNEN, 2009). Novas coroas, estolões e inflorescências são emitidas pelas gemas axilares, as quais dependem das condições ambientais e nutricionais da planta.

As folhas do morangueiro são trifoliadas, ou seja, compostas por três folíolos, cada um com seu próprio pecíolo, unidas a um pecíolo principal. Entretanto, há genótipos que podem apresentar quatro ou cinco folíolos. As folhas são formadas nos nós das coroas e estão dispostas em espiral para maximizar a exposição à luz. Nas axilas das folhas estão as gemas, que em função da temperatura e do fotoperíodo poderão diferenciar-se para a emissão de coroas secundárias, estolões ou inflorescências (BRAZANTI, 1989; GIMENEZ, 2008).

Os estolões são as estruturas de propagação vegetativa da planta, formados a partir de gemas axilares das folhas. São constituídos por nós e entrenós e emitidos em condições de fotoperíodo superior a 14 horas e temperaturas do ar entre 20-26°C (SMEETS, 1980; SONSTEBY, 1997). A reprodução assexuada através de estolões é utilizada comercialmente para a produção de mudas, enquanto a reprodução sexuada através de sementes é utilizada nos programas de melhoramento genético. As mudas são formadas em séries nos nós, a partir de pontas de estolões que enraízam. As novas plantas formadas dependem da nutrição e da água fornecidas pela planta matriz até o desenvolvimento do sistema radicular, o qual ocorre aproximadamente 10-15 dias após a emissão das folhas, com variações entre as cultivares. O número de estolões formados por planta também depende da cultivar e das condições

ambientais. A produção de estolões pode ser estimulada pelo número de horas de frio acumuladas antes da primavera (STRAND, 1994; SERÇE & HANCOCK, 2005).

O ciclo de desenvolvimento da planta é dividido em duas fases: reprodutiva e vegetativa. A fase reprodutiva inclui a indução floral, iniciação e surgimento das flores, formação, crescimento e maturação dos frutos. A fase vegetativa inclui a propagação através de estolões, emissão de novas folhas e formação de coroas secundárias.

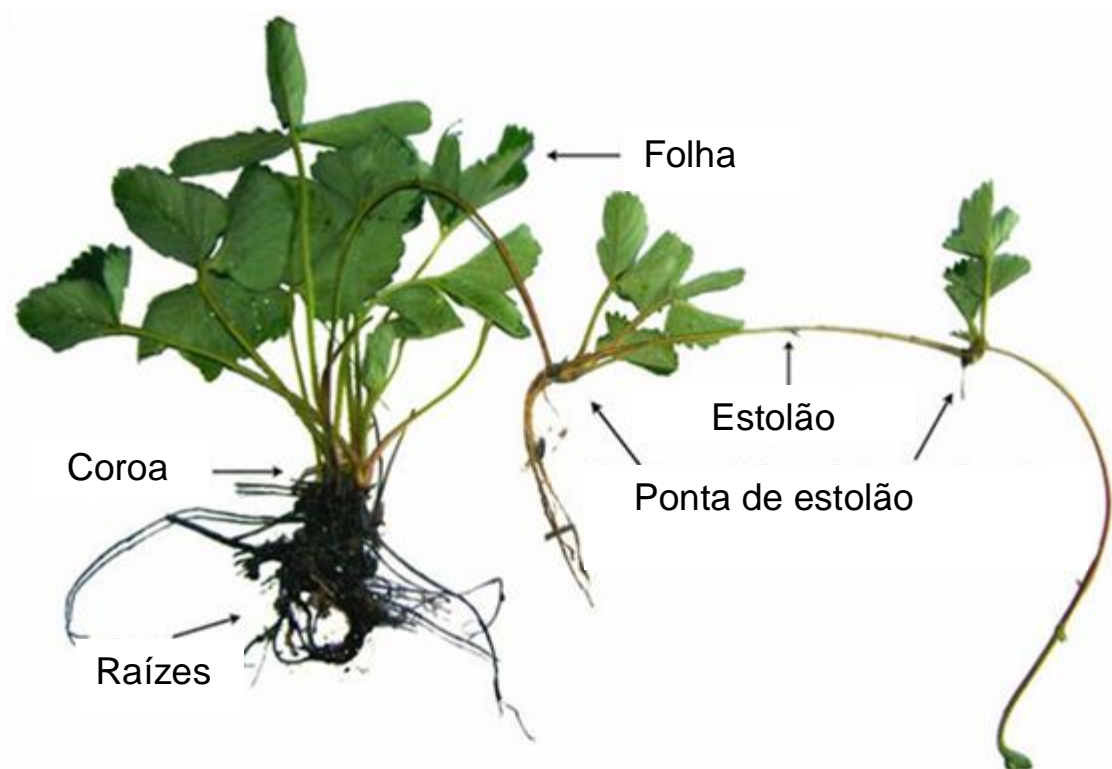


Figura1: Anatomia básica de uma planta de morangueiro em fase vegetativa. (Adaptado de Suzanne Wold-Burkness U of MN). Fonte: <http://www.extension.umn.edu/distribution/horticulture/M1238.html>

O crescimento e o desenvolvimento do morangueiro são controlados principalmente pela temperatura e fotoperíodo, além de serem dependentes da cultivar (LARSON,1994). Pelo fato de ser uma espécie octaplóide, a variabilidade genética nesta cultura é alta para a resposta térmica e fotoperiódica. Conseqüentemente encontram-se genótipos adaptados as mais diferentes condições ambientais. As cultivares sensíveis ao fotoperíodo, denominados de dias curtos (DC), iniciam a diferenciação das gemas axilares para formação de estolões com fotoperíodo acima de 14 horas. Aquelas sem exigências de fotoperíodo, denominadas de dias neutros (DN), dependem somente da temperatura para a emissão de estolões e indução floral (DARROW,1966; SONSTEBY,1997).

2.3. Produção de mudas matrizes através da cultura de tecidos

A qualidade da muda é fundamental para o sucesso da lavoura de morangueiro. O emprego de sistemas sem solo e a utilização de mudas matrizes produzidas *in vitro* são alternativas indicadas para a produção de mudas de alta qualidade. A cultura de meristemas é utilizada para a eliminação de viroses e micoplasmas, fundamentando-se no fato de que o tecido meristemático é praticamente livre desses patógenos (OLIVEIRA et al., 2005). A produção de mudas matrizes *in vitro* compreende quatro estágios que inicia com a seleção de plantas matrizes sadias para a obtenção de explantes, desinfecção e cultivo em meio asséptico, transferência para meio de enraizamento, transplântio para substrato e aclimatização (GRATTAPAGLIA & MACHADO, 1998). A aclimatização é um processo necessário para que as plantas se adaptem ao crescimento em condições autotróficas. Essa fase é crítica na produção de mudas, pois se não for bem manejada grande número de mudas provindas do cultivo *in vitro* podem morrer (BISOGNIN, 2007). Por esses motivos a muda matriz produzida através da micropropagação tem um custo elevado. No Brasil, a produção de plantas matrizes de morangueiro e, conseqüentemente, de mudas, é insuficiente para atender a demanda, sendo necessária a ampliação dessa atividade (OLIVEIRA et al., 2005).

2.4 Produção de mudas comerciais

A produção comercial de mudas de morangueiro pode ser feita, tanto em cultivos no solo, quanto fora do solo em ambiente protegido. No Brasil a maioria das mudas é produzida no solo, em áreas contaminadas com pragas e doenças e comercializadas sem nenhuma seleção, o que confere baixa qualidade fisiológica e sanitária, reduzindo a produtividade da cultura. Isso faz com que os produtores importem cerca de 80% das mudas utilizadas do Chile e da Argentina (OLIVEIRA, et al. 2006). As mudas importadas apresentam alguns problemas como atraso na entrega, danos ocasionados durante o transporte, são produzidas em condições de clima e solo diferentes das nossas condições, podem introduzir novas doenças e ainda disseminar aquelas já existentes, além do custo ser elevado.

2.4.1 Sistemas de cultivo

2.4.1.1 Cultivo no solo

Cultivo no solo as plantas matrizes são plantadas diretamente no solo previamente desinfestado. Com a proibição do brometo de metila a desinfecção do solo está cada vez mais difícil, pois outros fumigantes não apresentam a mesma eficiência (GIMENEZ et al., 2008). O viveiro deve ser instalado em um solo com baixo potencial de inóculo, livre de nematóides, leve e com boa estrutura física de modo a facilitar o enraizamento das mudas. Deve ser também preferencialmente arenoso, para facilitar o arranquio da mudas (SANTOS & MEDEIROS, 2003). O espaçamento mais utilizado para plantio das plantas matrizes é de 2m x 1m, 1m x 3m ou 2m x 2m, sendo usadas de 2.500 a 5.000 matrizes por hectare, com potencial de produção de 1.000.000 de mudas, sendo que esse potencial é variável de acordo com a cultivar (BUENO, 2006). A época de plantio deve ser determinada pela cultivar e pelas condições climáticas da região de cultivo (TESSAROLI NETO et al., 2003). Os estolões emitidos em contato com o solo enraízam, produzindo mudas de raízes nuas. Porém esse sistema apresenta algumas desvantagens. Até o momento do arranquio que ocorre em meados do outono ocorre a produção de mudas de diferente idade fisiológica, as quais ficam expostas por um longo período a insetos e doenças. No arranquio, deve ser feita a limpeza e classificação das mudas, o que pode causar danos às raízes e à parte aérea, reduzindo o pegamento e a uniformidade da lavoura.

2.4.1.2 Cultivo fora do solo

No sistema fora do solo as plantas matrizes são plantadas em substratos inertes ou orgânicos livres de patógenos, acondicionados em recipientes individualizados ou em leito de cultivo, sendo os nutrientes fornecidos por meio de solução nutritiva. No leito de cultivo, assim como ocorre no solo, os estolões emitidos enraízam em contato com o substrato produzindo assim mudas de raízes nuas. Quando as plantas matrizes são acondicionadas em recipientes individualizados, geralmente são utilizados sacos ou sacolas de polietileno, preenchidos com substrato e cobertas por um filme de polietileno (*mulching*). As plantas matrizes emitem os estolões os quais são retirados e colocados para enraizar em bandejas de poliestireno contendo substrato (TREDER et al., 2007). Mudas assim produzidas são

denominadas de *plug plants* ou mudas com torrão. A produção de mudas nesse sistema surgiu com a proibição do uso de brometo de metila, que era um fumigante utilizado para desinfecção do solo altamente eficiente. Esse tipo de muda apresenta algumas vantagens adicionais como baixa ou nenhuma contaminação por doenças radiculares por serem obtidas de pontas de estolões, as mudas ficam prontas em até 5 semanas ficando menos tempos expostas a insetos vetores de doenças, reduzindo o uso de pesticidas, as raízes ficam envoltas pelo substrato o que confere proteção possibilitando o plantio mecanizado e reduzindo os custos de mão de obra (WILSON, 1997; LIETEN, 2000; DURNER, 2002). O sistema radicular permanece ativo permitindo taxa de sobrevivência das mudas próxima a 100% e um rápido crescimento inicial após o plantio. Essa tecnologia permite a disponibilidade de mudas na época recomendada para o plantio, obtendo-se produção mais precoce de frutas (GIMENEZ, et al., 2008).

3 CAPÍTULO I

MULTIPLICATION OF STRAWBERRY STOCK PLANTS USING RUNNER TIPS AT DIFFERENT PLANTING TIMES

MULTIPLICATION OF STRAWBERRY STOCK PLANTS USING RUNNER TIPS AT DIFFERENT PLANTING TIMES

3.1 Introduction

The use of transplants of high physiological and sanitary quality is a critical step in the strawberry crop production. In Brazil, transplants are mainly of bare root type and they are produced in soils contaminated by diseases, leading to low fruit yield. As a consequence, growers import every year from Argentina and Chile a great proportion of transplants they need to establish their crops (OLIVEIRA et al., 2006).

Nowadays, for strawberry commercial fruit production there is a trend in many countries to use plug transplants instead of bare root transplants (DURNER et al., 2002). They are obtained from runner tips rooted in trays filled with substrate. Main advantages of plug transplants are easy of transplanting, reduction in pesticide requirements to control soil borne diseases, lower water requirements and improved plant survival (DURNER et al., 2002; GIMÉNEZ et al., 2008). In United States and Canada, to produce runner tips for further production of plug transplants, micropropagated plants are transplanted as stock plants in double-rows on fumigated raised beds covered with polyethylene mulch (DURNER et al., 2002). In Europe, plastic bags or small pots are used (ARMEFLHOR, 2006). Runner tips are emitted from early spring to late summer, when growers need transplants to establish their crops. Therefore, before the right time for plug transplant production, runner tips had to be picked out and discarded and labor costs are increased. Another consequence is that a high number of micropropagated plants had to be planted at spring to attain a high production of plug transplants in a short time period in late summer.

For production of strawberry plug transplants in Brazil, acclimatized *in vitro* stock plants are planted at early spring in soilless growing systems (GIMÉNEZ et al., 2008). About

one month later the emission of runners begins and proceeds until late summer. In Southern Brazil, growers plant their crops for fruit production in March, April and May. The production of commercial plug transplants by nurseries begins in late January and it had to be planned in such a way to attain the grower's planting timing.

Strawberry runner tips to be used for plug transplant production has been considered as bearing two trifoliolate leaves, with the oldest one measuring between 6.5 and 10 cm and a crown diameter between 2 to 5 mm, with visible root nodules, preferably 0.5 to 1 cm long (HENNION et al., 1997; LIETEN, 2000; DURNER et al., 2002). Tips harvested with such characteristics stay for about 30-35 days in trays with substrate for rooting and starting growing new leaves. From October until December, runner tips emitted by stock plants are periodically cut off and discarded, because it is not the right time for production of commercial transplants. During this time, intensive labor is required to plant and nutrient solution management. Production costs are increased by additional labor, fertilizers and substrate in relation to the traditional production method of bare root transplants.

A way to increase the number of stock plants may be planting runner tips they emit from October to December, to generate new ones. Therefore, the number of stock plants available for plug transplant production in January may be also increased. This practice may be a way to improve the efficiency of this propagation method and reducing production costs. However, in late spring, emission of runners by multiplied stock plants is stimulated by temperature and photoperiod. In such conditions, a competition for assimilates between growth of runners and multiplied stock plants could take place, leading to reduction in number, growth and development of runner tips. Data to clarify such questions were not found in the literature.

The objective of this research was to determine number, crown diameter and root nodules of runner tips produced by micropropagated and multiplied strawberry stock plants at different planting times.

3.2 Material and Methods

The experiment was carried out at Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (latitude: 29 ° 42'S, longitude: 53 ° 42'W, altitude: 95m) between October 1st, 2008, and April 15th, 2009, inside a polyethylene greenhouse. During this time period, maximum, minimum and monthly average air temperatures were, 34.2°C, 17.4°C and 25.8°C, respectively.

Acclimatized strawberry stock plants were obtained from the Laboratory of Breeding and Multiplication of Asexually Propagated Crops. Micropropagated stock plants from Laboratory were acclimatized in the greenhouse (BISOGNIN, 2007) and planted at October 1st, 2008. At 37; 40; 46; 51; 58; 64; 67; 75 and 87 days after planting, runner tips emitted by micropropagated stock plants bearing as least one visible root nodule were harvested and counted and its crown diameter was measured. They were rooted in trays under mist for 12 days, in a similar way as done for plug transplant production (DURNER et al., 2002), acclimatized during four days and planted in bags. By this way, ten planting times were obtained, the first one by micropropagated plants and the other nine by multiplied plants.

Planting was done in 2.3 dm³ polyethylene bags, filled with the organic substrate Plantmax HA® and placed on top of a polyethylene film-covered-bed, at 0.80m height from soil surface. A plant density of 12 plants m⁻² was used, with a distance of 0.27m between rows and 0.30m between bags. Water and nutrients were supplied by fertigation, with a 30% coefficient of drainage, using a nutrient solution containing, in mmol L⁻¹: 10.6 NO₃⁻; 0.43 NH₄⁺; 2 H₂PO₄⁻; 6.15 K⁺; 3.0 Ca²⁺; 1 Mg²⁺ and 1 SO₄²⁻, 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 1.4 and 1.5 dS m⁻¹, respectively (ANDRIOLO, 2007). Plants were daily fertigated three times during 15 minutes, at 9:00, 12:00 and 16:00 from October 1st and November 20th. From November 20th to April 15th, additional five minutes daily fertigations were done at 10:30, 13:30, 15:00, 17:00 and 19:00.

The short day strawberry cultivars INIA-Arazá, INIA-Guenoa and INIA-Yvapidá were used. INIA-Arazá has a very early harvest season under plastic tunnels and produces a high number of runners in the nursery. INIA-Guenoa has an erect plant with good architecture, equilibrated in vigor and production. INIA-Yvapidá is a genotype only adapted to open field crop. It has a strong and vigorous plant and produces a good number of runners in the nursery (VICENTE et al., 2009).

Treatments were three cultivars and ten planting times, in a split plot block randomized experimental design, with seven replications of one plant, cultivars in plots and planting times in subplots.

Runner tips emitted were harvested, counted, the crown diameter measured and the number of visible root nodules was recorded. Counted data were transformed by the equation $(x+0,5)^{1/2}$. All data were submitted to analysis of variance and variables differing by the F test at $p>0.05$ were compared by the Scott Knott test or polynomial regression.

3.3 Results and Discussion

Number of runner tips decreased linearly along the ten planting times (Figure 1). Higher numbers were produced by micropropagated plants, of 60, 25 and 36 for cultivars INIA-Arazá, INIA-Guenoa and INIA-Yvapidá, respectively. Decreasing rates were recorded among planting times of multiplied plants. It was stronger on INIA-Arazá and similar on INIA-Guenoa and INIA-Yvapidá. Such differences in number of runner tips were a

consequence of the number of days for plant growth and development from planting to the end of the experiment. At this time, the amount of runner tips produced along the ten planting times were 257, 122 and 215 for INIA-Arazá on INIA-Guenoa and INIA-Yvapiá, respectively.

Crown diameters of runner tips produced along the ten planting times differed among cultivars (Table 1). Higher mean values were recorded on cultivar INIA-Yvapiá and lower ones on cultivar INIA-Arazá. Among the ten planting times, no significant differences were recorded in the crown diameter of runner tips.

The number of root nodules of runner tips also differed among cultivars (Table 2). The higher number of nodules was recorded in the cultivar INIA-Arazá, having the lower crown diameter. Similar numbers were observed in cultivars INIA-Guenoa and INIA-Yvapiá, 1.79 times on average lower than in cultivar INIA-Arazá. Such differences in number of root nodules of strawberry runner tips have been considered as a genotypic characteristic (HOCKANSON, 2004). Thus, differing the planting time by multiplying stock plants did not affect the crown diameter and number of root nodules of runner tips and the survival rate was 100% on all cultivars (data not shown).

By the usual method of strawberry plug plant production, only runner tips of micropropagated plants would be produced. These numbers were 60, 25 and 36, for cultivars INIA-Arazá, INIA-Guenoa and INIA-Yvapiá, respectively (Figure 1). Of that, 71% on average were available for plug transplant production at the right time for sale. Among the remainder 29%, 25.4% were used in the present experiment as multiplied stock plants. The number of runner tips produced by micropropagated plants was 300 tips m⁻² in INIA-Guenoa, 432 tips m⁻² in INIA-Yvapiá and 720 tips m⁻² in INIA-Arazá. These numbers lie within the range reported by ARMEFLHOR (2006), of about 400 tips m⁻², on commercial cultivars. In a per plant basis, numbers were 60; 25 and 36 tips for clones INIA-Arazá, INIA-Guenoa and

INIA-Yvapitá, respectively. They were higher than the 10 and 22 tips plant⁻¹ reported by Hokanson (2004) in cultivars Northeaster and Lateaster, the 18,7 tips plant⁻¹ by Treder (2007) in Elsanta and the 12-20 tips plant⁻¹ by Lieten (2000) in Elsanta.

Among the ten planting times, a small number of runner tips were not used for production of plug transplants in plants from micropropagated stock plants and multiplied at 37, 40 and 46 days after the first planting time, because it was too later to more multiplications of stock plants and too early for production of plug transplants for sale. Considering all ten planting times, in average 95.4% of runner tips were used for plug transplant production. The number of runner tips produced by micropropagated plants was 1164 tips m⁻² in INIA-Guenoa, 2148 tips m⁻² in INIA-Yvapitá and 2364 tips m⁻² in INIA-Arazá. These numbers are higher than that reported by ARMEFLHOR (2006), of about 400 tips m⁻², on commercial cultivars. Using this method of multiplying stock plants, the number of runner tips for plug transplant production was increased 3.3; 3.9 and 5.0 times in INIA-Arazá, INIA-Guenoa and INIA-Yvapitá, respectively.

In the commercial production of strawberry transplants, the planting time of stock plants have to be determined to maximize the production of runner tips at the right time to produce and sale plug transplants. This may be done by early planting a small number of micropropagated stock plants followed by its multiplication, as done in the present experiment. Another way is planting a great number of such stock plants later in spring. The choice depends on availability of stock plants from laboratories and local productions costs for crop management. In both cases, genotypic differences should be taken into account. The prolificacy of the cultivar being used should be considered to estimate the number of stock plants necessary to attain commercial goals of plug transplant production. The growing system is another factor to be considered. In hydroponic facilities, plant densities from 6 to 12 stock plants m⁻² have been reported in the literature (TREDER et al., 2007; ARMEFLHOR

2006). In the present experiment using individual polyethylene bags the 12 stock plants m^{-2} was used, maximizing the surface use efficiency of the greenhouse.

Multiplying stock plants may be a new propagation method than can be used in the production of strawberry commercial plug transplants. Its main advantage is the reduction in the number of micropropagated stock plants required for runner tip production. To attain a production of 100,000 ones by the traditional method, 1,667 micropropagated plants would be necessary using the most prolific cultivar INIA-Arazá, which an average rate of 60 runner tips per micropropagated stock plant (Figure 1). By the present method, one micropropagated plant may reach 14 new stock plants in the further nine multiplications. Each one of these 14 new stock plants yielded 22 runner tips, at a rate of about 368 runner tips per micropropagated plant. With only 291 micropropagated plants the same 100,000 commercial plug transplants can be produced, which represent a reduction of about 83% on the required number of micropropagated stock plants.

3.4 Conclusion

- The number of strawberry runner tips decrease linearly by delaying planting time of stock plants.
- The crown diameter and the root nodules of runner tips are not affected by the planting time of stock plants.
- Multiplying stock plants is a method than can be used for reducing the number of micropropagated stock plants required for the production of strawberry commercial plug transplants.

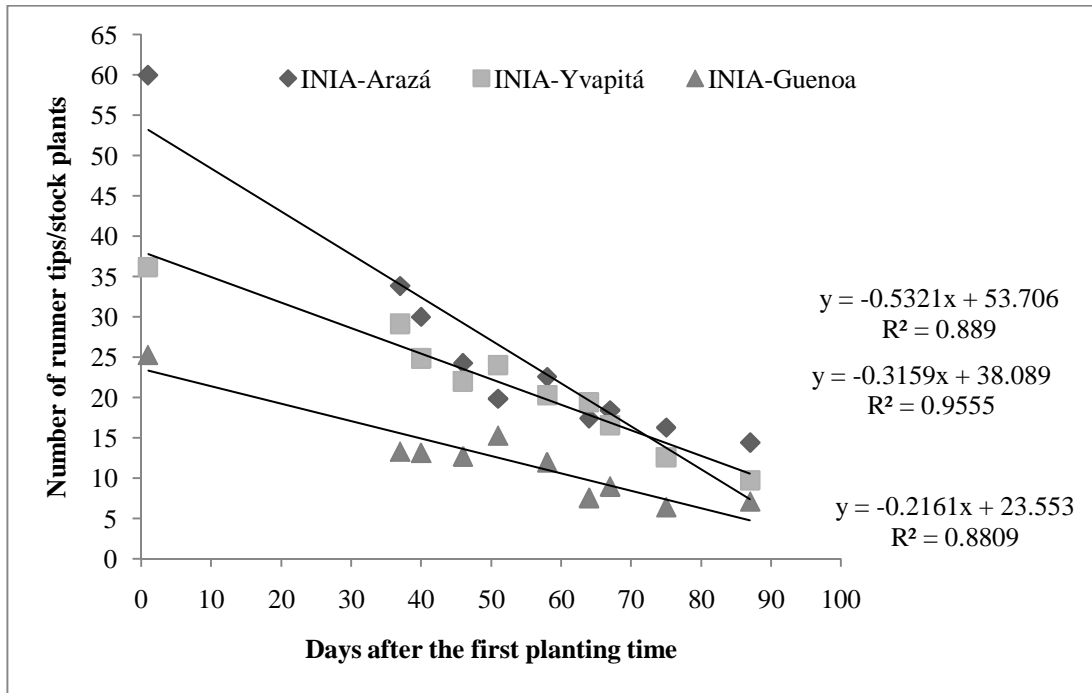


Figure 1. Average number of runner tips per stock plant produced by micropropagated (first serial planting time) and multiplied strawberry (2-10 serial planting times) stock plants of cultivars INIA-Arazá, INIA-Guenoa and INIA-Yvapitá. Santa Maria, RS, 2009.

Table 1. Crown diameter of runner tips produced by micropropagated (first serial planting time) and multiplied strawberry (2-10 serial planting times) stock plants of cultivars INIA-Arazá, INIA-Guenoa and INIA-Yvapidá. Santa Maria, RS, 2009.

Serial planting time	Days after the first planting time	Cultivars		
		INIA-Arazá	INIA-Guenoa	INIA-Yvapidá
1	0	5.69 ^{ns} c	7.00 ^{ns} b	8.22 ^{ns} a
2	37	5.56 ^{ns} c	7.00 ^{ns} b	8.19 ^{ns} a
3	40	5.57 ^{ns} c	6.92 ^{ns} b	8.04 ^{ns} a
4	46	5.44 ^{ns} b	7.22 ^{ns} a	7.94 ^{ns} a
5	51	4.97 ^{ns} c	7.35 ^{ns} b	8.33 ^{ns} a
6	58	5.79 ^{ns} c	7.40 ^{ns} b	8.25 ^{ns} a
7	64	5.46 ^{ns} c	7.19 ^{ns} b	8.36 ^{ns} a
8	67	6.10 ^{ns} b	7.74 ^{ns} a	8.00 ^{ns} a
9	75	5.82 ^{ns} c	7.14 ^{ns} b	8.01 ^{ns} a
10	87	6.07 ^{ns} b	7.55 ^{ns} a	7.68 ^{ns} a
Means		5.65	7.25	8.10
Cv(%) Planting time	10.16			
Cv(%) Cultivars	7.49			

Means followed by same normal letters in the line do not differ by the Scott Knott test at 5% probability.

^{ns} nonsignificant

Table 2. Number of root nodules of runner tips produced by micropropagated (first serial planting time) and multiplied strawberry (2-10 serial planting times) stock plants of cultivars INIA-Arazá, INIA-Guenoa and INIA-Yvapiá. Santa Maria, RS, 2009.

Serial planting time	Days after the first planting time	Cultivars		
		INIA-Arazá	INIA-Guenoa	INIA-Yvapiá
1	0	7.20 ^{ns} a	3.83 ^{ns} b	3.99 ^{ns} b
2	37	7.35 ^{ns} a	4.12 ^{ns} b	4.66 ^{ns} b
3	40	7.04 ^{ns} a	4.83 ^{ns} b	3.78 ^{ns} b
4	46	7.30 ^{ns} a	4.03 ^{ns} b	3.71 ^{ns} b
5	51	7.10 ^{ns} a	3.94 ^{ns} b	4.13 ^{ns} b
6	58	8.07 ^{ns} a	3.56 ^{ns} b	4.26 ^{ns} b
7	64	7.13 ^{ns} a	4.01 ^{ns} b	4.66 ^{ns} b
8	67	7.35 ^{ns} a	3.77 ^{ns} b	4.77 ^{ns} b
9	75	8.01 ^{ns} a	4.32 ^{ns} b	4.81 ^{ns} b
10	87	8.34 ^{ns} a	4.03 ^{ns} b	4.67 ^{ns} b
Means		7.49	4.04	4.34
Cv(%) Planting time	26.21			
Cv(%) Cultivars	15.19			

Means followed by same normal letters in the line do not differ by the Scott Knott test at 5% probability.

^{ns} non significant

4 REFERÊNCIAS

ANDRIOLO, J.L. Preparo e manejo da solução nutritiva na produção de mudas e de frutas do morangueiro. In: SEMINÁRIO SOBRE O CULTIVO HIDRÔNICO DE MORANGUEIRO, 2007, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia, 2007. p. 41-50.

ARMEFLHOR. Rapport technique sur la production de plants fraisimotte® a l'île de la reunion. Association Réunionnaise pour la modernization de l'Economie fruitière légumière et horticole. Saint-Pierre: [s.n.], 2006. 69 p.

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

BRAZANTI, E. C. **La Fresa**. Madri: Mundi-prensa, 1989. 386 p.

BUENO, S. C. S, 2006. Produção de mudas em ambiente protegido. [S.l.]: Embrapa Clima Temperado, 2006. 145 p. (**Documento, 171**). 145 p.

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

DURNER, E.F.; POLING, E.B.; MAAS, J.L. Recent advances in strawberry plug transplant technology. **HortTechnology**, v. 12, n. 4, p. 545-550, 2002.

FAO. FAOSTAT. 2006. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org>>. Acesso em: 20 nov. 2009.

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

GIMENEZ, G. **Seleção e multiplicação de clones de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. 2008. 118 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

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

GODOI, R.S. et al. Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo com emprego de substratos. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1039-1044, 2009.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M.A.; Micropropagação. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A (Eds.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPq, 1998. p.183-260.

HANCOCK, J.F. **Plant Evolution and the Origin of Crop Species**. New Jersey: Prentice Hall, 1992.

HENNION, B.; SCHUPP, J.; LONGUESSERRE, J. Fraisimotte: a strawberry plug plant developed by CIREF in France. **Acta Horticulturae**, v. 439, n.1, p. 469-474, 1997.

HOKANSON, S.C. et al. Influence of plant storage duration on strawberry runner tip viability and field performance. **HortScience**, v. 39, n. 7, p. 1596-1600, 2004.

HYTÖNEN, T. **Regulation of strawberry growth and development**. 2009. 62f. Dissertation (Masters in Biosciences). University of Helsinki, Helsinki, 2009.

LARSON, K.D. Strawberry. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. (Ed.) **Handbook of environmental physiology of fruit crops**. Boca Raton: CRC Press, 1994, p. 271-297.

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

MADAIL, J.C.M. **Economia do morango**. In: IV SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO III ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 2008, Pelotas. **Palestra...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008, p.1-19.

OLIVEIRA, M.A.C.; SANTOS, A.M. Classificação Botânica, Origem e Evolução. In: SANTOS, A.M.; MEDEIROS, A.R.M. (Eds.). **Morango. Produção**. [S.l.]: EMBRAPA Clima Temperado, 2003. p. 16-17.

OLIVEIRA, R.P. et al. Produção de mudas de morangueiro por meio de cultura de tecidos. **Sistemas de produção**, n. 7, nov. 2005. Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MatrizesMorangueiro/cap06.htm>>. Acesso em: 15 set. 2009.

OLIVEIRA, R.P. et al. **Otimização da produção nacional de mudas de morangueiro**. [S.l.]: Embrapa clima temperado, 2006. 28 p. (**Documento, 162**).

PIRES, R.C.M. et al. Profundidade efetiva do sistema radicular do morangueiro sob diferentes coberturas do solo e níveis de água. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 4, p. 793-799, abr. 2000.

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.

SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A.R.M. Produção de mudas comerciais de morango. In: SANTOS, A.M.; MEDEIROS, A.R.M. (Eds.). **Morango. Produção**. [S.l.]: EMBRAPA CT, 2003. p. 35-38. (Frutas do Brasil, 40).

SAVINI, G. et al. Strawberry plant relationship through the stolon. **Physiologia Plantarum**, v. 134, p. 421- 429, 2008.

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

SMEETS, L. Effect of temperature and day length on flower initiation and runner formation in two everbearing strawberry cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 12, p. 19–26, 1980.

SONSTEBY, A. Short-day period and temperature interactions on growth and flowering of strawberry. **Acta Horticulturae**, n. 439, p. 609–616, 1997.

STRAND, L.L. Strawberry growth and development. In: FLINT, M.L. (Ed.). **Integrated pest management for strawberries**. [S.l.]: University of California. Statewide IPM Project, 1994. (**Publication, 3351**).

TAKEDA, F.; HOKANSON S.C.; ENNS, J.M. Influence of daughter plant weight and position on strawberry transplant production and field performance in annual plasticulture. **HortScience**, v. 39, n. 7, p. 1592-1595, 2004.

TESSAROLI NETO, J.; ORTIGOZA, L.E.R; VERDIAL, M.F. Produção de mudas de morangueiro em duas épocas de coleta. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 231-233, 2003.

TREDER, W. Investigations on greenhouse hydroponics system for production of strawberry potted plantlets. **Acta Horticulturae**, 761, p. 115-119, 2007.

VICENTE E. et al. Strawberry Breeding in Uruguay. **Acta Horticulturae**, 842, ISSH 2009.

WILSON,D. **Strawberries under protection**. 2nd ed. Kent, U.K: Grower Books, Nexus Media Limited, 1997. (Grower Guide, n. 6).