

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

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MUDAS DE
MORANGUEIRO COM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES DE
NITROGÊNIO EM CULTIVO SEM SOLO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Clarisse Silva Oliveira

Santa Maria, RS, Brasil

2009

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MUDAS DE MORANGUEIRO
COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO
EM CULTIVO SEM SOLO**

por

Clarisse Silva Oliveira

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

Orientador Prof. Dr. Jerônimo Luiz Andriolo

Santa Maria, RS, Brasil

2009

© 2009

Todos os direitos autorais reservados a Clarisse Silva Oliveira. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Álvaro Chaves, nº 356, Bloco B, aptº 201, Centro, Pelotas, RS, Brasil.

Fones (0xx53) 33059406; 91364898 - Endereço Eletrônico: clarisoliveira@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

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MUDAS DE
MORANGUEIRO COM DIFERENTES
CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO
EM CULTIVO SEM SOLO**

elaborada por
Clarisse Silva Oliveira

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Jerônimo Luiz Andriolo, Dr.
(Presidente/Orientador)

Nereu Augusto Streck, Dr. (UFSM)

Dílson Antônio Bisognin, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 28 de agosto de 2009.

“A minha Mãe Nereida, por acreditar e me incentivar quando nem mesmo eu tenho certeza do que quero e a meu Pai Almir, que embora esteja longe dos olhos permanece perto do meu coração, dedico...”



AGRADECIMENTOS

É extremamente gratificante chegar ao final de uma etapa tão importante da vida e perceber que há tantas pessoas a agradecer.

Agradeço primeiramente à Deus pelo dom da vida, e por ter me conduzir até aqui.

À minha mãe, Nereida Oliveira, pelo carinho, incentivo e apoio incondicionais, a meu pai, Almir Oliveira, que de onde quer que esteja sei que me abençoa e a toda minha família que mesmo nos tempos mais difíceis estiveram a meu lado.

Ao meu amor, Joel Borsuk, pelo incentivo, paciência e companheirismo.

À Joelma Fagundes, irmã de coração, presente que recebi ao chegar em Santa Maria.

A todos meus queridos colegas do Grupo de Pesquisa em Morangueiro, Carine, Lígia, Franciele, Odair, Marcos, Gustavo, Djeimi, Rodrigo e Miriane agradeço pelo aprendizado, convivência, e pela bela amizade que criamos.

Ao meu orientador, professor e amigo Jerônimo Andriolo, por todos os sábios ensinamentos, pela compreensão, pelas boas conversas e por me proporcionar um novo olhar para vida.

Aos professores Dílson Bisognin e Nereu Streck, componentes do meu comitê de orientação, pelas contribuições valiosas, bom humor e paciência.

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 realizações dos trabalhos.

“A imaginação é mais importante que o conhecimento.”

Albert Einstein



RESUMO

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

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MUDAS DE MORANGUEIRO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO EM CULTIVO SEM SOLO

AUTORA: CLARISSE SILVA OLIVEIRA

ORIENTADOR: JERÔNIMO LUIZ ANDRIOLO

Santa Maria, RS, 28 de agosto de 2009.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da concentração de nitrogênio na produção e na qualidade de mudas de raízes nuas e pontas de estolões de morangueiro no cultivo sem solo empregando areia como substrato. O plantio das matrizes foi realizado em 13 de setembro de 2007 e a colheita das mudas em 18 de fevereiro de 2008. Os tratamentos foram quatro concentrações de N na solução nutritiva de 8, 11, 14 e 17 mmol L⁻¹. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições de 3,6m². No momento da colheita foi determinado o número e o diâmetro da coroa das mudas de raízes nuas e o número de pontas de estolões. As concentrações de N não afetaram o número de mudas e de pontas de estolões, cujas médias foram de 339 e 836, respectivamente. O diâmetro da coroa das mudas de raízes nuas diminuiu linearmente com o aumento da concentração de N. Concluiu-se que o aumento da concentração de N na solução nutritiva nesse sistema de cultivo sem solo não afeta o número de mudas de raízes nuas e nem de pontas de estolões, mas reduz o diâmetro da coroa das mudas de raízes nuas de morangueiro. A concentração de 8 mmol.L⁻¹ de N pode ser empregada para fins de produção de mudas nesse sistema.

Palavra-chave: *Fragaria x ananassa*, substrato, hidroponia, mudas.

ABSTRACT

Master Dissertation
Graduate Program in Agronomy
Universidade Federal de Santa Maria

PRODUCTION AND QUALITY OF STRAWBERRY TRANSPLANTS UNDER DIFFERENT NITROGEN CONCENTRATION OF THE NUTRIENT SOLUTION

AUTHOR: CLARISSE SILVA OLIVEIRA

ADVISOR: JERÔNIMO LUIZ ANDRIOLO

Santa Maria,RS, August 28, 2009.

The objective of this study was to evaluate the effect of nitrogen concentration on the production and quality of strawberry bare root transplants and runner tips in a soilless growing system using sand as substrate. Stock plants were planted on September 13th, 2007. Transplants were harvested on February 18th, 2008. Treatments were nitrogen concentrations in the nutrient solution of 8, 11, 14 and 17 mmol L⁻¹. The experiment was a completely randomized design with three replications of 3.6m² plots. Number and crown diameter of bare root transplants and number of runner tips were evaluated at harvesting. Number of bare root transplants and runner tips was not affected by N concentration in the nutrient solution. An average of 339 bare root transplants and 836 runner tips were harvest per stock plant. Crown diameter of bare root transplants decreased linearly with the increase in N concentration of the nutrient solution. It was concluded that in this soilless cropping system the increase in N concentration in the nutrient solution does not affect the number of strawberry bare root transplants and runner tips, but the crown diameter of bare root transplants is reduced. The N concentration of 8 mmol L⁻¹ may be used for crop propagation in this growing system.

Key words: *Fragaria x ananassa*, substrate, hydroponics, transplants.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Principais fases do desenvolvimento de estolões e plantas jovens do morangueiro *F. x ananassa* Duch. (Adaptado de Hennion & Veschambre, 1997). O código indica a fase de desenvolvimento conforme tabela 1. **pág. 15**

FIGURA 2- Principais fases do desenvolvimento das folhas e botões florais do morangueiro *F. x ananassa* Duch. (Adaptado de Hennion & Veschambre, 1997). O código indica a fase de desenvolvimento conforme tabela 1. **pág. 16**

FIGURA 3 - Principais fases do desenvolvimento da floração do morangueiro *F. x ananassa* Duch. (Adaptado de Hennion & Veschambre, 1997). O código indica a fase de desenvolvimento conforme tabela 1. **pág. 17**

FIGURA 4 - Principais fases do desenvolvimento das frutas e da dormência do morangueiro *F. x ananassa* Duch. (Adaptado de Hennion & Veschambre, 1997). O código indica a fase de desenvolvimento conforme tabela 1. **pág. 18**

FIGURA 5 - Diagrama esquemático do leito de cultivo empregado na produção de mudas de morangueiro em sistema fechado de cultivo sem solo. Santa Maria, UFSM, 2008. **pág. 24**

Figura 6 - Médias semanais da condutividade elétrica da solução nutritiva no decorrer do experimento de produção de mudas de morangueiro com concentrações de nitrogênio de 8, 11, 14 e 17 mmol L⁻¹. **pág. 30**

Figura 7 - Massa seca total da planta matriz de mudas de morangueiro em sistema de produção sem solo com concentrações de nitrogênio de 8, 11, 14 e 17 mmol L⁻¹ na solução nutritiva. **pág. 31**

Figura 8 - Diâmetro da coroa das mudas de morangueiro em sistema de produção sem solo com concentrações de nitrogênio de 8, 11, 14 e 17 mmol L⁻¹ na solução nutritiva.

pág. 31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Fenologia e botânica da planta do morangueiro	13
2.2 Cultivo sem solo do morangueiro	19
2.3 Nitrogênio na produção de mudas de morangueiro	20
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Dispositivo da cultura	21
3.2 Solução nutritiva	22
3.2.1 Manejo da solução nutritiva	22
3.3 Instalação e condução da cultura	23
3.4 Delineamento experimental	24
3.5 Variáveis medidas	25
3.6 Análise estatística	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5 CONCLUSÕES	31
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1 INTRODUÇÃO

Um dos aspectos atualmente limitantes à produtividade do morangueiro no Brasil é a escassez de mudas de elevada qualidade fisiológica e sanitária. A fase de produção de mudas é crucial dentro da cadeia produtiva do morangueiro, pela necessidade de renovação anual das lavouras de produção de frutas. Os gastos com a aquisição de mudas podem representar até 45% do custo de produção (AGRIANUAL, 2003).

No método tradicional de produção de mudas de morangueiro o plantio das matrizes é feito no solo. A taxa de propagação é baixa, as mudas obtidas são desuniformes e a contaminação por doenças é elevada, principalmente pela antracnose (*Colletotrichum* spp.) (SANTOS & MEDEIROS, 2003). O emprego de sistemas de cultivo sem solo é a alternativa indicada para atingir alta produtividade, qualidade e sanidade das mudas dessa cultura (CALVETE et al. 2002; GIMÉNEZ, 2008). Esse sistema pode ser empregado tanto para a produção de mudas de raízes nuas quanto de pontas de estolões, para posterior produção de mudas com torrão em bandejas (LIETEN, 1998; DURNER et al. 2002; GIMÉNEZ, 2008). Um sistema de cultivo sem solo empregando substrato mineral ou orgânico e com reduzido consumo de energia elétrica foi desenvolvido para a produção de mudas e de frutas do morangueiro (ANDRIOLO, 2007).

Diversas formulações de soluções nutritivas podem ser encontradas na literatura para o cultivo sem solo do morangueiro, tanto na fase de produção de mudas quanto de frutas (GIMÉNEZ et al., 2008). Dentre os nutrientes que entram na composição da solução nutritiva, o nitrogênio é um dos mais importantes porque afeta o crescimento vegetativo e a fotossíntese. No Brasil, são escassos os resultados de pesquisas sobre a composição e o manejo da solução nutritiva na produção de mudas dessa cultura.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da concentração de nitrogênio na solução nutritiva na produção de mudas de raízes nuas e de pontas de estolões e também na qualidade das mudas de raízes nuas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Fenologia e botânica da planta do morangueiro

O morangueiro pertence à família *Rosaceae*, gênero *Fragaria Linnaeus*, cuja espécie cultivada é a *Fragaria x ananassa* Duch., trata-se de uma planta herbácea, com hábito de crescimento rasteiro, embora apresente características de planta perene, a lavoura comercial deve ser renovada anualmente. A reprodução pode ser vegetativa, através de estolões que dão origem a novas plantas, ou sexuada por meio das sementes contidas nos aquênios. A propagação utilizada comercialmente é a vegetativa, enquanto que as sementes são usadas com a finalidade de melhoramento genético (DARROW, 1966; HANCOCK et al., 1990; STRAND, 1994).

As plantas são constituídas por sistema radicular, coroa, folhas, estolões, flores e frutas (GIMÉNEZ, 2008). Seu sistema radicular é pouco profundo, com raízes do tipo fasciculada. A coroa é o principal órgão de reserva da planta do morangueiro trata-se de um caule modificado de aparência reduzida que aumenta lentamente formando entrenós de onde são emitidos os estolões.

Durante a fase vegetativa a planta se multiplica através dos estolões, que são estruturas longilíneas, dotadas de meristemas de crescimento nas extremidades e que dão origem a novas plantas, que se formam em série, pois cada nova planta emitirá outro estolão que, por sua vez, dará origem a outra planta e assim sucessivamente. Essas novas plantas dependem dos nutrientes e da água fornecidas pela planta matriz (àquela que lhe originou) até que seu próprio sistema radicular esteja suficientemente desenvolvido a ponto de desempenhar tais funções, o que ocorre aproximadamente entre 10-15 dias após a emissão das folhas (GIMÉNEZ, 2008).

Além dos aspectos botânicos, a temperatura e o fotoperíodo são determinantes para o desenvolvimento da planta do morangueiro, pois são os fatores ambientais que controlam a passagem da fase vegetativa para a reprodutiva das plantas (SANTOS & MEDEIROS, 2003). Os estágios de desenvolvimento do morangueiro estão ilustradas nas Figuras de 1 a 4.

Atualmente as cultivares comercializadas de morangueiro são de dia curto (DC) e Dia Neutro (DN), isso se justifica justamente nas respostas que a cultura expressa com a mudança do fotoperíodo e de temperatura.

Para as cultivares DC, de uma forma geral, a indução floral ocorre com F por volta de 8 - 11h e T por volta de 25°C de dia e 9°C na noite; já a indução de estolões ocorre com F superior a 14h e T entre 22-26°C. Em cultivares de DN , também de maneira geral, mesmo sabendo que cada cultivar tem seus requerimentos específicos, a indução floral independe do fotoperíodo mas, é favorecida por T entre 15 e 25°C, já a indução dos estolões se dá com T entre 22-26°C (SANTOS & MEDEIROS, 2003; GIMÉNEZ, 2008).

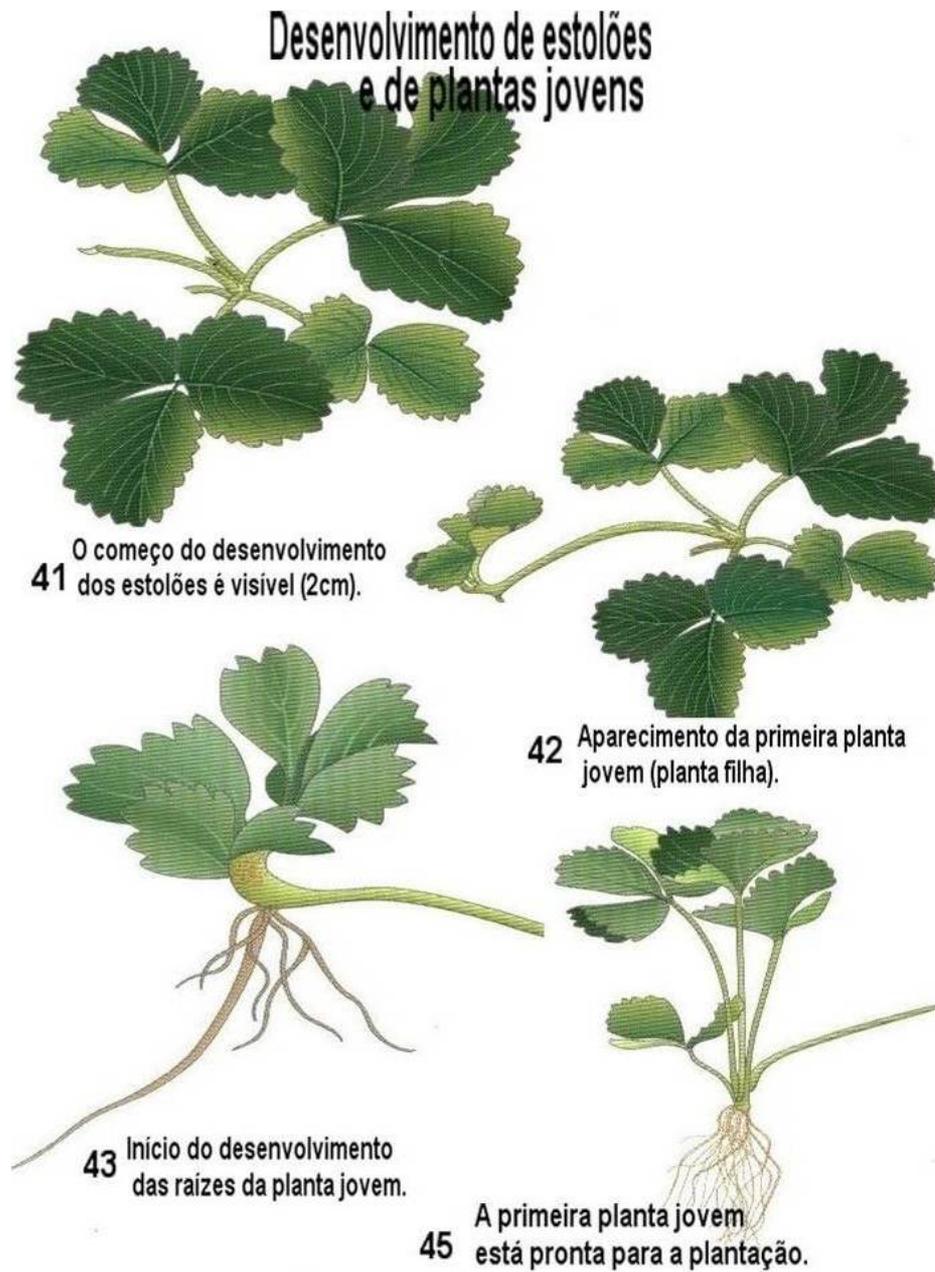


Figura 1 – Principais estágios do desenvolvimento de estolões e plantas jovens do morangueiro *F. x ananassa* Duch. (Adaptado de HENNION & VESCHAMBRE, 1997).

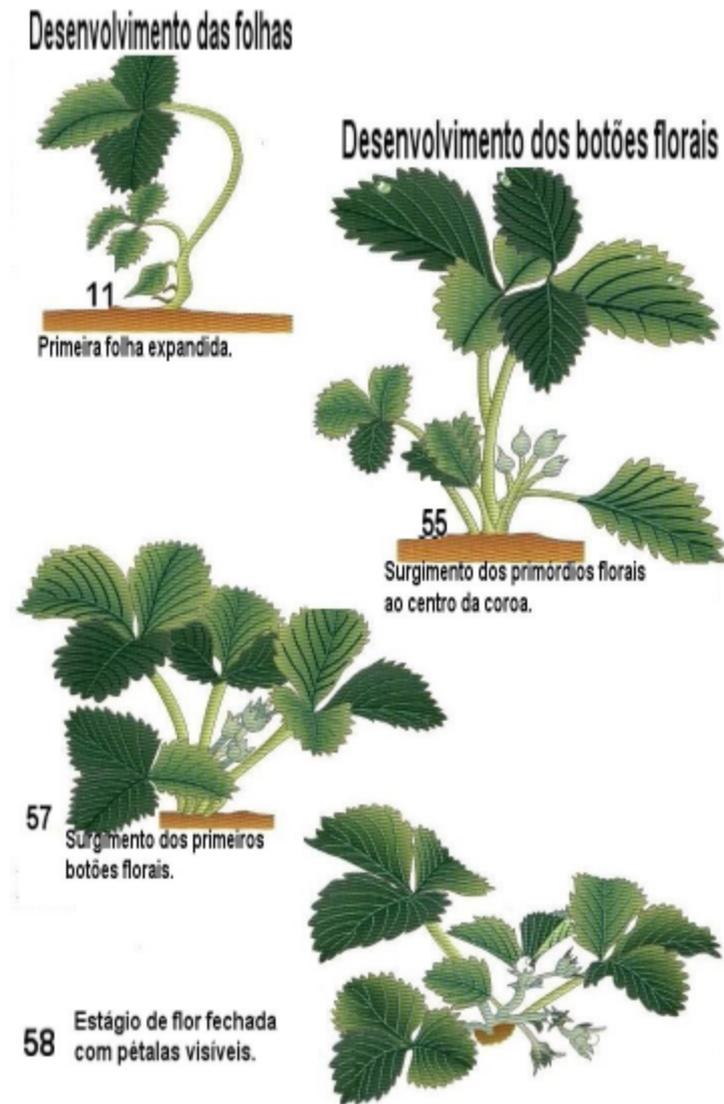


Figura 2 - Principais estágios do desenvolvimento das folhas e botões florais do morangueiro *F. x ananassa* Duch. (Adaptado de HENNION & VESCHAMBRE, 1997).

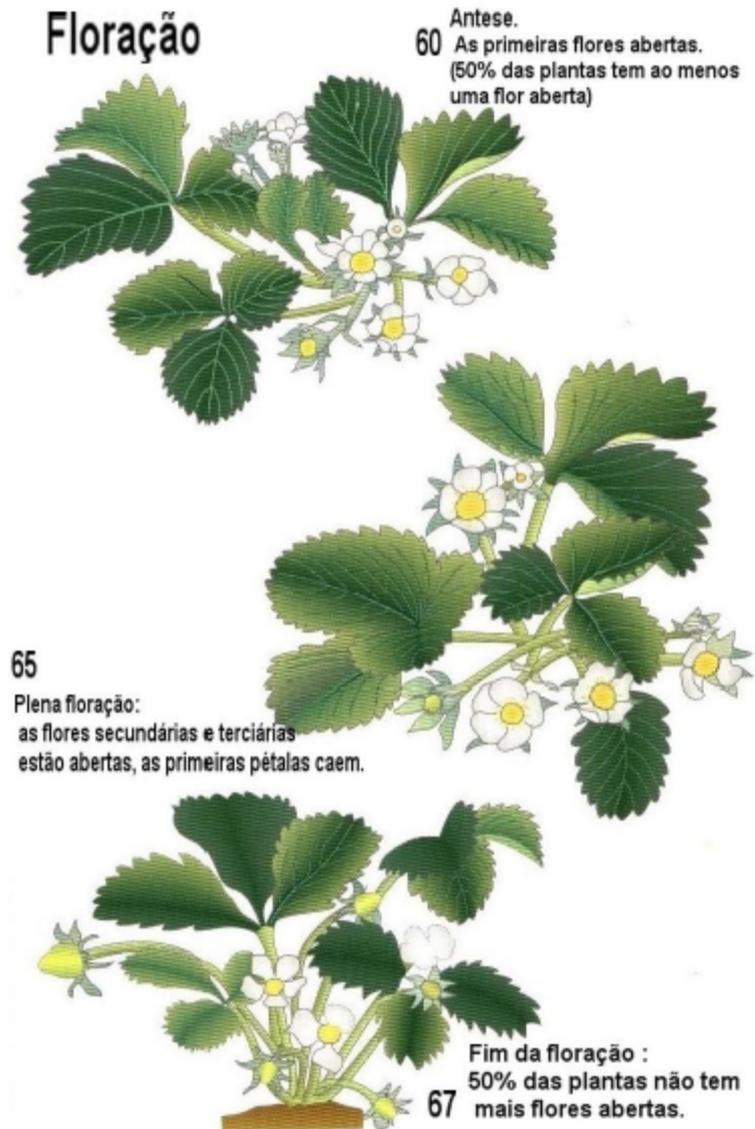


Figura 3 - Principais estágios do desenvolvimento da floração do morangueiro *F. x ananassa* Duch. (Adaptado de HENNION & VESCHAMBRE, 1997).

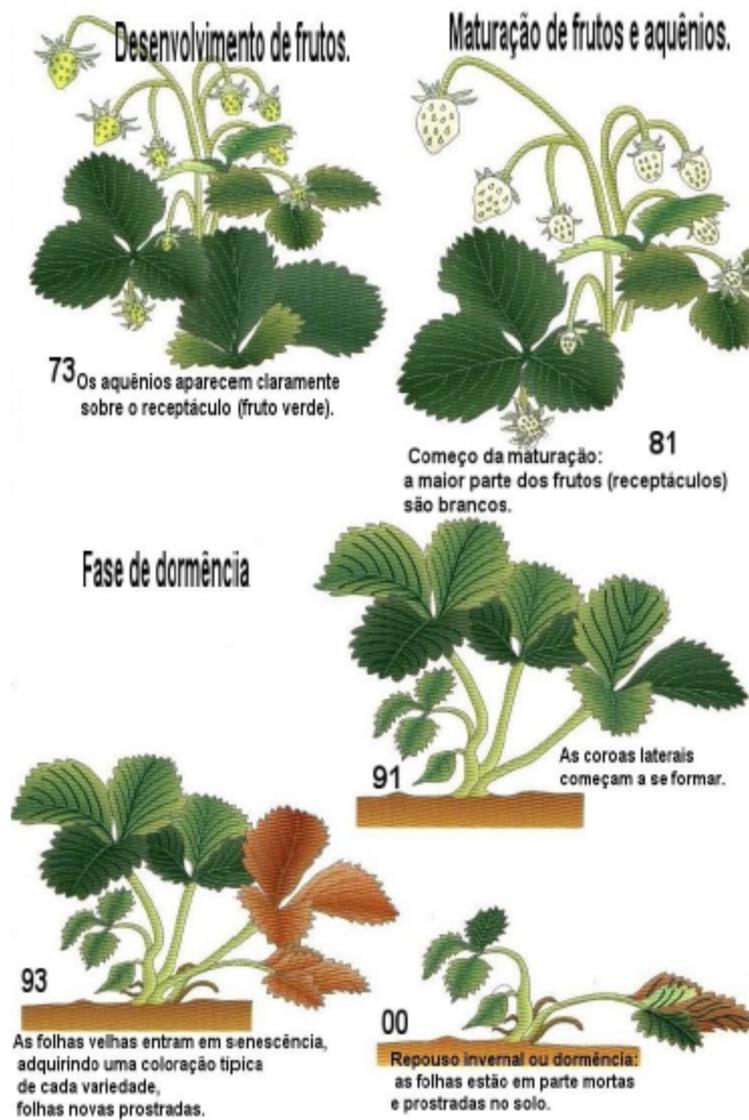


Figura 4 - Principais estágios do desenvolvimento das frutas e da dormência do morangueiro *F. x ananassa* Duch. (Adaptado de HENNION & VESCHAMBRE, 1997).

2.2 Cultivo sem solo de mudas do morangueiro

Dois aspectos são atualmente limitantes à produtividade do morangueiro no RS: a falta de cultivares adaptadas às condições locais de clima e solo e a baixa qualidade fisiológica e sanitária das mudas produzidas. Conseqüentemente, a maioria dos produtores depende de mudas importadas do Chile e da Argentina (SANTOS & MEDEIROS, 2003; GIMÉNEZ et al., 2008).

A má qualidade das mudas decorre principalmente da baixa tecnologia empregada na multiplicação das plantas matrizes provenientes da cultura *in vitro*. A disponibilidade de mudas de morangueiro de comprovada origem genética e alta qualidade fisiológica e fitossanitária é fundamental para os produtores atingirem elevadas produtividades, com qualidade de fruta apropriada para cada tipo de mercado consumidor. A manutenção da qualidade das mudas durante todo o processo de multiplicação depende de contar com as tecnologias adequadas e de controles rigorosos, obedecendo os fundamentos fisiológicos da cultura de tecidos (BISOGNIN, 2007; GIMÉNEZ, 2008).

Na Europa, Estados Unidos e Canadá a produção de mudas de morangueiro fora do solo vem sendo amplamente adotada pelos viveiristas (GIMÉNEZ, 2008), lá a produção de mudas é uma atividade destinada para a produção de frutos, sendo realizada por profissionais especializados, registrados e fiscalizados, envolvendo alta tecnologia (CALVETE et al. 2002).

No Brasil, essa etapa ainda é realizada no solo, muitas vezes sem qualquer proteção ambiental, em condições favoráveis á incidência de podridões radiculares e doenças da parte aérea, especialmente a antracnose (*Colletotrichum* spp.) e ainda são comercializadas sem nenhuma seleção.

O emprego de sistemas de produção sem solo é a alternativa indicada para superar esses problemas, porque permite escapar às doenças e ao mesmo tempo otimizar o manejo do crescimento das plantas. São três os componentes básicos desses sistemas de produção: o meio de cultivo, especialmente para o crescimento das raízes, a composição mineral e a concentração salina da solução nutritiva.

Sistemas fechados empregando substratos minerais ou orgânicos e com reduzido consumo de energia elétrica têm sido desenvolvidos para a produção sem solo de batata (ANDRIOLO, 2006) e mais recentemente para a produção de mudas

e de frutas do morangueiro (ANDRIOLO, 2007). A fertilização é realizada através da fertirrigação.

Entretanto, são ainda escassas no país as informações tecnológicas sobre o manejo dessa cultura em cultivo sem solo nas diferentes regiões produtoras (SANTOS & MEDEIROS, 2003).

2.3 Nitrogênio na produção de mudas de morangueiro

O Nitrogênio (N) é um nutriente mineral muito estudado e por isso, encontra-se muitos dados na literatura a seu respeito e para a maioria das culturas agrícolas. É o elemento mineral que as plantas exigem em maiores quantidades, pois, serve como constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos e ácidos nucléicos. Dessa forma, a deficiência de N rapidamente inibe o crescimento vegetal (TAIZ & ZIEGER, 2004).

O nitrato (NO_3^-) é a maior fonte de nitrogênio para as plantas. A forma amoniacal (NH_4^+) representa uma pequena parcela da absorção total pelas plantas. Nos processos de absorção e assimilação, um grande número de compostos carbônicos ricos em energia são consumidos. Estima-se que 20% da energia produzida na fotossíntese seja consumida na absorção e assimilação do N (FOGAÇA, 2007).

Dessa forma, dos nutrientes minerais o nitrogênio é o que mais afeta o crescimento e desenvolvimento da planta do morangueiro. Na fase de estolonamento do morangueiro, a deficiência de N afeta tanto o comprimento como o número de ramificações dos estolões (DENG & WOODWARD, 2002). Níveis elevados de nitrogênio favorecem a emissão precoce, aumentam o número de estolões e de coroa ramificadas e, ainda, diminuem o comprimento dos estolões (TWORKOSKI et al., 2001). Níveis moderados após o plantio favorecem o aumento no número de rebentos da coroa (HENNION & VESCHAMBRE, 1997). A determinação da necessidade de nitrogênio é importante para a cultura do morangueiro, para a recomendação de doses, de modo a obter-se maior produtividade e qualidade de mudas, evitando aplicações em excesso, pois estas acarretariam maiores custos aos produtores.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de 13 de setembro de 2007 a 18 de fevereiro de 2008, no interior de um abrigo telado de alvenaria de 200m², localizado no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. O material utilizado para a cobertura do abrigo foi o polietileno de baixa densidade com espessura de 200µm, transparente e aditivado contra os raios ultravioleta. As paredes laterais do abrigo foram revestidas com tela de polietileno do tipo “antiinseto”, com malha de 1,5 x 10⁻³m. As mudas empregadas no experimento foram do clone SM/INIA LDB15.1 provenientes da micropropagação no Laboratório de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas do mesmo Departamento e aclimatizadas no mesmo telado onde foi conduzido o experimento.

3.1 Dispositivo de cultura

O dispositivo foi constituído por telhas de cimento amianto, com dimensões de 1,10m de largura e 3,6m de comprimento, canais com 0,06m de altura e 0,18m entre canais, dispostas sobre suportes de alvenaria a uma altura de 1,00m do nível do solo, com 3% de declividade. As telhas foram revestidas com filme de polietileno de baixa densidade, com 200µm de espessura. Os canais das telhas foram preenchidos com brita basáltica empregada na construção civil, com tamanhos de partículas entre 0,015m e 0,020m. Sobre a camada de brita foi colocada uma tela de polietileno do tipo “antiinseto”, com malha de 1,5 x 10⁻³m, e sobre essa tela uma camada de substrato, no caso areia grossa, destinada ao crescimento e desenvolvimento das raízes das plantas. As características físicas da areia foram determinadas no Laboratório de Física do Solo da UFSM, indicando granulometria entre 0,001 e 0,003m, densidade aparente de 1,7g cm⁻³ e capacidade de retenção de água de 198,6mL dm⁻³. A solução nutritiva foi preparada em um reservatório com 500L de capacidade.

A circulação da solução nutritiva do reservatório de estocagem até a extremidade em nível mais alto da telha realizou-se através de uma moto bomba elétrica (Bomba de aquário). Dessa extremidade, a solução nutritiva drenou através da camada de substrato pela força gravitacional até a extremidade de nível mais baixo. A fertirrigação da camada de substrato fez-se pelo princípio da subirrigação. Do nível mais baixo da telha, a solução nutritiva drenou pela força gravitacional até retornar ao reservatório de estocagem (Figura 5).

3. 2 Solução nutritiva

A solução nutritiva empregada foi aquela descrita por Hennion & Veschambre, (1997), com limites de pH e condutividade elétrica (CE) entre 5,5 a 6,5 e 1,4 a 1,5dS/m, respectivamente. A composição da solução nutritiva era, em mmol L⁻¹: 10,6 de NO₃⁻; 2 de H₂PO₄⁻; 1 de SO₄⁻²; 6,15 de K⁺; 3 de Ca⁺²; 1 de Mg²⁺ e 0,43 de NH₄⁺. Os micronutrientes foram fornecidos nas concentrações de, em mg L⁻¹: 0,03 de Mo; 0,42 de B; 0,06 de Cu; 0,50 de Mn; 0,22 de Zn e 1,0 de Fe. As concentrações dos demais nutrientes não foram alteradas. Para atingir a composição desejada em cada tratamento, foram empregados o nitrato de potássio (KNO₃), nitrato de amônio (NH₄NO₃), nitrato de cálcio [(CaNO₃)₂] (calcinit), monofosfato de potássio (KH₂PO₄), sulfato de potássio (K₂SO₄) e sulfato de magnésio (MgSO₄), conforme o caso. O cálculo das relações iônicas entre os macronutrientes e das quantidades de sais foi feito de acordo com a metodologia descrita por ANDRIOLO (1999).

3.2.1 Manejo da solução nutritiva

As fertirrigações foram controladas por meio de um programador horário. A frequência foi ajustada de forma a repor os volumes de água transpirados pelas plantas, com um coeficiente de drenagem de 30%. Esses volumes foram estimados levando-se em consideração a radiação solar global incidente no topo da cobertura vegetal e a área foliar, com base na transpiração potencial de hortaliças cultivadas no mesmo local (DALSASSO, et al., 1997; DALMAGO et al., 2006). Volumes complementares de solução nutritiva preparada de acordo com a composição

original de cada tratamento foram adicionados sempre que o volume medido no reservatório foi igual ou inferior a 50% do volume original. Para tal, uma relação linear foi previamente ajustada entre a altura da coluna líquida e o volume contido no reservatório. Através dessa estimativa, foram programadas quatro fertirrigações diárias de 15min, às 9h, 11h, 13h e 16h30min, controladas por um programador horário.

O pH foi mantido entre 5,5 e 6,5 mediante adição de NaOH ou H₂SO₄ 1N conforme for a necessidade, com os volumes estimados a partir de uma curva de titulação feita no laboratório. A condutividade elétrica permaneceu entre 1,4 e 1,5dS m⁻¹, utilizando, para suas possíveis correções, água ou alíquotas de nova solução nutritiva, dependendo da necessidade.

Não foram feitos descartes de solução nutritiva durante todo o período do experimento.

3.3 Instalação e condução da cultura

As muda matrizes foram plantadas dia 13 de setembro de 2007, diretamente na areia que forma o leito de cultivo. As mudas foram retiradas dos vasos e plantadas com torrão, na densidade de 1 planta/m², figura 5. Essas plantas foram disponibilizadas pelo Laboratório de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas do mesmo Departamento, previamente repicadas em vasos plásticos com 50dm³ de areia e aclimatizadas no ambiente do telado.

Durante o período experimental até dia 18 de fevereiro de 2008, as mudas permaneceram no dispositivo para o crescimento da coroa e a emissão de estolões. A temperatura máxima do ar no interior do telado foi medida diariamente através de um termômetro de máxima, instalado no interior de um abrigo meteorológico localizado na área central do telado, a 1,5m de altura. No ambiente externo, foram medidas na Estação Climatológica do mesmo Departamento, localizada a aproximadamente 50m do telado.

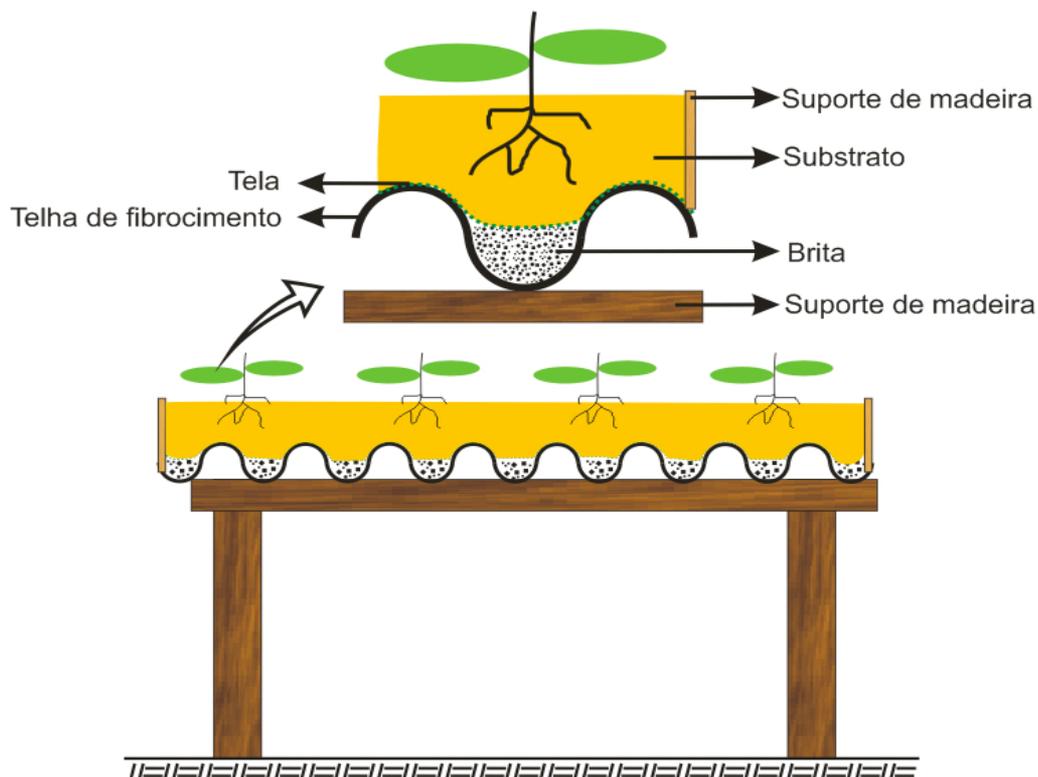


FIGURA 5. Diagrama esquemático do leito de cultivo empregado na produção de mudas de morangueiro em sistema fechado de cultivo sem solo. Santa Maria, UFSM, 2008.

3.4 Delineamento experimental

Os tratamentos foram constituídos por quatro concentrações de N na solução nutritiva: 8 (T1), 11 (T2), 14 (T3) e 17 (T4) mmol L^{-1} de N. A testemunha foi T2, com a composição descrita no item 3.2. As quantidades de sais fertilizantes para atingir as concentrações dos demais tratamentos foram obtidas multiplicando as quantidades de T2 por 0,73; 1,27 e 1,54, para T1, T3 e T4, respectivamente. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições e três plantas por parcela. Cada parcela foi constituída por uma unidade do dispositivo de cultura.

3.5 Variáveis medidas

Durante a condução do experimento, as pontas de estolões que ultrapassaram os limites laterais de cada unidade experimental foram retiradas e contadas. As mudas de raiz nua originadas de pontas de estolões que enraizaram no substrato foram arrancadas, contadas e o diâmetro da coroa medido com paquímetro. O controle de pragas e doenças foi feito de acordo com as indicações técnicas de ANTUNES & DUARTE FILHO (2005).

Ao final do experimento, dia 18 de fevereiro de 2008, as pontas de estolões com diâmetro de coroa superior a 2mm foram extraídas e contadas. A esses resultados foram somadas as quantidades retiradas anteriormente em cada unidade experimental. As plantas matrizes originais foram colhidas separadamente e o crescimento determinado pela massa seca total da planta após secagem em estufa de circulação forçada de ar, na temperatura de 65°C, até obter massa constante entre duas determinações consecutivas.

3.6 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise da variância e as variáveis para as quais forem observados efeitos significativos foram analisadas por regressão polinomial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores semanais de condutividade elétrica nas diferentes concentrações de N apresentaram variações ao longo do período experimental (Figura 6). As médias foram de 1,5; 1,5; 1,6 e 1,7dS m⁻¹, em T1, T2, T3, e T4, respectivamente. Essas flutuações foram observadas tanto no dentro de cada tratamento quanto entre os tratamentos. No decorrer do período experimental, podem ser atribuídas principalmente à dinâmica de absorção dos nutrientes, em consequência do crescimento e ao acúmulo de massa seca pela cultura. Entre as diferentes doses de N as flutuações foram pequenas e situaram-se dentro do limite previsto no protocolo experimental. Os valores médios durante todo o período do experimento situaram-se dentro da faixa entre 1,4 e 1,8dS m⁻¹, considerada a mais favorável ao crescimento e produtividade do morangueiro (LIETEN, 1998; SAROOSHI & CRESSWELL, 1994; PARANJPE et al., 2003).

Não houve diferença no número de mudas de raízes nuas e de pontas de estolões com diâmetro superior a 2mm produzidas nas diferentes concentrações de N da solução nutritiva. A média foi de 339 mudas de raízes nuas e 836 pontas de estolões para cada planta matriz. Considerando que cada ponta de estolão tem o potencial para originar uma muda com torrão, isso representa uma taxa de propagação de 1.175 mudas por planta matriz. Nos Estados Unidos, HOKANSON et al. (2004) e TAKEDA et al. (2004) obtiveram cerca de 500 pontas de estolões por planta matriz. Em Pelotas (RS), OLIVEIRA et. al. (2007) empregaram recipientes suspensos em casa de vegetação e relatam a produção de 34 mudas de raízes nuas por planta matriz da cultivar Dover e de 31,9 da cultivar Campinas e 27,4 pontas de estolões considerando ambas cultivares. Em Piracicaba (SP), também em ambiente protegido e com recipientes suspensos, TESSARIOLI NETO (2001) obteve a produção de 55 mudas de raízes nuas por planta matriz da cultivar Dover e 44 da cultivar Campinas. Em Santa Maria, nas mesmas condições de produção do atual experimento, GIMÉNEZ (2008) obteve anteriormente 145 mudas de raízes nuas e 590 pontas de estolões do clone SM-INIA LBD 15.1 em bancadas de areia fertirrigadas com solução nutritiva.

As diferentes taxas de propagação do morangueiro podem ser atribuídas às

diferenças genéticas entre clones e cultivares, as diferenças ambientais e de sistemas de cultivo e ao manejo da cultura. A produção de estolão é um caráter genético e, portanto, característico de cada clone ou cultivar (TWORKOSKI et al., 2001; SERÇE & HANCOCK, 2005). A fase de estolonamento é controlada principalmente pela temperatura. Conseqüentemente, tanto a amplitude térmica diária quanto a duração do período térmico favorável a esse processo afetam o número de estolões produzidos. As características do sistema de cultivo, especialmente quanto à disponibilidade de nutrientes minerais, podem interferir tanto no crescimento das plantas matrizes e, por consequência, no estolonamento (TWORKOSKI et al., 2001).

As concentrações de N na solução nutritiva influenciaram o crescimento das plantas matrizes (Figura 7). As médias ajustaram-se a um modelo quadrático, com máxima acumulação de massa seca estimada na concentração de N de 12,8 mmol L⁻¹. O diâmetro da coroa das mudas de raízes nuas também foi afetado pela concentração de N (Figura 8). O efeito foi linear com coeficiente angular negativo. A redução estimada no diâmetro da coroa por efeito do N foi de 0,4 mm para cada unidade de acréscimo da concentração. O maior diâmetro foi de 9 mm, atingido nas mudas fertirrigadas com a solução contendo 8 mmol L⁻¹ de N. O menor diâmetro foi de 7,8 mm, atingido na concentração de 17 mmol L⁻¹. Apesar da diminuição do diâmetro da coroa com o aumento da concentração de N, o valor de 7,8 mm está próximo daquele considerado mínimo para uma muda de boa qualidade fisiológica, que é de 8 mm (HOCHMUTH et al., 2006).

O acúmulo de soma térmica é uma das variáveis que pode explicar a elevada taxa de propagação obtida nesse experimento. As temperaturas do ar foram mais elevadas no interior do ambiente telado, com médias das máximas superiores em 5°C àquelas do ambiente externo. As temperaturas mais elevadas foram favoráveis ao estolonamento, que ocorre a partir de temperaturas entre 22 e 26°C (SANTOS & MEDEIROS, 2003). Essa hipótese encontra sustentação na precocidade do início do estolonamento, o qual foi constatado aos 13 dias após o plantio. Essa precocidade implica um maior período de tempo para a emissão e crescimento de estolões, conduzindo a uma maior taxa de propagação ao final desse período.

O crescimento das mudas avaliado pelo diâmetro da coroa (Figura 8) apresentou tendência negativa e distinta ($p < 0,05$) daquela relativa ao crescimento da planta matriz (Figura 7). Na literatura, o crescimento do compartimento reprodutivo

da planta tem sido considerado como dependente do compartimento vegetativo (HEUVELINK & KÖRNER, 2001). Decorre dessa concepção que quanto maior for a produção de assimilados nas folhas mais elevado é o potencial de produtividade, pois a força de dreno das estruturas reprodutivas é mais elevada do que aquelas vegetativas (GONZÁLEZ-REAL et al., 2008). Na planta do morangueiro a frutificação é substituída pelo estolonamento à medida que aumenta a temperatura do ar. Ambas as fases caracterizam um processo reprodutivo. Os resultados sugerem que ao entrar na fase de estolonamento, a planta do morangueiro altera a relação fonte-dreno entre esses dois compartimentos. O estolão teria crescimento autotrófico logo nas fases iniciais de desenvolvimento após a emissão, com pequena ou nenhuma dependência dos assimilados provenientes da planta matriz. Essa hipótese deve ser testada em novas pesquisas, pois pode determinar os procedimentos a serem adotados na produção de mudas com torrão.

A diminuição observada no crescimento das plantas matrizes sem efeito significativo no número de mudas e uma diminuição linear no diâmetro da coroa das mudas de raízes nuas contraria os resultados de TWORKOSKI et al. (2001). Em outras culturas, disponibilidades elevadas de N induziram maior crescimento vegetativo e retardaram a tuberização em batata (ANDRIOLO, 2006 **Erro! Indicador não definido.**; COGO, 2006) e a frutificação em plantas de melão (FOGAÇA, 2007). Essas diferenças podem ser atribuídas ao hábito de crescimento indeterminado da planta do morangueiro na fase de propagação vegetativa. À medida que prossegue a emissão e crescimento dos estolões aumenta a densidade de plantas na superfície em torno da planta matriz. A área foliar dessas novas plantas originadas dos estolões cresce até atingir a saturação do IAF e da intercepção da radiação solar. Nessa fase, cada planta considerada individualmente entra em equilíbrio isométrico e uma competição se estabelece entre o crescimento das folhas e a emissão de novos estolões, os quais quando jovens têm o crescimento dependente dos assimilados da planta matriz. Conseqüentemente, os estolões jovens podem senescer por falta de assimilados e aqueles na fase autotrófica podem ter o crescimento reduzido pela baixa disponibilidade de radiação solar que pode ser interceptada. Nas doses de N mais elevadas, com intenso crescimento vegetativo, essa competição ocorreria mais precocemente, reduzindo o crescimento posterior, tanto da planta matriz quanto dos estolões.

A diminuição do diâmetro da coroa das mudas de raízes nuas com o aumento

da disponibilidade de N (Figura 8) também pode ser consequência do maior e mais precoce crescimento vegetativo das plantas. Para fins de produção de mudas dessa cultura em sistema sem solo, os resultados sugerem que o manejo da disponibilidade de N deve ser feito levando-se em conta variáveis como a cultivar, a época de plantio, o arranjo e/ou a densidade de plantas. Neste experimento foram empregadas bancadas, na superfície das quais enraizaram as plantas de raízes nua originadas dos primeiros estolões. Sistemas individualizados em sacolas, onde as plantas fossem repicadas em outro local, poderiam diminuir ou evitar o crescimento excessivo da área foliar e a consequente competição entre as plantas. Nessa situação, é possível que um efeito sobre a produção de mudas fosse observado em consequência do diferimento da disponibilidade e N na solução nutritiva.

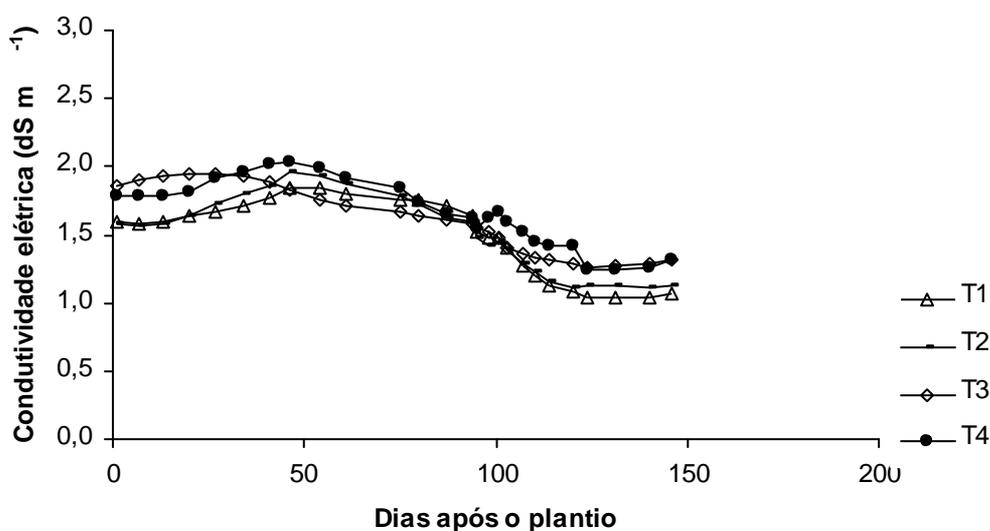


Figura 6. Médias semanais da condutividade elétrica da solução nutritiva no decorrer do experimento de produção de mudas de morangueiro com concentrações de nitrogênio de 8 (T1), 11 (T2), 14 (T3) e 17 (T4) mmol L⁻¹.

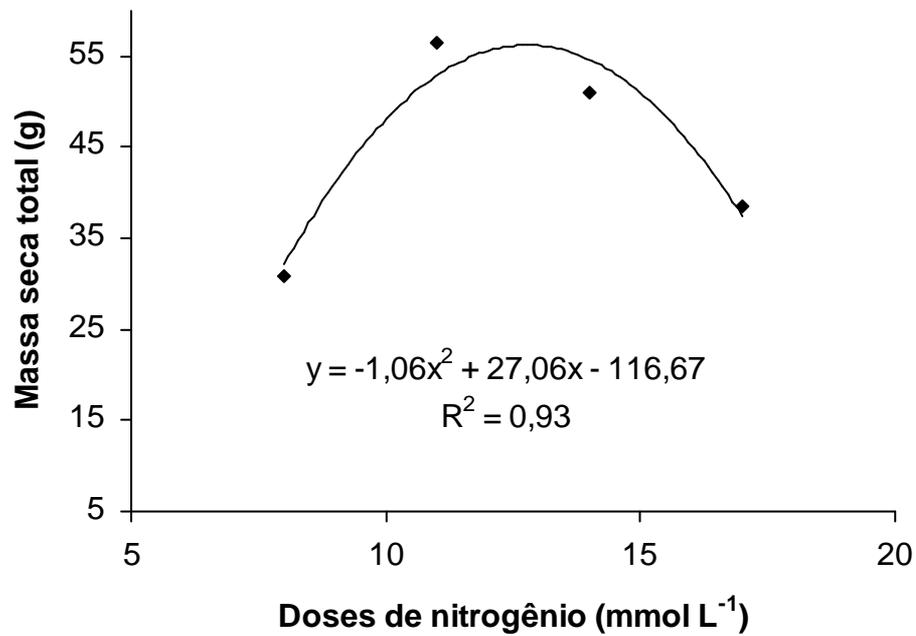


Figura 7. Massa seca total da planta matriz de mudas de morangueiro em sistema de produção sem solo com relação a concentrações de 8, 11, 14 e 17 mmol L⁻¹ de nitrogênio, na solução nutritiva.

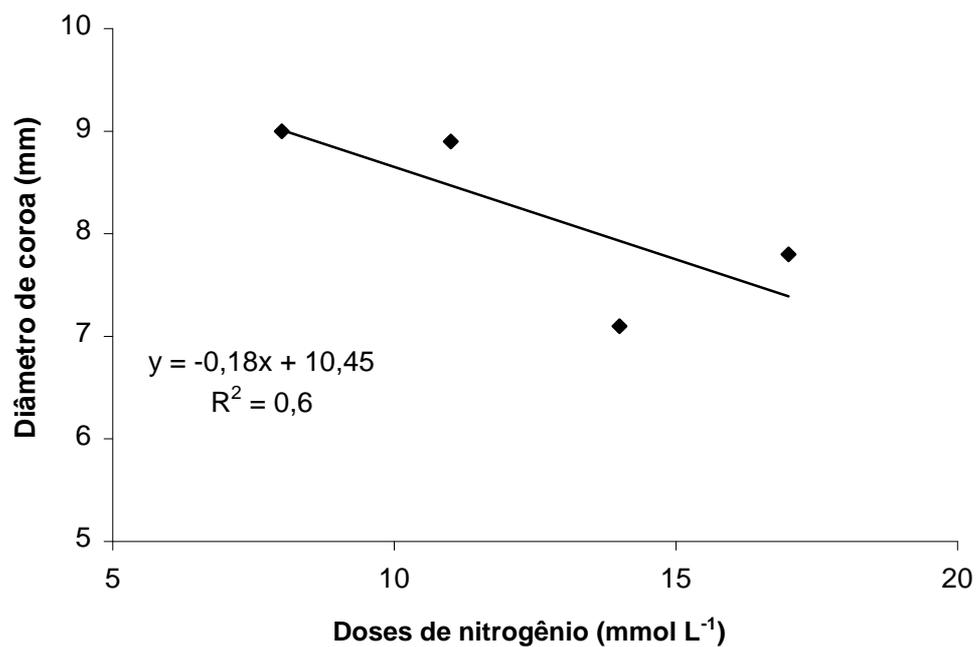


Figura 8. Diâmetro da coroa das mudas de morangueiro em sistema de produção sem solo com relação a concentrações de 8, 11, 14 e 17 mmol L⁻¹ de nitrogênio, na solução nutritiva.

5 CONCLUSÕES

No sistema de cultivo sem solo empregando leito de areia como substrato, o aumento da concentração de N na solução nutritiva não afeta o número de mudas de raízes nuas e nem de pontas de estolões, mas reduz o diâmetro da coroa das mudas de raízes nuas de morangueiro. A concentração de 8 mmol.L^{-1} de N pode ser empregada para fins de produção de mudas nesse sistema.



6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2003: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2002. 408p.

ANDRIOLO, J.L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Editora da UFSM, 1999. 142p.

ANDRIOLO, J.L.; BISOGNIN, D.A.; PAULA A.L.; PAULA; F.L.M.; GODOI, R.S.; BARROS, G.T. Curva crítica de diluição de nitrogênio da cultivar Asterix de batata. **Revista Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.41, n.7, p.1179-1184, 2006.

ANDRIOLO, J.L. Sistema hidropônico fechado com subirrigação para produção de minitubérculos de batata. In: SIMPÓSIO DE MELHORAMENTO GENÉTICO E PREVISÃO DE EPIFITIAS EM BATATA, 2006, Santa Maria, RS. **Anais**. Santa Maria: UFSM. p. 26-40, 2006.

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**, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia. p. 41-50, 2007.

ANTUNES, L.E.C.; DUARTE FILHO, J. Sistema de produção do morango. Produção de mudas. **Sistemas de produção 5**. Pelotas. EMBRAPA CT. Disponível em <http://www.cpact.embrapa/sistema/morango>. Acesso em: 15 de agosto de 2007.

BISOGNIN, D.A. Produção de plantas matrizes de morangueiro. In: ANDRIOLO, J.L. (ed.). **SEMINÁRIO SOBRE O CULTIVO HIDRÔNICO DE MORANGUEIRO**, 2007, Santa Maria, RS. **Anais**.... Santa Maria:UFSM. p. 9-17, 2007.

CALVETE, E.O.; KAMPF, A.N.; SUZIN, M. Concentração de sacarose no enraizamento in vitro de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 186-191, 2002.

COGO, C.M.; ANDRIOLO, J. L.; BISOGNIN, D.A.; GODOI, R.S.; BORTOLOTTI, O.C.; LUZ, G.L.. Relação potássio-nitrogênio para o diagnóstico e manejo nutricional da cultura da batata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 01-06, 2006.

DALMAGO, G. A.; HELDWEIN, A.B.; NIED, A.H.; GRIMM, E.L.; PIVETTA, C.R. Evapotranspiração máxima da cultura do pimentão em estufa plástica em função da radiação solar, temperatura, umidade do ar e déficit de saturação do ar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 36, n. 3, p. 785-792, 2006.

DALSASSO, L.C.M.; HELDWEIN, A.; BURIOL, G.A.; SCHNEIDER, F.M.; STRECK, N.A.; DALMAGO, G.A. Consumo de água do tomateiro tipo salada em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, p.61-67, 1997.

DARROW, G.M. **The strawberry**: History, Breeding and Phisiology. New York: Holt, Rinehart and Wiston, 1966. 447 p.

DENG, X.; WOODWARD, F.I. The Growth and Yield Responses of *Fragaria ananassa* to Elevated CO₂ and N Supply. **Annals of Botany**, v. 81, p. 67-71, 2002.

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.

FOGAÇA, M.A.F.; ANDRIOLO, J. L. ; GODOI, R. dos S.; GIEH, R.F. H.; MADALÓZ, J.C.C.; BARROS, G.T.A. Concentração de nitrogênio na solução nutritiva na produtividade e qualidade de frutos de melão cultivado em substrato. **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, p. 72-78, 2007.

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

GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J.L.; GODÓI, R. dos S. Cultivo sem solo no morangueiro. **Ciência Rural**, v.38, n. 1, 2008 .

GONZÁLEZ-REAL, M.M.; BAILLE, A.; LIU, H.Q. Influence of fruit load on dry matter and N-distribution in sweet pepper plants. **Scientia Horticulturae** v. 117, p. 307 – 315, 2008.

HANCOCK, J.F. Ecological genetics of natural strawberries species. **HortScience**, v. 25, n. 8, p. 869-871, 1990.

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

HEUVELINK, E., KÖRNER, O. Parthenocarpic fruit growth reduces yield fluctuation and Blossom-end Rot in sweet pepper. **Annals of Botany**. v. 88, p. 69–74, 2001.

HOKANSON S.C.; TAKEDA, F.; ENNS, J.M.; BLACK, B.L. Influence of plant storage duration on strawberry runner tip viability and field performance. **HortScience**, v. 39, n. 7, p. 1596-1600, 2004.

HOCHMUTH, G., CANTLIFFE, D., CHANDLER, C., STANLEY, C., BISH, E., WALDO, E., LEGARD, D., DUVAL, J. 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.

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

MEIER, U.; GRAF, H.; HACK, M.; HESS, M.; KENNEL, W.; KLOSE, R.; MAPPES, D.; SEIPP, D.; STAUSS, R.; STREIF, J.; VAN DEN BOOM, T. 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.

OLIVEIRA RP; BRAHM RU; SCIVITTARO WB. Produção de mudas de morangueiro em casa-de-vegetação utilizando recipientes suspensos. **Horticultura Brasileira** v. 25, p. 107-109, 2007.

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

SANTOS, A. M.; MEDEIROS, A. R. M. (eds). **Morango. Produção. Frutas do Brasil**, 40. EMBRAPA CT, 2003a. 81p.

SAROOSHI, R.A.; CRESSWELL, G.C. Effects of hydroponic solution composition, electrical conductivity and plant spacing on yield and quality of strawberries. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 34, p. 529-535, 1994.

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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad.: Santarém et al., 3.ed., Porto Alegre: Ed. Artmed, 2004. 719p.

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.

TESSARIOLI NETO J. **Produção de mudas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) sob cultivo protegido**. Piracicaba: USPESALQ. 75p. (Tese livre-Docente), 2001.

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