

**UFSM**

Tese de Doutorado

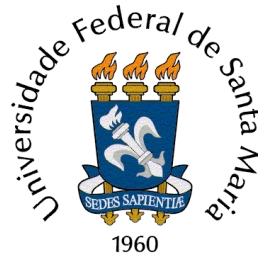
**MANEJO DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO  
MELÃO**

**Marco Aurélio de Freitas Fogaça**

**PPGA**

**Santa Maria - RS, Brasil**

**2007**



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

# **MANEJO DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO MELÃO**

**TESE DE DOUTORADO**

**Marco Aurélio de Freitas Fogaça**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2007**

# **MANEJO DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO MELÃO**

**por**

**Marco Aurélio de Freitas Fogaça**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado 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  
**Doutor em Agronomia**

**Orientador: Jerônimo Luiz Andriolo**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2007**

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Tese de Doutorado

**MANEJO DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO MELÃO**

Elaborada por  
**Marco Aurélio de Freitas Fogaça**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Doutor em Agronomia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Jerônimo Luiz Andriolo, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Francisco Mandelli, Dr. (CNPUV)**

**Carlos Alberto B. Medeiros, Dr. (CPACT)**

**Sandro Luis Petter Medeiros, Dr. (UFSM)**

**Nereu Augusto Streck, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, 11 de janeiro 2007

### **Dedicatória**

*A minha esposa Miria pelo amor, carinho e companheirismo, além do estímulo superar os obstáculos que surgiram no decorrer deste curso.*

*Aos meus filhos Matheo e Murilo pelo amor e carinho.*

*Aos meus pais Albera de Freitas Fogaça e Arlindo Fogaça (in memória) e aos meus irmãos, Lenir, Nilza e Cilzomar.*

## **AGRADECIMENTOS**

“Mil vezes a perspectiva de enfrentar a pior tempestade do que as mornas calmarias sem rumo, sem ir a lugar algum”.

Amyr Klink

A Universidade Federal de Santa Maria e a coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade de realização do curso.

As instituições de ensino Federal, Escola Agrotécnica Federal de Alegrete (EAFA) e o Centro Tecnológico Federal Bento Gonçalves (CEFET-BG) pela liberação parcial, para realização do curso.

Ao Prof. Dr. Jerônimo Luiz Andriolo, pela paciência, orientação, amizade, e dedicação e em especial pelos ensinamentos na difícil tarefa de escrever textos científicos.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da UFSM, por todos os conhecimentos adquiridos durante o Doutorado.

Aos funcionários do departamento de Fitotecnia, em especial, João Colpo pela apoio e disposição na instalação e desenvolvimento do experimento.

Aos colegas de graduação Jana, Ricardo, Gustavo, Evandro, Beni, Paulinha, Clarice e Tania, o meu muito obrigado pela amizade e companheirismo.

Aos bolsistas Rodrigo dos S. Godoi, Orcial C. Bortolotto, e Gisele Teixeira, Claudia, Marcos, Jeimi, José Carlos, pela amizade e total ajuda na realização do experimento.

A todos meus familiares e amigos que de alguma forma ajudaram na elaboração dessa tese.

## RESUMO

Tese de Doutorado  
Programa de Pós-graduação em Agronomia  
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### MANEJO DO NITROGÊNIO NA CULTURA DO MELÃO

AUTOR: MARCO AURÉLIO DE FREITAS FOGAÇA

ORIENTADOR: JERÔNIMO LUIZ ANDRIOLO

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 11 de Janeiro de 2007

Os objetivos deste trabalho foram determinar as necessidades de N pela cultura do melão e ajustar um método de diagnóstico das doses de adubação no decorrer do ciclo de crescimento e desenvolvimento. O experimento foi conduzido no Departamento de Fitotecnia da UFSM, no interior de um abrigo de 500m<sup>2</sup>, coberto com polietileno aditivado de 150µm de espessura. Mudanças de melão do híbrido Magelan foram plantadas em 30/09/2004 em sacolas de polietileno com 4,5dm<sup>3</sup> de substrato comercial, na densidade de 3,3 plantas.m<sup>-2</sup> as quais foram fertirrigadas com solução nutritiva completa. Os tratamentos consistiram por cinco concentrações de nitrogênio (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/NH<sub>4</sub>) de 8 (T1), 11 (T2), 14 (T3), 17 (T4) e 20mmol. L<sup>-1</sup> (T5). Os demais nutrientes foram fornecidos nas mesmas concentrações para os cinco tratamentos, sendo de 0,9 de H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 2,25 de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>; 10,0 de Ca<sup>++</sup>; 6,0 de K<sup>+</sup> e 5,0mmol L<sup>-1</sup> de Mg<sup>++</sup>, complementadas por micronutrientes. Para determinação da massa seca (MS), número de frutos (NF), índice de área foliar (IAF) e o teor de Nitrogênio nas folhas, haste, pecíolos e frutos, foram coletadas semanalmente quatro plantas de cada tratamento no período entre 33 e 99 dias após o plantio (DAP). A massa seca de cada órgão foi moída em moinho tipo Willey e a concentração de N determinada pelo método Kjeldah. A colheita foi feita diariamente quando os frutos evidenciaram a zona de abscisão completa em torno do pedúnculo. As características avaliadas foram o peso de fruto, firmeza da polpa, as frações da polpa, casca, mucilagem e sementes, acidez titulável (AT) e o teor de sólidos solúveis totais (TSS). Os resultados foram submetidos à análise da variância e os dados das variáveis que apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos foram submetidos à análise de regressão. Foi observada resposta linear dos tratamentos na massa seca vegetativa e total, área foliar, número de frutos e produtividade. Quanto às características qualitativas dos frutos, somente a acidez titulável apresentou diferença significativa, decrescendo com o aumento da concentração de N. Foi observada a diluição da concentração de N na massa seca em todos os tratamentos e os dados ajustaram-se ao modelo potencial %N = aMS<sup>-b</sup> descrito na literatura. A curva crítica de diluição do N foi ajustada, com coeficientes *a* e *b* iguais a 5,16 e 0,63, respectivamente. Concluiu-se que o N interfere na produtividade e deve ser fornecido em doses não superiores à curva crítica de diluição até a que a fixação dos frutos tenha sido atingida. Após essa fase doses devem ser ajustadas de forma a evitar restrições no crescimento da área foliar e dos frutos.

Palavras-chave: *Cucumis melo*, fertirrigação, substrato

## ABSTRACT

Doctor's Thesis  
Graduate Program in Agronomy  
Federal University of Santa Maria – RS, Brazil

### MANAGING NITROGEN FERTILIZATION IN MUSKMELON

AUTHOR: MARCO AURÉLIO DE FREITAS FOGAÇA

ADVISOR: JERÔNIMO LUIZ ANDRIOLO

Location and date of presentation: Santa Maria, January 11<sup>th</sup>, 2007

The goal of this work was to determine the N requirements of the muskmelon crop and adjusting a method for diagnosis of the plant nutritional status, for estimations of fertilization rates to be used during growth and development of this crop. The experiment was carried out at Departamento de Fitotecnia - UFSM, inside a 500m<sup>2</sup> greenhouse. Muskmelon plantlets, hybrid Magelan, were planted at September 30<sup>th</sup>, 2004, in 4.5dm<sup>3</sup> plastic bags containing a commercial substrate. Plant density was 3.3 plants m<sup>-2</sup>. Water and nutrients were supplied by fertigation. Treatments were five nutrient solutions with N concentrations (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) of 8 (T1), 11 (T2), 14 (T3), 17 (T4) and 20mmol.L<sup>-1</sup> (T5). The other nutrients were supplied at standard concentrations of 0.9 H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 2.25 SO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 10.0 Ca<sup>++</sup>; 6.0 K<sup>+</sup> and 5.0mmol.L<sup>-1</sup> Mg<sup>++</sup>, with micronutrients. Four plants were weekly harvested from 33 to 99 days after planting (DAP) to determine dry mass (DM), number of fruits (NF), leaf area index (LAI) and N content in tissues. Ripe fruits were harvested at the peduncle abscission stage and fresh weight, flesh firmness, fraction of flesh, skin, mucilage and seeds, titratable acidity and soluble solids were determined. The N content in leaf, stem, petiole and fruit tissues was determined by the Kjeldahl method. The vegetative and total dry mass, leaf area, number and fruit yield increased linearly by effect of treatments. For fruit quality variables, only the titratable acidity decreased by increasing N concentrations. The N dilution was observed during growth of tissues upon all treatments and data fitted the potential model %N = aMS<sup>-b</sup> described in the literature. The N critical dilution curve was adjusted, with values of 5.16 and 0.63 for model coefficients *a* and *b*, respectively. It was concluded that N affects the yield of the crop and can be supplied at rates estimated from the critical dilution curve until fruit setting was attained. After this stage, N fertilization rates can be adjusted in order to avoid any restrictions in the leaf area growth.

**Key words:** *Cucumis melo*, fertigation, substrate, nitrogen.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Massa seca da parte aérea (A), produtividade (B), área foliar e número de frutos (C) de melão cultivado em substrato com cinco concentrações de N de 8, 11, 14, 17 e 20mmol L <sup>-1</sup> na solução nutritiva. UFSM, Santa Maria, RS, 2004 .....	30
FIGURA 2 – Duração do ciclo e do período de colheita (A) e acidez titulável (B) de melão cultivado em substrato com cinco concentrações de N de 8, 11, 14, 17 e 20mmol L <sup>-1</sup> na solução nutritiva. UFSM, Santa Maria,RS, 2004.....	31
FIGURA 3 – Curvas de diluição do N de plantas de melão do híbrido Magelan cultivadas com cinco concentrações de N na solução nutritiva (A). Curvas críticas de diluição (B): atual, ajustada com os resultados da Figura A (%N=5,16MS <sup>-0,63</sup> , r <sup>2</sup> =0,76); da literatura para o tomateiro (%N=4,22MS <sup>-0,27</sup> , RATTIN, 2000) e para a batata (%N=5,21MS <sup>-0,56</sup> , CHAMBENOIT C.L. <i>et al.</i> , 2002). UFSM, Santa Maria, RS, 2005.....	43
FIGURA 4 – Curvas críticas de diluição do N nas folhas (A), caule e pecíolos (B) e frutos (C) no decorrer do ciclo de crescimento e desenvolvimento de plantas de melão do híbrido Magelan. UFSM, Santa Maria, RS, 2005.....	44
FIGURA 5 – Curva de acúmulo de massa seca total ao longo do ciclo de crescimento e desenvolvimento de plantas de melão do híbrido Magelan. UFSM, Santa Maria, RS, 2005. ....	46

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Composição das soluções nutritivas empregadas como tratamentos para determinação do efeito da disponibilidade de Nitrogênio sobre o crescimento e desenvolvimento de plantas de melão ( <i>Cucumis mello</i> L.) híbrido magelan. UFSM, Santa Maria, RS, 2004. ....	29
TABELA 2 – Valores dos coeficientes $a$ , $b$ e $r^2$ do modelo de diluição de N ( $\%N=m.MS^{-b}$ ) relativos da planta inteira, órgãos e diferentes doses fornecidas ao híbrido de melão Magelan. UFSM, Santa Maria, RS, 2004.....	42
TABELA 3 – Estimativa da extração de N, P, K, Ca e Mg pela cultura do melão, híbrido Magelan, no decorrer do ciclo de crescimento e desenvolvimento da cultura, a partir da curva crítica de diluição e da acumulação de matéria seca. UFSM, Santa Maria, RS, 2006. ....	47

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A - Sistemas de produção das mudas .....	56
ANEXO B – Sistemas de condução .....	57
ANEXO C – Frutos na fase final de crescimento.....	58
ANEXO D – Sistema de sustentação dos frutos .....	59

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	7
LISTA DE TABELAS .....	8
LISTA DE ANEXOS.....	9
1 INTRODUÇÃO .....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	13
2.1 Aspectos Gerais da Cultura do Melão.....	13
2.2 Necessidades e Manejo do Nitrogênio .....	15
3 CAPÍTULO I – PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE MELÃO CULTIVADO EM SUBSTRATO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO NA SOLUÇÃO .....	20
3.1 Resumo.....	20
3.2 Abstract .....	21
3.3 Introdução .....	22
3.4 Material e Métodos.....	23
3.5 Resultados e Discussão.....	25
3.6 Conclusões.....	28
4 CAPÍTULO II – CURVA CRÍTICA DE DILUIÇÃO DO NITROGÊNIO PARA A CULTURA DO MELÃO, HÍBRIDO MAGELAN .....	32
4.1Resumo .....	32
4.2 Abstract .....	34
4.3 Introdução .....	34
4.4 Material e Métodos.....	36
4.5 Resultados e Discussão .....	38
4.6 Conclusões.....	41
5. DISCUSSÃO GERAL .....	45
6 CONCLUSÃO.....	48
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

# 1 INTRODUÇÃO

A cultura do melão ocupa posição de destaque no mercado de exportação de frutas brasileiras, caracterizada como uma cultura de clima quente e seco. A principal região de produção é a Nordeste, destacando-se os estados do Ceará, Bahia, Pernambuco, e Rio Grande do Norte, que respondem por 49% da produção nacional (IBGE, 2004). Na região Sul, destaca-se o RS com área plantada de 2.176 ha e uma produção de 13.755 t, a qual representa 4% da produção nacional (IBGE, 2004).

O melão, vem ano, a ano aumentando a sua participação no mercado de frutas frescas do País, para exportação atingiu em 2006 a produção de 27.104 t, com um faturamento de US\$ 13.464.040 (FOB), que corresponde a 52% do mercado de exportação de frutas frescas do País. Essa cifra representa um aumento nas exportações de 45% em relação a 2005 (Secex/Datafruta-Ibraf, 2006).

A região Nordeste do Brasil cultiva principalmente a variedade *Inodorus*, por apresentar boa resistência ao transporte e vida útil mais longa após a colheita. Porém, ela apresenta qualidade inferior em termos de sabor e aroma, especialmente se comparada com melões do grupo rendilhado (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naud), denominados melões nobres, que se caracterizam por produzir frutos de sabor e aroma mais acentuados que os melões da variedade *inodorus*. Essas características tornam os melões rendilhados um produto de alto valor comercial, tanto no mercado interno como externo (PURQUERIO *et al.*, 2003), além de uma excelente opção para o cultivo em ambiente protegido no Sul do Brasil.

O meloeiro é uma cultura exigente em nutrição tanto nas quantidades fornecidas como nas proporções entre os nutrientes. Em média, 5% da matéria seca da planta é constituída por minerais, onde o conteúdo total de cada mineral pode variar com a cultivar, produtividade e estágio de desenvolvimento da cultura. Com o avanço do crescimento e desenvolvimento, aumenta a necessidade de nutrientes, intensificando-se na floração, formação e crescimentos dos frutos. Dentre os macronutrientes, o nitrogênio é aquele que mais afeta o crescimento, a coloração da epiderme e da polpa, o sabor e o aroma dos frutos (RAIJ *et al.*, 1996).

São escassas, no Brasil, as informações de literatura sobre os níveis de N a serem empregados para maximizar a produtividade e a qualidade de frutos de melão

cultivado tanto no solo como em hidroponia. Conseqüentemente, faz-se necessário determinar as necessidades da cultura e também indicar métodos de diagnóstico para estimar as quantidades a serem fornecidas de forma a atender essas necessidades em cada fase de crescimento e desenvolvimento.

O objetivo geral deste trabalho foi determinar as necessidades de N pela cultura do melão e ajustar um método de diagnóstico das doses de adubação no decorrer do ciclo. Os objetivos específicos foram:

- a) determinar o efeito da disponibilidade de nitrogênio sobre o acúmulo de massa seca, produtividade e qualidade de frutos;
- b) determinar a curva crítica de diluição em diferentes fases do ciclo de crescimento e desenvolvimento;
- c) estimar as quantidades a fornecer em cada fase do ciclo de crescimento e desenvolvimento, para maximizar a produtividade e qualidade dos frutos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Aspectos Gerais da Cultura do Melão

A produção mundial de melão, segundo dados da FAO, foi de 21,7 milhões de toneladas em 2002, sendo que a China, a Turquia, os Estados Unidos, o Irã e a Espanha responderam por mais de 60% da produção mundial. O melão é a oitava fruta produzida e está entre as dez principais frutas frescas mais exportadas, com mercado internacional estimado em mais de 1,6 milhão de toneladas por ano. Os principais países importadores são os Estados Unidos, Reino Unido, França, Canadá e Alemanha, os quais acumularam 68,3% das importações mundiais em 2002. As exportações passaram de 1,3 milhão de toneladas em 1997 para cerca de 1,6 milhão em 2002, representando um incremento de 23%. Os principais países exportadores são a Espanha, México, Estados Unidos, Costa Rica e França, respondendo por 64% das exportações mundiais em 2002. O Brasil ocupa o 6º lugar respondendo por cerca de 7% da produção mundial. Os Estados Unidos, além de grande produtor, é também um importador, especialmente entre novembro e maio, quando não há produção interna (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2005).

O melão é uma planta polimórfica da família Cucurbitácea, do gênero *Cucumis* e espécie *Cucumis melo* L. Sua origem ainda não está bem definida, embora alguns autores acreditem que seja da África, enquanto outros citam o oeste da Ásia (ZAPATA *et al.*, 1989). As formas botânicas diferenciam-se quanto a aspectos de sensibilidade ao frio, forma, tamanho de fruto e estrutura da casca e polpa (MENEZES, 1996). Segundo Duarte (2000), existem dois grupos considerados mais importantes, que correspondem aos melões inodoros e aromáticos, respectivamente. No primeiro inclui-se a variedade *inodorus* e no segundo grupo as variedades *reticulatus* e *cantalupensis*. Os *Inodorus* apresentam casca lisa ou levemente enrugada, de coloração amarela, branca ou verde-escura. No segundo grupo, os frutos apresentam a superfície rendilhada, verrugosa com a presença de gomos ou não, polpa com aroma característico, podendo ser de coloração alaranjada, verde ou salmão (ALVES *et al.*, 2000). O meloeiro é uma planta anual que possui hábito de crescimento rasteiro, com ramos laterais que podem atingir até

três metros de comprimento. Possui sistema radicular fasciculado e superficial, cujo maior volume situa-se nos 20 a 30cm abaixo da superfície do solo no estágio de florescimento (ARAUJO *et al*, 1980; DUARTE, 2000). Em relação ao sistema reprodutivo, as cucurbitáceas são consideradas alógamas, embora haja uma ampla variação na expressão sexual, com influência do ambiente na manifestação desta característica. São encontradas plantas monóicas, as quais apresentam flores masculinas e femininas, andróicas formadas por plantas com apenas flores masculinas, ginóicas, com somente flores femininas, andromonóicas, caracterizadas pela presença de flores masculinas e hermafroditas e trimonóicas, com flores masculinas, femininas e hermafroditas. A andromonoeicia é a forma mais comum encontrada nas plantas dessa família. As flores se originam das axilas das folhas e na planta do melão, são encontradas geralmente em proporção de cinco a seis flores masculinas para uma feminina ou hermafrodita (FERREIRA *et al*, 2004).

As folhas são de tamanho e forma bastante variados, mas em geral são grandes, palmadas e pentalobadas, de disposição alternada (DUARTE, 2000). Das axilas das folhas são emitidas as gavinhas, que são órgãos de sustentação da planta.

O fruto consumido “in natura” fornece ao organismo humano hidratos de carbono, vitaminas C, A e B1, além de fósforo e cálcio. Quando na forma de suco concentrado, torna-se importante produto industrializado próprio para exportação, podendo apresentar teor elevado de açúcares e baixa acidez, com pH = 4,3 (AZEVEDO & ALVES,1999).

Com relação aos principais elementos meteorológicos que exercem influência na produção e na qualidade do melão, a temperatura, a umidade relativa e a radiação solar são os mais importantes. No entanto, a temperatura é a variável meteorológica que mais influencia essa cultura, tanto no crescimento como na qualidade dos frutos. A interação entre a temperatura e a radiação também é fator importante, pois, quando a primeira situa-se abaixo da faixa ótima entre 20 e 30°C, a taxa de crescimento foliar passa a ser determinada pela intensidade da radiação solar. A redução da quantidade de radiação, seja pela intensidade mais baixa ou pelo encurtamento do fotoperíodo determina uma menor área foliar (WHITAKER & DAVIS,1962).

Quanto ao elemento umidade do solo, é uma cultura pouco exigente em água. Porém, a resposta à deficiência hídrica varia entre os diferentes genótipos. Os



mais sensíveis restringem rapidamente a transpiração em resposta à redução da disponibilidade de água (RIBAS *et al.*, 2000). Durante o ciclo, a cultura apresenta particularidades no consumo de água, sendo de exigência moderada no período da germinação até a emergência. No período vegetativo, floração e início da frutificação, necessita de irrigações freqüentes, sendo estes os estádios fenológicos de maior exigência. Com o avanço da maturação dos frutos, as irrigações devem ser reduzidas, pois o excesso de água nessa fase diminui a qualidade e o período de conservação dos frutos (PEDROSA, 1992). Em ambiente protegido, Caron & Hedwein (2000), obtiveram um consumo médio diário de água de 0,65mm, 2,1mm e 3,0mm por planta, respectivamente, nos estágios vegetativo, de floração e de crescimento dos frutos. Segundo Pardossi *et al.* (1994) o tamanho e a qualidade dos frutos de melão são determinados pela acumulação de água no fruto, a qual representa entre 85% e 90% da matéria verde na maturação.

Com relação o tipo de solo, é uma das cucurbitáceas mais exigentes, que prefere solos bem drenados, de textura areno-argiloso, com boa fertilidade e pH 6,0 (ROLAS, 2004), sendo levemente tolerante a acidez.

## 2.2 Necessidades e Manejo do Nitrogênio

Dentre os nutrientes minerais, o nitrogênio é o nutriente para o qual existem mais dados na literatura e, para a maioria das culturas, é o macronutriente aniônico mais absorvido. Em termos de composição da massa seca, é superado apenas pelo Oxigênio, Carbono e Hidrogênio, com poucas exceções (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

O nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) é a maior fonte de nitrogênio para as plantas, a forma amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) representando uma pequena parcela da absorção total pela planta. Nos processos de absorção e assimilação, um grande número de compostos carbonados ricos em energia são consumidos. Estima-se que 20% da energia produzida na fotossíntese é consumida na absorção e assimilação do nitrogênio. A passagem do íon  $\text{NO}_3^-$  pela parede celular ocorre contra um gradiente de potencial elétrico transmembranário, que é desfavorável à entrada deste íon na célula. O mecanismo de transporte é baseado no princípio de um transportador e de uma bomba de prótons. A absorção do  $\text{NO}_3^-$  seria feita por um transportador (*symport*  $\text{NO}_3^- / \text{H}^+$  ou *antiport*  $\text{NO}_3^- / \text{OH}^-$  ou  $\text{NO}_3^- / \text{HCO}_3^-$ ) que provocaria a polarização da

membrana, compensado pelo funcionamento da bomba de prótons H<sup>+</sup>/ATPase. Dentro da planta, o N é incorporado aos esqueletos de carbono formados pela fotossíntese para dar origem aos compostos nitrogenados da planta (SALSAC *et al.*, 1987).

Mengel e Kirkby (1987) propuseram uma classificação dos nutrientes essenciais, segundo o seu papel bioquímico e sua função fisiológica. O Nitrogênio pertence ao grupo 1, dos nutrientes minerais que fazem parte dos compostos de carbono, sendo componente essencial dos aminoácidos, proteínas, ácidos nucléicos, nucleotídeos e enzimas. O nitrogênio faz parte da molécula de clorofila e tem ação direta na utilização de carboidratos no interior da planta, os quais se acumulam na deficiência de N. A consequência imediata da deficiência de N em uma cultura é a redução no crescimento da planta (TAIZ & ZEIGER, 2004).

A Embrapa-Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-árido (CPATSA) iniciou pesquisas sobre nutrição da cultura do melão fertirrigado, na década de 1980. Os resultados destes estudos mostraram que se deve aplicar 80 kg.ha<sup>-1</sup> de N no decorrer do ciclo, parcelados diariamente, no período entre 3 e 42 dias após a germinação (PINTO *et al.*, 1993). Savi *et al.* (1980), verificaram que para o melão da cultivar Gália, o maior consumo de nitrogênio ocorreu entre 61 e 70 dias após a semeadura. Em experimentos com outras culturas como o tomateiro rasteiro no sub-médio São Francisco, Pinto *et al.* (1997) observaram que a aplicação de N via água de irrigação foi mais eficiente do que quando aplicado no solo. Porém, o método de irrigação por gotejamento apresenta uma distribuição tridimensional da água no solo e em volumes localizados, o que pode dificultar a homogeneidade de distribuição dos nutrientes na camada colonizada pelas raízes. Isso significa que, quando esse método de aplicação de fertilizantes é utilizado, as quantidades devem ser estimadas levando-se em conta esse fator, para que não venham a ocorrer limitações no crescimento das plantas, o que poderia acarretar produções inferiores ao método de aplicação convencional no solo.

Com relação à aplicação no solo, Faria *et al.* (1994) citam a dose de 80 kg.ha<sup>-1</sup> de N como aquela adequada para a cultura do melão irrigado na mesma região. No entanto, Coelho *et al.* (2001), em experimento realizado no Piauí, obtiveram maiores produtividades com a aplicação de 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N na água de irrigação, não encontrando resposta para doses maiores.

Os resultados de pesquisas sobre a recomendação de adubação nitrogenada para a cultura do melão em ambiente protegido ainda são poucos. A maior parte refere-se ao cultivo em sistema de hidropônia, como aqueles descritos por Castellane & Araújo (1994), Sasaki (1992), Pardossi *et al.*, (1994) que recomendam, respectivamente, 223; 170; e 130 mg.L<sup>-1</sup> de N total. Porém, Purquerio *et al.* (2003) avaliaram o efeito da concentração N na solução nutritiva sobre o número frutos por planta em sistema NFT e obtiveram maiores produtividades com a dose de 80 mg.L<sup>-1</sup>. Constata-se que existe variação nos resultados obtidos até o momento sobre as doses de N a serem empregadas na cultura do melão. Outro fator importante que deve ser levado em conta na adubação nitrogenada via fertirrigação é a forma como este nutriente é fornecido à cultura. O melão tem apresentado melhor resposta a fontes de nitrogênio na forma nítrica ou na combinação desta com a amônia, do que somente com a utilização da amônia como única fonte de nitrogênio (ELAMIN & WILCOX, 1986).

É importante determinar a necessidade de nitrogênio para a cultura do melão, recomendando doses de modo a obter produtividade e qualidade dos frutos, evitando aplicações em excesso, pois além de custos mais elevados, os resíduos não absorvidos podem causar danos ao ambiente. Para isso, é necessário desenvolver métodos de diagnóstico do estado nutricional da cultura, nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta.

De acordo com Belanger *et al.*, (2001), os métodos de diagnóstico do nitrogênio nas plantas devem basear-se na concentração crítica, que seria a concentração mínima requerida pela planta para alcançar o crescimento máximo. Essa informação ainda não é disponível para a cultura do melão. As informações disponíveis sobre o efeito do N na cultura do melão são relativas a experimentos localizados, cujas conclusões dificilmente podem ser generalizadas para outras condições e/ou outros genótipos. As recomendações de adubação disponíveis tampouco levam em conta a acumulação e partição da massa seca no decorrer do ciclo de desenvolvimento da cultura. É importante citar que o melão é uma cultura de hábito de crescimento indeterminado, que apresenta forte crescimento, florescimento e frutificação nas brotações secundárias, o qual é influenciado, entre outros fatores, pela disponibilidade de nitrogênio.

Segundo Le Bot *et al.*, (1998), os mecanismos que controlam a absorção dos nutrientes pelas plantas ainda não são totalmente esclarecidos. Entretanto, na

escala do ciclo da cultura, Lemaire *et al.*, (1997) desenvolveram um modelo de nutrição nitrogenada que leva em conta a absorção do nitrogênio e a acumulação de massa seca da cultura. Esse modelo deriva da concepção de Caloin & Yu (1984), que utilizaram a seguinte expressão matemática:

$\%N = \alpha \times MS^{-\beta}$ , em que:

MS = biomassa acumulada ( t.ha<sup>-1</sup>)

%N = teor de nitrogênio desta biomassa (g N.100 g<sup>-1</sup> MS)

$\alpha$  = teor de nitrogênio nos tecidos na fase jovem

$\beta$  = relação entre velocidade de absorção de nitrogênio e acúmulo de biomassa (coeficiente de alometria).

As quantidades extraídas podem ser estimadas a partir da transformação da expressão acima na forma: kgN ha = 10  $\alpha$  MS<sup>(1-  $\beta$ )</sup>, para valores de MS acumulada iguais ou superiores a 1 t ha<sup>-1</sup>.

Para Lemaire & Salette (1984), a redução na concentração de N na planta está relacionada com o crescimento, diluindo-se nos compostos carbonados presentes, principalmente nos órgãos de reserva da planta. Caloin & Yu (1984) dividiram a planta em dois compartimentos. O primeiro, composto pelas folhas, que são ricas em N, inclui órgãos responsáveis pela produção dos fotoassimilados na planta, que formam a parte do vegetal fisiologicamente ativa e que apresenta crescimento exponencial. O segundo compartimento, formado pela parte estrutural e de estoque da planta, inclui órgãos com menor concentração de N. Dessa maneira, somente irá ocorrer diluição do N após a fase de crescimento exponencial, ou seja, diminui a necessidade de N por unidade de massa seca produzida com o decorrer do ciclo da cultura.

Para a grande maioria das culturas, a recomendação da adubação nitrogenada ainda é baseada em métodos indiretos, como o teor de matéria orgânica no solo no início do cultivo. Poucos são os dados de pesquisas que utilizam a curva crítica de N para inferir sobre a nutrição da planta ao longo do seu ciclo. Para outras hortaliças, os ajustes dos coeficientes  $\alpha$  e  $\beta$  do modelo da curva crítica de diluição indicaram valores de, respectivamente, entre 4,2 a 5,77 e 0,27 a 0,33 para o tomateiro (ANDRIOLO, 1995, RATTIN, 2000, TEI *et al.*, 2002) e entre 3,6 e 5,2 e entre 0,29 e 0,56 para a cultura da batata (DUCHÈNE *et al.*, 1997; BÉLANGER *et al.*, 2001; CHAMBENOITE *et al.*, 2002; PAULA, 2005).

Uma vez estabelecida a curva crítica de diluição de nitrogênio para uma determinada cultura, é possível escalonar o fornecimento da adubação nitrogenada durante o crescimento e desenvolvimento, com base na acumulação de matéria seca da cultura. Essa curva serve também para avaliar os resultados da análise do N nos tecidos da planta. Essa avaliação é feita através de um índice de nutrição de nitrogênio (INN) (JUSTES *et al.*, 1994, LEMAIRE *et al.*, 1997), o qual é determinado pelo quociente entre a concentração crítica de N ( $N_c$ ) estimada pela curva crítica de diluição e a concentração de N da amostra no tecido da planta analisada ( $INN = \%N / \%N_{crítico}$ ). Com valores do  $INN < 1$ , a cultura está deficiente em nitrogênio, necessitando aumentar as doses a serem aplicadas. Com valores do  $INN > 1$ , as doses fornecidas são excessivas. Dessa forma, é possível estimar as doses de nitrogênio a serem aplicadas, de maneira individualizada, para cada lavoura e para cada fase do ciclo de produção.

FOGAÇA, M. A. F.; ANDRIOLO, J. L., GODOI, R. S. Produtividade e qualidade de frutos de melão cultivado em substrato com diferentes concentrações de nitrogênio na solução nutritiva. *Ciência Rural*, v.37, n.1, p.72-78, 2007.

# **CAPÍTULO I**

## **PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE FRUTOS DE MELÃO CULTIVADO EM SUBSTRATO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE NITROGÊNIO NA SOLUÇÃO**

**Yield and quality of muskmelon fruits grown in substrate with different  
nitrogen concentrations in the nutrient solution**

**Marco Aurélio de Freitas Fogaça<sup>1</sup> Jerônimo Luiz Andriolo<sup>2</sup> Rodrigo dos  
Santos Godoi<sup>3</sup> Ricardo Fabiano Hettwer Gieh<sup>3</sup> José Carlos Cazarotto Madaloz<sup>3</sup>  
Gisele Teixeira Barros<sup>3</sup>**

### **RESUMO**

O experimento foi conduzido em ambiente protegido na UFSM, entre agosto de 2004 e janeiro de 2005, com o híbrido Magelan. As mudas foram plantadas em sacolas de polietileno contendo 4,5dm<sup>3</sup> do substrato Plantmax PXT<sup>®</sup>, na densidade de 3,3 plantas m<sup>-2</sup>. As plantas foram conduzidas verticalmente em haste única, com até dois frutos por planta, e despontadas ao atingir a altura de 2m. Os tratamentos foram constituídos por concentrações de nitrogênio na solução nutritiva de 8 (T1), 11 (T2), 14 (T3), 17 (T4) e 20 (T5) mmol L<sup>-1</sup>. Os demais nutrientes foram fornecidos nas concentrações de, em mmol L<sup>-1</sup>, 0,9 de H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 2,25 de SO<sub>4</sub><sup>--</sup>; 10,0 de Ca<sup>++</sup>; 6,0 de K<sup>+</sup> e 5,0 de Mg<sup>++</sup>, e, em mg L<sup>-1</sup>, 0,42 de Mn; 0,26 de Zn; 0,05 de Cu; 0,50 de B; 0,04 de Mo e 4,82 de quelato de Fe. A solução nutritiva foi fornecida várias vezes ao dia, de acordo com a demanda hídrica da cultura, com um coeficiente de drenagem

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS.

<sup>2</sup> Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: andriolo@smail.ufsm.br. Autor para correspondência.

<sup>3</sup> Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS.

diário não inferior a 30%. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. Foi observada resposta linear dos tratamentos na massa seca vegetativa e de frutos, área foliar, número de frutos e produtividade. Quanto às características qualitativas dos frutos, somente a acidez titulável apresentou diferença significativa, decrescendo com o aumento da concentração de N. A concentração de  $14\text{mmol L}^{-1}$  de N é sugerida na fertirrigação de lavouras comerciais dessa cultura em substrato.

Palavras-chave: *Cucumis melo*, fertirrigação, substrato, hidroponia.

## ABSTRACT

The experiment was carried out inside a greenhouse at UFSM, from August to January 2005, using the hybrid Magelan. Planting was made in polyethylene bags with  $4.5\text{dm}^3$  of the commercial substrate Plantmax PXT<sup>®</sup>, in a plant density of 3.3 plants  $\text{m}^{-2}$ . Plants were vertically trained with no more than two fruits per plant. Lateral branches were picked out and the main stem was cut at 2m height. Treatments were N concentrations of 8 (T1), 11 (T2), 14 (T3), 17 (T4) and 20 (T5)  $\text{mmol L}^{-1}$  in the nutrient solution. The other nutrients were supplied at standard concentrations of, in  $\text{mmol L}^{-1}$ , 0.9  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ; 2.25  $\text{SO}_4^{--}$ ; 10.0  $\text{Ca}^{++}$ ; 6.0  $\text{K}^+$  and 5.0  $\text{Mg}^{++}$ , and, in  $\text{mg L}^{-1}$ , 0.42 Mn; 0.26 Zn; 0.05 Cu; 0.50 B; 0.04 Mo, and 4.82 of quelated Fe. The nutrient solution was delivered to plants several times a day, in order to replace volumes lost by transpiration, with a daily drainage coefficient higher than 30%. It was used a randomized experimental design, with five treatments and four replications. Linear effect of treatments was observed for vegetative and fruit dry mass, leaf area, number and fruit yield. Fruit titratable acidity decreased by effect of treatments and no significant effects were observed for other fruit quality variables. The nitrogen concentration of  $14\text{mmol L}^{-1}$  in the nutrient solution could be used in the fertigation of this crop grown in substrate.

Key words: *Cucumis melo*, fertigation, substrate, soilless culture.

### 3.3 INTRODUÇÃO

A cultura do melão, especialmente do grupo rendilhado (*Cucumis melo* L. var *reticulatus* Naud) destaca-se como uma opção para o cultivo protegido, por ser considerado um melão nobre, com frutos de sabor e aroma mais acentuados do que os melões da variedade *inodorus*. Essas características tornam os melões rendilhados um produto de alto valor comercial, tanto no mercado interno como externo (PURQUERIO *et al.*, 2003). No Sul do Brasil, o cultivo em ambiente protegido e fora do solo é uma das alternativas para o cultivo dessa espécie nos períodos do ano com baixa disponibilidade térmica e/ou elevada precipitação pluviométrica.

O nitrogênio (N) é o nutriente que mais afeta o crescimento da área foliar e a taxa de fotossíntese das culturas. Relações lineares têm sido demonstradas entre o teor de nitrogênio no tecido vegetal e o índice de área foliar nos estádios iniciais de desenvolvimento de várias espécies (PONS & WESTBEEK, 2004). Na cultura do melão, peso, tamanho, coloração da epiderme e da polpa, sabor e aroma são características que determinam a qualidade do fruto, as quais são influenciadas pelo nitrogênio. Esse nutriente é aquele absorvido em maior quantidade, influenciando a fotossíntese, produção e partição da massa seca dessa cultura (RINCON *et al.*, 1996; CARMELLO, 1999; ANDRIOLO *et al.*, 2005). Disponibilidades elevadas de nitrogênio diminuem a emissão de flores hermafroditas (GOTO & TIVELLI, 1998) e afetam o formato e a coloração dos frutos e a firmeza da polpa (BHELLA & WILCOX, 1986).

Em cultivo hidropônico do tipo NFT, são recomendadas concentrações de  $\text{NO}_3^-$  entre 9,3 e 16mmol L<sup>-1</sup> (CASTELLANE & ARAÚJO, 1994; PARDOSSI *et al.*, 1994). No cultivo em substrato, a solução nutritiva proposta por RAMOS (1999), com 13mmol L<sup>-1</sup> de  $\text{NO}_3^-$  foi aquela que apresentou os melhores resultados (ANDRIOLO *et al.*, 2003). Tem sido demonstrado na literatura que tanto a composição como a concentração salina da solução nutritiva afeta a produtividade e a qualidade dos frutos de melão (ANDRIOLO *et al.*, 2005). Purquerio *et al.* (2003) avaliaram o efeito da concentração de N no número de frutos por planta em sistema NFT e obtiveram melhores resultados em produção e peso médio de frutos por planta com a dose de 5,7mmol L<sup>-1</sup> de  $\text{NO}_3^-$ . Essas variações podem ser atribuídas ao material vegetal e ao



manejo da cultura, especialmente no tocante à água e aos nutrientes. Essa conclusão sustenta-se nos resultados de Andriolo *et al.*, (2003; 2005), os quais demonstraram que no cultivo do melão em substrato orgânico e com fertirrigação devem ser empregadas soluções nutritivas diferentes daquelas usadas em hidroponia. São escassas, no Brasil, as informações de literatura sobre os níveis de N a serem empregados na solução nutritiva para maximizar a produtividade e a qualidade de frutos de melão cultivado em substrato.

O objetivo do trabalho foi determinar o efeito de níveis de N na solução nutritiva sobre o acúmulo de fitomassa, produtividade e qualidade de frutos de melão cultivado em substrato.

### 3.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Fitotecnia da UFSM, no interior de um abrigo de 500m<sup>2</sup>, coberto com polietileno aditivado de 150µm de espessura. As paredes laterais do abrigo foram mantidas diuturnamente abertas, durante todo o período experimental. Mudanças de melão do híbrido Magelan foram plantadas em 30/09/2004 em sacolas de polietileno com 4,5dm<sup>3</sup> de substrato comercial (Plantmax PXT®), sem adição de fertilizantes, com uma planta por sacola e densidade de 3,3 plantas m<sup>-2</sup>. Sobre as sacolas foi colocado um tubo gotejador, com vazão de 1,4L h<sup>-1</sup> em cada sacola, as quais foram cobertas com filme opaco de polietileno dupla-face, para reduzir a evaporação e evitar a incidência direta dos raios solares sobre o substrato. O volume de água retido na capacidade máxima de retenção foi de 0,68L dm<sup>-3</sup>, totalizando 3,06L/sacola. Considerou-se o volume de 0,9L/sacola como água facilmente disponível (AFD). A transpiração diária potencial foi estimada em 1,5L/planta/dia, com base nas medidas feitas por CARON & HELDWEIN (2000) em condições similares de produção e um IAF máximo em torno de 2,5m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> (ANDRIOLO *et al.*, 2003). A frequência diária das fertirrigações foi ajustada à demanda evaporativa da cultura, de forma a evitar variações de volume superiores a 20% na AFD. Para tal, o número diário de fertirrigações variou de uma por dia na primeira semana após o plantio até um máximo de seis nas fases finais do ciclo, efetuadas entre as 8:00 e 18:00 horas. O fornecimento de água às plantas foi feito sempre através de soluções nutritivas completas, durante todo o período

experimental, as quais foram preparadas em reservatórios de polietileno individualizados para cada tratamento. O fornecimento foi feito simultaneamente e em igual volume a todas as plantas, através de motobombas controladas por um único programador horário. O funcionamento da fertirrigação ocorreu em sistema aberto e com drenagem perdida, com um coeficiente de drenagem diário de pelo menos 30%. Em cada parcela foram instalados coletores da solução nutritiva drenada, para medida diária da eletrocondutividade (EC). As plantas foram conduzidas verticalmente, com uma haste, através de fitas plásticas, deixando-se no máximo dois frutos por planta, localizados entre o 13º e o 17º entrenó. No decorrer do crescimento da cultura, as ramificações laterais foram suprimidas através de operações manuais realizadas duas vezes por semana. O desponete foi feito quando as plantas atingiram a altura de 2m.

Os tratamentos foram constituídos por cinco soluções nutritivas com concentrações de  $\text{NO}_3^-$  de 8 (T1); 11 (T2); 14 (T3); 17 (T4) e 20 (T5)  $\text{mmol L}^{-1}$ . Os demais nutrientes foram fornecidos nas concentrações de, em  $\text{mmol L}^{-1}$ , 0,9 de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ; 2,25 de  $\text{SO}_4^{--}$ ; 10,0 de  $\text{Ca}^{++}$ ; 6,0 de  $\text{K}^+$  e 5,0 de  $\text{Mg}^{++}$ , e, em  $\text{mg L}^{-1}$ , 0,42 de Mn; 0,26 de Zn; 0,05 de Cu; 0,50 de B; 0,04 de Mo, e 4,82 de quelato de Fe. As quantidades de fertilizantes empregadas para atingir essas concentrações estão descritas na Tabela 1. Foi empregado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro amostras, sendo cada parcela formada por uma fileira com 60 plantas. A área foliar das plantas no decorrer do período de crescimento e desenvolvimento foi estimada pelo método não destrutivo, através de uma relação entre o produto do comprimento (C) e da largura (L) das folhas e a área foliar medida pelo método dos discos foliares em cinco plantas nas bordaduras.

A colheita foi feita diariamente quando os frutos evidenciaram a zona de abscisão completa em torno do pedúnculo. Foram anotadas as datas de colheita do primeiro e segundo fruto de cada planta. Os frutos colhidos foram contados, a massa fresca determinada e as análises qualitativas efetuadas no Núcleo de Pesquisa em Pós-Colheita do Departamento de Fitotecnia. As características avaliadas foram a firmeza da polpa, as frações da polpa, casca, mucilagem e sementes e o teor de sólidos solúveis totais (TSS). A firmeza da polpa foi determinada com penetrômetro manual com ponteira de 11mm de diâmetro, em uma fatia da região equatorial com cerca de 70mm de espessura. As pressões foram realizadas no sentido do ápice

para a base, sendo calculada a média de quatro determinações por fruto, em Newtons (N). O peso médio dos frutos (PMF) foi determinado através da pesagem de cada fruto em balança digital com precisão de 0,01g. As frações foram determinadas pela separação e pesagem da polpa, casca, mucilagem e sementes. O teor de sólidos solúveis totais (TSS) foi determinado por refratometria, com correção da temperatura, a partir do suco extraído de toda a polpa, sendo os resultados expressos em graus Brix. A acidez titulável (AT) foi determinada por titulação com NaOH 0,1N de uma solução composta por 10mL de suco diluídos em 100mL de água destilada, até atingir pH 8,1, sendo os resultados expressos em meq. 100mL<sup>-1</sup>.

Quatro plantas de cada tratamento foram selecionadas antes do início do respectivo período de colheita. A determinação da massa fresca e seca do primeiro fruto dessas plantas foi realizada no estágio de maturação. Ao ser atingida a maturação do segundo fruto, a parte aérea da planta foi colhida para determinação da massa seca do caule, folhas e fruto, após secagem em estufa de circulação forçada de ar na temperatura de 60°C, até peso constante entre duas pesagens consecutivas. Os resultados foram submetidos à análise da variância e os dados das variáveis que apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos foram submetidos à análise de regressão.

### 3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias da massa seca total da planta, da parte vegetativa aumentaram linearmente com as concentrações de N e a massa seca de frutos apresentou tendência quadrática (Figura 1A). A produtividade e o peso médio dos frutos apresentaram tendência semelhante à massa seca total, com ajuste linear (Figura 1B). O número médio de frutos por planta foi inferior ao limite pré-estabelecido de dois nos tratamentos T1 e T2, enquanto o IAF máximo aumentou de 2,4 em T1 para 4,3 em T5 (Figura 1C). Os resultados dessas duas variáveis ajustaram-se ao modelo linear, embora as médias do número de frutos nos tratamentos T3, T4 e T5 não tenham diferido significativamente entre si. Esse resultado é atribuído ao desponte das plantas, limitando a emissão de flores. Tanto a duração do ciclo da cultura como do período de colheita dos frutos aumentaram

linearmente com os tratamentos, com uma amplitude de 15 e 12 dias, respectivamente, entre T1 e T5 (Figura 2A). A comparação entre esses dois períodos indica que a duração do ciclo da cultura ( $y$ ) é determinada principalmente pela duração do subperíodo de crescimento dos frutos ( $x$ ), por um fator de 1,5 ( $y=1,5x + 88,4$ ,  $r^2=0,90$ ).

A acidez titulável decresceu nas duas doses mais elevadas e os resultados ajustaram-se a um modelo polinomial, com valor máximo de  $1,33 \text{ meq. } 100\text{mL}^{-1}$  nas plantas de T1 (Figura 2B). Não foram observadas diferenças significativas para as demais variáveis qualitativas dos frutos, cujas médias foram de  $9,56^\circ\text{Brix}$  para o TSS; 31,06 Newtons para a firmeza da polpa; 118,8mm para o diâmetro longitudinal; 110,7mm para o diâmetro transversal; 69,9% de polpa; 21,1% de casca e 9,6% de sementes/mucilagem. Essas características, em todos os tratamentos, situaram-se dentro dos limites comerciais recomendados para o melão (GONZAGA NETTO *et al.*, 1994).

As cucurbitáceas são plantas que se caracterizam por forte competição pelos assimilados entre os órgãos vegetativos e os frutos. Na planta de melão, essa competição manifesta-se de forma mais intensa em duas fases diferentes do ciclo. A primeira ocorre após a polinização, quando a baixa disponibilidade de assimilados pode induzir o abortamento e queda dos frutos no início do seu período de crescimento. A segunda ocorre na fase exponencial de crescimento dos frutos, quando a competição pelos assimilados pode reduzir o crescimento dos órgãos vegetativos, principalmente as folhas (VALANTIN *et al.*, 1999). Os resultados obtidos caracterizaram a competição nessas duas fases do ciclo. Uma das conseqüências da baixa disponibilidade de nitrogênio é a redução no crescimento da parte vegetativa, principalmente das folhas, a qual se reflete simultaneamente na fixação e no crescimento dos frutos. Nas duas concentrações mais baixas do atual experimento, a área foliar e o número (Figura 1C) e o peso médio (Figura 1B) dos frutos foram inferiores. O aumento da disponibilidade de nitrogênio induziu maior crescimento da área foliar, da fixação de frutos e da produtividade. Entretanto, a partir da concentração T3 a produtividade foi limitada provavelmente pelo número de frutos fixados. Embora o ajuste dos dados relativos a produtividade e peso médio dos frutos tenham indicado uma relação linear, as diferenças entre as médias das três doses mais elevadas não foram significativas para essas duas variáveis. Isso significa que a concentração de  $14\text{mmol L}^{-1}$  de nitrogênio (T3) é aquela que deve ser

sugerida para fins de manejo da nutrição nitrogenada em lavouras comerciais dessa cultura em substrato.

A concentração de  $14 \text{ mmol L}^{-1}$  de nitrogênio é semelhante àquelas indicadas por Ramos (1999) e Cecílio Filho & May (2000), que foram de  $13 \text{ mmol L}^{-1}$  e  $14,3 \text{ mmol L}^{-1}$ , respectivamente, e superior àquela de Villela *et al.* (2003), de  $12 \text{ mmol L}^{-1}$ , para cultivo em substrato. A produtividade média de frutos nas três concentrações mais elevadas empregadas no atual experimento foi de  $59,1 \text{ t ha}^{-1}$ . Esse valor é superior àqueles obtidos por outros autores em sistema de cultivo semelhante, de  $33,9 \text{ t ha}^{-1}$  por Andriolo *et al.* (2003) e de  $30,5 \text{ t ha}^{-1}$  por Villela *et al.* (2003). Por outro lado, o peso médio de frutos nas três concentrações mais elevadas de nitrogênio foi  $1.070,48 \text{ g.fruto}^{-1}$ , 78,4% superior ao limite de  $600 \text{ g.fruto}^{-1}$  adotado pela CEAGESP para frutos comercializáveis (CORRÊA, 2001).

Os resultados do crescimento das plantas que receberam a concentração de  $14 \text{ mmol L}^{-1}$  de nitrogênio (T3) indicam uma relação de  $0,36 \times 10^{-3} \text{ m}^2$  de área foliar por fruto. Essa relação é superior àquela obtida por Monteiro & Mexia (1888), que foi de  $0,31 \times 10^{-3} \text{ m}^2$  por fruto, empregando outros genótipos e sistema de condução com ramificações secundárias. Essa constatação permite especular em conduzir a cultura com um maior número de frutos por planta, de forma a atingir a relação citada por aqueles autores. Isso permitiria uma média de até 2,52 frutos por planta na concentração mais elevada de nitrogênio, a qual atingiu os valores mais elevados de área foliar. Entretanto, de acordo com Robison (1976) embora a expressão sexual das cucurbitáceas seja controlada geneticamente, outros fatores luz, reguladores de crescimento e adubação afetam essa característica. No caso do nitrogênio, altos níveis da adubação nitrogenada aumentam a proporção sexual masculina, o que é negativo do ponto de vista da produtividade (RUDICH *et al.*, 1972). Os resultados de Purquerio *et al.* (2003) indicaram redução no peso médio dos frutos em plantas conduzidas com mais de dois frutos por planta e na mesma densidade empregada no atual experimento. Um dos fatores que pode interferir nessa variável é o período de tempo decorrido entre a fixação dos diferentes frutos sobre a planta, o qual pode induzir competição pelos assimilados por frutos em crescimento simultâneo. Esse risco é agravado nas condições de cultivo protegido do final do inverno e início da primavera no Sul do Brasil, onde períodos de temperaturas elevadas acima de  $25^\circ\text{C}$  são alternados com períodos com nebulosidade, baixos níveis de radiação solar e temperaturas inferiores a esse limite.

Nesses períodos, a disponibilidade de assimilados diminui, refletindo-se em baixa fixação de frutos, o que dificulta o diferimento do período de crescimento de diferentes frutos em uma mesma planta. A condução da cultura com mais de dois frutos por planta deve, portanto, ser testada com cautela, pois outros fatores além da disponibilidade de nitrogênio afetam o peso médio dos frutos.

O aumento da disponibilidade de N entre T1 e T5 retardou em 13 dias o início da colheita. O aumento da duração do ciclo por efeito de altas doses de nitrogênio foi observado também em outras espécies, como a batata (CHAMBENOIT *et al.*, 2002). No caso da cultura do melão, esse resultado pode ser atribuído tanto ao efeito que o nitrogênio tem sobre o crescimento da parte vegetativa em detrimento da parte reprodutiva, como na alteração na expressão sexual, reduzindo o número de flores hermafroditas e femininas em detrimento das masculinas, o que explicaria o atraso na fixação dos frutos, e o atraso na colheita. Entretanto, a duração do período de crescimento dos frutos pode ter sido influenciada por fatores ambientais como a radiação solar e a temperatura. Isso significa que as plantas que receberam as concentrações mais elevadas de nitrogênio retardaram a floração, porém a taxa de crescimento dos frutos pode ter sido aumentada por temperaturas e níveis de radiação solar que se tornaram mais elevados nas semanas finais do período experimental.

Com relação aos fatores que determinam a qualidade dos frutos, o fato de não ter sido observado efeito significativo do nitrogênio no TSS confirma os dados obtidos por outros autores (DASGAN *et al.*, 1999; COELHO *et al.*, 2003), indicando que esse nutriente não altera o teor de sólidos solúveis totais. Isso significa que a limitação no crescimento da área foliar nas concentrações mais baixas de N não atingiu os níveis limitantes para afetar o TSS.

### **3.6 CONCLUSÕES**

O aumento da concentração de nitrogênio na solução nutritiva até  $14\text{mmol L}^{-1}$  aumenta a produção de massa seca e a produtividade de frutos do melão cultivado em substrato. Somente a acidez titulável é afetada pelo nitrogênio, decrescendo com o aumento da concentração na solução nutritiva.

Tabela 1 – Composição das soluções nutritivas empregadas como tratamentos para determinação do efeito da disponibilidade de Nitrogênio sobre o crescimento e desenvolvimento de plantas de melão (*Cucumis mello* L.) híbrido Magelan. Santa Maria, RS, UFSM, 2004.

Fertilizantes	Tratamentos (mg. L <sup>-1</sup> )				
	T1	T2	T3	T4	T5
KNO <sub>3</sub>	0	303,3	515,6	515,6	515,6
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	944	944	1050,6	1180,5	1180,5
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	122,5	122,5	122,5	122,5	122,5
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	444,5	183,0	0	0	0
CaCl <sub>2</sub>	111,1	111,1	61,1	0	0
MgSO <sub>4</sub>	616,2	616,2	616,2	616,2	616,2
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	0	0	0	152	392

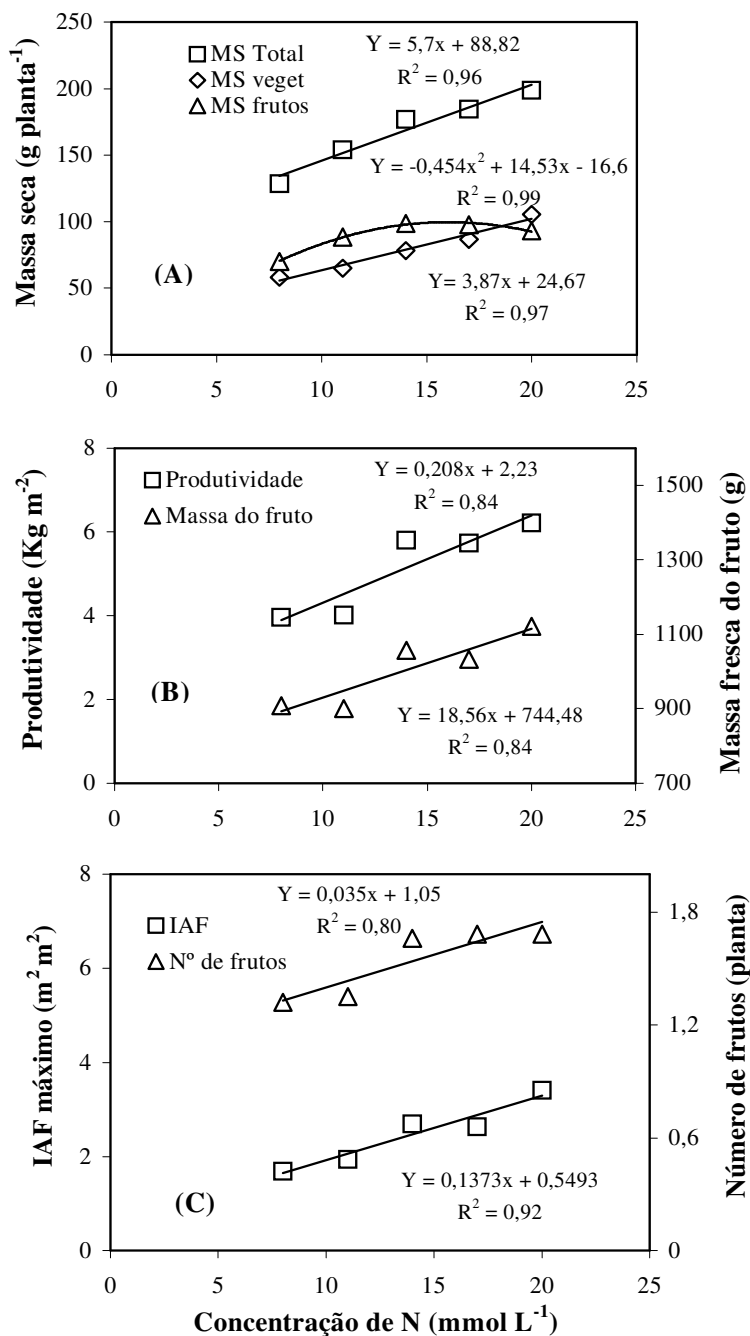


Figura 1 – Massa seca (MS) da parte aérea (A), produtividade e massa fresca dos frutos (B), índice de área foliar e número de frutos (C) de melão cultivado em substrato com cinco concentrações de Nitrogênio (N) de 8, 11, 14, 17 e 20mmol L<sup>-1</sup> na solução nutritiva. Santa Maria, UFSM, 2004.



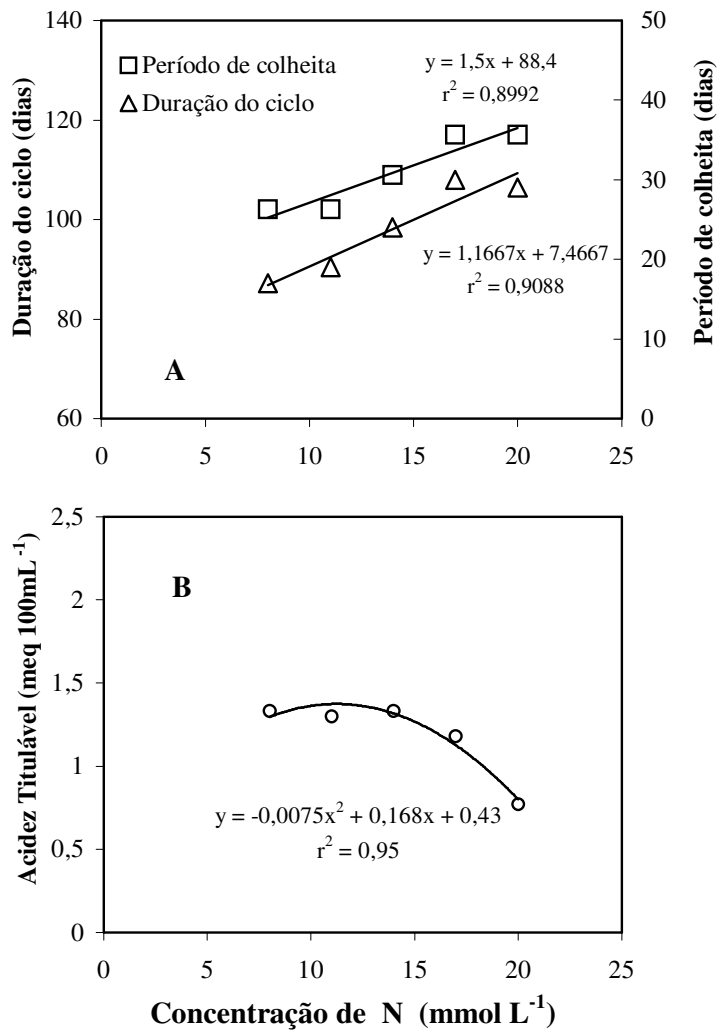


Figura 2 – Duração do ciclo e do período de colheita (A) e acidez titulável (B) de melão cultivado em substrato com cinco concentrações de N de 8, 11, 14, 17 e 20mmol L<sup>-1</sup> na solução nutritiva. Santa Maria, UFSM, 2004.

## **CAPÍTULO II**

### **CURVA CRÍTICA DE DILUIÇÃO DO NITROGÊNIO PARA A CULTURA DO MELÃO, HÍBRIDO MAGELAN**

**Nitrogen critical dilution curve for the muskmelon crop, hybrid magelan**

**Marco Aurélio de Freitas Fogaça<sup>2</sup> Jerônimo Luiz Andriolo<sup>2</sup> Rodrigo dos Santos Godoi<sup>3</sup> Cláudia Alessandra Peixoto de Barros, Djeimi Isabel Janisch, Marcos André Braz Vaz**

#### **RESUMO**

Com objetivo de ajustar a curva crítica de diluição do nitrogênio do híbrido Magelan de melão para ser empregada no manejo da adubação nitrogenada foi conduzido o experimento em ambiente protegido na UFSM, entre agosto de 2004 e janeiro de 2005. As mudas foram plantadas em sacolas de polietileno contendo 4,5 dm<sup>-3</sup> de substrato comercial (Plantmax PXT®), na densidade de 3,3 plantas.m<sup>-2</sup> e fertirrigadas com solução nutritiva completa. As plantas foram conduzidas verticalmente com uma haste, deixando-se no máximo dois frutos por planta e podadas ao atingir a altura de 2m. Os tratamentos foram constituídos pelas concentrações de nitrogênio de 8; 11, 14; 17 e 20mmol L<sup>-1</sup>. Os demais nutrientes foram fornecidos nas concentrações de, em mmol L<sup>-1</sup>: 0,9 de H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 2,25 de SO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 10,0 de Ca<sup>++</sup>; 6,0 de K<sup>+</sup> e 5,0 de Mg<sup>++</sup> e, em mg L<sup>-1</sup>, 0,42 de Mn; 0.26 de Zn; 0.05 de Cu; 0.50 de B; 0.04 de Mo, e 4.82 de quelato de Fe. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. Quatro plantas de cada tratamento foram coletadas periodicamente entre os 33 e 99 dias após o plantio para determinar o acúmulo de massa seca (MS) e o teor de nitrogênio nas folhas, caule e frutos. Foi observada a diluição da concentração de nitrogênio na massa seca em todos os tratamentos e os dados ajustaram-se ao

---

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). 97105-900, Santa Maria, RS.

<sup>2</sup> Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: andriolo@smail.ufsm.br. Autor para correspondência.

<sup>3</sup> Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900, Santa Maria, RS.

modelo potencial  $\%N = a.MS^{-b}$  descrito na literatura. A curva crítica de diluição do nitrogênio foi ajustada, com coeficientes  $a$  e  $b$  iguais a 5,16 e 0,63, respectivamente. Esse modelo poderá ser usado como referencial para a interpretação dos resultados de análise foliar e para estimar as quantidades de N extraídas no decorrer do ciclo de crescimento e desenvolvimento dessa cultura.

Palavras-chave: *Cucumis melo*, fertirrigação, substrato, hidroponia.

## ABSTRACT

The goal of the work was to adjust the nitrogen critical dilution curve for the muskmelon crop, hybrid Magelan, to be used in fertilization practices for this crop. The experiment was conducted in a greenhouse at UFSM from August to January, 2005. Planting was made in polyethylene bags with 4.5dm<sup>3</sup> of the commercial substrate Plantmax PXT<sup>®</sup>, in a plant density of 3.3 plants m<sup>-2</sup>, and fertigated with a complete nutrient solution. Plants were vertically trained with one stem and no more than two fruits per plant, and the main stem was cut at 2m height. Treatments consisted of five nutrient solutions with N concentrations of 8, 11, 14, 17, and 20 mmol L<sup>-1</sup>. The other nutrients were supplied at standard concentrations of, in mmol.L<sup>-1</sup>, 0.9 H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 2.25 SO<sub>4</sub><sup>-</sup>; 10.0 Ca<sup>++</sup>; 6.0 K<sup>+</sup> and 5.0 Mg<sup>++</sup>, and, in mg L<sup>-1</sup>, 0.42 Mn; 0.26 Zn; 0.05 Cu; 0.50 B; 0.04 Mo, and 4.82 of quelated Fe. It was used the randomized experimental design, with five treatments and four replications. Four plants of each treatment were periodically harvested between 33 and 99 days after planting to determine dry mass (DM) accumulation and N concentration in leaves, stem and fruits. The N dilution in dry mass was observed in all treatments and data fitted on the potential model %N = aMS<sup>-b</sup> described in the literature. The N dilution curve was adjusted, with values of 5.16 and 0.63 for *a* and *b* coefficients, respectively. This model could be used as a tool for interpretation of data from mineral leaf analysis and for estimations of N quantities absorbed during growth and development of this crop.

**Key words:** *Cucumis melo*, fertigation, allometry, dry mass.

### 4.3 INTRODUÇÃO

A adubação nitrogenada, para a maioria das culturas agrícolas é feita parte no plantio e o restante de forma parcelada durante o ciclo de crescimento e desenvolvimento. Esse procedimento decorre do fato que o nitrogênio apresenta elevadas perdas no solo, principalmente por lixiviação, as quais podem ser minimizadas através do parcelamento da adubação. Entretanto, outros fatores além do nitrogênio interferem no processo de absorção e assimilação pela planta, como disponibilidade de luz, CO<sub>2</sub>, água e outros nutrientes. Conseqüentemente, faz-se necessário empregar métodos de diagnóstico para estimar as quantidades de nitrogênio a serem fornecidas de forma a atender as necessidades da cultura ao longo do ciclo de produção.

Os fatores que afetam o crescimento da planta também influenciam a absorção e a assimilação do Nitrogênio (SMART & BLOOMM *et al.*, 1993). Esse nutriente é absorvido e assimilado através de processos com alto custo energético, os quais são induzidos pela demanda da parte aérea em aminoácidos, proteínas e enzimas necessárias à síntese da massa seca. Embora a célula apresente elevada capacidade de armazenamento de nitrogênio no vacúolo, as quantidades estocadas são pequenas quando comparadas com a demanda para o crescimento (TAIZ & ZEIGER, 2004). Isso significa que o manejo ideal do nitrogênio é aquele capaz de ajustar as doses de adubação de acordo com a produção de biomassa da cultura nas diferentes fases do seu ciclo de crescimento e desenvolvimento.

Dentre os métodos de diagnóstico da adubação nitrogenada das culturas agrícolas destaca-se aquele da curva crítica de diluição (LEMAIRE & SALETTE, 1984; LEMAIRES *et al.*, 1997). Essa curva representa a demanda ponderal de nitrogênio determinada pelo crescimento do compartimento metabólico e estrutural da planta (CALOIN & YU, 1984, HARDWICK, 1987), estimada pela equação  $\%N = a MS^{-b}$ , onde  $\%N$  representa a concentração crítica de nitrogênio ( $N_c$ ),  $MS$  a massa seca da parte aérea, em  $t\ ha^{-1}$ , e  $a$  e  $b$  são coeficientes de ajuste do modelo. As quantidades de nitrogênio extraídas pelas culturas com massa seca aérea acumulada igual ou superior a  $1t\ ha^{-1}$  são estimadas pela equação transformada  $KgN = 10a MS^{(1-b)}$ . A  $N_c$  permite ainda interpretar os resultados da análise foliar, através de um índice de nutrição de nitrogênio (INN), obtido pelo quociente entre a

Nc e a concentração da amostra (LEMAIRE *et al.*, 1997). Esse modelo fornece informações mais precisas do que a análise do teor de nutrientes no solo, mas não tem valor universal, devendo ser ajustado para cada cultivar e condições de cultivo.

Os coeficientes do modelo de diluição do nitrogênio foram ajustados para culturas forrageiras (LEMAIRE & SALETTE, 1984), trigo (JUSTES *et al.*, 1994), tomateiro (RATTIN, 2000; TEI *et al.*, 2002), batata (DUCHÈNNE *et al.*, 1997; BÉLANGER *et al.*, 2001; CHAMBENOIT *et al.*, 2002; PAULA, 2005). No caso de cucurbitáceas como a cultura do melão, esses coeficientes ainda não foram determinados, embora sejam culturas que requerem elevados níveis de adubação nitrogenada e atingem produtividades que superam, em várias vezes, aquelas das culturas forrageiras e cereais.

O objetivo deste trabalho foi determinar a curva crítica de diluição do nitrogênio para o híbrido de melão Magelan e inferir sobre o manejo da adubação nitrogenada para essa cultura.

#### 4.4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Fitotecnia da UFSM, no interior de um abrigo de 500m<sup>2</sup>, coberto com polietileno aditivado de 150µm de espessura. As paredes laterais do abrigo foram mantidas diuturnamente abertas, durante todo o período experimental. Mudanças de melão do híbrido Magelan foram plantadas em 30/09/2004 em sacolas de polietileno com 4,5dm<sup>3</sup> de substrato comercial (Plantmax PXT®), sem adição de fertilizantes, com uma planta por sacola e densidade de 3,3 plantas m<sup>-2</sup>. Sobre as sacolas foi colocado um tubo gotejador, com vazão de 1,4L h<sup>-1</sup> em cada sacola, as quais foram cobertas com filme opaco de polietileno dupla-face, para reduzir a evaporação e evitar a incidência direta dos raios solares sobre o substrato. O volume de água retido na capacidade máxima de retenção foi de 0,68L dm<sup>-3</sup>, totalizando 3,06L/sacola. Considerou-se o volume de 0,9L/sacola como água facilmente disponível (AFD). A transpiração diária potencial foi estimada em 1,5L/planta/dia, com base nas medidas feitas por CARON & HELDWEIN (2000) em condições similares de produção e um IAF máximo em torno de 2,5m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> (ANDRIOLO *et al.*, 2003). A frequência diária das fertirrigações foi ajustada à demanda evaporativa da cultura, de forma a evitar variações de volume

superiores a 20% na AFD. Para tal, o número diário de fertirrigações variou de uma por dia na primeira semana após o plantio até um máximo de seis nas fases finais do ciclo, efetuadas entre as 8:00 e 18:00 horas. O fornecimento de água às plantas foi feito sempre através de soluções nutritivas completas, durante todo o período experimental, as quais foram preparadas em reservatórios de polietileno individualizados para cada tratamento. O fornecimento foi feito simultaneamente e em igual volume a todas as plantas, através de motobombas controladas por um único programador horário. O funcionamento da fertirrigação ocorreu em sistema aberto e com drenagem perdida, com um coeficiente de drenagem diário de pelo menos 30%. Em cada parcela foram instalados coletores da solução nutritiva drenada, para medida diária da eletrocondutividade (EC). As plantas foram conduzidas verticalmente, com uma haste, através de fitas plásticas, deixando-se no máximo dois frutos por planta, localizados entre o 13º e o 17º entrenó. No decorrer do crescimento da cultura, as ramificações laterais foram suprimidas através de operações manuais realizadas duas vezes por semana. O desponete foi feito quando as plantas atingiram a altura de 2m.

Os tratamentos foram constituídos por cinco soluções nutritivas com concentrações de  $\text{NO}_3^-$  de 8 (T1); 11 (T2); 14 (T3); 17 (T4) e 20 (T5)  $\text{mmol L}^{-1}$ . Os demais nutrientes foram fornecidos nas concentrações de, em  $\text{mmol L}^{-1}$ , 0,9 de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ; 2,25 de  $\text{SO}_4^{--}$ ; 10,0 de  $\text{Ca}^{++}$ ; 6,0 de  $\text{K}^+$  e 5,0 de  $\text{Mg}^{++}$ , e, em  $\text{mg L}^{-1}$ , 0,42 de Mn; 0,26 de Zn; 0,05 de Cu; 0,50 de B; 0,04 de Mo, e 4,82 de quelato de Fe. As quantidades de fertilizantes empregadas para atingir essas concentrações estão descritas na Tabela 1. Foi empregado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, seis amostras de quatro plantas durante o período do experimento, sendo cada parcela formada por uma fileira com 60 plantas.

No período entre 33 e 99 dias após o plantio (DAP), foram coletadas semanalmente quatro plantas de cada tratamento para determinação da massa seca. Imediatamente após a coleta, limbos foliares, caule e frutos foram separados, os quais foram secados em estufa de circulação forçada de ar, na temperatura de 60°C, até massa constante. A massa seca de cada órgão foi moída em moinho tipo Willey e a concentração de nitrogênio determinada pelo método Kjeldahl (TEDESCO *et al.*, 1995).

A determinação dos pontos críticos para o ajuste da curva crítica de diluição do N (LEMAIRE *et al.*, 1997) foi feita conforme descrito por Justes *et al.* (1994). As médias de acumulação da massa seca das plantas que, receberam as doses crescentes de nitrogênio em cada coleta, foram comparadas pelo teste *t*. Dois grupos de médias foram distinguidos, com e sem efeito significativo das doses sobre o acúmulo de massa seca. Duas equações lineares foram, então, ajustadas sobre esses pontos e o ponto crítico de diluição do Nitrogênio em cada coleta foi calculado pela resolução do sistema de equações. A curva crítica de diluição foi ajustada sobre os pontos críticos determinados no decorrer do ciclo de crescimento e desenvolvimento da cultura.

#### 4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de nitrogênio em nível da planta inteira decresceram durante o ciclo de crescimento e desenvolvimento das plantas em todas as cinco doses empregadas (Figura 3A). A concentração mais elevada de nitrogênio na primeira coleta de plantas efetuada aos 33 DAP foi observada nas plantas que receberam a dose T5, com valor ajustado de 6,2%, representado pelo coeficiente *a* do modelo (Tabela 2). Essa concentração decresceu com as doses até atingir o valor mais baixo de 4,1% nas plantas que receberam a dose T1 no mesmo período. A intensidade da diluição foi mais elevada em T1, com coeficiente *b* igual a 0,93 e decresceu com as doses até atingir o valor de 0,43 em T5. A curva crítica de diluição foi ajustada com valores de 5,16 e 0,63 para os coeficientes *a* e *b*, respectivamente (Figura 3B).

A diluição do Nitrogênio também foi observada nos órgãos da parte aérea das plantas, quando analisados separadamente (Figura 4). A concentração mais elevada atingiu 9% e foi observada nas folhas das plantas de T5 aos 33 DAP. A concentração mais baixa atingiu 1,94% e foi observada no caule das plantas de T1, aos 99 DAP. A maior intensidade de diluição foi observada no caule, com valor do coeficiente *b* de 0,92 em T1 e a menor nos frutos de T5, com valor de 0,07 para esse coeficiente (Tabela 2).

Os resultados obtidos neste trabalho são originais ao confirmar a diluição do N na planta de melão e, juntamente com aqueles de Rattin (2000), demonstram que



esse fenômeno também ocorre em espécies de hortaliças que produzem frutos. Entretanto, a intensidade da diluição mostrou variações entre as espécies. As curvas críticas de diluição do nitrogênio determinadas para outras culturas mostraram valores do coeficiente  $a$  e  $b$  variando entre 3,4 e 5,5 e entre 0,29 e 0,39, respectivamente, para espécies anuais (LEMAIRE *et al.*, 1997), de 4,2 e 0,27 para o tomateiro do tipo salada de crescimento indeterminado (RATTIN, 2000) e entre 3,6 e 5,2 e entre 0,37 e 0,56, respectivamente, para a cultura da batata (DUCHÈNE *et al.*, 1997; BÉLANGER *et al.*, 2001; CHAMBENOIT *et al.*, 2002; PAULA, 2005). A variação no coeficiente  $a$ , interpretada como a concentração de nitrogênio na fase jovem da planta quando a massa seca acumulada atinge  $1\text{ t ha}^{-1}$ , pode ser atribuída tanto ao manejo da adubação da cultura como às condições ambientais. Quando doses elevadas de adubação nitrogenada são aplicadas no plantio, a concentração desse nutriente nos tecidos da planta aumenta porque a disponibilidade é elevada e a demanda ainda é reduzida nessa fase do desenvolvimento. Essa concentração é mais baixa quando a adubação é parcelada ao longo do ciclo. A concentração mantém-se elevada também à medida que as condições ambientais favorecem o crescimento vegetativo da cultura, retardando a emissão das estruturas de reprodução e estocagem, pois por definição, a diluição é consequência das dinâmicas de crescimento do compartimento vegetativo e de estocagem.

As variações na intensidade de diluição, as quais são representada pelo coeficiente  $-b$ , podem ser atribuídas à espécie e ao manejo da cultura. Os valores desse coeficiente são menores (mais negativos) em espécies de crescimento determinado, nas quais o crescimento da parte vegetativa cessa ao ter início a fase de crescimento dos órgãos de acumulação e reserva. Essa hipótese explica os valores na faixa entre 0,30 e 0,40 em culturas anuais de crescimento determinado e de 0,27 no tomateiro indeterminado. Deixa de fazê-lo, porém, para os dados atuais da cultura do melão, cujo valor foi de 0,63. Esse fato pode ser atribuído tanto à condução da cultura como às relações de partição da massa seca que a caracterizam. A cultura foi implantada em alta densidade e conduzida com fitas plásticas verticais, com remoção sistemática das ramificações axilares e poda apical na altura de 2m. Essa prática teve como consequência a limitação precoce do crescimento da área foliar, envelhecendo o aparato vegetativo da planta, aproximando-se, portanto, da situação de uma cultura de crescimento determinado. Com relação à partição da massa seca, a planta do melão caracteriza-se por forte

competição entre o crescimento da parte vegetativa e dos frutos (CTIFL, 1998), a qual intensificaria a remobilização de assimilados e nutrientes da área foliar remanescente.

As curvas de diluição observadas nos órgãos da parte aérea (Figura 4) indicam variações relacionadas tanto à idade fisiológica da cultura quanto à disponibilidade de nitrogênio. Isso significa que a interpretação dos resultados da análise de tecidos pode conduzir a erros quando esses fatores não são considerados. Essas variações podem explicar a ampla gama de valores indicada na literatura como adequada para essa cultura. Trani & Raij (1996) indicam teores médios de nitrogênio para pecíolo e limbo foliar de 2,7 e 4,1dag kg<sup>-1</sup>, respectivamente, com uma faixa ideal entre 2,5 e 5,0dag kg<sup>-1</sup>. A duração do ciclo de crescimento e desenvolvimento da cultura pode ser afetada pela disponibilidade de nitrogênio, influenciando indiretamente os teores de nitrogênio nos tecidos. Do ponto de vista do manejo da adubação da cultura, somente as curvas críticas de diluição em nível da planta inteira devem ser consideradas, porque representam a média ponderada das concentrações de nitrogênio e das frações da massa seca total. Por essas razões, a definição de um tecido foliar amostral com representatividade em nível da planta inteira no decorrer de todo o ciclo de crescimento e desenvolvimento deve ser objeto de determinação em experimentos futuros com essa cultura, como realizado para o tomateiro por Rattin *et al.*, (2002). No caso das hastes e pecíolos (Figura 4B) as curvas de diluição sugerem que esses órgãos podem funcionar como sítios de estocagem temporária de nitrogênio, o que dificultaria a interpretação dos resultados das análises de laboratório. Essa observação deixa dúvidas sobre a conveniência de empregar esses tecidos em análises para o diagnóstico nutricional. No caso dos frutos, os teores de nitrogênio são elevados apenas nas fases iniciais do seu ciclo de crescimento e desenvolvimento e mostram pequena variação após ultrapassar o limite de 1t ha<sup>-1</sup> (Figura 4C).

A produtividade de frutos foi de 39,6; 40,1; 57,9; 57,3 e 62,2 t ha<sup>-1</sup> nos tratamentos T1 a T5, respectivamente. A maior fração da massa seca total alocada para os frutos foi de 0,73 em T3, que foi o tratamento mais próximo da curva crítica. Esse resultado confirma que os frutos são os órgãos que determinam de forma ponderal, as necessidades de nitrogênio da cultura. Para o manejo da adubação nitrogenada, a curva crítica de diluição ora determinada pode ser empregada em duas fases distintas do ciclo. A primeira é no momento do plantio, para estimar as

quantidades extraídas pela cultura, levando em conta a densidade de platio e a produtividade de frutos a ser atingida. O cálculo pode ser feito empregando-se o modelo  $\text{Kg ha}^{-1} \text{N} = 51,6\text{MS}^{(1-0,63)}$ . As estimativas para produtividades diferentes da atual poderão ser proporcionalmente ajustadas, com base naquela fração.

Na segunda fase, as quantidades totais de nitrogênio estimadas para todo o ciclo de crescimento e desenvolvimento da cultura podem ser parceladas de acordo com a acumulação de massa seca (MS). Para tal, a MS de lavouras com densidade e condução similares àquelas do presente experimento poderá ser estimada pela expressão  $\text{MS (t ha}^{-1}) = -0,0005\text{DAP}^2 + 0,1314\text{DAP} - 3,40$ , a qual servirá de variável de entrada no modelo acima. Nessa fase, as análises de tecidos no laboratório poderão servir de elementos de diagnóstico do estado nutricional da cultura, inferindo-se com base nos teores indicados pela curva crítica de diluição, para a respectiva fase indicada pela massa seca acumulada.

#### 4.6 CONCLUSÕES

1. Os valores ajustados dos coeficientes *a* e *b* determinam a curva crítica de diluição  $\%N = 5,16 \text{MS}^{-0,63}$ .
2. A extração de N durante o ciclo de crescimento e desenvolvimento pode ser estimada pelo modelo  $\text{Kg ha}^{-1} \text{N} = 51,6\text{MS}^{(1-0,63)}$ .
3. As curvas de diluição e de extração que foram ajustadas podem ser empregadas para determinar doses e épocas de aplicação do N, a partir da análise do tecido da planta.

Tabela 2 – Valores dos coeficientes  $a$ ,  $b$  e  $r^2$  do modelo de diluição de N ( $\%N=a.MS^{-b}$ ) relativos da planta inteira, órgãos e diferentes doses fornecidas ao híbrido de melão Magelan. UFSM, Santa Maria, RS, 2005.

Material	Tratamento	Coeficiente		$r^2$
		$a$	$b$	
Planta inteira	T1	4,1	0,93	0,99
	T2	4,6	0,87	0,92
	T3	4,6	0,50	0,88
	T4	5,2	0,48	0,88
	T5	6,2	0,43	0,88
Folhas	T1	4,5	0,32	0,88
	T2	3,8	0,49	0,63
	T3	3,5	0,50	0,56
	T4	5,0	0,34	0,85
	T5	5,9	0,33	0,93
Caule	T1	1,5	0,92	0,88
	T2	3,8	0,49	0,63
	T3	3,5	0,50	0,56
	T4	5,0	0,34	0,85
	T5	5,9	0,33	0,93
Frutos	T1	3,2	0,34	0,96
	T2	4,0	0,14	0,95
	T3	3,3	0,39	0,96
	T4	4,3	0,42	0,86
	T5	4,4	0,07	0,99

Tratamentos: T1- 8; T2 - 11; T3 -14; T4 - 17 e T5 - 20mmol L<sup>-1</sup>.

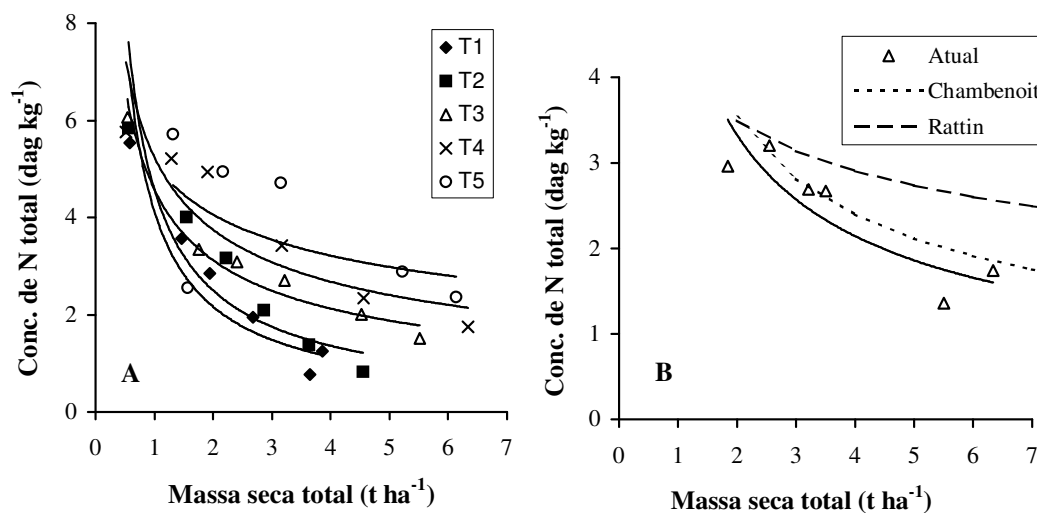


Figura 3 – Curvas de diluição do N de plantas de melão do híbrido Magelan cultivadas com cinco concentrações de N na solução nutritiva (A). Curvas críticas de diluição (B): atual, ajustada com os resultados da Figura A ( $\%N=5,16MS^{-0,63}$ ,  $r^2=0,76$ ); da literatura para o tomateiro ( $\%N=4,22MS^{-0,27}$ , RATTIN, 2000) e para a batata ( $\%N=5,21MS^{-0,56}$ , CHAMBENOIT *et al.*, 2002). UFSM, Santa Maria, RS, 2005.

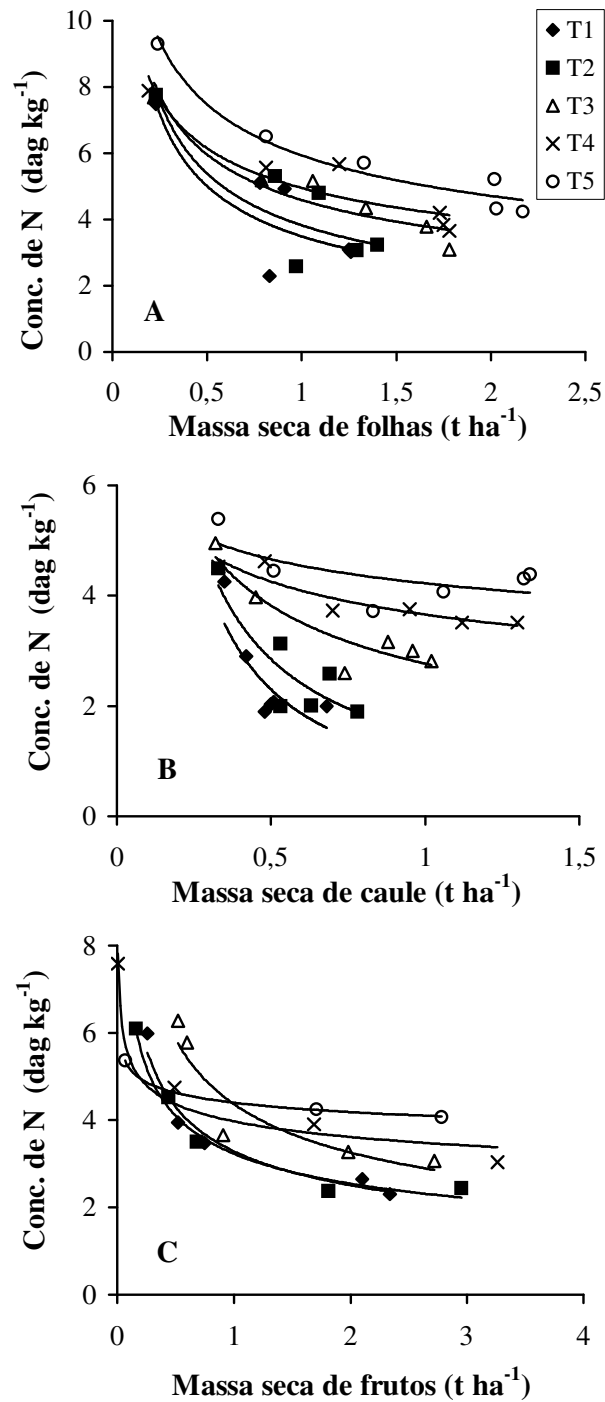


Figura 4 – Curvas críticas de diluição do N nas folhas (A), caule (B) e frutos (C) no decorrer do ciclo de crescimento e desenvolvimento de plantas de melão do híbrido Magelan. UFSM, Santa Maria, RS, 2005.

## 5 DISCUSSÃO GERAL

As indicações de adubação, para a grande maioria das culturas, ainda são baseadas em método que leva em conta, por um lado, à disponibilidade de N no solo, estimado indiretamente pelo teor de matéria orgânica no início do cultivo, e por outro lado, na expectativa de produção. Essa última, permite estimar as quantidades de nutrientes extraídas ao final do ciclo de crescimento e desenvolvimento da cultura. Entretanto, para nutrientes como o N, que têm elevada mobilidade física e biológica no solo, as perdas no transcorrer do ciclo são variáveis e difíceis de mensurar. Conseqüentemente, a eficiência de uso desse nutriente depende de métodos capazes de fornecê-lo parceladamente ao longo do ciclo, ajustando-se às necessidades da cultura. Com a expansão da utilização da irrigação por gotejamento, tornou-se acessível a prática da fertirrigação, a qual possibilita desenvolver um método de adubação com essas características.

Para estimar as quantidades de N extraídas pela cultura do melão emprega-se a derivada primeira da curva crítica de diluição que foi determinada no capítulo 2:  $\text{KgN ha}^{-1} = 56,1 \times \text{MS}^{-0,37}$  (Figura 3B). Para elaborar a previsão de adubação no decorrer do ciclo, a estimativa de acumulação da matéria seca total deve ser distribuída de acordo com as fases de desenvolvimento da cultura. Nas regiões onde o cultivo do melão é feito nas épocas preferenciais do ano, a acumulação da massa seca no decorrer do ciclo pode ser estimada a partir de uma relação com os dias transcorridos desde o plantio da lavoura. Para as condições da região Sul do Brasil onde o experimento foi realizado, essa relação é:  $\text{MS (t ha}^{-1}) = -0,0005\text{DAP}^2 + 0,1314\text{DAP} - 3,3952$  (Figura 5). Essa relação foi obtida considerando-se uma produtividade de frutos de  $57 \text{ t ha}^{-1}$ . No caso de serem empregados outros genótipos com potenciais de produtividade diferentes do híbrido Magelan, a estimativa obtida pela equação da Figura 5 pode ser linearmente corrigida, considerando-se a fração da matéria seca alocada para os frutos, que foi em média de 68% (Capítulo 1).

A Tabela 3 apresenta os resultados da extração de N estimada através das equações descritas acima, as quantidades a serem fornecidas dos demais nutrientes podem ser estimadas a partir de uma relação de proporcionalidade com esse nutriente.

Para uma produtividade do melão cv. Toledo de  $53 \text{ t ha}^{-1}$ , Rincon *et al.* (1998), verificaram que a absorção de nutrientes seguiu a seguinte ordem decrescente:  $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P}$ . Cristomo *et al.* (2002) citam quantidades médias de nutrientes exportados por quatro híbridos de, em  $\text{kg ha}^{-1}$ : 45,9 de N; 7,4 de P; 60,6 de K; 10,3 de Ca e 7,4 de Mg. Esses resultados representam proporções N/P entre 0,04 a 2,01, N/K entre 1,2 a 1,8, N/Ca entre 1,42 a 1,02 e N/Mg entre 0,35 a 0,42. Aplicando esses coeficientes de proporcionalidade sobre os resultados de extração de N da Tabela 2, obtém-se quantidades totais extraídas de 10,7, 130,51, 143,9 e 38,64  $\text{Kg.ha}^{-1}$ , respectivamente, para P, K, Ca e Mg. Esses resultados são similares às recomendações da bibliografia (COELHO, *et al.*, 2001, CRISTOMO *et al.*, 2002;). A aplicação dos coeficientes de proporcionalidade nas estimativas de N durante o ciclo de crescimento e desenvolvimento, permite obter estimativas semelhantes para os demais macronutrientes, a serem empregados na fertirrigação da cultura (Tabela 3).

O efeito obtido pelas doses de nitrogênio sobre a fixação dos frutos e, conseqüentemente, sobre a duração do período de maturação dos frutos e do ciclo da cultura, demonstra a possibilidade de manejar esse nutriente diferindo as doses no decorrer do ciclo. Doses baixas até a fixação do primeiro fruto poderiam ser uma opção para obter precocidade com menor gasto de insumos. Essas doses poderiam ser aumentadas após a fixação dos frutos ter ocorrido, de maneira a não reduzir o crescimento dos mesmos, obtendo com isso, maior valor comercial em curto período de tempo.

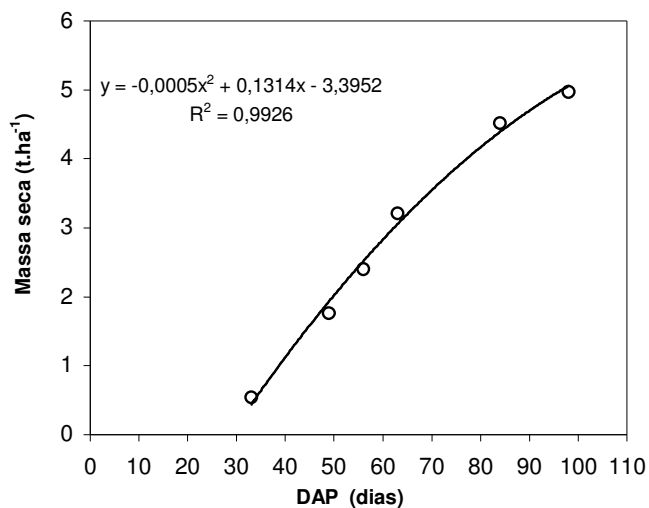


Figura 5 – Curva de acúmulo de massa seca total ao longo do ciclo de crescimento e desenvolvimento de plantas de melão do híbrido Magelan. UFSM, Santa Maria, RS, 2005.



Tabela 3 – Estimativa da extração de N, P, K, Ca e Mg pela cultura do melão, híbrido Magelan, no decorrer do ciclo de crescimento e desenvolvimento da cultura, a partir da curva crítica de diluição e da acumulação de matéria seca. Santa Maria, UFSM, RS, 2006.

<b>DAP (Dias)</b>	<b>MS total (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
7	0	0	0	0	0	0
14	0,01	10,2	0,41	12,25	14,5	3,57
21	0,1	23,9	1,44	43,12	51,0	12,58
28	0,35	38,0	2,15	52,09	61,60	15,19
37	0,78	51,2	4,0	61,47	72,7	17,93
44	1,42	63,85	4,54	76,62	90,7	22,35
51	2,01	72,58	4,85	87,10	103,1	25,4
58	2,54	79,25	5,12	95,11	112,5	27,74
65	3,03	84,58	5,33	103,26	120,1	30,83
72	3,47	88,93	5,50	109,92	126,3	33,35
79	3,86	92,51	5,64	115,40	131,4	35,43
86	4,21	95,46	6,29	120,42	135,6	36,4
93	4,5	97,87	6,82	124,42	139,0	37,2
100	4,74	99,81	7,6	127,81	141,7	38,01
107	4,94	101,31	10,7	130,51	143,9	38,64

## 6 CONCLUSÃO

A disponibilidade de nitrogênio afeta a produtividade de frutos de melão, sem efeito sobre os principais atributos de qualidade. A quantidade crítica a ser fornecida para uma produtividade média de frutos de  $59 \text{ t ha}^{-1}$  é de  $101 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio. Essa dose pode ser parcelada durante as diferentes fases do desenvolvimento da cultura através da curva crítica de extração.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. E. *et al.* **Manual de melão para exportação**. Embrapa. Brasília, DF, 2000. 51 p.

ANDRIOLO, J. L. *et al.* Growth and yield of lettuce plants under salinity. **Horticultura Brasileira**. 2005. (Submitted).

ANDRIOLO, J. L. *et al.* Produtividade de frutos de meloeiro cultivado em substrato com três soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 478-481, 2003.

ARAÚJO, W. F. *et al.* **Marcha de absorção de nutrientes pela cultura da abobrinha conduzida sob fertirrigação**. In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINI, E.; BLANCO, F. F.

AZEVEDO, P. V.; ALVES, A. V. Efeito do conteúdo de água no solo sobre o desenvolvimento e produtividade da cultura do melão. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 7, n. 1, p.25-29, 1999.

BÉLANGER, G. W. *et al.* Critical nitrogen curve and nitrogen nutrition index for potato in eastern Canada. **American Journal of Potato Research**, v. 78, p. 355-364, 2001.

BELFORT, C. C. *et al.* **Acumulação de matéria seca e recrutamento de macronutrientes pelo melão (*Cucumis melo* L. cv. Valenciano amarelo CAC), cultivado em latossolo amarelo em Presidente Venceslau, SP**. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, v. 43, n. 1, p. 159-218, 1986.

BHELLA, H. S.; WILCOX, G. E. Yield composition of muskmelon as influenced by preplant and trickle applied nitrogen. **Hortscience**, Alexandria, VA, v. 21, n. 1, p.86-88, 1986.

BRASIL, R. P. C. (Coord.) **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: **Agropecuária**, v. 1, p. 67-77, 2001.

CALOIN, M.; Yu, O. Analysis of the time course of change in nitrogen content in *Dactylis glomerata* L. using a model of plant growth. **Annals of Botany**, v. 54, p. 64-76, 1984.

CARON, B. O.; HELDWEIN, A. B. Consumo d'água e coeficiente de cultura para o meloeiro cultivado em estufa plástica na primavera. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 8, n. 1, p.19-25, 2000.

CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. de. **Cultivo sem solo: hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 43 p.

CECILIO FILHO, A. B.; MAY, A. Produtividade de duas cultivares de meloeiro e qualidade de seus frutos, em dois substratos. **Horticultura Brasileira**, Botucatu, v. 13, suplemento, p. 537-538, 2000.

CTIFL. **Centre Technique Interprofessionel dès Fruits e des Legumes**. Paris: CTIFL, 1998. 165p

CHAMBENOIT, C. *et al.* **Fertilization azotée de la pomme de terre**. Paris: INRA, 2002. 128 p.

COELHO, E. L. *et al.* Qualidade do fruto de melão rendilhado em função de doses de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 173-178, 2003.

COELHO, E. L.; FONTES, P. F. Índices agronômicos associados á dose Adequada e Nitrogênio, em ambiente protegido e no campo. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 974-979, set./out., 2005

COELHO, E. F. *et al.* **Produtividade do mamoeiro sob diferentes doses de nitrogênio e potássio aplicados via água de irrigação**. WORKSHOP DE FERTIRRIGAÇÃO, 2., 2001, Piracicaba. p.78-87.

CORRÊA, G. A. F. S. **Elaboração da norma de classificação do melão (Cucumis melo L.) para o programa paulista para melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortifrutigranjeiros**. 2001, 33f. Relatório (estágio profissionalizante) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CRISTOMO, L. A. ., FARIA, C. M. B. **Adubação, Irrigação, Híbridos e Práticas Culturais para o Meloeiro no Nordeste**. Fortaleza (CE): Embrapa. Circular Técnica:59), 2002. 21p.

DALSASSO, L. C. M. *et al.* Consumo de água do tomateiro tipo salada em estufa plástica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 5, n. 1, p. 61-67, 1997.

DASGAN, H. Y. *et al.* Water and nitrogen relationships in fertigated greenhouse grown melon (Cucumis melo L.). **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 492, p. 233-236, 1999.

DIAS, R. C. **O agronegócio do melão no Nordeste: Análise prospectiva de sistemas naturais de cadeias produtivas**. Brasília-DF: EMBRAPA/DPD, 1998. 710 p.

DUARTE, C. N. **Cultivo do melão**. Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido (Circular Técnica; 59), 2000. 67p.

DUCHÈNNE, T. *et al.* Potatoes. In : Lemaire, g. (Ed.). **Diagnosis of the nitrogen status in crops**. Berlin: Springer-Verlag, 1997, p. 119-130.

ELAMIN, O. M.; WILCOX, G. E. Nitrogen form ratio influence on muskmelon growth, composition, and magnese toxicity. **Journal of the American Society for horticultural Science**, v.11, n.3, p.320-322,1986.

FARIA, C. M. B.;PEREIRA, J. R. POSSÍDIO, E. L. Adubação orgânica e mineral na cultura do melão em um Vertissolo do Submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n. 2, p.191-197,1994.

FERREIRA, M. J. F.; VENCOVSKY, M. A. Q.; VIEIRA, M. L. C. **Implicações da expressão sexual e do sistema reprodutivo de melancia em programas de melhoramento**. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1676-1340; 65) 24p.

FOGAÇA, M. A. F.; ANDRIOLO, J. L., GODOI, R. S. Produtividade e qualidade de frutos de melão cultivado em substrato com diferentes concentrações de nitrogênio na solução nutritiva. **Ciência Rural**, v.37, n.1, p.72-78, 2007.

FNP Consultoria & Comércio. Agriannual 2002: **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo; 2002. p. 190-201.

FRUTISÉRIES 2 MELÃO 2005 – Ministério da Integração Nacional – MI, Secretaria de Infraestrutura Hídrica - SIH, Departamento de Desenvolvimento Hidroagrícola – DDH. Brasília - CE, 2005.

GONZAGA NETTO, *et al.* **Melão para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA-SPI/FRUPEX, 1994. 37p. (Série Publicações Técnicas, 6).

GOTO, R.; TIVELLI, s.w. (eds). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1998. p. 161-193.

GREENWOOD, D.J. *et al.* Decline in percentage N of C3 and C4 crops with increasing plant mass. **Annals of Botany**, v.66, p.425-436, 1990.

HARDWICK, R.C. The nitrogen content of plants and the self-thinning rule of plant ecology: a test of the core-skin hypothesis. **Annals of Botany**, v.60, p.139-446, 1987.

IBGE, FPE, DEAGRO – **Levantamento Sistemático Da Produção Agrícola, confronto das safras de 2004 e das estimativas para 2005**.

JUSTES, E. *et al.* Determination of a critical nitrogen dilution curve for winter wheat crops. **Annals of Botany**, v. 74, p. 397-404, 1994.

KOOMAN, P. L. *et al.* Effects of climate on different potato genotypes 2. Dry matter allocation and duration of the growth cycle. **European Journal of Agronomy**, v. 5, p. 207-217, 1996.

LE BOT, J.; ADAMOWICZ, S.; ROBIN, P. Modelling plant nutrition of horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, v. 74, p. 47-82, 1998.

LE BOT, J.; PILBEAM, D. J.; KIRKBY, E. A. Plant mineral nutrition in crop production. In: **Basra, a.s. Mechanism of plant growth and improved productivity**. Ludhiana, India: Marcel Dekker, p. 33-72. 1994

LEMAIRE, G.; SALETTE, J. relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélèvement d'azote pour un peuplement de graminées fourragères. I. **Étude de l'effet du milieu. Agronomie**, v. 4, p. 423-430, 1984.

LEMAIRE, G. *et al.* Dynamics of N uptake and N distribution in plant canopies. Use of crop N status index in crop modelling. In : Lemaire, g. (Ed.). **Diagnostic procedures for crop N management**. Paris: inra, 1997. p. 16-29.

LIMA, A. A. de. **Absorção e eficiência de utilização de nutrientes por híbridos de melão (Cucumis melo L.) 2001**. 60f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 201p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.

MENEZES, J. B. **Qualidade pós-colheita de melão tipo “Galta” durante a maturação e o armazenamento**. 1996. 46f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 19.

MONTEIRO, A. A.; MEXIA, J. T. Influência da poda e do número de frutos por planta na qualidade dos frutos e produtividade do melão. **Horticultura Brasileira**, v. 6, n. 1, p. 9-12, 1988.

NASCIMENTO, V. M. do. *et al.* Produção de matéria seca e absorção de nutrientes pela melancia (*Citrullus lanatus* (thumb) Masnf.) em um Latossolo da região do cerrado. **Científica**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 8591, 1991.

PARDOSSI, A. *et al.* Studies on melon grown whit NFT. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 361, p. 186-193, 1994.

PAULA, A. L. de. **Acúmulo de massa seca e nitrogênio durante o crescimento e desenvolvimento da cultura da batata**. 2005. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

PEDROSA, J. F. **Cultura do melão**. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró - SAM, 1992. 35 p.

PINTO, J. M. *et al.* Adubação via água de irrigação na cultura do melão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 11, p. 1263-1268, nov. 1993.

PINTO, S. S. A. *et al.* Quality of the apple of some Brazilian early dwarf clones (*Anacardium occidentale* L.) for fresh consumption. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Guatemala, v. 41, p. 189-193, 1997.

PONS, T. L.; WESTBEEK, M. H. M. Analysis of differences in photosynthetic nitrogen-use efficiency between four contrasting species. **Physiologia Plantarum**, v. 122, p. 68-78, 2004.

PRATA, E. B. **Acumulação de biomassa e absorção de nutrientes por híbridos de meloeiro (*Cucumis melo* L.)**. 1999. 37f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

PURQUERIO, L. V. F. *et al.* Efeito a concentração de nitrogênio na solução nutritiva e do número de frutos por planta sobre a produção do meloeiro. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 21, n. 2, 185-190, abr./jun. 2003.

RAIJ, B. Van. *et al.* Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo (Boletim, 100). 2. ed. Campinas: **Instituto Agrônomo & Fundação IAC**, 1996. 285 p.

RAMOS, J. M. C. El cultivo del melón en hidroponia. In : MILAGROS, M. F.; GÓMEZ, I. M. C., (Ed.) **Cultivos sin suelo. II**. Curso Superior de Especialización. Almería: DGIFA-FIAPA-Caja Rural de Almería. 2. ed., p. 535-561, 1999.

RATTIN, J. E. **Acumulação de massa seca e teores de nitrogênio na planta do tomateiro cultivado em substrato sob cinco doses de nutrientes**. 2000. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

RIBAS, F. *et al.* Respuesta fisiológica de um cultivo de melón (*Cucumis Mello* L) a distintas dosis de riego Invest. **Investigation Agronomy**: Produccion Vegetal, v. 15, n. 3, p.196-212, 2000.

RINCON, L. S. *et al.* Crescimento y absorcion de nutrientes del melon bajo invernadero. *Investigation Agraria: Produccion Proteccion Vegetables*. Growth and nutrient absorption by muskmelo crop under greenhouse conditions. **Acta Horticulturae** 548, 153-159, 1996.

RINCON, L. S. *et al.* **Crecimiento y absorcion de nutrientes del melon bajo invernadero. Investigation Agraria:** Produccion Proteccion Vegetables. La Alberca, Murcia, v. 13, n. 1-2, p. 111-120, 1998.

ROBINSON, R. W. *et al.* Genes of cucurbitaceae. **HortScience**, Alexandria-VA, v. 11, n. 6, p. 554-568, 1976.

ROLAS. Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. **Comissão de Química e Fertilidade do Solo**. 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.

RUDICH, J.; HALEVY, A.H.; KEDAR, N. Ethylene evolution from cucumber plants as related to sex expression. **Plant Physiology**, v. 49,n. 6, p. 998-999, 19.

SALSAC, L. *et al.* Nitrate and ammonium nutrition in plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, 25: 805-812, 1987.

SASAKI, J. L. S. **Hidropônia**. In: SEMANA DE AGRONOMIA, 9, 1992, Ilha Solteira, Palestras 9p.

SECEX/DATAFRUTA-IBRAF – **Instituto Brasileiro de Frutas, Exportações Brasileiras de Frutas Frescas, 2006.**

SMART, D. R; BLOOM, M. J. Relationships between the kinetics of  $\text{NH}_4^+$  and  $\text{NO}_3^-$  absorption and growth in the cultivated tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. T-5). **Plant, Cell and Environment**. v. 16, p. 259–67, 1993.

SOUSA, V. F. de; SOUSA, A. de P.; ARAÚJO, E. C. E. **Efeito de freqüências de aplicação de N E K por gotejamento no crescimento e na produtividade do meloeiro (*Cucumis melo L.*)** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997. p.42.

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

TEDESCO, M. J. *et al.* **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 173 p.

TEI, F. *et al.* Critical nitrogen concentration in processing tomato. **European Journal of Agronomy**, v.1 8, p. 45-55, 2002.



TRANI, P. E.; RAIJ, B. V. Hortaliças. In: RAIJ, B. V. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. São Paulo: Fundação IAC, 1996. p.155-85.

TYLER, K. B.; LORENZ, O. A. Nutrient absorption and growth of four muskmelon varieties. **Proceedings American of the Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 84, p. 364-371, 1964.

VALANTIN, M. *et al.* Effect of Fruit Load on Partitioning of Dry Matter and Energy in Canpataloupe (*Cucumis melo*. L). **Annals of Botany**, 84:173-181, 1999.

VILLELA JUNIOR, L. V.; ARAÚJO, J. A. C.; FACTOR, T. L. Comportamento do meloeiro em cultivo sem solo com a utilização de biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 153-157, abr./jun. 2003.

WHITAKER, T. W.; DAVIS, G. N. **Cucurbits: botany, cultivation and utilization**. London: London Hill, 1962. 250p.

Yin, X. *et al.* Some quantitative relationships between leaf area index and canopy nitrogen content and distribution. **Annals of Botany**, v. 91, p. 893-903, 2003.

ZAPATA, M. P.; CABRERA, S.; BARRIOS, Y. P. ROTH. **El melón**. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, 1989. 260p.

ZHU, H. X. *et al.* Studies on the nutrient uptake and balance fertilization of watermelon. **Acta Horticulturae Sinica**, Beijing, v. 23, n. 2, p. 145-149, 1996.

## ANEXO A - Sistema de produção das mudas



## ANEXO A - Sistema de Condução



## ANEXO B – Frutos na fase final de crescimento



## ANEXO C – Sistema de sustentação dos frutos

