

MARCELO SOBREIRA DE SOUZA

**NITROGÊNIO E FÓSFORO APLICADOS VIA  
FERTIRRIGAÇÃO EM MELANCIA HÍBRIDOS  
OLÍMPIA E LEOPARD**

MOSSORÓ-RN  
2012

MARCELO SOBREIRA DE SOUZA

**NITROGÊNIO E FÓSFORO APLICADOS VIA FERTIRRIGAÇÃO EM  
MELANCIA HÍBRIDOS OLÍMPIA E LEOPARD**

Tese apresentada à Universidade Federal Rural  
do Semiárido (UFERSA), como parte das  
exigências para obtenção do título de Doutor em  
Agronomia: Fitotecnia.

ORIENTADOR:

Prof. D. Sc. JOSÉ FRANCISMAR DE MEDEIROS

MOSSORÓ-RN  
2012

**Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da  
Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA**

S729n Souza, Marcelo Sobreira de.

Nitrogênio e fósforo aplicados via fertirrigação em melancia  
híbridos Olímpia e Leopard. / Marcelo Sobreira de Souza.  
Mossoró, 2012.

282f.: il.

Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural  
do Semiárido (UFERSA)

Orientador: Dr. José Francismar de Medeiros.

1. *Citrullus lanatus*. 2. Nutrientes. 3. Nutrição de plantas.

I.Título.

CDD: 635.615

Bibliotecária: Vanessa de Oliveira Pessoa  
CRB15/453

MARCELO SOBREIRA DE SOUZA

**NITROGÊNIO E FÓSFORO APLICADOS VIA FERTIRRIGAÇÃO EM  
MELANCIA HÍBRIDOS OLÍMPIA E LEOPARD**

Tese apresentada à Universidade Federal  
Rural do Semiárido (UFERSA) como parte  
das exigências para obtenção do título de  
Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

APROVADA EM: 18/12/2012



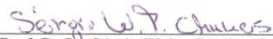
Prof. D. Sc. José Francimar de Medeiros - UFERSA  
Orientador



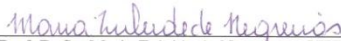
Prof. D. Sc. Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga - UFCG  
Conselheiro



Prof. D. Sc. Josinaldo Lopes Araújo - UFCG  
Conselheiro



Prof. D. Sc. Sérgio Weine Paulino Chaves - UFERSA  
Conselheiro



Prof. D. Sc. Maria Zuleide de Negrelros - UFERSA  
Conselheira

A minha esposa, Edna Maria, e minha filha,  
Mariana Souza, pelo grande incentivo,  
companheirismo, apoio e momentos de  
grandes felicidades em família.

**Dedico**

Ao meu pai, Manoel, minha mãe, Rosiane, e  
minha irmã, Juliana, que me acompanham e oram  
por mim durante toda a minha vida. Esta  
conquista também é de vocês.

Ofereço

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que está comigo em todos os momentos, pela concretização de um sonho.

A minha esposa, Edna, pelo grande incentivo, apoio e companheirismo, e para a minha filha, Mariana, pelos momentos de alegria.

Aos meus Pais, Manoel e Rosiane, e a minha irmã, Juliana, pela convivência em família.

Aos meus tios e padrinhos, Aderides e Rosilene, e aos meus primos, Francis e Flávia, que me apoiaram quando precisei.

Ao meu Avô Arinel (Neném) e a minha Avó Maria (Bilica), todos *in memoriam*.

A minha Avó Aurora (Mãe Veia), que se lembra de mim em suas orações.

Ao professor orientador José Francismar de Medeiros, pela sua humildade, simplicidade, capacidade de trabalho e ensinamentos.

Ao professor Sérgio Weine, pessoa correta e dedicada, que contribuiu muito neste trabalho.

Aos colegas e amigos do 1º experimento: Sérgio Weine Paulino Chaves, Fabíola Pascoal Nogueira, Max Venícius Teixeira da Silva, Ana Paula Alves Barreto Damasceno, Cícero Cordão, Samara Sibelle Vieira Alves, Damiana Cleuma de Medeiros, Daniel da Costa Dantas, Claudinha, Marcão, Brenno.

Aos colegas e amigos do 2º experimento: Max Venícius Teixeira da Silva, Anderson Patrício Fernandes dos Santos, Francisco Ronaldo Alves de Oliveira, Otaciana Maria dos Prazeres da Silva.

Ao colega Max Venícius, por ter me ajudado muito durante as análises em laboratório. Você foi fundamental na conclusão deste trabalho.

À Fazenda Santa Luzia, pelo apoio na instalação e condução do experimento, e seus proprietários, Max e Família, Lázaro e família, e ao funcionário Chico Bala, pela ajuda na irrigação do experimento.

Ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), pela liberação e apoio durante o curso.

Aos colegas do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária do Estado do Piauí, em especial aos Peritos Federais Agrários.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pelo financiamento do projeto de pesquisa que deu origem a este trabalho.

À Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA).

**Muito Obrigado!**

Porque todo o que é nascido de Deus vence o mundo;  
e esta é a vitória que vence o mundo, a nossa fé.

(I João, 5)

## **BIOGRAFIA**

MARCELO SOBREIRA DE SOUZA, filho de Manoel Oliveira de Souza e Rosiane Sobreira de Souza, nasceu no dia 1º de setembro de 1977 em Alegre-ES.

Em fevereiro de 1992, ingressou na Escola Agrotécnica Federal de Alegre (EAFA). Em 1994, concluiu o segundo grau, sendo diplomado como Técnico em Agropecuária.

Em fevereiro de 1995, ingressou no curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Em 1999, concluiu o terceiro grau, sendo diplomado Engenheiro Agrônomo.

Em março do ano 2002, iniciou o curso de Mestrado em Produção Vegetal: Solos e Nutrição de Plantas, pela Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), recebendo o título de mestre em abril de 2004.

Em agosto de 2004, foi aprovado no concurso para Engenheiro Agrônomo do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), onde atua como perito federal agrário.

Em março de 2009, ingressou no Doutorado em Fitotecnia pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Em dezembro de 2012, submeteu-se a defesa da tese com o propósito de obter o grau de Doutor.



## RESUMO GERAL

SOUZA, Marcelo Sobreira de. **Nitrogênio e fósforo aplicados via fertirrigação em melancia híbridos Olímpia e Leopard**. 2012. 282f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2012.

No Brasil, a produção de melancia híbrida sem sementes ainda é incipiente tendo em vista o alto custo das sementes, entretanto, nos últimos cinco anos, a área cultivada com melancia no Estado do Rio Grande do Norte, mais especificamente na região de Mossoró, onde se encontra a maior área irrigada do Estado, tem aumentado significativamente, principalmente da melancia híbrida diplóide (com semente) e triplóide (sem semente), que vêm substituindo as cultivares tradicionais, visando ao aumento da uniformidade e produtividade, destinadas principalmente à exportação e ao fornecimento aos grandes centros consumidores brasileiros, como a Ceagesp/SP, de forma que, atualmente, o estado do Rio Grande do Norte é um dos principais produtores e exportadores de melancia híbrida do Brasil. Porém, os produtores da região não possuem informações sobre as doses necessárias de nutrientes para alcançar o máximo rendimento da melancia, principalmente em relação aos novos híbridos introduzidos na região. Por isso esses produtores estão aplicando altas quantidades de fertilizantes, maiores do que as necessárias para o rendimento máximo, aumentando dessa forma os custos de produção e os danos causados ao meio ambiente podendo tornar essa prática agrícola insustentável. Dentro deste contexto, objetivou-se avaliar o efeito da adubação com N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na produção de frutos, absorção de nutrientes, crescimento das plantas, nos teores de cátions e ânions do solo e solução do solo e, na qualidade dos frutos da melancieira. O experimento foi realizado na Fazenda Santa Luzia, localizada no município de Baraúna – RN (5° 05' 57"S e 37° 33' 16"W). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial com cultivo em faixas 4 x 4 x 2, resultando em 32 tratamentos, com 3 repetições, totalizando 96 parcelas na área do experimento. Os tratamentos foram formados por quatro doses de nitrogênio – N (0; 48; 121; 218 kg ha<sup>-1</sup>) combinadas com quatro doses de fósforo – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0; 88; 220; 397 kg ha<sup>-1</sup>) em esquema fatorial, com duas cultivares de melancia (Olímpia e Leopard) nas subparcelas em faixas. A cultivar Leopard atingiu a produção comercial máxima estimada de 21.515 kg ha<sup>-1</sup> nas doses de 99,7 kg ha<sup>-1</sup> de N e 219,4 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e para a cultivar Olímpia foi de 35.625 kg ha<sup>-1</sup> nas doses de 110,9 kg ha<sup>-1</sup> de N e 226,9 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Apesar de o nitrogênio e o fósforo afetarem a produtividade da melancia, o

efeito do fósforo foi mais pronunciado que do nitrogênio. Em nenhum dos tratamentos foi encontrada deficiência de N, P, K, Ca Mg Fe e Mn nas folhas da melancia, com exceção de Cu e Zn. Os macronutrientes mais absorvidos pelas folhas de melancia foram N>Ca>K>Mg>P e para os micronutrientes Fe>Mn>Zn>Cu. As adubações com doses crescentes de N e de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aumentaram proporcionalmente a condutividade elétrica (CE), a concentração de íons nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrogênio mineral e fósforo (P) na solução do solo. Os teores de cátions trocáveis do solo foram na seguinte ordem decrescente: Ca<sup>+2</sup>>Mg<sup>+2</sup>>K<sup>+</sup>>Na<sup>+</sup>>NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Os tratamentos e as cultivares influenciaram no acúmulo de massa seca na parte vegetativa, frutos e área foliar, sendo que os tratamentos T6 (48 kg ha<sup>-1</sup> de N; 88 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e T11 (121 kg ha<sup>-1</sup> de N; 220 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) promoveram as maiores médias, sendo que, os frutos da cultivar Olímpia se comportaram como dreno preferencial da melancieira. Os frutos de melancia das cultivares Olímpia e Leopard apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis (11,05% e 10,10%, respectivamente), quando cultivadas nas doses combinadas de 218 kg ha<sup>-1</sup> de N e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Tratamento 13).

**Palavras-chaves:** *Citrullus lanatus*, nutrientes, nutrição de plantas.

## GENERAL ABSTRACT

SOUZA, Marcelo Sobreira de. **Nitrogen and phosphorus applied through fertirrigation in hybrid watermelon Olímpia and Leopard.** 2012. 282f. Thesis (DSc Agronomy: Plant Science) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2012.

In Brazil, the production of seedless hybrid watermelon is still incipient considering the high price of seeds, however, in the last five years, the area planted with watermelon in the state of Rio Grande do Norte, more specifically in the region of Mossoró, where is the largest irrigated area of the state is located, has increased significantly, mainly of diploid hybrid watermelon (with seeds) and triploid (seedless), which are replacing the traditional cultivars, aiming to increase uniformity and productivity, mainly for export and supply to major consumer centers such as Ceagesp/SP, so that today the state of Rio Grande do Norte is one of the leading manufacturers and exporters of Brazilian hybrid watermelon. However, local producers have no information on the doses of fertilizers needed to achieve maximum yield of watermelon, especially in relation to new hybrids introduced in the region. However, producers in the region are applying high amounts of nutrients, higher than those needed for maximum efficiency, thereby increasing production costs and damage to the environment can become unsustainable such agricultural practice. Within this context, the objective was to evaluate the effect of fertilizer N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> on yield, nutrient uptake, plant growth, the levels of cations and anions in soil and soil solution, and fruit quality of watermelon. The study was conducted at Santa Luzia farm, in Baraúna, in the State of Rio Grande do Norte, Brazil (5° 05' 57"S e 37° 33' 16"W). The experimental design was completely randomized blocks with strip cropping 4 x 4 x 2, resulting in thirty two treatments with three repetitions, total 96 plots in the experimental area. The treatments consisted of the application of four doses of N (0; 48; 121; 218 kg ha<sup>-1</sup>) combined with four doses of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0; 88; 220; 397 kg ha<sup>-1</sup>) in a factorial design with two cultivars of watermelon (Olímpia e Leopard) in subplots banded. The cultivar Leopard reached commercial production and maximum estimated 21.515 kg ha<sup>-1</sup> in the levels of 99,7 kg ha<sup>-1</sup> de N and 219,4 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and to cultivate Olímpia was 35.625 kg ha<sup>-1</sup> in the levels of 110,9 kg ha<sup>-1</sup> de N and 226,9 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Although nitrogen and phosphorus affect the productivity of the watermelon, the effect of phosphorus was more pronounced than nitrogen. No deficiency of N, P and K in the watermelon leaves was found in any treatment, excepting Cu and Zn. The more macronutrients absorbed by the leaves of watermelon were N>Ca>K>Mg>P and micronutrients Fe>Mn>Zn>Cu. Fertilization with increasing doses

of N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> increased proportionally the electrical conductivity (EC), the concentration of nitrate ions (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), mineral nitrogen and phosphorus (P) in the soil solution. The levels of soil exchangeable cations were in the following order: Ca<sup>+2</sup>>Mg<sup>+2</sup>>K<sup>+</sup>>Na<sup>+</sup>>NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. The treatments and cultivars influenced the dry matter accumulation in vegetative parts, fruit and leaf area, and the treatments T6 (48 kg ha<sup>-1</sup> de N; 88 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and T11 (121 kg ha<sup>-1</sup> de N; 220 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) promoted the highest averages, and the fruits of Olímpia cultivar behaved as preferential drain the watermelon. The fruits of watermelon Olímpia cultivars and Leopard showed the highest levels of soluble solids (11,05% and 10,10%, respectively), when grown in the combined rates of 218 kg ha<sup>-1</sup> de N e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Treatment 13).

Keywords: *Citrullus lanatus*, nutrients, plant nutrition.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

- Figura 1 – Totais semanais de evapotranspiração de referência (Eto), precipitação pluviométrica e médias semanais de valores médios das máximas e mínimas diárias da umidade relativa do ar (UR), temperatura máxima (Tmáx), média (Tméd) e mínima (Tmín) no período de setembro a novembro de 2010. Mossoró-RN, UFRSA, 2010..... 81
- Figura 2 – Frutos das cultivares Olímpia (A) e Leopard (B)..... 83
- Figura 3 – Croqui da área experimental..... 84
- Figura 4 – Vista parcial do sistema de irrigação e distribuição dos adubos (A e B); vista geral da área do experimento (C e D)..... 86
- Figura 5 – Lâmina de irrigação diária utilizada no cultivo de melancia Olímpia e Leopard..... 87
- Figura 6 – Sistema de injeção de fertilizante com pulmões e manômetros (A) e (B); registros utilizados para criar um gradiente de pressão (C); reservatório utilizado para diluição e armazenamento da solução estoque (D)..... 89
- Figura 7 – Colheita e pesagem dos frutos de melancia Olímpia..... 91
- Figura 8 – Frutos de melancia cultivar Olímpia – com sementes (A e C) e Leopard –

sem sementes (B e D).....	92
Figura 9 – Perfis da superfície de resposta para a produção total observada e estimada da melancia Olímpia em função da adubação fosfatada em diferentes doses de N (A) e adubação nitrogenada em diferentes doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (B)....	96
Figura 10 – Perfis da superfície de resposta para a produção total observada e estimada da melancia Leopard em função da adubação fosfatada em diferentes doses de N (A) e adubação nitrogenada em diferentes doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (B).....	97
Figura 11 – Perfis da superfície de resposta para a produção comercial observada e estimada da melancia Olímpia em função da adubação fosfatada em diferentes doses de N (A) e adubação nitrogenada em diferentes doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (B).....	97
Figura 12 – Perfis da superfície de resposta para a produção comercial observada e estimada de melancia Leopard em função da adubação fosfatada em diferentes doses de N (A) e adubação nitrogenada em diferentes doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (B).....	98
Figura 13 – Números de frutos por planta (NFP) de melancia Olímpia em função da adubação fosfatada (A) e adubação nitrogenada (B).....	102
Figura 14 – Perfis da superfície de resposta para números de frutos por planta (NFP) observados e estimados da melancia Leopard em função da adubação	

fosfatada em diferentes doses de N (A) e adubação nitrogenada em diferentes doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (B).....	103
Figura 15 – Perfis da superfície de resposta para números de frutos comerciais por planta (NFCP) observados e estimados da melancia Olímpia em função da adubação fosfatada em diferentes doses de N (A) e adubação nitrogenada em diferentes doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (B).....	104
Figura 16 – Perfis da superfície de resposta para números de frutos comerciais por planta (NFCP) observados e estimados da melancia Leopard em função da adubação fosfatada e diferentes doses de N (A) e adubação nitrogenada e diferentes doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	105
Figura 17 – Perfis da superfície de resposta para a massa média comercial de frutos (MMC) observadas e estimadas da melancia Olímpia em função da adubação fosfatada em diferentes doses de N (A) e adubação nitrogenada em diferentes doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (B).....	106
Figura 18 – Massa média total de frutos (MMT) da melancia Olímpia em função da adubação fosfatada (A) e adubação nitrogenada (B).....	107
Figura 19 – Massa média total (MMT) e comercial (MMC) de frutos da melancia Leopard em função da adubação fosfatada (A) e adubação nitrogenada (B).....	107

### CAPÍTULO III

- Figura 1 – Teores foliares de nitrogênio (N) em plantas de melancia em função da adubação com fósforo em diferentes doses de N (A) e da adubação nitrogenada em diferentes doses de  $P_2O_5$  (B)..... 132
- Figura 2 – Teores foliares de fósforo (P) em plantas de melancia em função das doses de  $P_2O_5$  (A) e N (B)..... 134
- Figura 3 – Teores foliares de potássio (K) em plantas de melancia em função da adubação com fósforo em diferentes níveis de N (A) e da adubação nitrogenada em diferentes níveis de  $P_2O_5$  (B)..... 136
- Figura 4 – Teores foliares de cálcio (Ca) em plantas de melancia em função da adubação com fósforo em diferentes níveis de N (A) e da adubação nitrogenada em diferentes níveis de  $P_2O_5$  (B)..... 139
- Figura 5 – Teores foliares de magnésio (Mg) em plantas de melancia Olímpia (A) e Leopard (B) em função da adubação com fósforo em diferentes níveis de N..... 142
- Figura 6 – Teores foliares de magnésio (Mg) em plantas de melancia Olímpia (A) e Leopard (B) em função da adubação com nitrogênio em diferentes níveis de  $P_2O_5$ ..... 144
- Figura 7 – Teores foliares de Fe, Zn, Mn e Cu em plantas de melancia em função da adubação com N (A) e  $P_2O_5$  (B)..... 147



## CAPÍTULO IV

- Figura 1 – Coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) utilizado no experimento de acordo com a idade da planta, durante os meses de setembro a novembro de 2010..... 158
- Figura 2 – Coleta da solução do solo com auxílio de uma seringa (A) e acondicionamento em recipiente plástico (B)..... 160
- Figura 3 – Concentração de fósforo (P) da solução do solo em cultivo de melancia submetida a diferentes tempos de coleta..... 163
- Figura 4 – Concentração de amônio ( $NH_4^+$ ) da solução do solo em cultivo de melancia em função dos diferentes tempos de coleta..... 165
- Figura 5 – Concentração de nitrato ( $NO_3^-$ ) na solução do solo em cultivo de melancia submetidas a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo nas profundidades 15 cm (A) e 30 cm (B) em função das épocas de coletas da solução do solo..... 169
- Figura 6 – Concentração de nitrogênio mineral (N mineral) na solução do solo em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo nas profundidades 15 cm (A) e 30 cm (B) em função das épocas de coletas da solução do solo..... 174
- Figura 7 – Condutividade elétrica (CE) da solução do solo em cultivo de melancia para diferentes tempos de coleta em duas profundidades..... 178

Figura 8 – Condutividade elétrica (CE) da solução do solo em cultivo de melancia para diferentes épocas de coleta em função dos tratamentos com nitrogênio e fósforo..... 180

Figura 9 – Valores de pH da solução do solo durante o ciclo de cultivo da melancia..... 182

## **CAPÍTULO V**

Figura 1 – Teores de fósforo (P) (A) e pH (B) do solo em função dos tratamentos com doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> durante o ciclo da melancia..... 196

Figura 2 – Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) do solo durante o ciclo da melancia..... 198

Figura 3 – Teores de amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), nitrogênio mineral (N mineral) (A), potássio (K<sup>+</sup>) e sódio (Na<sup>+</sup>) (B) do solo em função dos tratamentos com doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> durante o ciclo da melancia..... 200

Figura 4 – Teores de cálcio (A) e magnésio (Mg) trocáveis do solo em função dos tratamentos com doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> durante o ciclo da melancia..... 203

Figura 5 – pH do solo em função da adubação com nitrogênio (A) e fósforo (B) aos 58 e 37 dias após o transplante..... 207

Figura 6 – Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) em função da adubação com nitrogênio (A) e fósforo (B) aos 58 e 37 dias após o

transplântio.....	208
Figura 7 – Teores de potássio ( $K^+$ ) e sódio ( $Na^+$ ) trocáveis do solo em função da adubação com nitrogênio (A e C) e fósforo (B e D) aos 58 (C e D) e 37 dias após o transplântio (A e B).....	209
Figura 8 – Teores de cálcio ( $Ca^+$ ) e magnésio ( $Mg^{+2}$ ) trocáveis do solo em função da adubação com nitrogênio (A e C) e fósforo (B e D) aos 37 (A e B) e 58 dias após o transplântio (C e D).....	210
Figura 9 – Teores de amônio ( $NH_4^+$ ), nitrato ( $NO_3^-$ ) e nitrogênio mineral (N mineral) em função da adubação com nitrogênio (A e C) e fósforo (B e D) aos 37 (A e B) e 58 dias após o transplântio (C e D).....	211
Figura 10 – Teores de fósforo (P) no solo em função da adubação com fósforo em diferentes níveis de N (A) e da adubação nitrogenada em diferentes níveis de $P_2O_5$ (B) aos 37 dias após o transplântio.....	213
Figura 11 – Teores de fósforo (P) em função da adubação com nitrogênio (A) e fósforo (B) aos 58 dias após o transplântio.....	214
 <b>CAPÍTULO VI</b>	
Figura 1 – Acúmulo de matéria seca na parte vegetativa (MSVEG) (A) e total (MST) (B) de melancia submetidas a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo em função da idade das plantas.....	229

Figura 2 – Acúmulo de matéria seca na parte vegetativa (MSVEG) (A) e total (MST) (B) das cultivares de melancia Olímpia e Leopard em função da idade das plantas.....	232
Figura 3 – Área foliar (AF) de melancia submetidas a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo (A) e área foliar (AF) das cultivares de melancia Olímpia e Leopard (B) em função da idade das plantas.....	236
Figura 4 – Índice de área foliar (IAF) de melancia submetidas a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo (A) e índice de área foliar (IAF) das cultivares de melancia Olímpia e Leopard (B) em função da idade das plantas.....	240
Figura 5 – Razão de área foliar (RAF) de melancias submetidas a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo (A) e razão de área foliar (RAF) das cultivares de melancia Olímpia e Leopard (B) em função da idade das plantas.....	241
Figura 6 – Taxa de crescimento absoluto (TCA) da cultivar Olímpia e Leopard em função da idade das plantas.....	243
Figura 7 – Taxa assimilatória líquida (TAL) em função da idade das plantas.....	244
Figura 8 – Taxa de crescimento relativo (TCR) da melancieira em função da idade das plantas.....	245

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

- Tabela 1 – Quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio aplicados via fertirrigação nas melancias Olímpia e Leopard..... 90
- Tabela 2 – Sólidos solúveis (SS) em melancias Olímpia e Leopard submetidas a diferentes doses de nitrogênio e fósforo..... 110
- Tabela 3 – Firmeza de polpa, diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal (DL), espessura de casca (EPC), acidez titulável (AT) e relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) em melancia cultivares Olímpia e Leopard..... 111
- Tabela 4 – Produção comercial (PC) de melancia cultivar Olímpia, receita bruta, custos com fertilizantes nitrogenados e fosfatados e receita líquida em função de doses N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>..... 114
- Tabela 5 – Produção comercial (PC) de melancia cultivar Leopard, receita bruta, custos com fertilizantes nitrogenados e fosfatados e receita líquida em função de doses N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>..... 115

### CAPÍTULO III

- Tabela 1 – Teores foliares médios de macro e micronutrientes em melancia cultivar Olímpia e Leopard sob doses de nitrogênio e fósforo..... 130

## CAPÍTULO IV

Tabela 1 – Quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio aplicados via fertirrigação na melancia Olímpia e Leopard.....	159
Tabela 2 – Concentração de fósforo (P) na solução do solo em cultivo de melancias submetidas a diferentes doses de nitrogênio e fósforo em duas profundidades.....	163
Tabela 3 – Concentração de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) da solução do solo em cultivo de melancias submetidas a diferentes doses de nitrogênio e fósforo em duas profundidades.....	165
Tabela 4 – Concentração de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) na solução do solo em cultivo de melancias submetidas a diferentes doses de nitrogênio e fósforo durante períodos do ciclo da cultura em diferentes profundidades.....	166
Tabela 5 – Concentração de nitrogênio mineral (N mineral) na solução do solo em cultivo de melancias submetidas a diferentes doses de nitrogênio e fósforo durante períodos do ciclo da cultura em diferentes profundidades.....	172
Tabela 6 – Condutividade elétrica (CE) da solução do solo em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo em duas profundidades.....	176
Tabela 7 – Condutividade elétrica (CE) da solução do solo em cultivo de melancia em duas profundidades nos diferentes tempos de coleta.....	177

Tabela 8 – Condutividade elétrica (CE) da solução do solo em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo em diferentes épocas de coleta.....	179
---	-----

Tabela 9 – Valores de pH da solução do solo em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo em duas profundidades.....	181
--	-----

## **CAPÍTULO V**

Tabela 1 – Teores de fósforo (P) do solo em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo durante períodos do ciclo da cultura.....	197
--	-----

Tabela 2 – Teores de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrogênio mineral (N mineral), potássio ( $\text{K}^+$ ), sódio ( $\text{Na}^+$ ) e condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo.....	199
---	-----

Tabela 3 – Teores de cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ) trocáveis do solo em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo durante períodos do ciclo da cultura.....	205
--	-----

## **CAPÍTULO VI**

Tabela 1 – Acúmulo de matéria seca da parte vegetativa (MSVEG) em cultivo de melancia submetida a diferentes doses de nitrogênio e fósforo durante épocas do ciclo da cultura.....	230
Tabela 2 – Matéria seca total (MST) em cultivo de melancia submetida a diferentes doses de nitrogênio e fósforo durante épocas do ciclo da cultura.....	230
Tabela 3 – Matéria seca de frutos (MSF) em cultivo de melancia submetida a diferentes doses de nitrogênio e fósforo durante épocas do ciclo da cultura.....	231
Tabela 4 – Matéria seca da parte vegetativa (MSVEG), dos frutos (MSF) e total (MST) em cultivares de melancia Olímpia e Leopard durante épocas do ciclo da cultura.....	234
Tabela 5 – Área foliar (AF) em cultivo de melancia submetida a diferentes doses de nitrogênio e fósforo durante épocas do ciclo da cultura.....	235
Tabela 6 – Área foliar (AF) em cultivares de melancia Olímpia e Leopard durante épocas do ciclo da cultura.....	238
Tabela 7 – Índice de área foliar (IAF) em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo durante épocas do ciclo da cultura.....	239



Tabela 8 – Razão de área foliar (RAF) em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo durante períodos do ciclo da cultura.... 241

Tabela 9 – Razão de área foliar (RAF) e taxa de crescimento absoluto (TCA) em cultivares de melancia Olímpia e Leopard durante épocas do ciclo da cultura..... 242

## **LISTA DE APÊNDICE**

**Apêndice 1** - Análise de variância para produção total (PT), produção comercial (PC), número de frutos por planta (NFP), número de frutos comerciais por planta (NFCP), massa média total (MMT) e massa média comercial (MMC) de frutos de melancia da cultivar Olímpia..... 250

**Apêndice 2** - Análise de variância para produção total (PT), produção comercial (PC), número de frutos por planta (NFP), número de frutos comerciais por planta (NFCP), massa média total (MMT) e massa média comercial (MMC) de frutos de melancia da cultivar Leopard..... 252

**Apêndice 3** - Análise de variância de regressão ajustada para produção total (PT), produção comercial (PC), número de frutos por planta (NFP), número de frutos comerciais por planta (NFCP), massa média total (MMT) e massa média comercial (MMC) de frutos de melancia da cultivar Olímpia..... 254

**Apêndice 4** - Análise de variância de regressão ajustada para produção total (PT),

produção comercial (PC), número de frutos por planta (NFP), número de frutos comerciais por planta (NFPC), massa média total (MMT) e massa média comercial (MMC) de frutos de melancia da cultivar Leopard.....	254
<b>Apêndice 5</b> – Coeficientes da regressão para as variáveis produção total (PT), produção comercial (PC), número de frutos comerciais por planta (NFPC) e massa média comercial (MMC) de frutos de melancia da cultivar Olímpia.....	255
<b>Apêndice 6</b> - Coeficientes da regressão para as variáveis produção total (PT), produção comercial (PC), número de frutos por planta (NFP) e número de frutos comerciais por planta (NFPC) da cultivar Leopard.....	256
<b>Apêndice 7</b> - Análise de variância para os teores de nutrientes (potássio, fósforo, cálcio, magnésio, nitrogênio, ferro, zinco, manganês e cobre) em folhas de melancia.....	257
<b>Apêndice 8</b> - Análise de variância dos teores de nutrientes (amônio, nitrato, nitrogênio mineral e fósforo), CE e pH da solução do solo.....	262
<b>Apêndice 9</b> - Análise de variância dos teores de nutrientes trocáveis (amônio, nitrato, nitrogênio mineral, fósforo, sódio, cálcio e magnésio), CEes e pH do solo nos tratamentos T1, T6, T11 e T16.....	265
<b>Apêndice 10</b> - Análise de variância dos teores de nutrientes trocáveis (amônio,	

nitrato, nitrogênio mineral, fósforo, sódio, cálcio e magnésio), CEes e pH do solo em função das doses de N e P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aos 37 dias após o transplântio (37 DAT).....	268
<b>Apêndice 11</b> - Análise de variância dos teores de nutrientes trocáveis (amônio, nitrato, nitrogênio mineral, fósforo, sódio, cálcio e magnésio), CEes e pH do solo em função das doses de N e P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> aos 58 dias após o transplântio (58 DAT).....	271
<b>Apêndice 12</b> - Análise de variância das variáveis estudadas na análise de crescimento da melanciaira.....	274
<b>Apêndice 13</b> - Análise de variância das variáveis estudadas (MSVEG, MSF, MST e AF) na análise de crescimento da melanciaira dentro de cada tempo isoladamente (23, 30, 37, 46 e 58 DAT).....	275
<b>Apêndice 14</b> Análise de variância das variáveis firmeza de polpa, diâmetro transversal e longitudinal, espessura da casca, sólidos solúveis, acidez titulável e relação sólidos solúveis/acidez titulável.....	280

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	9
GENERAL ABSTRACT.....	11
<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>34</b>
<b>1.1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>35</b>
<b>1.2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>38</b>
1.2.1 Melancia.....	38
1.2.2 Exigência nutricional da melancia.....	42
1.2.3 Fósforo (P).....	45
1.2.4 Nitrogênio (N).....	48
1.2.5 Efeitos da adubação nitrogenada e fosfatada na melancieira.....	53
1.2.5.1 Produção.....	53
1.2.5.2 Crescimento e desenvolvimento das plantas.....	55
1.2.6 Fertirrigação.....	59
<b>1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>61</b>
<b>CAPÍTULO 2 - PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MELANCIA FERTIRRIGADA COM DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO.....</b>	<b>71</b>
RESUMO.....	72
ABSTRACT.....	74

<b>2.1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>76</b>
<b>2.2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>80</b>
2.2.1 Localização e característica da área experimental.....	80
2.2.2 Tratamentos e delineamento estatístico.....	82
2.2.3 Instalação e condução do experimento.....	85
2.2.4 Manejo da irrigação.....	87
2.2.5 Fertirrigação.....	88
2.2.6 Colheita dos frutos.....	90
2.2.7 Análises de qualidade dos frutos.....	91
2.2.8 Análise econômica.....	93
2.2.9 Análise estatística.....	94
<b>2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>94</b>
2.3.1 Produção total (PT) e comercial (PC).....	95
2.3.2 Número de frutos por planta (NFP).....	102
2.3.3 Número de frutos comerciais por planta (NFCP).....	103
2.3.4 Massa média total (MMT) e comercial (MMC).....	106
2.3.5 Qualidade físico-química dos frutos.....	108
2.3.6 Produtividade que maximiza a receita líquida.....	112
<b>2.4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>116</b>
<b>2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>116</b>
<b>CAPÍTULO 3 – ESTADO NUTRICIONAL DA MELANCIA FERTIRRIGADA COM DOSES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO.....</b>	<b>122</b>
RESUMO.....	123
ABSTRACT.....	124
<b>3.1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>125</b>
<b>3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>127</b>

3.2.1 Característica da área experimental.....	127
3.2.2 Amostragem do tecido vegetal para a análise nutricional.....	127
3.2.3 Análise estatística.....	128
<b>3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>128</b>
3.3.1 Nitrogênio (N).....	131
3.3.2 Fósforo (P).....	133
3.3.3 Potássio (K).....	135
3.3.4 Cálcio (Ca).....	137
3.3.5 Magnésio (Mg).....	140
3.3.6 Micronutrientes.....	146
<b>3.4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>148</b>
<b>3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>148</b>

**CAPÍTULO 4 - MONITORAMENTO DE ÍONS NA SOLUÇÃO DO SOLO EM MELANCIA FERTIRRIGADA COM NITROGÊNIO E FÓSFORO.....**

<b>CAPÍTULO 4 - MONITORAMENTO DE ÍONS NA SOLUÇÃO DO SOLO EM MELANCIA FERTIRRIGADA COM NITROGÊNIO E FÓSFORO.....</b>	<b>152</b>
RESUMO.....	153
ABSTRACT.....	154
<b>4.1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>155</b>
<b>4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>157</b>
4.2.1 Característica da área experimental.....	157
4.2.2 Manejo da irrigação.....	157
4.2.3 Fertirrigação.....	158
4.2.4 Coleta da solução do solo.....	159
4.2.5 Variáveis analisadas.....	160
4.2.6 Análise estatística.....	161
<b>4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>161</b>
4.3.1 Fósforo (P).....	161

4.3.2 Amônio ( $\text{NH}_4^+$ ).....	163
4.3.3 Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ).....	165
4.3.4 Nitrogênio mineral (N mineral).....	171
4.3.5 Condutividade elétrica (CE).....	175
4.3.6 pH.....	180
<b>4.4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>181</b>
<b>4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>183</b>
<b>CAPÍTULO 5 - ALTERAÇÕES DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO PELA FERTIRRIGAÇÃO COM NITROGÊNIO E FÓSFORO.....</b>	<b>188</b>
RESUMO.....	189
ABSTRACT.....	190
<b>5.1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>191</b>
<b>5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>192</b>
5.2.1 Característica da área experimental.....	192
5.2.2 Amostragem do solo e variáveis analisadas.....	192
5.2.3 Análise estatística.....	193
<b>5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>194</b>
5.3.1 Efeito temporal nas características químicas do solo provocadas pelas doses de N e $\text{P}_2\text{O}_5$ .....	194
5.3.1.1 Fósforo (P) e pH do solo.....	194
5.3.1.2 Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) .....	197
5.3.1.3 Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrogênio mineral (N mineral).....	199
5.3.1.4 Potássio ( $\text{K}^+$ ) e sódio ( $\text{Na}^+$ ).....	200
5.3.1.5 Cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ).....	202
5.3.2 Efeitos das doses de N e $\text{P}_2\text{O}_5$ nas características químicas do solo.....	206
5.3.2.1 pH do solo.....	206
5.3.2.2 Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes).....	207

5.3.2.3 Potássio (K <sup>+</sup> ), sódio (Na <sup>+</sup> ), Cálcio (Ca <sup>+2</sup> ) e magnésio (Mg <sup>+2</sup> ).....	208
5.3.2.4 Nitrato (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ), amônio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) e nitrogênio mineral (N mineral).....	210
5.3.2.5 Fósforo (P).....	212
<b>5.4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>214</b>
<b>5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>215</b>

**CAPÍTULO 6 - CRESCIMENTO DE MELANCIA HÍBRIDOS OLÍMPIA E LEOPARD FERTIRRIGADOS COM NITROGÊNIO E FÓSFORO.....**

RESUMO.....	219
ABSTRACT.....	220
<b>6.1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>221</b>
<b>6.2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>223</b>
6.2.1 Característica da área experimental.....	223
6.2.2 Coleta de plantas e características avaliadas.....	223
6.2.2.1 Índice de área foliar (IAF).....	224
6.2.2.2 Razão da área foliar da parte aérea (RAF).....	224
6.2.2.3 Taxa de crescimento absoluto da parte aérea (TCA).....	225
6.2.2.4 Taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCR).....	226
6.2.2.5 Taxa assimilatória líquida (TAL).....	226
6.2.3 Análise estatística.....	227
<b>6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>227</b>
6.3.1 Matéria seca da parte vegetativa (MSVEG), dos frutos (MSF) e total (MST).....	227
6.3.2 Área foliar (AF).....	234
6.3.3 Índice de área foliar (IAF).....	238
6.3.4 Razão de área foliar (RAF).....	240
6.3.5 Taxa de crescimento absoluto (TCA).....	243



6.3.6 Taxa assimilatória líquida (TAL).....	244
6.3.7 Taxa de crescimento relativo (TCR).....	245
<b>6.4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>246</b>
<b>6.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>246</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>250</b>

## **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA**

## 1.1 INTRODUÇÃO

A fruticultura no estado do Rio Grande do Norte tem apresentado considerável crescimento nos últimos anos, mais especificamente no pólo agrícola Assu-Mossoró, onde a melancia deixou de ser uma cultura explorada apenas no período das chuvas, onde a produção era destinada a mercados locais, sem a utilização de tecnologia (irrigação, sementes híbridas, fertirrigação e insumos modernos) para ser uma atividade tecnificada, praticada por pequenos e médios produtores e empresas agrícolas, destinando-se à produção para grandes mercados internos e, mais recentemente, ao mercado internacional.

As cultivares de melancia tradicionalmente plantadas no Brasil são de origem americana ou japonesa, que se adaptaram bem às nossas condições. Os híbridos, cujas sementes são mais caras, podem apresentar, porém, maior precocidade, maior produção e frutos mais uniformes. Atualmente, a melancia sem sementes é um produto muito aceito nos principais mercados do mundo e tem surgido como uma ótima alternativa de cultivo para os produtores de hortaliças.

No Brasil, a produção de melancia híbrida sem semente ainda é incipiente tendo em vista o alto custo das sementes; entretanto, nos últimos cinco anos, a área cultivada com melancia no Rio Grande do Norte, mas especificamente na região de Mossoró, onde se encontra a maior área irrigada do Estado, tem aumentado significativamente principalmente da melancia híbrida diplóide (com sementes) e triplóide (sem sementes), que vem substituindo as cultivares tradicionais, visando ao aumento da uniformidade e produtividade, destinadas principalmente à exportação e ao fornecimento aos grandes centros consumidores brasileiro, como a Ceagesp/SP, de forma que o Rio Grande do Norte é um dos principais produtores e exportadores de melancia híbrida do Brasil.

Os produtores da região não possuem, porém, informações sobre as doses necessárias de nutrientes para alcançar o máximo rendimento da melancia, principalmente em relação aos novos híbridos introduzidos na região, por isso esses

produtores estão aplicando altas quantidades de fertilizantes, maiores do que as necessárias para o rendimento máximo, aumentando, desta forma, os custos de produção e os danos causados ao meio ambiente, podendo tornar essa prática agrícola insustentável.

A utilização de tecnologia da irrigação como instrumento para agregar valor, modernizar e diversificar o processo produtivo da cultura da melancia dinamizou a atividade frutícola no Estado do Rio Grande do Norte, oferecendo novas oportunidades de emprego e renda para a população rural. Entretanto, o uso dos recursos hídricos nas regiões produtoras para atender o consumo das culturas tem se caracterizado pelo empirismo, sem a adoção de um manejo de irrigação adequado e com a aplicação excessiva de fertilizantes. A fruticultura no Estado carece de estudos para manifestar sua total potencialidade, necessitando, por exemplo, de um melhor controle quanto ao manejo da fertirrigação.

A aplicação de adubos via água de irrigação abre novas possibilidades para um melhor controle das necessidades nutricionais das culturas, mantendo a concentração e distribuição de íons na solução do solo em níveis ideais e prontamente disponíveis às plantas. Apesar de os adubos solúveis serem mais caros, a quantidade de fertilizantes por este processo chega ser reduzida quando comparado à aplicação convencional.

A quantidade de fertilizante a ser aplicada é função do conhecimento das exigências nutricionais da cultura, da capacidade de fornecimento de nutrientes pelo solo, da eficiência da absorção de nutriente e do rendimento esperado. As exigências nutricionais das culturas dependem de vários fatores, dentre eles a variedade utilizada, condições de luz, umidade e tipo de solo. Assim, para se referir às necessidades nutricionais das culturas seria necessário dispor de dados ajustados para as condições locais de plantio, visando a determinar a adubação necessária para se obter certa produtividade.

Outro dado importante é conhecer a absorção dos nutrientes em cada fase fenológica da cultura, pois deste modo pode-se adequar o parcelamento correto das

adubações, buscando atender às exigências nutricionais da cultura em cada fase, evitando, portanto, a aplicação indiscriminada de fertilizantes para reposição dos nutrientes absorvidos pela cultura e a conseqüentemente diminuição das dosagens excessivas de fertilizantes no cultivo da melancia praticada por produtores da região e, ao mesmo tempo, garantir ou até mesmo aumentar a produtividade e qualidade da melancia.

Dentre os nutrientes necessários ao desenvolvimento da melancia, o nitrogênio e o fósforo são os que mais limitam a produção. O nitrogênio é o nutriente mais estudado e que tem apresentado as melhores respostas na produtividade. Já o fósforo, devido aos solos da região de Mossoró serem de origem calcária (alcalinos), forma complexos com o Ca, tornando-o indisponível para as plantas. De tal modo, as plantas têm respondido à aplicação de altas doses de P, porém sem o conhecimento da real resposta da melancieira ao elemento.

Desta forma, como novas cultivares de melancia têm sido introduzidas na região do Agropolo Assu-Mossoró, sendo que estas cultivares, principalmente os híbridos, apresentam níveis de exigências nutricionais e produtividades bastantes diferentes quando comparados às variedades tradicionais, há necessidade de estudos com relação às exigências nutricionais para se obter o máximo rendimento físico e econômico da cultura.

## 1.2 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.2.1 Melancia

A melancia (*Citrullus lanatus* (Thumb) Mansf.) é uma cucurbitácea de grande importância econômica, sendo cultivada em vários países do mundo, especialmente em países como China, Turquia, Irã, Estados Unidos e Brasil. Em virtude de as condições climáticas do Brasil serem bastante semelhantes às condições de origem, provavelmente a África Equatorial, é uma espécie olerícola cultivada praticamente em todos os estados brasileiros, destacando-se o Rio Grande do Sul, São Paulo, Bahia e Goiás como os maiores produtores (AGRIANUAL, 2009). Porém, a região Nordeste tem apresentado um crescimento acentuado em área irrigada nos últimos anos, onde a melancia apresenta excelente adaptação às condições climáticas.

A melancieira é uma planta herbácea, de hábito rastejante, sarmentoso, cujo caule compõe-se de ramos primários e secundários, que podem assumir disposição radial (ramos de tamanho similar partindo da base da planta) ou axial (um ramo mais longo com derivações opostas e alternadas a cada nó, semelhante a uma espinha de peixe), sendo esta mais comum. Os ramos primários são vigorosos e longos, podendo atingir mais de 10 m (SOUZA, 2008).

As folhas têm disposição alternada e geralmente apresentam limbo com contorno triangular, recortado em três ou quatro pares de lóbulos e de margens arredondadas. O sistema radicular é do tipo pivotante, mas a maior concentração das raízes encontra-se até 30 cm abaixo da superfície do solo (ALMEIDA, 2003).

As flores são simples e surgem nas axilas foliares. O pedúnculo é longo e delgado nas flores masculinas e curto e grosso nas femininas. Essas, por sua vez, são facilmente reconhecidas pela presença do ovário ínfero, que se assemelha a uma melancia em miniatura. As flores abrem-se durante as primeiras horas da manhã e permanecem abertas e receptivas durante todo o dia, fechando-se definitivamente ao

entardecer. O número de flores masculinas produzidas pela planta é superior ao de flores femininas, de modo que em uma planta em plena floração a proporção é de cerca de três a cinco flores masculinas para cada flor feminina. Além disso, na maioria das variedades, as primeiras flores masculinas abrem-se cerca de três dias antes das primeiras flores femininas (SOUZA, 2008). Seu pólen (gameta masculino) é uma massa pegajosa de cor amarela que o vento não consegue transportar de uma flor para outra, por isso só há polinização e produção de frutos com a ajuda de insetos, especialmente as abelhas (CARVALHO, 2005).

Do ponto de vista botânico, os frutos constituem-se de uma baga de paredes externas duras e internas carnosas, típica das cucurbitáceas e conhecida como pepônio. O tamanho pode variar de menos de 1 kg a mais de 30 kg. As cultivares disponíveis no mercado brasileiro apresentam peso médio variando de 4 a 12 kg. Recentemente têm sendo introduzidas as cultivares de frutos do tipo “personal”, que pesam em torno de 1,5 kg. Quanto ao formato, os frutos de melancia podem ser redondos, oblongos, cilíndricos e cônicos. Internamente, a polpa pode ser branca, amarela, laranja, rósea ou vermelha, sendo esta última a mais comum entre as variedades comercializadas no Brasil. Ao contrário dos frutos de melão e de abóbora, o da melancia não possui cavidade. As sementes encontram-se incluídas no tecido da placenta, que constitui a parte comestível (ALMEIDA, 2003; FILGUEIRA, 2008).

A cor da polpa não interfere no sabor do fruto, o qual pode variar de acordo com a cultivar, com o estágio de maturação, com a adubação utilizada, com o controle da irrigação e com o estado fitossanitário da planta. Frutos produzidos sob condições de baixos níveis de potássio no solo geralmente são de qualidade inferior, apresentando menor teor de açúcar. O excesso de umidade no solo, na época da colheita, é outro fator que pode alterar o sabor dos frutos, reduzindo a doçura (frutos “aguados”). A ocorrência de doenças que provocam a desfolha das plantas no fim do ciclo também resulta em frutos com menor teor de açúcar. O ciclo da planta pode variar de 60 a 120 dias, sendo

que a maioria das cultivares comerciais apresenta ciclo entre 70 e 85 dias (SOUZA, 2008).

A cultura da melancia se adapta melhor ao clima quente e seco. Os principais fatores climáticos que afetam o crescimento e a produção são temperatura, fotoperíodo, umidade relativa do ar e ventos. O melhor crescimento ocorre em temperaturas de 20 a 30°C, sem muita variação entre as diurnas e noturnas. É bastante sensível ao frio e ventos fortes, e quanto ao fotoperíodo a melancia exige dias longos e com boa luminosidade e a alta umidade relativa do ar favorece a maior incidência de doenças e compromete a qualidade dos frutos. Embora possa ser cultivada nos mais variados tipos de solos, os de textura areno-argilosa, profundos e bem estruturados são os mais indicados. A melancia é levemente tolerante à acidez do solo, se desenvolvendo bem em pH (H<sub>2</sub>O) de 5,0 a 6,8 (VILLA et al., 2001; ANDRADE JÚNIOR et al., 2007; SOUZA, 2008).

A melancia é um fruto não climatérico que tem de ser colhido maduro, pois a sua qualidade não melhora após a colheita. Os principais indicadores de colheita são: o tamanho e a cor do fruto; a cor da zona em contato com o solo, que muda de branco para amarelo quando o fruto atinge a maturidade comercial; a gavinha mais próxima do fruto murcha (mas nem sempre é bom indicador); a ressonância do fruto ao impacto, que deve ser grave e muda. Um som agudo e metálico indica que o fruto está imaturo. Para uma boa determinação da data de colheita, deve-se efetuar uma amostragem de frutos, cortá-los e examinar a cor da polpa e o sabor ou teor em sólidos solúveis. Para uma boa qualidade, os frutos devem possuir um teor em sólidos solúveis na colheita superior a 10% (ALMEIDA, 2003).

A melancia é uma espécie diplóide com um número haplóide de cromossomos igual a 11. As cultivares com sementes são diplóides ao passo que as cultivares de melancia sem sementes são triplóides ( $3n = 33$ ) e resultam do cruzamento de um progenitor feminino tetraplóide ( $4n = 44$ ) com um masculino diplóide (KIHARA, 1951). Embora a fecundação não ocorra, a polinização é necessária para estimular o desenvolvimento do ovário e a produção de frutos partenocárpicos. A semente é de alto



custo, pois as linhas tetraplóides produzem apenas de 5-10% da quantidade de sementes das linhas diplóides (ALMEIDA, 2003).

As principais cultivares existentes no Brasil são de origem americana e japonesa, destacando-se Charleston Gray, Crimson Sweet, Sugar Baby, Jubilee, Fairfax, Flórida Gigante, Omaru Yamato, além de alguns híbridos que estão no mercado, como Crimson Glory, Emperor, Eureka, Rubi AG-8, Olímpia e Quetzali. Também têm sido disponibilizados alguns híbridos de melancia sem sementes, dos quais os mais comuns na região de Mossoró são: Shadow, Leopard e Extasy. Entretanto, os híbridos são de cultivo muito restrito, devido a vários fatores, sendo o preço da semente o principal deles. Apesar da disponibilidade de alguns genótipos, a cultivar Crimson Sweet é utilizada em todas as áreas cultivadas com melancia em todo o país (QUEIROZ et al., 1999).

A melancia é uma das espécies olerícolas de maior expressão econômica e social no Brasil, apresentando produtividade média em torno de 20 a 50 Mg ha<sup>-1</sup>, dependendo das condições edafoclimáticas da região, do padrão tecnológico, adubação e tratos culturais (CARVALHO, 2005). O baixo rendimento dos cultivos brasileiros está associado a plantios pouco tecnificados e à falta de irrigação e de adubações tecnicamente recomendadas em algumas regiões (LEÃO et al., 2008).

Em termos de volume de produção, a melancia ocupa o quarto lugar dentre as hortaliças mais importantes no Brasil, ficando atrás de tomate, batata e cebola. Em 2010, foram produzidos 2.052.928 toneladas de melancias em 94.946 ha de área colhida, sendo a região Nordeste responsável por 34,6% e 20,21% da área colhida e de produção, respectivamente (IBGE, 2010). O Rio Grande do Norte é o terceiro maior produtor de melancia da região Nordeste em área colhida, sendo superado pela Bahia e Pernambuco (IBGE, 2010); no entanto, o estado é o segundo maior exportador de melancia do Brasil, com total exportado no ano de 2011 de 12.998.191 kg, sendo superado pelo Ceará, com um total exportado de 14.893.442 kg de melancia no mesmo ano (SECEX, 2012). A produtividade média do Rio Grande do Norte foi de 23.000 kg ha<sup>-1</sup>, igualando a

produtividade média brasileira e dos principais estados produtores, Bahia e Rio Grande do Sul (AGRIANUAL, 2009).

### **1.2.2 Exigência nutricional da melancia**

Por seu caráter intensivo, a olericultura é a atividade agrícola com maior demanda de fertilizantes por unidade de área, os quais respondem por uma parcela considerável dos custos de produção. A adubação e a nutrição mineral são fatores essenciais para ganhos na quantidade e qualidade do produto, garantindo retorno adequado, e devem, conforme Rodrigues (2006), ser aplicados corretamente, de modo a atingir elevada eficiência, visando, além de menor custo de produção, a um menor dano ambiental.

Na cultura da melancia, a nutrição mineral é um dos fatores mais importantes que contribuem diretamente na produtividade e qualidade dos frutos. O nitrogênio, potássio e o fósforo são os nutrientes mais aplicados nas adubações e devem ser fornecidos de acordo com as exigências de cada cultivar, nível tecnológico, fertilidade do solo, produção esperada, estágio de crescimento e condições climáticas.

O conhecimento da quantidade de nutrientes acumulados na planta em cada estágio de desenvolvimento fornece informações importantes que podem auxiliar no programa de adubação das culturas. Deve-se ter consciência, no entanto, de que as curvas de absorção de nutrientes refletem aquilo de que a planta necessita e não o que deve ser aplicado, uma vez que se tem que considerar a eficiência de aproveitamento de nutrientes, que é variável segundo as condições climáticas, o tipo de solo, o sistema de irrigação, o manejo cultural, etc. De modo mais efetivo, essas curvas auxiliam no programa de adubação, principalmente na quantidade dos diferentes nutrientes que devem ser aplicados nos distintos estádios fisiológicos da cultura (VILLAS BÔAS, 2001).

As curvas de absorção de nutrientes determinados para algumas espécies de curcubitáceas têm mostrado comportamento bem semelhante, onde o acúmulo de nutrientes segue o mesmo padrão da curva de acúmulo de matéria seca, geralmente apresentando três fases distintas: na primeira fase, a absorção é lenta, seguida de intensa absorção até atingir o ponto de máximo, a partir do qual ocorre um pequeno declínio (TYLER; LORENZ, 1964, PRATA, 1999; ARAÚJO et al., 2001). A taxa de absorção de nutrientes na cultura da melancia acompanha a taxa de produção de matéria seca, atingindo o máximo na época do desenvolvimento dos frutos, quando então começa a diminuir (ZHU et al., 1996).

No Brasil, existem vários trabalhos sobre marcha de absorção de nutrientes na cultura da melancia: Nascimento et al. (1991), com informações sobre a cultura até o início da frutificação; Grangeiro e Cecílio Filho (2004a, 2004b, 2005a, 2005b), com as cultivares Tide, Nova e Shadow, respectivamente, realizadas no Estado de São Paulo; Vidigal (2009), em trabalho realizado em Minas Gerais, com a cultivar Crimson Sweet; Nunes (2004), Grangeiro et al. (2005), Serafim (2006), Lima Júnior et al. (2006), com a cultivar Mickylee e Lucena et al. (2011), com a cultivar Quetzali, todos em Mossoró-RN.

Grangeiro e Cecílio Filho (2004a) verificaram que o híbrido Tide apresentou crescimento inicial lento, intensificando-se a partir dos 30 dias após o transplântio (DAT), atingindo, no fim do ciclo, um acúmulo de matéria seca de 1.800 g planta<sup>-1</sup>, sendo a contribuição da parte vegetativa de 31% e dos frutos de 69%. O acúmulo de nutrientes também foi pequeno no início do ciclo, não ultrapassando 2% do total até os 30 DAT. Com a frutificação, houve forte incremento na quantidade de nutrientes acumulados, sendo que aos 75 DAT o acúmulo de nutrientes pela cultura foi de 155,5; 138,8; 25,3; 16,6; 13,5 e 9,1 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, de K, N, Ca, Mg, P e S. Resultados semelhantes foram obtidos pelos mesmos autores, trabalhando com as cultivares Nova e Shadow, sendo que para esta última os nutrientes mais extraídos pelas plantas foram K > N > Ca > Mg > S > P, respectivamente, nas quantidades de 67,3; 31,7; 20,4; 8,8; 2,8 e 1,9 g planta<sup>-1</sup> e para aquela, as quantidades extraídas foram 23,6; 9,76;

5,22; 3,75; 2,67 1,79 g planta<sup>-1</sup> de K, N, Ca, P, Mg e S, respectivamente (GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2005a e 2005b).

Já Vidigal et al. (2009), trabalhando com a cultivar Crimson Sweet no período de maio a agosto em Minas Gerais, verificaram que o crescimento foi lento até os 61 dias após a sementeira (DAS) e o ciclo total da cultura foi de 90 dias. A ordem de macronutrientes acumulados foi K > N > Ca > Mg > P > S. Grangeiro et al. (2005), em um experimento com a cultivar Mickylee em Mossoró, observaram crescimento lento até os 30 dias DAT e ciclo total de 50 dias, sendo que no fim do ciclo o máximo acumulado foi de 13,62 g planta<sup>-1</sup> de N, 1,53 g planta<sup>-1</sup> de P, 14,75 g planta<sup>-1</sup> de K, 1,57 g planta<sup>-1</sup> de Ca e 2,44 g planta<sup>-1</sup> de Mg. Lucena et al. (2011), em um experimento com a cultivar Quetzale, verificaram que a cultura exportou 161,23 kg ha<sup>-1</sup> de K, 56,20 kg ha<sup>-1</sup> de N e 5,27 kg ha<sup>-1</sup> de P. Segundo Serafim (2006), os totais exportados de K, N e P pela cultivar Mickylee foram 93,1, 99,8 e 17,8 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Com relação à exportação de nutrientes pelos frutos, Grangeiro e Cecílio Filho (2005a) constataram que as quantidades de nutrientes exportadas pelos frutos da melancia Nova foram de 38% de N, 45% de P, 50% de K, 11% de Ca, 27% de Mg e 33% de S do total acumulado pela planta. Já para o híbrido Shadow, as quantidades de nutrientes exportadas pelos frutos foram elevadas com 72% do N, 80% do P, 71% do K, 11% do Ca, 32% do Mg e 59% do S (GRANGEIRO E CECÍLIO FILHO, 2005b). De acordo com Vidigal et al. (2009), os frutos da cultivar Crimson Sweet exportaram 48,95 kg ha<sup>-1</sup> de N; 10,08 kg ha<sup>-1</sup> de P, 68,39 kg ha<sup>-1</sup> de K, 3,26 kg ha<sup>-1</sup> de S, 11,13 kg ha<sup>-1</sup> de Ca, 13,23 kg ha<sup>-1</sup> de Mg, 43,03 g ha<sup>-1</sup> de B, 8,77 g ha<sup>-1</sup> de Cu, 41,85 g ha<sup>-1</sup> de Zn, 156,34 g ha<sup>-1</sup> de Fe e 110,40 g ha<sup>-1</sup> de Mn. A cultivar Mickylee exportou pelos frutos 29,4 kg ha<sup>-1</sup> de N, 4,3 kg ha<sup>-1</sup> de P, 36,0 kg ha<sup>-1</sup> de K, 1,9 kg ha<sup>-1</sup> de Ca e 4,0 kg ha<sup>-1</sup> de Mg para uma produtividade de 20 Mg ha<sup>-1</sup> (GRANGEIRO et al., 2005).

Constata-se, por conseguinte, que a cultura da melancia é muito exigente em nutrientes e também destaca-se por exportar grandes quantidades de nutrientes acumulados ao longo do ciclo, por meio da colheita dos frutos. Observa-se também que o

potássio é o nutriente extraído em maior quantidade pela melancia, seguido pelo nitrogênio, que, juntamente com o fósforo é o mais exportado pelos frutos.

### **1.2.3 Fósforo (P)**

O fósforo é exigido em menor quantidade do que o nitrogênio e o potássio pelas plantas, porém, trata-se do nutriente mais usado em adubação no Brasil. Este fato ocorre devido à baixa disponibilidade de fósforo nos solos tropicais, que ocorre na maioria dos solos do Brasil, em virtude de seu elevado poder de imobilização do nutriente adicionado (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Os solos tropicais normalmente apresentam baixa concentração de fósforo disponível e alto potencial de “fixação” do P aplicado via fertilizante. Este fato coloca fósforo e nitrogênio como os nutrientes que mais limitam a produção das culturas. Neste sentido, o aumento da concentração de fósforo no solo é importante, seja pela via mineral, fornecendo P prontamente disponível às plantas, seja pela via orgânica, que só se tornará disponível quando os microorganismos do solo a transformarem em formas simples, liberando os íons fosfato inorgânico (PRADO, 2008).

Em se tratando de P, a grande maioria dos solos brasileiros são ácidos, com baixa fertilidade e elevada capacidade de retenção de fósforo, o que leva à necessidade de aplicação de elevadas doses de fosfatos, contribuindo para o aumento nos custos de produção, além de reduzir os recursos naturais não renováveis que originam esses insumos (MOURA et al., 2001), por isso são exigidas quantidades muito grandes de adubo para elevar o teor de fósforo disponível em todo o volume do solo explorado pelo sistema radicular. Ressalte-se ainda que os fosfatos são recursos naturais não renováveis e escassos, devendo, portanto, ter utilização eficaz (PRADO et al., 2001).

Segundo Novais e Smyth (1999), as maiores limitações na produção agrícola em solos ácidos de regiões tropicais e subtropicais, dizem respeito à baixa disponibilidade de fósforo no solo. De acordo com Raij (1991), a utilização adequada de adubos fosfatados

requer conhecimentos da dinâmica do fósforo e de suas interações com o solo, bem como a determinação do teor disponível do elemento, objetivando diagnosticar as deficiências nutricionais das plantas e, conseqüentemente, indicar as práticas necessárias para corrigi-las, visando ao máximo de rendimento agrícola. É fundamental, no entanto, determinar a relação entre o teor de nutrientes no solo e o rendimento da cultura para estabelecer o nível crítico de fósforo no solo, a fim de que sua aplicação não seja feita sem necessidade (MALAVOLTA et al., 1997; EPSTEIN; BLOOM, 2006).

A maioria das análises de solo no Brasil registra menos de  $10 \text{ mg kg}^{-1}$  de fósforo nos solos, o que é considerado baixo. Além disso, o P possui interação com alguns elementos como ferro e alumínio em solos ácidos e cálcio em solos alcalinos, o que acarreta sua indisponibilidade à planta (SILVA, 2002). Desta forma, o fósforo solúvel, adicionado ao solo como fertilizante, pode assumir diversas formas, sendo agrupados como P-Solúvel (fósforo na forma iônica e em compostos na solução do solo), fósforo adsorvido nas superfícies dos constituintes minerais do solo (P-Al (fósforo- alumínio), P-Fe (fósforo-ferro), P-Ca (fósforo-cálcio)), fosfatos oclusos de ferro e alumínio (minerais cristalinos e amorfos de fósforo) e o P sob formas orgânicas. As concentrações na solução do solo são usualmente baixas, variando entre  $0,002$  e  $2 \text{ mg L}^{-1}$  de fósforo (FARDEAU, 1996).

O fósforo total dos solos é composto de diferentes formas, orgânicas e inorgânicas, que apresentam diferentes graus de labilidade. Em solos mais intemperizados, as formas orgânicas contabilizam cerca de 20-35% do fósforo total, encontrados na forma de fosfolipídios, ácidos nucleicos e fosfato de inositol. Entre as formas de fósforo inorgânico, dois terços constituem-se de fósforos pouco lábeis e o restante são formas inorgânicas de fósforo ligado a cálcio e aquelas extraídas pela resina de troca aniônica e pela solução de  $\text{NaHCO}_3$ , sendo apenas estas duas últimas formas inorgânicas de fósforo (lábeis) prontamente disponíveis (CROSS; SCHLESINGER, 1995). Isto evidencia a participação de poucas formas inorgânicas no suprimento de fósforo às plantas e que formas de fósforo orgânico, uma vez mineralizadas, podem

atender boa parte da demanda deste nutriente pelas plantas, especialmente com pouca ou nenhuma adição de adubos fostatados, ao menos nos primeiros cultivos.

As plantas absorvem o P da solução do solo nas formas de íons fosfatos ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) e ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ), sendo que a predominância desta forma depende do pH do meio. Na faixa de pH entre 2 e 7, predomina o ânion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , forma absorvida pelo sistema radicular das plantas. A forma  $\text{HPO}_4^{2-}$  predomina em solos com pH na faixa de 7 a 12 (alcalinos); entretanto, a absorção é menos rápida se comparada com a forma  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ . Após a absorção, o P permanece na forma de fosfato e o radical fosfato no interior da planta pode estar com íons livres em solução e/ou ligado a cátions metálicos, formando compostos insolúveis cujas formas mais importantes são os ácidos nucléicos (DNA e RNA), fosfato de inositol, fosfolipídios de membranas celulares e compostos energéticos bioquímicos (ADP, ATP, creatina-fosfato e fosfoenolpiruvato). Por fazer parte da constituição destes compostos orgânicos, o P é essencial para a divisão celular, reprodução e o metabolismo vegetal (fotossíntese, respiração e síntese de substâncias orgânicas) (MACHADO, 2009).

As plantas requerem um suprimento constante de fósforo durante todo o seu ciclo. No início do desenvolvimento, as quantidades exigidas são pequenas, aumentando com o tempo. Na etapa de frutificação, porém, as necessidades são atendidas em parte pelas mobilizações das reservas. O P é bastante móvel na planta, podendo, se necessário, ser deslocado de tecidos (ou partes) mais velhos para tecidos (ou partes) mais jovens via floema. Como os processos metabólicos são muito intensos nos tecidos em desenvolvimento, o P é geralmente encontrado em maiores concentrações neste tecido do que nos tecidos velhos (MACHADO, 2009).

A absorção de fósforo do solo pelas plantas depende de seu suprimento às raízes, as quais, devido à sua baixa concentração na solução e sua relativa imobilidade, é altamente dependente do mecanismo da difusão e, por conseguinte, das características das raízes e do ambiente circundante dessas raízes (NOVAIS; SMYTH, 1999). A absorção se dá de forma ativa, com gasto de energia e contra o gradiente de

concentração. É um elemento essencial no metabolismo da planta e, diferentemente do nitrogênio e enxofre, não sofre troca de valência no desempenho de suas funções bioquímicas no vegetal (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

A estrutura trivalente do íon fosfato confere a capacidade de realizar duas ligações estáveis e ainda ser ionizado, tornando-o insubstituível nas mais essenciais funções biológicas celulares. A concentração de fósforo usualmente encontrada nas plantas cultivadas situa-se na faixa entre 1,5 a 5 g kg<sup>-1</sup> da matéria seca, e concentrações superiores a 10 g kg<sup>-1</sup> geralmente são tóxicas (MARSCHNER, 1995; EPSTEIN; BLOOM, 2006). Segundo Malavolta et al. (1997) e Furlani (2004), os teores de P nas plantas variam de 0,5 a 3,0 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca da planta, considerando os teores entre 1,0 e 1,5 g kg<sup>-1</sup> como adequados para um crescimento normal das plantas. Plantas deficientes apresentam teores foliares menores do que 1,0 g kg<sup>-1</sup>, ao passo que acima de 3,0 g kg<sup>-1</sup> podem se observar sintomas de toxidez.

O fósforo, em quantidades adequadas, estimula o desenvolvimento radicular, antecipa a maturação, estimula o crescimento e auxilia na formação das sementes, atua na respiração, na absorção iônica de outros elementos, síntese e degradação de lipídios e de outras proteínas (BRADY, 1989; RAIJ, 1991). Além disso, este elemento promove a formação inicial e o desenvolvimento da raiz, que é essencial para a absorção de água e íons e, conseqüentemente, para o crescimento da planta; afeta o pegamento da florada estimulando, com isso, a frutificação; atua como regulador da maturação influenciando na qualidade das frutas, é vital para a formação da semente e maior acúmulo de carboidratos, óleo, gorduras e proteínas (MALAVOLTA 2006).

#### **1.2.4 Nitrogênio (N)**

O nitrogênio (N) é considerado elemento essencial para as plantas, pois está presente na composição das mais importantes biomoléculas, tais como ATP, NADH, NADPH, clorofila, proteínas e inúmeras enzimas (MIFLIN; LEA, 1976; HARPER,



1994). Em muitos sistemas de produção, a disponibilidade de nitrogênio é quase sempre um fator limitante, influenciando o crescimento da planta mais do que qualquer outro nutriente.

O estado nutricional das plantas, principalmente nitrogenado, está diretamente associado à qualidade e quantidade de clorofila. O N é nutriente essencial às plantas e sua carência é observada em quase todos os solos. O critério de identificação da deficiência de N é o aparecimento de clorose generalizada das folhas, o que está relacionado à partição do N na estrutura da molécula de clorofila (CARVALHO et al., 2003).

A deficiência de N, que proporciona menor síntese de clorofila, indica que a planta terá baixa eficiência na utilização da luz solar como fonte de energia no processo fotossintético; deste modo, a planta perde a habilidade de executar funções essenciais, como a absorção de nutrientes e produção de carboidratos para o desenvolvimento.

Assim, as principais reações bioquímicas em plantas e micro-organismos envolvem a presença de N, o que o torna um dos elementos absorvidos em maiores quantidades por plantas cultivadas. Desta forma, cerca de um quarto do gasto energético dos vegetais está relacionado às várias reações envolvidas na redução de nitrato a amônio e a consequente incorporação do N às formas orgânicas nas plantas (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Os teores de N nas plantas variam entre 2 e 75 g kg<sup>-1</sup> de matéria seca da planta, considerando os teores entre 20 e 50 g kg<sup>-1</sup> como adequados para um crescimento normal das plantas. As plantas deficientes apresentam teores foliares menores do que 10 g kg<sup>-1</sup>, ao passo que acima de 50 g kg<sup>-1</sup> podem-se observar sintomas de toxidez (MALAVOLTA et al., 1997; PAIS; JONES JUNIOR, 1996; FURLANI, 2004).

No solo, o nitrogênio pode estar na forma mineral ou orgânica e a quantidade de N orgânico é maior do que a de N inorgânico (MELGAR et al., 1999). Existe, entretanto, um grande número de processos que resultam em transformações das formas orgânicas

em inorgânicas e vice-versa, e que podem redundar em ganhos ou perdas de N do sistema como um todo (RAIJ, 1991).

A quantidade de N total na camada superficial de solos cultivados é usualmente alta, podendo variar entre 0,6 a 5,0 g kg<sup>-1</sup> (BREMNER, 1996), diminuindo com a profundidade, sendo que se encontra predominantemente no solo em formas orgânicas, representando aproximadamente 95% do N total, o qual não está prontamente disponível às plantas. O N orgânico deve ser transformado em formas inorgânicas para que possa posteriormente ser absorvido pelas plantas, o que se dá por meio da mineralização.

O ciclo do N no sistema solo-planta é bastante complexo. A maior fração do N do solo está presente na matéria orgânica em diferentes moléculas e com variados graus de recalcitrância ou como partes de organismos vivos (CANTARELLA, 2007). O N pode ingressar no sistema solo-planta por meio de deposições atmosféricas, fixação biológica e adubações químicas ou orgânicas. Por outro lado, pode sair por meio de remoção pelas culturas e variados mecanismos de perdas, que incluem lixiviação e volatilização.

O N do solo está fortemente ligado à matéria orgânica e ao material mineral, sendo que a porção mínima encontra-se disponível para as plantas em formas minerais (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). O N disponível no solo é o resultado do balanço dos processos microbiológicos de mineralização do N orgânico, de imobilização do N mineral e da taxa de absorção pela planta. Devido ao fato de a mineralização e a imobilização ocorrerem simultaneamente no solo, a quantidade de N mineral (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) encontrada em um determinado tempo representa a diferença dos dois processos opostos (FONTES; ARAÚJO, 2007).

O processo de transformação de N orgânico em N mineral é mediado pelos micro-organismos, sendo afetada por fatores do solo, como aeração, temperatura, umidade, acidez, nutrientes, relação C/N dos materiais vegetais (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002). Quando da ausência de resposta das culturas à adubação nitrogenada, o N residual, aquele liberado na decomposição da matéria orgânica do solo,

provavelmente é suficiente para atender a demanda (MENGEL; KIRKBY, 2001). A literatura geralmente indica que cerca de 2 a 3% do N orgânico do solo são mineralizados anualmente (DUXBURY et al., 1989; FOTH; ELLIS, 1997). Na concepção de Sousa e Lobato (2002), da dose de N calculada para suprir as necessidades da cultura são subtraídos 30 kg ha<sup>-1</sup> de N para cada 10 g kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica do solo (MOS), o que subentende uma taxa de decomposição de 2% da MOS durante a safra.

As plantas absorvem N na forma de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e de amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Em solos úmidos e bem aerados, a concentração de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> na solução do solo é geralmente maior que do que a de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (HAVLIN et al., 2005). Amônio e nitrato são movidos até as raízes das plantas por fluxo de massa ou difusão. Devido à alta concentração de N na solução dos solos agrícolas, o fluxo de massa é o mecanismo predominante.

Devido à rápida transformação e mobilidade do N no solo, a análise do teor de N no solo tem sido pouco usada como base para recomendação do programa de fertilização nitrogenada (FONTES; PEREIRA, 2005). A grande mobilidade de N no perfil do solo e a grande quantidade aplicada quase sempre resultam em baixa eficiência na fertilização, exigindo medidas de manejo de nitrogênio (GUIMARÃES, 1998).

A eficiência da utilização do nitrogênio adicionado ao solo se refere ao grau de recuperação desse elemento pelas plantas, considerando as perdas que geralmente ocorrem. Normalmente, menos de 50% do nitrogênio aplicado sob a forma de fertilizante são utilizados pelas culturas. As perdas no solo se devem aos inúmeros processos aos quais o nitrogênio está sujeito. O nitrogênio é perdido principalmente por meio da lixiviação de nitrato, volatilização de amônia e emissão de N<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O e outros óxidos de nitrogênio (ANGHINONI, 1986).

A taxa de absorção de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> pelas plantas é usualmente alta, o que causa um aumento do pH da rizosfera. Quando as plantas absorvem altas quantidades de nitrato ocorre um aumento do transporte de ânions para fora da célula e, conseqüentemente, há um aumento na absorção de cátions. A absorção de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ocorre principalmente em solos com valores neutros de pH, sendo diminuída com o aumento da acidez. Ao contrário do

$\text{NO}_3^-$ , a absorção de  $\text{NH}_4^+$  causa redução no pH da rizosfera, podendo afetar a disponibilidade de nutrientes e a atividade biológica nas proximidades das raízes (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

No início do ciclo da cultura, devem-se usar formas amoniacais, que são melhor aproveitadas por plantas jovens, ou amídicas, que são transformadas no solo para amônio, como o MAP e a ureia, respectivamente. A partir de certo período, com o início do florescimento, as formas nítricas são mais prontamente absorvidas e translocadas para a parte aérea da planta. Assim, considerando os aspectos custo, lixiviação e volatilização, é recomendável que a partir do máximo desenvolvimento vegetativo ou do início da floração haja um balanço entre as formas nítricas e amídicas ou amoniacais, podendo-se aplicar uma combinação de 30 a 65% do N na forma nítrica e o restante na forma amídica (ureia), que é o fertilizante de menor custo por unidade de N (CARRIJO et al., 2004).

O fornecimento de doses adequadas de N favorece o crescimento vegetativo, expande a área fotossinteticamente ativa e eleva o potencial produtivo da cultura. Todas as espécies são beneficiadas, porém as hortaliças herbáceas são aquelas nas quais o N apresenta efeito direto na produtividade, já que o produto é constituído por folhas, hastes tenras e inflorescências. Em hortaliças – fruto e tuberosas – também se constata correlação direta e positiva entre o peso da parte aérea e a produtividade, desde que não haja desequilíbrio na nutrição. As culturas absorvem N ao longo do ciclo cultural, porém é pequena a absorção na etapa inicial do desenvolvimento. Portanto, é prejudicial aplicar a quantidade total de N necessária por ocasião do plantio, uma vez que a eficiência na utilização pela planta aumenta parcelando-se a aplicação (FILGUEIRA, 2003).

O excesso de nitrogênio provoca desequilíbrio entre o crescimento da parte aérea e a porção radicular, aborto de flores, alongamento do ciclo vegetativo, maior sensibilidade a doenças e menor produtividade, devido ao excesso de sais no solo. O excesso de N em hortaliças de frutos provoca vigoroso crescimento vegetativo em detrimento da produção de frutos (CARRIJO et al., 2004).

O nitrogênio é o nutriente mais utilizado na agricultura mundial e tem sido alvo de várias pesquisas. O manejo de sua utilização é muito complexo, devido a fatores relacionados ao custo e à eficiência de algumas fontes. As fontes amoniacais são acidificantes e as nítricas são alcalinizantes e apresentam custo mais elevado, embora prontamente absorvidos pelas plantas. Já a forma amídica é a mais barata e acidificante, apesar de inicialmente elevar o pH do solo (MENEZES, 2004).

### **1.2.5 Efeitos da adubação nitrogenada e fosfatada na melancia**

#### **1.2.5.1 Produção**

Dentre os nutrientes, o nitrogênio e o fósforo são particularmente importantes nos solos brasileiros, exigindo recomendação refinada por região, devido às suas interações e comportamento complexo no solo, determinado por características químicas e atividade microbológica em cada solo e condições climáticas.

De acordo com Silva (1998), o nitrogênio é o principal nutriente que estimula o crescimento vegetativo e produção de biomassa. A presença de nitrogênio normalmente aumenta a absorção de potássio, resultando em aumento de produção, aumento de aminoácidos solúveis e teor de proteínas, de modo que esta só terá máxima eficiência se as plantas também forem supridas de quantidades adequadas de potássio.

Segundo Lopes (1989), o nitrogênio é um nutriente essencial à vida vegetal, pois se constitui de estruturas do protoplasma da célula, da molécula da clorofila, dos aminoácidos, proteínas e de várias vitaminas, além de influenciar as reações metabólicas das plantas; proporciona aumento do desenvolvimento vegetativo e do rendimento da cultura. O excesso pode, porém, tornar os frutos aquosos, além de afetar a frutificação. Além disso, o nitrogênio promove muitas modificações morfofisiológicas na planta e está relacionado à fotossíntese, respiração, ao desenvolvimento e atividade das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento, diferenciação celular e genética

(CARMELLO, 1999). A melancia se destaca por ser altamente exigente quanto a este nutriente, o que aumenta a necessidade de pesquisas.

O P tem participação essencial no metabolismo do N, com o qual interage de forma sinérgica, em que ambos os nutrientes, em doses adequadas, promovem aumentos na produção vegetal, maiores do que aqueles obtidos com aplicação de cada nutriente isoladamente (SHUMAN, 1994). O inadequado fornecimento deste nutriente para as plantas resulta na redução da síntese protéica e diminuição do crescimento vegetativo, com redução no número de folhas e no tamanho da própria planta.

A participação do P no processo de formação da colheita abrange os seguintes aspectos: acelera a formação das raízes e é essencial para o seu funcionamento como apoio mecânico e órgão de absorção de água e íons; maior pegamento da florada e, conseqüentemente, mais frutificação e maior teor de carboidratos (MALAVOLTA, 2006).

De acordo com Hochmuth et al. (1996), os níveis adequados de nutrientes no limbo foliar para que a melancia possa expressar o máximo rendimento são de 2,5 - 3,5% de N, 0,25 - 0,50% de P, 2,7 - 3,5% de K, 1,0 - 2,0% de Ca, 0,25 - 0,50% de Mg e 0,2 - 0,4% de S. Outras citações fazem referência às faixas adequadas ou suficientes para a melancia, como as indicadas por Lopez-Catarero et al. (1992), Locascio (1996) e Malavolta et al. (1997).

Alguns trabalhos têm estudado o efeito da aplicação do nitrogênio e/ou potássio sobre a produção da melancia. Soares et al. (2002), avaliando o efeito das doses de 0 a 300 kg ha<sup>-1</sup> de N na cultura da melancia no Ceará, observaram que a produção seguiu um modelo quadrático com rendimento estimado de 64,91 Mg ha<sup>-1</sup> na dose de 229,80 kg ha<sup>-1</sup> de N. Andrade Júnior et al. (2006), avaliando o efeito das doses de 0 a 160 kg ha<sup>-1</sup> de N na cultura da melancia no Piauí, observaram que a qualidade do fruto não variou com as doses de N; a produção, no entanto, seguiu um modelo quadrático com rendimento estimado de 60,17 Mg ha<sup>-1</sup> na dose de 97,61 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Lisbôa (2007), trabalhando em Mossoró com a cultivar MickyLee, avaliou o efeito de doses de N (0, 45, 91 e 136 kg ha<sup>-1</sup>) sobre a produção da melancia, sendo que a maior produção ocorreu na dose 60 kg de N, com uma produção de 39 Mg ha<sup>-1</sup>. Também em Mossoró, Medeiros (2008) avaliou o efeito de 3 doses de N (48, 96 e 144 kg ha<sup>-1</sup>) e 3 doses de K (76, 153 e 229 kg ha<sup>-1</sup>) sobre a cultivar MickyLee e observou que a produtividade foi afetada pelas doses de N e K de forma quadrática, sendo a produtividade máxima de 33,8 Mg ha<sup>-1</sup> nas doses 88 kg ha<sup>-1</sup> de N e 146 kg ha<sup>-1</sup> de K.

Por outro lado, trabalhos com fósforo para a cultura da melancia são escassos na literatura, necessitando de avanços neste sentido. Freitas Júnior et al. (2008), trabalhando com o híbrido de melancia Congo, no município de Cassilândia (MS), avaliaram 5 doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 90, 180, 270 e 360 kg ha<sup>-1</sup>) no plantio e verificaram que a maior produtividade 41,95 Mg ha<sup>-1</sup> foi obtida na dose 360 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e a menor 33,80 Mg ha<sup>-1</sup> na testemunha (0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), porém, a diferença foi não significativa estatisticamente. Silva et al. (2010) avaliaram 5 doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 80, 160, 240 e 320 kg ha<sup>-1</sup>) na cultura do melão em um luvissole crômico, utilizando-se o híbrido Gold Mine, em Icapuí (CE). A produção total obedeceu a uma curva quadrática, com o maior valor de produtividade alcançando 27,77 Mg ha<sup>-1</sup> na dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, não diferindo estatisticamente das demais doses. Abrêu et al. (2011), estudando 5 doses (0, 120, 240, 360 e 480 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), na cultura do melão, em Teresina (PI), verificou efeito significativo das variáveis produção de frutos comerciais, massa e número de frutos comerciais por planta em função das doses de P, sendo que os valores destas variáveis aumentaram até a dose de 278 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

### **1.2.5.2 Crescimento e desenvolvimento das plantas**

A produtividade de uma cultura, como de qualquer outro ecossistema, depende de uma série de relações complexas entre plantas individuais, comunidade de plantas e

meio ambiente. Estas relações de conformidade com o potencial genético manifestam-se por meio de processos fisiológicos (LOPES; MAESTRI, 1973).

A análise de crescimento é um método que segue a dinâmica da produção fotossintética, sendo de vital importância para compreender os processos morfológicos e fisiológicos da planta e sua influência sobre o rendimento, e pode ainda ser empregada para determinar a produção líquida das plantas, derivadas do processo fotossintético, como resultado do desempenho do sistema assimilatório durante determinado período de tempo (CARDOSO et al., 1987; BENINCASA, 1988; LARCHER, 1995); permitindo também analisar os processos fisiológicos de crescimento e desenvolvimento das plantas.

A área foliar é um índice importante em estudos de nutrição e crescimento vegetal, uma vez que determina o acúmulo de matéria seca, o metabolismo vegetal, a capacidade fotossintética potencial, o rendimento e qualidade da colheita (IBARRA, 1985; JORGE; GONZALEZ, 1997).

A análise de crescimento é uma aproximação explicativa, holística e integrativa usada para interpretar a forma e a utilidade da planta (HUNT et al., 2002). Normalmente, a medida sequencial do acúmulo de matéria orgânica, considerando-se o peso das partes secas da planta (frutos, caule, folhas e outros), é o fundamento da análise de crescimento.

Os índices envolvidos, determinados na análise de crescimento, indicam a capacidade do sistema assimilatório das plantas em sintetizar (fonte) e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos (drenos) que dependem da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação de carbono aos locais de utilização ou de armazenamento, onde ocorrem o crescimento e a diferenciação dos órgãos (FONTES et al., 2005).

Segundo Kvet et al. (1971), a análise de crescimento de comunidades vegetais é um dos primeiros passos na análise de produção primária, caracterizando-se como o elo entre o simples registro do rendimento das culturas e a análise destas por meio de métodos fisiológicos, podendo ser utilizada para conhecer a adaptação ecológica das plantas a novos ambientes, a competição interespecífica, os efeitos de sistemas de



manejo e a capacidade produtiva de diferentes genótipos. Pereira e Machado (1987) afirmam que a análise de crescimento representa a referência inicial na análise de produção das espécies vegetais, requerendo informações que podem ser obtidas sem a necessidade de equipamentos sofisticados. Tais informações são a quantidade de material contido na planta toda e em suas partes (folhas, colmos, raízes e frutos) e o tamanho do aparelho fotossintetizante (área foliar), obtidas a intervalos de tempo regulares durante o desenvolvimento fenológico da planta.

A quantificação da área foliar em uma cultura permite inferir o potencial fotossintético, e seu valor depende do número, do tamanho das folhas e do estágio de desenvolvimento das plantas. A área foliar geralmente aumenta até um limite máximo, no qual permanece por algum tempo, decrescendo em seguida, em razão da senescência das folhas velhas. Como a fotossíntese depende da área foliar, o rendimento da cultura será maior quanto mais rapidamente a planta atingir o índice de área foliar máximo e quanto mais tempo a área foliar permanecer ativa (MANFRON et al., 2003).

Severino et al. (2004) destacam a importância da medição da área foliar, dentro da experimentação em fitotecnia, como ação que permite ao pesquisador obter indicativo de resposta de tratamentos aplicados e lidar com uma variável que se relaciona diretamente à capacidade fotossintética e de interceptação da luz. No entanto, a matéria seca é a mais utilizada, pois determina o aumento do material acumulado durante a formação de um órgão ou da planta toda, sem levar em consideração o conteúdo de água.

Do ponto de vista agrônomo, a análise do crescimento e o acúmulo de nutrientes podem ser úteis, entre outras aplicações citadas por Feltrim (2005), no estudo do comportamento vegetal sob diferentes condições ambientais, de forma a avaliar a resposta de cultivares ao ambiente de cultivo; e permite também avaliar o crescimento final da planta como um todo e a contribuição das diferentes partes no crescimento, além de auxiliar nas adubações, mediante quantificação do acúmulo de nutrientes.

O nitrogênio é o nutriente que mais afeta o crescimento da área foliar e a taxa de fotossíntese das culturas, já que é parte integrante da molécula de clorofila. Relações

lineares têm sido demonstradas entre o teor de nitrogênio no solo e/ou na cobertura vegetal e o índice de área foliar e matéria seca das plantas (SILVEIRA; DAMASCENO, 1993; PONS; WESTBEEK, 2004;).

Segundo Halsted; Lynch (1996) e Israel; Rufty (1988), a área foliar e a produção de matéria seca correlacionam-se positivamente com os teores de fósforo no solo. Conforme Lopes (1998), o fósforo atua na fotossíntese, respiração e transferência de energia, divisão celular, crescimento das células e em vários outros processos da planta, além de promover a formação e crescimento prematuro das raízes. Em condições de baixa disponibilidade de fósforo no solo, a importância desse nutriente no crescimento da melancia manifesta-se nos primeiros estágios de desenvolvimento das plantas.

As fases fenológicas da melancia, para a região de Mossoró, apresentam as seguintes divisões: fase I – do transplântio aos 20 DAT (20 dias); fase II – dos 20 aos 35 DAT (15 dias); fase III – dos 35 aos 55 DAT (20 dias) e fase IV – dos 55 aos 65 DAT (10 dias), porém, pode variar com as cultivares e época do ano que se realiza o cultivo. O coeficiente da cultura da melancia varia segundo seus estádios fenológicos, que, segundo Marouelli et al. (1996), são quatro: Fase 1 – Inicial (do transplântio até o pegamento das mudas); Fase 2 – Vegetativa (do pegamento das mudas até 80% das plantas em pleno florescimento); Fase 3 – Produção (florescimento até início da maturação); Fase 4 – Maturação (início da maturação até a colheita).

Alguns trabalhos com a cultura da melancia sob diversas condições ambientais apresentam curvas de crescimento nas quais se distinguem três estágios de crescimento distintos. O primeiro apresenta taxa de crescimento lento, representada pela pequena inclinação da curva de crescimento. O segundo é um período de rápido crescimento exponencial, no qual o desenvolvimento da planta é acelerado. É neste período que a demanda por água e nutrientes é aumentada e acentuam-se as respostas da cultura aos diferentes fatores de crescimento. No fim do ciclo da cultura, a declividade da curva de crescimento tende a diminuir com o tempo, o que indica diminuição do ritmo de

crescimento da cultura (LUCENA et al., 2011; BRAGA et al., 2011; VIDIGAL et al., 2009; GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2005a).

### **1.2.6 Fertirrigação**

No semiárido do Nordeste brasileiro, onde a precipitação pluviométrica anual varia de 300 a 800 mm com chuvas distribuídas geralmente durante o período de três meses, ocorre evapotranspiração excedente e as plantas sofrem déficit hídrico; desta forma, a irrigação se torna a prática mais segura para garantir a produção agrícola na região.

O Rio Grande do Norte, mais especificamente a região de Mossoró, por estar inserida na microrregião do Semiárido nordestino, a agricultura irrigada torna-se prática obrigatória para obter produções o ano todo. Dentro da agricultura irrigada, destaca-se a fruticultura, com o uso de altas taxas de insumos, destacando-se os modernos sistemas de irrigação, principalmente a localizada, que contribui para economia de água pela maior eficiência de aplicação. Dentro da irrigação localizada, destaca-se a prática da fertirrigação, que aproveita a interação entre água e fertilizante, aumentando a disponibilidade de nutrientes para as culturas e diminuindo as perdas, principalmente por lixiviação e volatilização.

A fertirrigação é o processo de aplicação de fertilizantes juntamente com a água de irrigação visando a fornecer as quantidades de nutrientes requeridas pela cultura no momento adequado para obtenção de altos rendimentos e produtos de qualidade. Por meio da fertirrigação, há possibilidade de um ajuste mais eficiente às diferentes fases fenológicas das culturas, redundando em maior eficiência de uso e economia de fertilizantes (CARRIJO et al., 2004).

Uma das condições básicas para o adequado fornecimento de fertilizantes via água de irrigação é que o sistema esteja adequadamente dimensionado e que a água seja aplicada de forma homogênea em toda a área de cultivo. A desuniformidade na aplicação

de água resulta em enormes variações nas quantidades aplicadas de fertilizantes e, conseqüentemente, zonas de fertilização diferenciadas dentro da mesma área de produção (VILLAS BÔAS, 2001).

O manejo da fertirrigação compreende três etapas, sendo a primeira referente à aplicação de uma fração da lâmina de irrigação, a fim de permitir que a frente de molhamento atinja determinada profundidade; na segunda etapa aplicam-se os fertilizantes dissolvidos na água de irrigação; e a terceira consiste em nova aplicação de água, para lavar o sistema e transportar os nutrientes até a zona de máxima densidade de raízes (FRIZZONE et al., 1985; CARRIJO et al., 1999).

Burt et al. (1995) afirmam que a fertirrigação é o mais econômico e eficiente método de aplicação de fertilizantes, especialmente quando aplicado por meio de sistema de irrigação localizado, desde que esta aplicação assegure os fertilizantes diretamente na região das raízes das plantas, e com o fracionamento das doses, possibilita aumentar a eficiência da adubação. Esses mesmos autores afirmam que comparando a fertirrigação por gotejamento e a aplicação de fertilizantes com o método convencional, há um aumento na eficiência de aplicação de fertilizante no primeiro método e gasta-se de 20 a 50% menos fertilizantes do que o método convencional. Threadgill (1985) relatou que a aplicação de fertilizantes associada a outros insumos agrícolas (herbicidas, inseticidas, entre outros) chega a reduzir os custos em comparação com o sistema convencional em torno de 33%.

Diante deste contexto, a fertirrigação pode otimizar o sistema de produção da melancia, que busca excelência tanto na produção como na qualidade e ainda otimiza o uso dos nutrientes pelas plantas, podendo se refletir em maior taxa de retorno econômico para a atividade de produção da melancia.

### 1.3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRÊU, F. L. G.; CAZETTA, J. O.; XAVIER, T. F. Adubação fosfatada no meloeiro-amarelo: reflexos na produção e qualidade dos frutos. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1266-1274, 2011.

AGRIANUAL. **Anuário estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP, 194p. 2009.

ALMEIDA, D. P. F. **Melancia**. Portugal: Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, p. 1-9. 2003.

Disponível em: <http://dalmeida.com/hortnet/Melancia.pdf>

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; RODRIGUES, B. H. N.; SOBRINHO, C. A.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S.; DUARTE, R. L. R. **A cultura da melancia**. Embrapa Meio-Norte – 2. ed. rev. amp. (coleção plantar, 57), 85p. 2007.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; DIAS, N. S.; JUNIOR, L. G. M. F.; RIBEIRO, V. Q.; SAMPAIO, D. B. Produção e qualidade de frutos de melancia à aplicação de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 836-841, 2006.

ANGHINONI, I. Adubação nitrogenada nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: SANTANA, M. B. M. **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1986. Cap. 1. p. 1-18.

ARAÚJO, W. F.; BOTREL, T. A.; CARMELLO, Q. A. C.; SAMPAIO, R. A.; VASCONCELOS, M. R. B. marcha de absorção de nutrientes pela cultura da abobrinha conduzida sob fertirrigação. In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINI, E.; BLANCO, F. F.; BRASIL, R. P. C.; RESENDE, R. S. **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 2001, v. 1, p. 67-77.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal, SP: FCAV-UNESP, 1988. 41p.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. São Paulo: Freitas Bastos, 1989. 878p.

BRAGA, D. F.; NEGREIROS, M. Z.; FREITAS, F. C. L.; GRANGEIRO, L. C.; LOPES, W. A. R. Crescimento de melancia ‘mickylee’ cultivada sob fertirrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 49-55, jul.-set., 2011.

- BREMNER, J. M. Nitrogen total. In: BARTELS, J. M. **Methods of soil analysis: chemical methods**. Madison: SSSA. Chap. 37. p. 1085-1121 (SSSA Book Series, 5), 1996.
- BURT, C.; O'CONNOR, K.; RUEHR, T. **Fertigation**. San Luis Obispo: California Polytechnic State University, 295p. (Irrigation Training and Rsearch Center), 1995.
- CANTARELLA, H. **Nitrogênio**. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L., eds. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.375-470.
- CARDOSO, M. J.; FONTES, L. A. N.; LOPES, N. F. Partição de assimilados e produção de matéria seca de milho em dois sistemas de associação com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 34, n. 191, p. 71-89, 1987.
- CARMELLO, Q. A. C. **Curso de nutrição/fertirrigação na irrigação localizada**. Piracicaba: Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, 1999. 59p. Apostila.
- CARRIJO, O. A.; SILVA, W. L. C.; MARQUELLI, W. A.; SILVA, H. R. **Tendências e desafios da fertirrigação no Brasil**. In: FOLEGATTI, M. V., coord. Fertirrigação: Citrus, flores, hortaliças. Guaíba, Agropecuária, 1999. p. 155-169.
- CARRIJO, O. A.; SOUZA, R. B. de; MAROUELLI, W. A.; ANDRADE. R. J. **Fertirrigação de hortaliças**. Brasília: EMBRAPA, 2004. (Circular técnica, 32).
- CARVALHO, M. A. C.; FURLANI JUNIOR, E. A. R. F.; SÁ, M. F.; BUZETTI, S. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio e teores foliares deste nutriente e de clorofila em feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 445-450, 2003.
- CARVALHO, R. N. **Cultivo de melancia para a agricultura familiar**. Embrapa Informação Tecnológica – Brasília, DF. 2º. ed. rev. 112p. 2005.
- CROSS, A. F.; SCHLESINGER, W. H. A literature review and evaluation of the Hedley fractionation: Applications to the biogeochemical cycle of soil phosphorus in natural ecosystems. **Geoderma**, Amsterdam, v. 64, p. 197-214, 1995.
- DUXBURY, J. M.; SMITH, M. S.; DORAN, J. W. **Soil organic matter as a source and a sink of plant nutrients**. In: COLEMAN, S. C.; OADES, J. M.; UEHARA, G. (Orgs.). Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems. Honolulu, Nifal Project, 1989. p. 33-67.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 402p.

FARDEAU, J. C. Dynamics of phosphate in soils. An isotopic outlook. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Bonn, Germany, v. 45, p. 91-100, 1996.

FELTRIM, A. L. **Crescimento, acúmulo de macronutrientes e produção de chicória em função do período de proteção com polipropileno**. 2005. 73p. Tese (Mestrado 24 em agronomia-Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2005.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2003. 402p.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, UFV, 2008. p. 342-348.

FONTES, P. C. R.; ARAÚJO, C. **Adubação nitrogenada de hortaliças: princípios e práticas com o tomateiro**. Viçosa: UFV, 2007. 18p.

FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 94-99, jan.-mar. 2005.

FONTES, P. C. R.; PEREIRA, P. R. G. **Nutrição mineral de hortaliças**. In: FONTES, P. C. R. (ed.) *Olericultura: teoria e prática*. Viçosa: UFV, 2005. p. 39-55.

FOTH, H. D.; ELLIS, B. G. **Soil fertility**. Boca Raton, Lewis Publishers, Iowa State University, 1997. 290p.

FREITAS JÚNIOR, A. N.; BISCARO, A. G.; SILVA, T. R. B. Adubação fosfatada em melancia irrigada, no município de Cassilândia (MS). **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2008.

FRIZZONE, J. A.; ZANINI, J. R.; PAES, L. A. D.; NASCIMENTO, V. M. **Fertirrigação mineral**. Ilha Solteira, Universidade Estadual de São Paulo, 1985. 31p.

FURLANI, A. M. C. **Nutrição mineral**. In: KERBAUY, G. B. *Fisiologia vegetal*. Rio de Janeiro, Guanabara koogan, 2004. p. 40-75.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 93-97, 2004a.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Exportação de nutrientes pelos frutos de melancia em função de épocas de cultivo, fontes e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, 2004b.

GRANGEIRO L. C.; CECÍLIO FILHO A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 763-767, 2005a.

GRANGEIRO L. C.; CECÍLIO FILHO A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes, híbrido Shadow. **Científica**, Jaboticabal, v. 33, n.1, p. 69-74, 2005b.

GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. M. S.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J. O.; AZEVEDO, P. E. Acúmulo e exportação de macronutrientes pela cultivar de melancia Micklelee. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 73-81, 2005.

GUIMARÃES, T. G. **Nitrogênio no solo e na planta, teor de clorofila e produção do tomateiro, no campo e na estufa, influenciados por dose de nitrogênio**. 1998. 184p. Viçosa: UFV, (Tese de Doutorado), 1998.

HALSTED, M.; LYNCH, J. Phosphorus responses of C3 and c4 species. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 47, p. 497-505, 1996.

HARPER, J. E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K. J.; BENNETT, J. M.; SINCLAIR, T. R. **Physiology and determination of crop yield**. Madison : ASA/CSSA/SSSA, 1994. Chapt.11A. p. 285-302.

HAVLIN, J. L.; TISDALE, S. L.; BEATON, J. D.; NELSON, W. L. **Soil fertility and fertilizers**: an introduction to nutrient management. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2005. 515p.

HOCHMUTH, G. J.; MAYNARD, D. N.; VAVRINA, C. S.; STALL, W. M.; KUCHARÉK, T. A.; JOHNSON, F. A.; TAYLOR, T. G. Cucurbit production in Florida: cantaloupe, cucumber, muskmelon, pumpkin, squash, watermelon. In HOCHMUTH, G. J.; MAYNARD, D. N. (editors) **Vegetable production guide for Florida**. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, p. 179-207, 1996.

HUNT, R.; CAUSTON, D. R.; SHIPLEY, B.; ASKEW, P. A modern tool for classical plant growth analysis. **Annals of Botany**, Leicester, v. 90, p. 485-488, 2002.



IBARRA, R. W. E. **Comparación y validación de métodos de estimación de área foliar en ocho cultivares de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)**. 1985. 112p. Maracay, Tesis de grado – Facultad de Agronomía, U.C.V, 1985.

IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática – **SIDRA**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 23 abr. 2012.

ISRAEL, D. W.; RUFTY JR., T. W. Influence phosphorus nutrition on phosphorus and nitrogen utilization and associated physiological responses in soybean. **Crop Science**, Madison, v. 28, p. 954-960. 1988.

JORGE, Y.; GONZÁLEZ, F. Estimación del área foliar en los cultivos de ají y tomate. **Agrotecnia de Cuba**, Havana, v. 27, n. 1, p. 123-126, 1997.

KIHARA, H. Triploid watermelon. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 58, p. 217-230, 1951.

KVET, J.; ONDOK, J. P.; NECAS, J.; JARVIS, P. G. Methods of growth analysis. In: SESTÁK, Z.; CATSKÝ, J.; JARVIS, P. G. (Eds.). **Plant photosynthetic production: manual of methods**. The Hague : W. Junk, p. 343-391, 1971.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. Berlin: Springer, 1995. 448p.

LEÃO, D. S. S.; PEIXOTO, J. R.; VIEIRA, J. V.; CECÍLIO FILHO, A. B. Produtividade de melancia em diferentes níveis de adubação química e orgânica. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 32-41, 2008.

LIMA JÚNIOR, O. J.; NEGREIROS, M. Z.; GRANGEIRO, L. C.; MEDEIROS, J. F.; AMORIM, L. B. Acúmulo de nutrientes pela cultivar de melancia mickylee. In: Seminário de Iniciação Científica, 12. **Resumos...** Mossoró: UFERSA (CD ROM), 2006.

LISBÔA, R. K. **Crescimento da melancia em função da fertirrigação nitrogenada**. 2007. 27p. monografia. Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2007.

LOCASCIO, S. J. Cucurbits: cucumber, muskmelon and watermelon. In: BENNETT, W. **Nutrient deficiencies & toxicities in crops plant**. Minnesota: APS – Press, p. 123-130, 1996.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. Tradução: Soil fertility manual. São Paulo: NDA/PATAFOS, 1989. 153p.

LOPES, A. S. **Manual Internacional de Fertilidade do Solo**. 2 ed. rev. e amp. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177p.

LOPEZ-CATARERO, I.; GUZMAN, M.; VALENZUELA, J. L.; DEL RIO, A.; ROMERO, L. Variations in nutrients levels in watermelon cultivars irrigated with saline water: total ions. **Communication Soil Science Plant Analysis**, Georgia, USA, v. 23, n. 17/20, p. 2809-2822, 1992.

LOPES, N. F.; MAESTRI, M. Análise de crescimento e conservação de energia solar em populações de milho (*Zea mays* L.) em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 20, n. 109, p. 189-201, 1973.

LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; GRANGEIRO, L. C.; MARROCOS, S. T. P. Crescimento e acúmulo de macronutrientes em melancia 'quetzale' cultivada sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 34-42, jan.-mar., 2011.

MACHADO, L. DE O. **Adubação Fosfatada**. [2009]. Disponível em:< <http://www.dpv24.iciag.ufu.br/new/dpv24>>. Acesso em: 25 de mar. 2011.

MALAVOLTA, E., VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 308p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Editora Ceres, São Paulo, 2006. 638p.

MANFRON, P. A.; DOURADO NETO, D.; PEREIRA, A. R.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; MEDEIROS, S. L. P.; PILAU, F. G. Modelo do índice de área foliar da cultura do milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, p. 333-342, 2003.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPQ, 1996. 72p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

MEDEIROS, D. C. **Produção e qualidade de melancia fertirrigada com nitrogênio e potássio**. 2008. 69p. Mossoró-RN: Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA) (Tese de Doutorado em Fitotecnia), 2008.

MELGAR, R.; CAMOZZI, M. E.; FIQUEROA, M. M. **Guia de fertilizantes, enmiendas y productos nutricionales**. Buenos Aires; Instituto nacional de Tecnologia Agropecuária. Cap. 1, p. 13-25: Nitrogenados. 1999.

MENEZES, M. J. T. **Eficiência agronômica de fontes nitrogenadas e de associação de fertilizantes no processo de deferimento da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. 2004. 113p. Piracicaba: ESALQ. (Dissertação Mestrado), 2004.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.

MIFLIN, B. J.; LEA, P. J. The pathway of nitrogen assimilation in plants. **Phytochemistry**, New York, v. 15, p. 873-885, 1976.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. LAVRAS, Universidade Federal de Lavras, 2002. 626p.

MOURA, W. M.; LIMA, P. C.; CASALI, W. D. Eficiência nutricional para fósforo em linhagens de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, vol. 19, n. 3, p. 306-312, 2001.

NASCIMENTO, V. M.; FERNANDES, F. M.; MORIKAWA, C. K.; LAURA, V. A.; OLIVEIRA, C. A. 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. 85-91, 1991.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solos e planta em condições tropicais**. Viçosa, UFV – Departamento de solos, 1999. 399p.

NUNES, S. K. G. **Acúmulo e exportação de nutrientes pela cultivar de melancia Mikylee**. 2004. 34p. Monografia. Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2004.

PAIS, I.; JONES JUNIOR, J. B. **The handbook of trace elements**. Boca Raton, St. Lucie Press, 1996. 223p.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de comunidades vegetais**. Campinas : IAC, 1987. 33p. (IAC. Boletim Técnico, 114).

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

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M.; ROQUE, C. G. Resposta da cultura do milho a modos da aplicação e doses de fósforo, em adubação de manutenção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 83-90, 2001.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas**. São Paulo: Editora UNESP, 2008. v. 1. 407p.

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.

QUEIRÓZ, M. A.; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro (on line)**. Versão 1.0. Petrolina: Embrapa Semiárido/Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatia.embrapa.br>>.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1991. 343p.

RODRIGUES, T. M. **Produção de crisântemo cultivado em diferentes substratos fertirrigados com fósforo, potássio e silício**. 2006. 95f. Tese (Doutorado em agronomia- Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SECEX. Secretaria de Comércio Exterior. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1078&ref r=1076>>. Acesso em: 12 de nov. 2012.

SERAFIM, E. C. S. **Modificações microclimáticas e acúmulo de nutrientes em melancia cultivada com proteção de agrotêxtil**. 2006. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró.

SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S.; SANTOS, J. W. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 753-762, 2004.

SHUMAN, L. M. **Mineral nutrition**. In: WILKINSON, R. E., ed. Plant-environment interactions. New York, Marcel Dekker, p. 149-182, 1994.

SILVA, C. C. **Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada**. 1998. 180p. Goiânia: UFG, Tese de Doutorado, 1998.

SILVA, F. N.; MAIA, S. S. S.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. F. Rendimento de melão-amarelo em resposta à aplicação de diferentes fontes e doses de fósforo. **Revista Verde**, Cataguases, v. 5, n. 2, p. 213-221, 2010.

SILVA, F. N. **Rendimento e estudos pós-colheita de melão em resposta à aplicação de diferentes fontes e doses de fósforo em Luvisolo Crômico continuamente fertilizado**. 2002. 46p. Fortaleza: UFC, Dissertação, 2002.

SILVEIRA, P. M.; DAMASCENO, M. A. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 11, p. 1269-1276, 1993.

SOARES, J. I.; COSTA, R. N. T.; SILVA, L. A. C.; GONDIM, R. S. Função de resposta da melancia aos níveis de água e adubação nitrogenada, no Vale do Curu, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, p. 219-224, 2002.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado. Correção do solo e adubação**. Planaltina, DF, Embrapa Cerrados, 2002, 416p.

SOUZA, F. F.; DIAS, R. C. S.; QUEIRÓZ, M. A. **Cultivo da melancia em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia. 2008. 43p.

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.

THREADGILL, E. D. **Chemigation via sprinkler irrigation: current status and future development**. Applied Engineering in Agriculture, v. 1, n. 1, p. 16-23, 1985.

VIDIGAL, S. M.; PACHECO, D. D.; COSTA, E. L.; FACION, C. E. Crescimento e acúmulo de macro e micronutrientes pela melancia em solo arenoso. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 1, p. 112-118, 2009.

VILLA, W.; GROppo, G. A.; TESSARIOLI NETO, J.; GELMINI, G. A. **Cultura da melancia**. Campinas: CATI, 52 p. (Boletim Técnico, 243), 2001.

VILLAS BÔAS, R. L. **Doses de nitrogênio para pimentão aplicadas de forma convencional e através de fertirrigação**. 2001. 123p. Tese (livre docência) – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrônomicas. Botucatu – SP. 2001.

ZHU, H. X.; ZHANG, X.; SHEN, A.; SUN, CH. Studies on the nutrient uptake and balance fertilization of watermelon. **Acta Horticulturae Sinica**, Beijing, v. 23, n. 2, p. 145-149, 1996.

## **CAPÍTULO 2**

### **PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MELANCIA FERTIRRIGADA COM DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO**

## RESUMO

SOUZA, Marcelo Sobreira de. **Produção e qualidade de melancia fertirrigadas com diferentes doses de nitrogênio e fósforo**. 2012. 51f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2012.

No Estado do Rio Grande do Norte, mais especificamente no polo agrícola Assu-Mossoró, onde se encontra a maior área irrigada do Estado, nos últimos cinco anos, a área cultivada com melancia tem aumentado significativamente principalmente da melancia híbrida (diplóide e triplóide). Porém, os produtores da região não possuem informações sobre as doses necessárias de fertilizantes para alcançar o máximo rendimento e qualidade da melancia, principalmente em relação aos novos híbridos introduzidos na região, por isso esses produtores estão aplicando altas quantidades de fertilizantes, maiores que as necessárias para o rendimento máximo, aumentando dessa forma os custos de produção e os riscos de contaminação do meio ambiente. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses crescentes de nitrogênio e fósforo no rendimento e na qualidade físico-química da melancia híbridos Olímpia e Leopard. O experimento foi realizado na Fazenda Santa Luzia, localizada no município de Baraúna – RN (5° 05' 57"S e 37° 33' 16"W). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial com cultivo em faixas 4 x 4 x 2, resultando em 32 tratamentos, com 3 repetições, totalizando 96 parcelas na área do experimento. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de nitrogênio – N (N<sub>1</sub> - 0; N<sub>2</sub> - 48; N<sub>3</sub> - 121; N<sub>4</sub> - 218 kg ha<sup>-1</sup>) combinadas com quatro doses de fósforo – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (P<sub>1</sub> - 0; P<sub>2</sub> - 88; P<sub>3</sub> - 220; P<sub>4</sub> - 397 kg ha<sup>-1</sup>) em esquema fatorial, com duas cultivares de melancia nas subparcelas em faixas. As características de rendimento avaliadas foram produção total, produção comercial, número de frutos por planta, número de frutos comerciais por planta, massa média total e massa média comercial. As análises de qualidade dos frutos foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita da UFERSA, onde foram avaliados dois frutos por parcela. As características de qualidade analisadas foram: o diâmetro transversal e longitudinal, espessura da casca, firmeza da polpa, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação sólidos solúveis/acidez titulável. A regressão para a superfície de resposta foi significativa para as doses de nitrogênio e fósforo, afetando as variáveis: produção total, produção comercial, número de frutos por planta e número de frutos comerciais por planta. A cultivar Leopard atingiu a produção comercial máxima estimada de 21.515 kg ha<sup>-1</sup> nas doses de 99,7 kg ha<sup>-1</sup> de N e 219,4 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e para a cultivar Olímpia foi de 35.625 kg ha<sup>-1</sup> nas doses de 110,9 kg ha<sup>-1</sup> de N e 226,9 kg ha<sup>-1</sup>



de  $P_2O_5$ . Apesar do nitrogênio e o fósforo afetarem o rendimento da melancia, o efeito do fósforo foi mais pronunciado que do nitrogênio. Para as características de qualidade verificaram-se efeito isolado dos tratamentos e cultivares, somente para o teor de sólidos solúveis dos frutos. Os frutos de melancia das cultivares Olímpia e Leopard apresentaram os maiores teores de SS 11,05% e 10,10%, respectivamente, quando cultivadas nas doses combinadas de  $218 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e  $0 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$  (Tratamento 13). Para as características espessura da casca, diâmetro transversal e longitudinal do fruto, acidez titulável e relação SS/AT foi observado efeito isolado de cultivares. A cultivar Olímpia apresentou menor acidez, em média de  $0,072 \text{ mEq } 100 \text{ ml}^{-1}$  e maior relação SS/AT (147,5) em relação a cultivar Leopard.

**Palavras-chave:** *Citrullus lanatus*, produtividade, sólidos solúveis, pós-colheita.

## ABSTRACT

SOUZA, Marcelo Sobreira de. **Production and quality of watermelon fertirrigation under different rates of nitrogen and phosphorus**. 2012. 51f. Thesis (DSc Agronomy: Plant Science) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2012.

In the state of Rio Grande do Norte, more specifically in agricultural pole Assu-Mossoró, where the largest irrigated area of the state is located, the area planted with watermelon has increased significantly in the last five years, mainly watermelon hybrid (diploid and triploid). However, local producers have no information on the doses of fertilizer needed for maximum yield and quality of watermelon, especially with respect to new hybrids introduced in the region, so these producers are applying high amounts of fertilizers, higher than those needed for maximum efficiency, thereby increasing production costs and contamination risks from the environment. The objective of this study was to evaluate the effect of increasing levels of nitrogen and phosphorus on yield and physicochemical quality of watermelon hybrids and Olympia Leopard. The study was conducted at the Santa Luzia farm, in Mossoró, in the State of Rio Grande do Norte, Brazil (5° 05' 57"S e 37° 33' 16"W). The experimental design was completely randomized blocks with strip cropping 4 x 4 x 2, resulting in thirty two treatments with three repetitions, total 96 plots in the experimental area. The treatments consisted of the application of four doses of N (N<sub>1</sub> - 0; N<sub>2</sub> - 48; N<sub>3</sub> - 121; N<sub>4</sub> - 218 kg ha<sup>-1</sup>) combined with four doses of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (P<sub>1</sub> - 0; P<sub>2</sub> - 88; P<sub>3</sub> - 220; P<sub>4</sub> - 397 kg ha<sup>-1</sup>) in a factorial design with two cultivars of watermelon (Olímpia e Leopard) in subplots banded. The performance characteristics evaluated were total production, commercial production, number of fruits per plant, number of marketable fruits per plant, total average mass and average mass commercial. The analyses of fruit quality were performed at the Laboratory of Postharvest of the UFERSA, where were evaluated two fruits per plot. The quality characteristics were analyzed: the transverse and longitudinal diameter, skin thickness, pulp firmness, soluble solids (SS), titratable acidity (AT) and soluble solids/acidity. The regression for the response surface was significant for the levels nitrogen and phosphorus, affecting variables: total production, commercial production, number of fruits per plant and number of marketable fruits per plant. The cultivar Leopard reached commercial production and maximum estimated 21.515 kg ha<sup>-1</sup> in the levels of 99,7 kg ha<sup>-1</sup> de N and 219,4 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and to Olímpia cultivar was 35.625 kg ha<sup>-1</sup> in the levels of 110,9 kg ha<sup>-1</sup> de N and 226,9 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Although nitrogen and phosphorus affect the yield of watermelon, the effect of phosphorus was more pronounced than nitrogen. For the quality there were isolated effect of treatments and cultivars, only the soluble solids content of fruits. The fruits of watermelon cultivars

Olímpia and Leopard showed the highest levels of SS 11,05% and 10,10%, respectively, when grown in the combined rates of 218 kg ha<sup>-1</sup> de N e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Treatment 13). For the characteristics of the shell thickness, transverse and longitudinal diameter of the fruit, titratable acidity and SS/AT ratio was observed isolated effect of cultivars. The cultivar Olímpia had lower acidity on average of 0,072 mEq 100 ml<sup>-1</sup> and highest SS/AT (147,5) over cultivate Leopard.

**Keywords:** *Citrullus lanatus*, productivity, soluble solids, postharvest.

## 2.1 INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta rendimento médio para a cultura da melancia de 22 Mg ha<sup>-1</sup>. O baixo rendimento dos cultivos brasileiros está associado a plantios pouco tecnificados e à falta de irrigação e de adubações tecnicamente recomendadas em algumas regiões (LEÃO et al., 2008).

A melancia é uma das espécies olerícolas de maior expressão econômica e social no Brasil, apresentando produtividade média em torno de 20 a 50 Mg ha<sup>-1</sup>, dependendo das condições edafoclimáticas da região, do padrão tecnológico, adubação e tratos culturais (CARVALHO, 2005). As condições edafoclimáticas da região Nordeste, associadas a tecnologias adequadas, como a fertirrigação e a introdução de cultivares modernas de melancia, principalmente os híbridos, propiciam altas produtividades e frutos com excelente qualidade, atendendo às exigências dos mercados interno e externo.

A técnica de fertirrigação vem sendo utilizada em todo o País, especialmente no Nordeste, em polos agrícolas de produção de frutas e hortaliças. A aplicação de adubos via água de irrigação abre novas possibilidades para um melhor controle das necessidades nutricionais das culturas, mantendo a concentração e distribuição de íons na solução do solo em níveis ideais e prontamente disponíveis às plantas.

No Rio Grande do Norte, mais especificamente no polo agrícola Assu-Mossoró, onde se encontra a maior área irrigada do Estado, nos últimos cinco anos, a área cultivada com melancia tem aumentado significativamente, principalmente da melancia híbrida sem sementes, que possui tamanho uniforme e peso em torno de 1,5-3 kg fruto<sup>-1</sup>, destinadas principalmente ao mercado externo. Porém, os produtores da região não possuem informações sobre as doses necessárias de fertilizantes para alcançar o máximo rendimento e qualidade dos frutos da melancia, principalmente em relação aos novos híbridos introduzidos na região, por isso esses produtores estão aplicando altas quantidades de fertilizantes, maiores do que as necessárias para o rendimento máximo, aumentando os custos de produção.

Na cultura da melancia, a nutrição mineral é um dos fatores que mais contribuem na produtividade e qualidade dos frutos. O nitrogênio, potássio e o fósforo são os nutrientes mais exigidos (LUCENA et al., 2011; GRANGEIRO et al., 2005; GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO 2004, 2005a e 2005b) e devem ser aplicados de acordo com as exigências de cada cultivar, nível tecnológico, fertilidade do solo, produção esperada, estágio de crescimento e condições climáticas (RODRIGUEZ, 1982).

Vários trabalhos têm estudado o efeito da aplicação do nitrogênio e/ou fósforo sobre a produção da melancia (SOARES et al., 2002; MOUSINHO et al., 2003; ANDRADE JUNIOR et al., 2006 e 2007; MEDEIROS, 2008; FREITAS JÚNIOR et al., 2008; LEÃO et al., 2008; MORAIS et al., 2008; COSTA et al., 2010; ARAÚJO et al., 2011). No entanto, novas cultivares de melancia têm sido introduzidas na região do Agropolo Assu/Mossoró, sendo que estas cultivares, principalmente os híbridos, apresentam níveis de exigências nutricionais e produtividades bastante diferentes quando comparados às variedades tradicionais, necessitando, assim, de estudos com relação às exigências nutricionais para se obter máximo rendimento e qualidade da cultura.

Chitarra e Chitarra (2005) afirmam que os índices químicos de qualidade mais utilizados na determinação do ponto de maturação dos frutos são sólidos solúveis (SS), pH e acidez titulável (AT). Estes afirmam ainda que o índice de maturação avaliado pela relação SS/AT é uma das melhores formas de avaliar o sabor dos frutos, dando uma boa ideia do equilíbrio entre essas duas variáveis.

Os sólidos solúveis constituem importante critério para avaliação da qualidade da melancia e representam uma medida indireta da concentração de açúcares na polpa do fruto. Os açúcares redutores correspondem à maioria dos sólidos solúveis existentes na polpa (BARROS et al., 2012). Em melancia, seu conteúdo varia de acordo com as regiões internas do fruto, ou seja, normalmente a polpa é mais doce no centro do que na região próxima ao mesocarpo (LEÃO et al., 2006).

De acordo com Suslow (2012), as cultivares de melancia apresentam grande variação no teor de sólidos solúveis na maturidade. Em geral, o teor de sólidos solúveis

de no mínimo 10% na região central indica maturidade adequada; entretanto, a polpa deverá ser firme e de excelente coloração. As cultivares mais antigas situam-se abaixo de 9°Brix, e as variedades mais recentes (híbridos) podem apresentar valores acima de 12°Brix (MOHR, 1986). Esses valores dependem das condições ambientais, pois o excesso de água no estágio final do ciclo pode resultar em frutos pouco doces, consequência da maior diluição dos açúcares (CASTELLANE; CORTEZ, 1995).

A qualidade do fruto pode ser influenciada por diversos fatores: genéticos, como diferença de cultivares; fatores climáticos, concentração de nutrientes no solo, adubação, ataque de pragas e doenças, população de plantas daninhas, quantidade de frutos por planta, posição do fruto na planta, dentre outros (LEÃO et al., 2006).

De acordo com Silva (1998), o nitrogênio é o principal nutriente que estimula o crescimento vegetativo e produção de biomassa, expande a área fotossinteticamente ativa e eleva o potencial produtivo da cultura (FILGUEIRA, 2003). O excesso de nitrogênio provoca desequilíbrio entre o crescimento da parte aérea e a porção radicular, aborto de flores, alongamento do ciclo vegetativo, maior sensibilidade a doenças e menor produtividade, devido ao excesso de sais no solo. O excesso de N em hortaliças de frutos provoca vigoroso crescimento vegetativo em detrimento da produção de frutos (CARRIJO et al., 2004).

Na cultura da melancia, o 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. Quantidades elevadas de nitrogênio diminuem a emissão de flores hermafroditas (GOTO; TIVELLI, 1998) e afetam a firmeza da polpa, o formato e coloração dos frutos (BHELLA; WILCOX, 1989).

O fósforo é exigido em menor quantidade do que o nitrogênio e o potássio pelas plantas, porém trata-se do nutriente mais usado em adubação no Brasil. Este fato ocorre devido à baixa disponibilidade de fósforo nos solos tropicais, em virtude de seu elevado poder de imobilização do nutriente adicionado (EPSTEIN; BLOOM, 2006). Os solos da região do Agropolo Assu/Mossoró em sua maioria apresentam baixa disponibilidade de

fósforo; desta forma, o fósforo é o macronutriente que tem apresentado maiores respostas no rendimento das culturas na região.

O fósforo em quantidades adequadas estimula o desenvolvimento radicular, antecipa a maturação, estimula o crescimento e auxilia na formação das sementes, atua na respiração, na absorção iônica de outros elementos, síntese e degradação de lipídios e de outras proteínas (RAIJ, 1991). Além disso, este elemento promove a formação inicial e o desenvolvimento da raiz, que é essencial para a absorção de água e íons e, conseqüentemente, o crescimento da planta; afeta o pegamento da florada, acarretando em maior frutificação e atua como regulador da maturação, influenciando na qualidade das frutas (MALAVOLTA, 2006).

Apesar da importância da cultura da melancia para a agricultura brasileira, existem poucas pesquisas sobre o fósforo nesta cultura, embora seja mencionado de forma geral que este nutriente tem papel preponderante no desenvolvimento, floração e frutificação das plantas, e particularmente no melão, agindo como fator decisivo para a qualidade dos frutos (FARIA et al., 1994; BRITO et al., 2000).

Araújo et al. (2011), trabalhando com diferentes doses de N (50, 100, 150, 200 e 250 kg ha<sup>-1</sup>), em melancia Crimson Sweet, observaram que o maior valor de sólidos solúveis (SS), 12,23%, foi obtido na dose de 162,7 kg ha<sup>-1</sup> de N. Andrade Júnior et al. (2006), trabalhando com doses crescentes de N em melancia Crimson Sweet, não observaram efeito no teor de SS dos frutos. Abrêu et al. (2011) verificaram que o uso de doses crescentes de P (0; 120; 240; 360 e 480 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) para o meloeiro não afetou o teor de sólidos solúveis. Os valores médios de SS variaram de 12,52% no tratamento-testemunha a 12,73% com a maior dose testada, propiciando uma média geral de 12,66%. Silva et al. (2007b), estudando doses de nitrogênio e fósforo (0; 50; 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na cultura do melão, também não observaram influência de N e P nesta variável. Por outro lado, Silva et al. (2009), estudando diferentes fontes e doses de fósforo em melão orgânico, constataram que a dose de 320 kg ha<sup>-1</sup> proporcionou valor de SS significativamente superior ao do tratamento-testemunha.

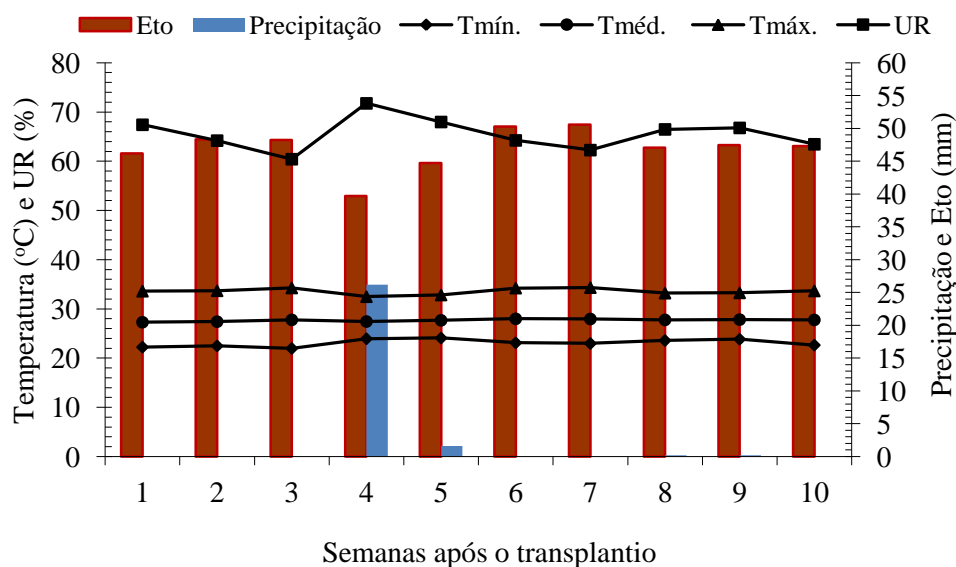
Devido à importância da nutrição mineral no desenvolvimento da planta e fruto da melanciaira, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de doses crescentes de nitrogênio e fósforo, aplicadas via fertirrigação, no rendimento e qualidade pós-colheita de melancia híbridos Olímpia e Leopard.

## **2.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.2.1 Localização e característica da área experimental**

O experimento foi conduzido no período de setembro a novembro de 2010 na Fazenda Santa Luzia, distrito de Juremal, localizada no município de Baraúna-RN, nas coordenadas geográficas 5° 05' 57''S e 37° 33' 16''W, e altitude de 125 m. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Bsw<sup>h</sup>, isto é, tropical semiárido muito quente e seco, com estação chuvosa no verão, atrasando-se para o outono. O município de Baraúna está localizado na Chapada do Apodi, microrregião de Mossoró, com precipitação pluviométrica bastante irregular, média anual de 673,9 mm; temperatura média anual de 27°C e umidade relativa do ar média de 68,9% (CARMO FILHO; OLIVEIRA, 1995). Os dados climáticos médios do período de realização do experimento são apresentados na Figura 1.





**Figura 1** – Totais semanais de evapotranspiração de referência (Eto), precipitação pluviométrica e médias semanais de valores médios das máximas e mínimas diárias da umidade relativa do ar (UR), temperatura máxima (Tmáx), média (Tméd) e mínima (Tmín) no período de setembro a novembro de 2010. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo Háplico de textura média (EMBRAPA, 1999) com as seguintes características químicas: pH em H<sub>2</sub>O = 7,20; P (Mehlich) = 11,6 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 2,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H<sup>+</sup> + Al<sup>+3</sup> = 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>+2</sup> = 22,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Mg<sup>+2</sup> = 3,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, Soma de Bases (SB) = 28,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e 18,4 g kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica.

A água utilizada na irrigação foi oriunda de um poço tubular do aquífero Calcário Jandaíra, apresentando as seguintes características: pH = 8,1; CE = 1,11 dS m<sup>-1</sup>; K<sup>+</sup> = 0,09 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Ca<sup>+2</sup> = 5,4 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Mg<sup>+2</sup> = 3,9 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Na<sup>+</sup> = 2,9 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; Cl<sup>-</sup> = 4,4 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-2</sup> = 0,4 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>; HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> = 4,5 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup> e relação de adsorção de sódio (RAS) = 1,35 (mmol L<sup>-1</sup>)<sup>0,5</sup>.

## 2.2.2 Tratamentos e delineamento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial com cultivo em faixas 4 x 4 x 2, resultando em 32 tratamentos, com 3 repetições, totalizando 96 parcelas experimentais (Figura 3).

Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de nitrogênio – N ( $N_1 - 0$ ;  $N_2 - 48$ ;  $N_3 - 121$ ;  $N_4 - 218 \text{ kg ha}^{-1}$ ) combinadas com quatro doses de fósforo –  $P_2O_5$  ( $P_1 - 0$ ;  $P_2 - 88$ ;  $P_3 - 220$ ;  $P_4 - 397 \text{ kg ha}^{-1}$ ) em esquema fatorial, com duas cultivares de melancia nas subparcelas em faixas. Para essas doses de fósforo, 59% desses valores foram aplicados em fundação antes do transplântio, e os 41% restantes via fertirrigação. Com esta distribuição da adubação fosfatada, pretendeu-se elevar o teor de P do solo para um nível de segurança de  $30 \text{ mg dm}^{-3}$  na dose P3. As doses de nitrogênio foram totalmente aplicadas via fertirrigação.

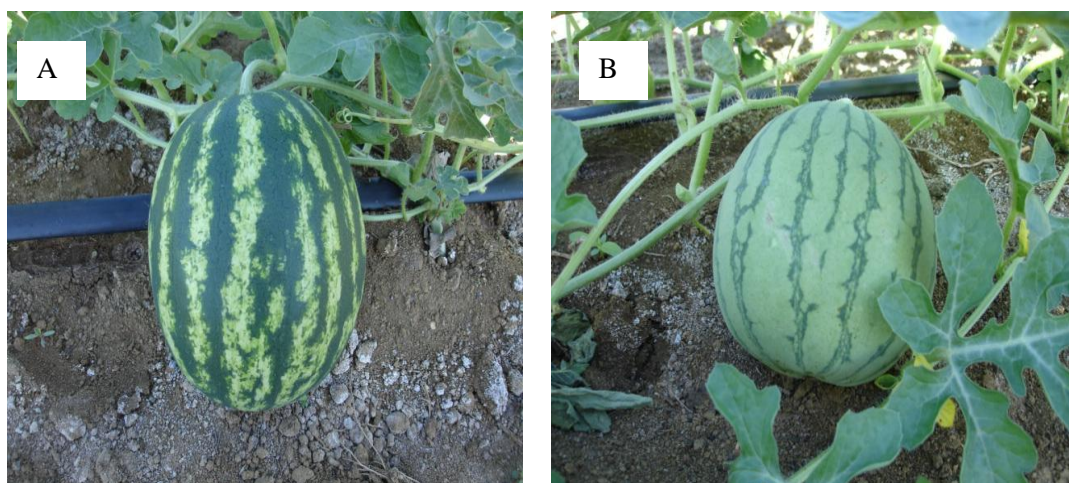
As combinações das doses de nitrogênio e fósforo constituíram os seguintes tratamentos:  $T_1 = N_1P_1$ ,  $T_2 = N_1P_2$ ,  $T_3 = N_1P_3$ ,  $T_4 = N_1P_4$ ,  $T_5 = N_2P_1$ ,  $T_6 = N_2P_2$ ,  $T_7 = N_2P_3$ ,  $T_8 = N_2P_4$ ,  $T_9 = N_3P_1$ ,  $T_{10} = N_3P_2$ ,  $T_{11} = N_3P_3$ ,  $T_{12} = N_3P_4$ ,  $T_{13} = N_4P_1$ ,  $T_{14} = N_4P_2$ ,  $T_{15} = N_4P_3$  e  $T_{16} = N_4P_4$ .

As doses de nitrogênio e fósforo foram definidas a partir das recomendações médias de fertirrigação utilizadas pelos produtores da região, equivalentes às doses  $N_3$  e  $P_3$ . As demais doses foram definidas como uma proporção de  $N_3$  ou  $P_3$ , em que:  $N_1 = 0,0 \times N_3$ ;  $N_2 = 0,4 \times N_3$ ;  $N_3 = 1,0 \times N_3$ ;  $N_4 = 1,8 \times N_3$ ;  $P_1 = 0 \times P_3$ ;  $P_2 = 0,4 \times P_3$ ;  $P_3 = 1,0 \times P_3$ ;  $P_4 = 1,8 \times P_3$ .

A cultura utilizada no experimento foi a melancia (*Citrullus lanatus*), híbrido Olímpia (com sementes) e o híbrido Leopard (sem sementes) (Figura 2). A semeadura foi realizada em bandejas de polietileno para 200 mudas, preenchidas com substrato comercial à base de fibra de coco. O transplântio foi realizado no dia 28/09/2010, aos 11 dias após semeadura para a cultivar Olímpia e aos 13 dias para o híbrido Leopard, quando as plantas já apresentavam duas folhas verdadeiras. O espaçamento utilizado no

experimento foi o de 2,16 x 0,9 m para a cultivar Olímpia e de 2,16 x 0,6 m para a Leopard.

As parcelas experimentais foram constituídas por uma fileira de 15 metros de comprimento, sendo uma com a cultivar sem sementes Leopard e a outra fileira com a cultivar com sementes Olímpia, que também tinha a função de polinizadora da cultivar sem semente.



**Figura 2-** Frutos dos híbridos Olímpia (A) e Leopard (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

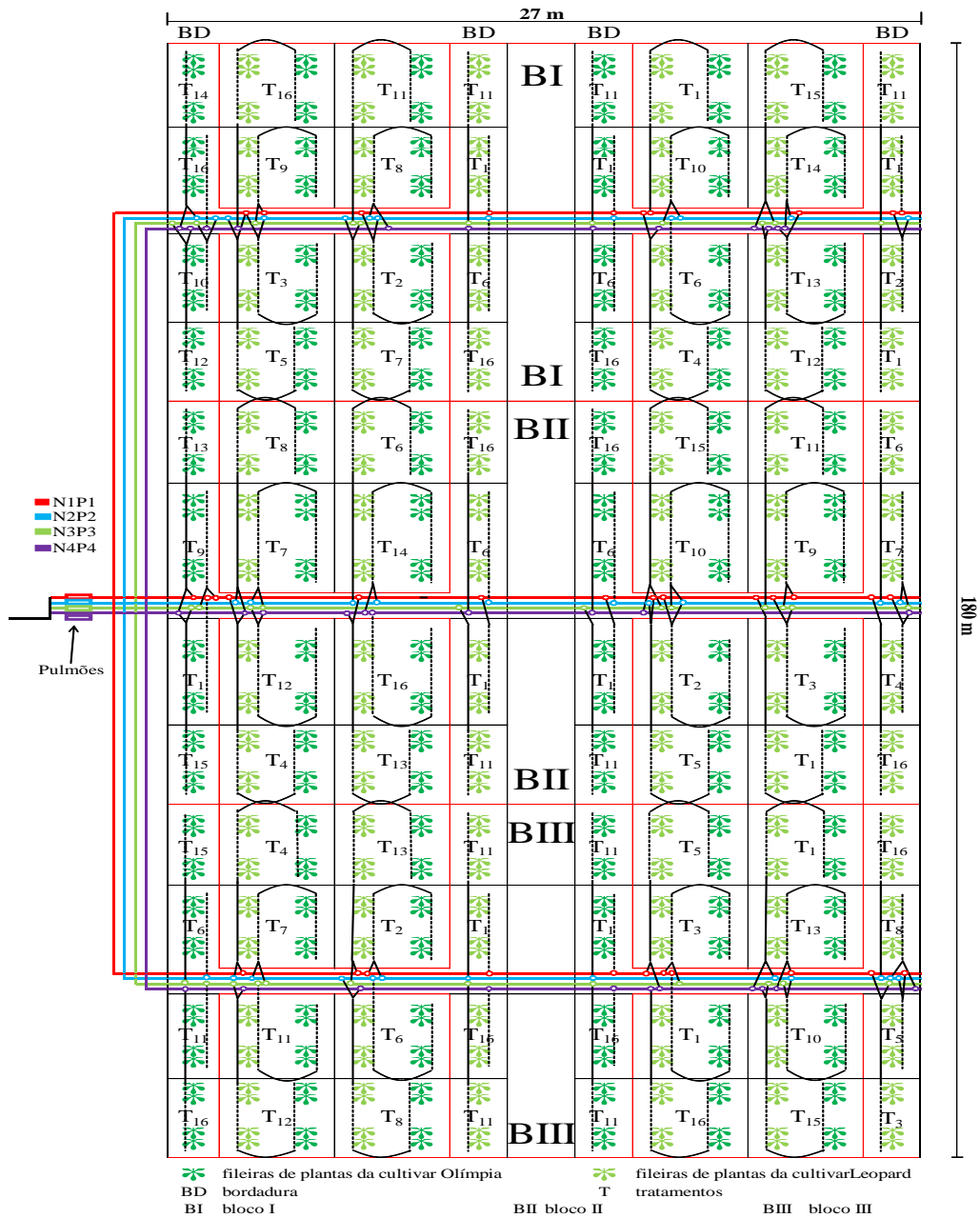


Figura 3 – Croqui da área experimental. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

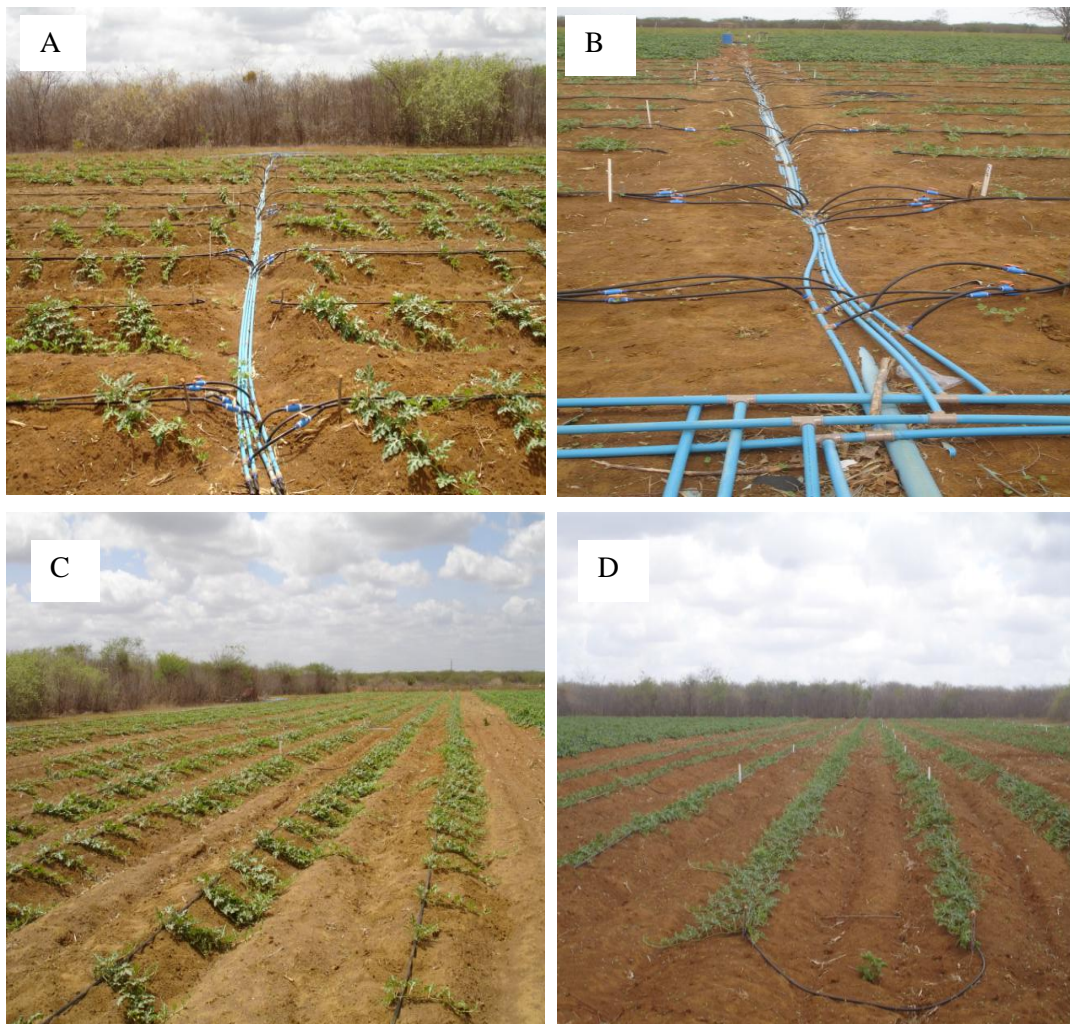
### 2.2.3 Instalação e condução do experimento

O preparo do solo consistiu de uma aração e gradagem com auxílio de uma grade de discos acoplada ao trator; em seguida, foi realizada a elevação de canteiros com 0,2 m de altura e 0,5 m de largura, destinados ao plantio, deixando-os prontos para a instalação do sistema de irrigação.

A adubação de fundação foi realizada manualmente, na profundidade de 15 cm, onde era feita uma abertura no solo, com o auxílio de um piquete de madeira, distante 10 cm de cada gotejador, onde foi depositado o adubo e depois coberto com solo. A quantidade aplicada foi de 289,96 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples na dose P<sub>2</sub>, 725,04 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples na dose P<sub>3</sub> e 1306,07 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples na dose P<sub>4</sub>. Para a dose P<sub>1</sub>, não houve aplicação de fósforo.

Durante o ciclo da cultura, foram realizadas duas capinas. No controle de pragas e doenças, adotou-se o manejo preventivo utilizando produtos e formulações adotadas pelos produtores da região, de acordo com o recomendado para a cultura.

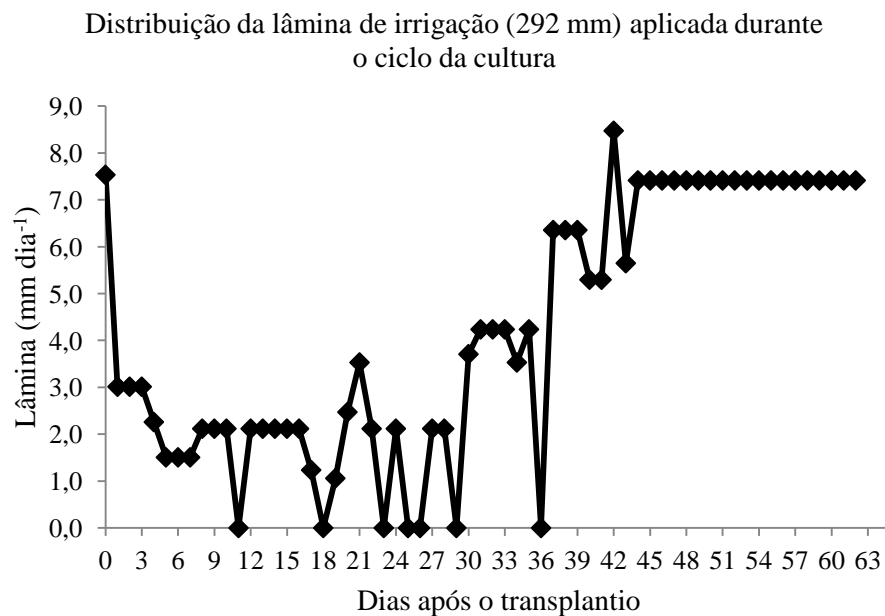
O sistema de irrigação utilizado no experimento foi o gotejamento (Figura 4). O sistema de irrigação foi avaliado duas vezes durante o cultivo, seguindo metodologia adaptada por Merriam e Keller (1978), apresentando vazão média e coeficientes de uniformidade de emissão de 1,26 L h<sup>-1</sup> e 95,6 %, respectivamente.



**Figura 4** – Vista parcial do sistema de irrigação e distribuição dos adubos (A e B); vista geral da área do experimento (C e D). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

## 2.2.4 Manejo da irrigação

O manejo da irrigação foi realizado com base na estimativa da evapotranspiração máxima da cultura (ETm) conforme o método proposto pela FAO 56 (ALLEN et al., 2006), utilizando dados da estação meteorológica do INMET de Mossoró, instalada a 20 km de distância da área experimental. Os coeficientes de cultivos (Kc) médios adotados nas fases fenológicas I, II, III e IV, após o transplântio, foram 0,32; 0,70; 1,11 e 0,92, com os seguintes comprimentos médios: 17, 16, 17 e 15 dias, respectivamente. A lâmina bruta total de irrigação aplicada durante o ciclo da cultura foi de 292 mm (Figura 5).



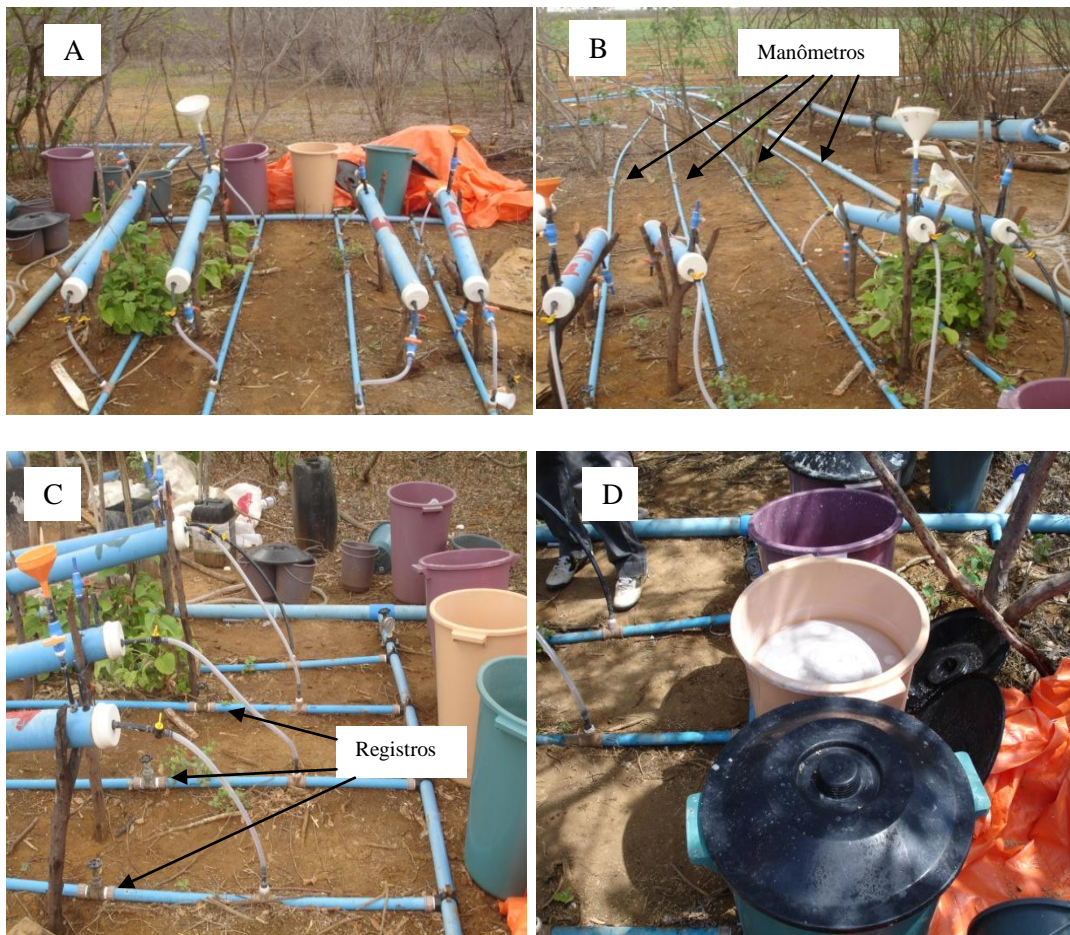
**Figura 5** – Lâmina de irrigação diária utilizada no cultivo de melancia Olímpia e Leopard. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

### **2.2.5 Fertirrigação**

A fertirrigação foi realizada diariamente e a partir de 6 dias após o transplântio (DAT), prolongando-se até 58 DAT. Utilizaram-se soluções estoque previamente preparadas (diluídas de acordo com a solubilidade de cada fertilizante) para 7 dias, em média, e armazenadas em reservatórios plásticos com tampa. A injeção de fertilizantes foi realizada através de injetores de fertilizantes tipo tanque de derivação, denominado na região de “pulmão”, no qual a solução diluída entra no sistema por diferença de pressão, entre a entrada e a saída do pulmão, sendo obtida por intermédio da instalação de registros na linha principal do sistema e nos pontos de entrada e saída do pulmão, provocando a passagem do fluxo de água por ele, levando, desta forma, a solução nutritiva.

Foram utilizados quatro pulmões independentes, um para cada dose de nitrogênio e fósforo (Figura 6). Os demais nutrientes foram aplicados junto ao nitrogênio ou ao fósforo, conforme a compatibilidade. A cada fertirrigação, o tempo necessário para a pressurização do sistema foi de dez minutos; em seguida injetavam-se volumes conhecidos de calda fertilizante nitrogenada ou fosfatada, a partir dos diferentes pulmões. Após o término da injeção da calda de fertilizante dos pulmões, o sistema de irrigação aplicava no mínimo dez minutos de água para a expulsão da calda de fertilizantes das linhas laterais.





**Figura 6** – Sistema de injeção de fertilizantes com pulmões e manômetros (A) e (B); registros utilizados para criar um gradiente de pressão (C); reservatório utilizado para diluição e armazenamento da solução estoque (D). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

As quantidades aplicadas semanalmente, durante todo o ciclo da cultura, de nitrogênio e fósforo nas diferentes doses e as quantidades de potássio e magnésio, esses aplicados em quantidade iguais para todos os tratamentos, estão apresentadas na Tabela 1.

Os fertilizantes utilizados como fonte de N e P foram: ureia - 45% N, ácido nítrico - 10% N, ácido fosfórico - 48%  $P_2O_5$ . Na adubação nitrogenada,

90% do N foram aplicados na forma de ureia e 10% em ácido nítrico. Também foram aplicados em todos os tratamentos 120,0 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, 11,0 kg ha<sup>-1</sup> MgO e 0,75 kg ha<sup>-1</sup> de B. Como fonte destes elementos, utilizaram-se cloreto de potássio - 62% K<sub>2</sub>O, sulfato de magnésio - 16% MgO e ácido bórico - 17% B.

**Tabela 1** – Quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio aplicados via fertirrigação nas melancias Olímpia e Leopard. Mossoró-RN, UFRSA, 2010.

Semana após a semeadura	Doses									
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	K	Mg
	kg ha <sup>-1</sup>									
	N				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				K <sub>2</sub> O	MgO
1 <sup>a</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 <sup>a</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 <sup>a</sup>	0,00	4,85	12,12	21,81	0,00	4,34	10,85	19,53	4,82	0,00
4 <sup>a</sup>	0,00	4,36	10,90	19,63	0,00	5,42	13,56	24,41	7,23	0,00
5 <sup>a</sup>	0,00	4,85	12,12	21,81	0,00	5,42	13,56	24,41	14,47	2,25
6 <sup>a</sup>	0,00	8,72	21,81	39,25	0,00	6,87	17,18	30,92	18,08	4,50
7 <sup>a</sup>	0,00	12,12	30,29	54,52	0,00	6,51	16,28	29,30	21,70	4,50
8 <sup>a</sup>	0,00	9,69	24,23	43,61	0,00	6,51	16,28	29,30	24,11	0,00
9 <sup>a</sup>	0,00	3,88	9,69	17,45	0,00	1,08	2,71	4,88	20,50	0,00
10 <sup>a</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,64	0,00
Total	0,00	48,46	121,15	218,07	0,00	36,16	90,42	162,75	120,56	11,25

## 2.2.6 Colheita dos frutos

As colheitas dos frutos foram realizadas nos dias 27 de novembro para a cultivar Olímpia e 1º de dezembro de 2010, para a cultivar Leopard, quando os frutos atingiram o ponto de maturação, ou seja, o secamento da gavinha inserida na axila da folha mais próxima ao fruto e a mudança de coloração dos frutos, principalmente na parte apoiada no chão, passando de branco a amarelo-claro. A área útil de cada cultivar por parcela foi de 31,10 m<sup>2</sup>, correspondendo a 16 plantas por fileira, para a cultivar Olímpia e 32,4 m<sup>2</sup>, com 25 plantas por fileira, para cultivar Leopard.

Os frutos de cada parcela foram pesados no campo em balança de precisão (Figura 7) e classificados em frutos comerciáveis e refugo (frutos pequenos, rachados, manchados, mal formados, podres, queimado do sol e atacados por pragas e doenças). Os frutos com peso menor do que 5 kg, para a cultivar Olímpia, e 1,2 kg, para a cultivar Leopard, foram classificados como refugo.

Foram avaliados os seguintes componentes de produção: produção comercial (PC), produção total (PT) (PC + refugos) em  $\text{kg ha}^{-1}$ ; massa média total de frutos (MMT), massa média comercial de frutos (MMC), expressos em kg; número de frutos totais por planta (NFP), número de frutos comerciais por planta (NFPC).



**Figura 7** – Colheita e pesagem dos frutos de melancia Olímpia. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

### **2.2.7 Análises de qualidade dos frutos**

Os frutos foram transportados para o Laboratório de Pós-Colheita da UFERSA, onde foram selecionados previamente por meio de amostragem de dois frutos por parcela (Figura 8).



**Figura 8** – Frutos de melancia cultivar Olímpia – com sementes – (A e C) e Leopard – sem sementes – (B e D). Mossoró – RN, UFERSA, 2010.

As seguintes características de qualidade foram avaliadas: diâmetro transversal (DT) e longitudinal (DL) do fruto, utilizando-se um paquímetro digital e fazendo-se a leitura na parte mediana do fruto; espessura da casca (EPC), utilizando-se um paquímetro digital; firmeza da polpa: os frutos foram divididos longitudinalmente em duas partes e, em cada uma delas, foram determinadas quatro leituras na polpa, duas na região central e duas entre o centro da polpa e a casca, com um penetrômetro da marca McCormick, modelo FT 327 analógico (ponteira de 12 mm de diâmetro).

Os resultados foram multiplicados pelo fator 4,45 e expressos em N; acidez titulável (AT): a determinação foi realizada por meio de titulação de uma alíquota do suco com solução de NaOH a 0,1N, na presença do indicador fenolftaleína a 1%, os

resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico. A determinação de Sólidos solúveis (SS) foi realizada utilizando o refratômetro digital modelo PR-100 Palette (Attago Co. Ltd., Japan), com correção automática de temperatura e leitura na faixa de 0 a 32°Brix, sendo expressos os resultados em %; a relação SS/AT foi efetuada após divisão do teor de SS pela porcentagem de AT.

### **2.2.8 Análise econômica**

De posse dos valores de produção comercial estimados pelo modelo de regressão, foi realizada a análise econômica do experimento onde foram calculados receita bruta, gastos com fertilizantes e receita líquida. A receita bruta foi calculada considerando a produção estimada e o preço unitário de venda da melancia (R\$ kg<sup>-1</sup>).

O valor de preço de venda para a melancia Olímpia foi de R\$ 0,40 kg<sup>-1</sup> e para a Leopard R\$ 0,70 kg<sup>-1</sup>, que corresponde ao preço médio de venda dos frutos destinados ao mercado interno (sem custo de embalagem e resfriamento em packing house).

Para calcular os gastos com fertilizantes, foi utilizado o custo de uma unidade dos insumos nitrogênio (R\$ kg<sup>-1</sup>) e fósforo (R\$ kg<sup>-1</sup>), tendo um saco de 25 kg de ureia (45% N) o custo de R\$ 42,00; o saco de 50 kg de superfosfato simples (18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) R\$ 58,00; 40 litros de ácido nítrico (10% de N e densidade 1,35 g L<sup>-1</sup>) R\$ 66,00 e 60 litros de ácido fosfórico (52% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e densidade 1,56 g L<sup>-1</sup>) R\$ 117,00. Com isso, o custo de 1 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> superfostato simples é R\$ 6,50 e ácido fosfórico R\$ 2,40; 1 kg de N via ureia custa R\$ 3,73 e 1 kg de N via ácido nítrico custa R\$ 12,22. Para calcular o custo da adubação nitrogenada, considerou-se que 90% da dose de N foram aplicados via ureia e 10% via ácido nítrico. Para a adubação fosfatada, aplicaram-se 59% via superfosfato simples e 41% via ácido fosfórico. Com base nessas informações e nos valores das doses de N e de P aplicadas, calculou-se o custo da adubação. A receita líquida foi calculada por meio da diferença entre a receita bruta e os gastos com fertilizantes. O custo fixo,

que corresponde ao somatório dos custos de produção com os custos de gerenciamento, não foi considerado, pois é igual para todos os tratamentos.

### **2.2.9 Análise estatística**

Os dados de rendimento foram submetidos à análise de variância (ANOVA), conforme o delineamento descrito e procedeu-se a análise de regressão linear múltipla em superfície de resposta com auxílio do software SAEG v. 9.0 em função das doses N e de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (RIBEIRO JÚNIOR, 2001). As equações da superfície de resposta foram escolhidas com base na significância do modelo, adotando-se o nível de 5% de probabilidade e dos coeficientes da equação, adotando-se o nível de 10% de probabilidade. Após escolha do modelo, os gráficos das superfícies de resposta para cada característica avaliada foram apresentados na forma de perfil, utilizando-se o programa Excel versão 2007.

Os dados de qualidade físico-química foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

## **2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na análise de regressão da superfície de resposta para a cultivar Olímpia, verificou-se efeito significativo para as variáveis PT, PC, NFCP e MMC ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F para as doses de nitrogênio e fósforo. A mesma significância foi observada para as variáveis PT, PC, NFP e NFCP para a cultivar Leopard. Isso significa que os modelos apresentados nas Figuras 9 a 17 para as respectivas variáveis representam as variações do rendimento da melancia em função das doses de nitrogênio e fósforo. Para tais modelos, o menor valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,64 para PC na cultivar Leopard; assim, as estimativas dos

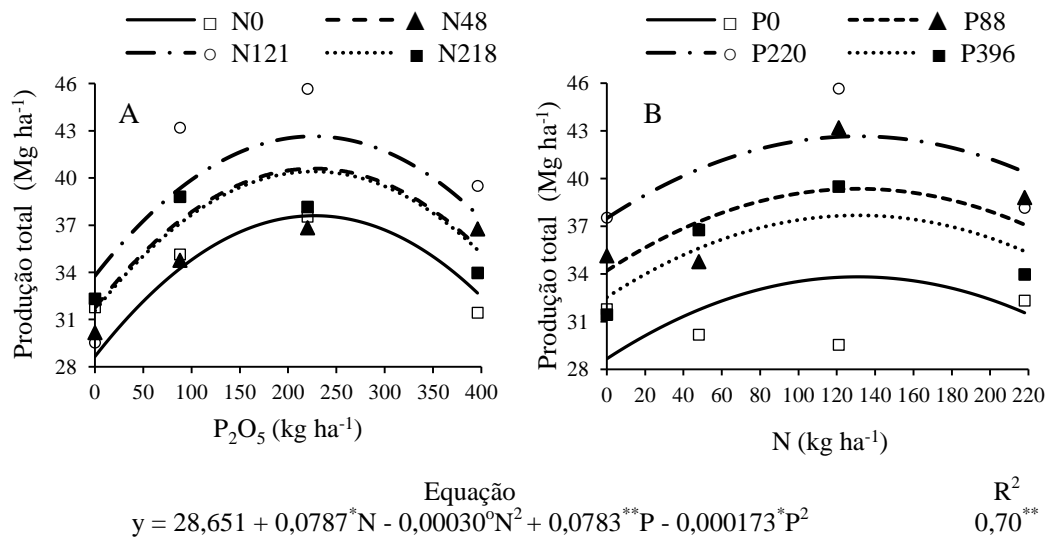
coeficientes de determinação podem ser considerados altos em se tratando de um fenômeno biológico.

As variáveis NFP para a cultivar Olímpia (Figura 13), MMC para a Leopard (Figura 19) e MMT para as duas cultivares (Figuras 18 e 19) não apresentaram uma superfície de resposta à qual pudesse ser ajustado um modelo estatístico.

### **2.3.1 Produção total (PT) e comercial (PC)**

Para produção total (PT) da cultivar Olímpia, o modelo que melhor se ajustou foi o polinomial quadrático sem a interação entre os fatores N e P, sendo todos os coeficientes significativos pelo teste de t ( $\text{prob} > |t| = 0,01$  e  $\text{prob} > |t| = 0,1$ ) (Figura 9). De acordo com o modelo escolhido, a melancia atingiu a produção total máxima estimada de  $42.648 \text{ kg ha}^{-1}$  nas doses de  $131 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e  $226 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , indicando que crescentes doses de nitrogênio e fósforo implicam em aumento de produtividade até um valor máximo, quando passa a haver redução na produção. Segundo Malavolta (2006), aumentando progressivamente a dose de um adubo, a produção inicialmente cresce; depois, os aumentos na colheita são cada vez menores, a produção se estabiliza e em seguida pode cair se a quantidade de adubo aumentar. Voisin (1973) enunciou a lei do máximo em que o excesso de um nutriente no solo reduz a eficácia de outros e, por conseguinte, pode diminuir o rendimento das colheitas.

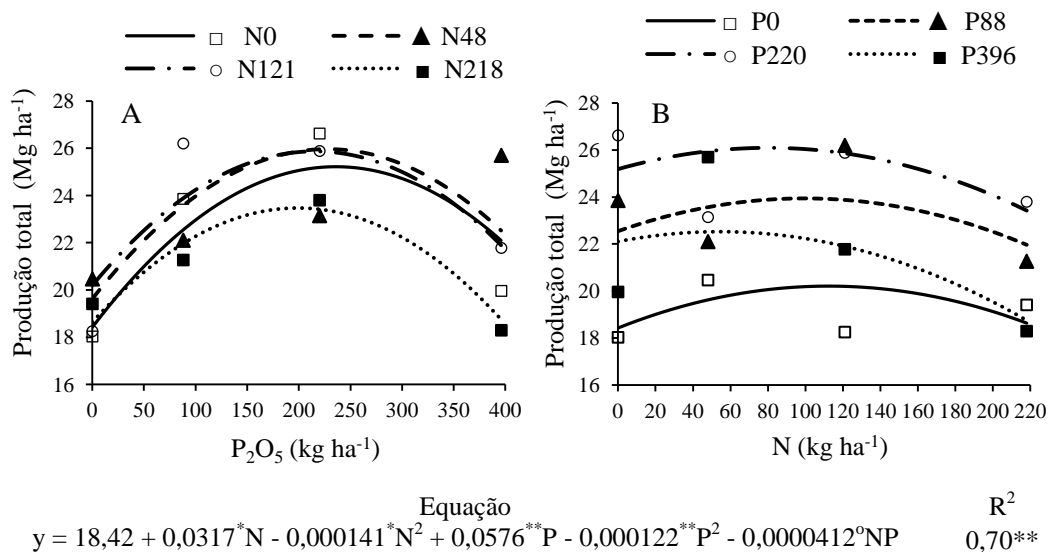
Na Figura 9A, observa-se que a dose  $226 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  proporcionou a máxima produção independentemente da dose de N aplicada, sendo que o aumento da produção entre as doses  $N = 0,0$  e  $N = 131 \text{ kg ha}^{-1}$  foi de 13,4%. Quando foram aplicados  $131,0 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, o incremento na produção entre as doses  $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,0$  e  $226$  foi de 26,1% (Figura 9B).



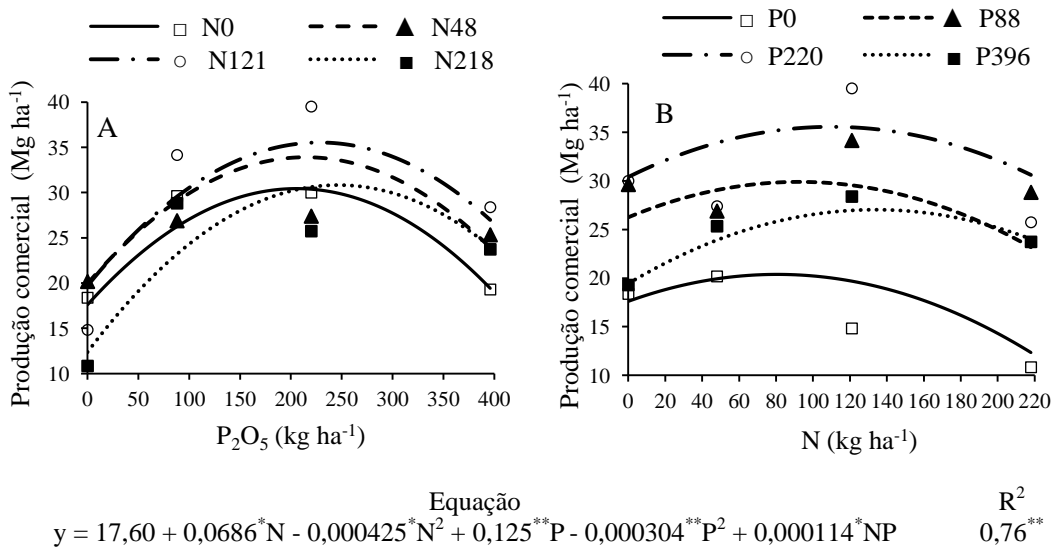
**Figura 9** – Perfis da superfície de resposta para a produção total observada e estimada da melancia Olímpia em função da adubação fosfatada em diferentes doses de N (A) e adubação nitrogenada em diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (B), em que: P0 = 0,0 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; P88 = 88 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; P220 = 220 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; P396= 396 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; N0 = 0,0 kg ha<sup>-1</sup> N; N48 = 48 kg ha<sup>-1</sup> N; N121 = 121 kg ha<sup>-1</sup> N; N218 = 218 kg ha<sup>-1</sup> N. Mossoró-RN, UFRSA, 2010.

Analisando a PT da cultivar Leopard e a PC nas duas cultivares, o modelo ajustado foi o polinomial quadrático com a interação entre os fatores N e P, sendo todos os coeficientes do modelo significativo pelo teste de t ao nível de 1 a 10% de probabilidade (Figuras 10, 11 e 12), evidenciando que as variáveis N, P, N<sup>2</sup>, P<sup>2</sup> e NxP afetaram o rendimento da melancia.

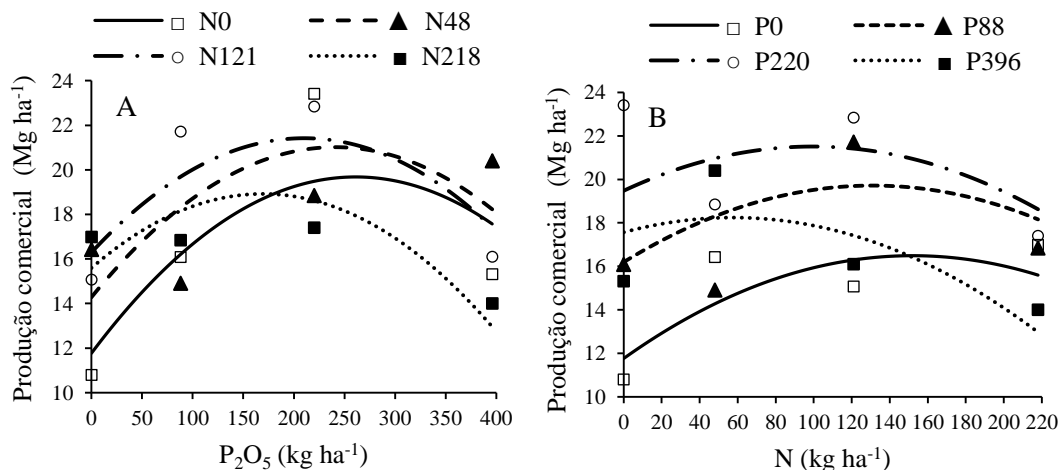




**Figura 10** – Perfis da superfície de resposta para a produção total observada e estimada da melancia Leopard em função da adubação fosfatada em diferentes doses de N (A) e adubação nitrogenada em diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.



**Figura 11** – Perfis da superfície de resposta para a produção comercial observada e estimada da melancia Olímpia em função da adubação fosfatada em diferentes doses de N (A) e adubação nitrogenada em diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.



$$y = 11,759 + 0,0623^*N - 0,000205^{**}N^2 + 0,0606^{**}P - 0,000116^{**}P^2 - 0,0000978^*NP \quad R^2 = 0,64^{**}$$

**Figura 12** – Perfis da superfície de resposta para a produção comercial observada e estimada da melancia Leopard em função da adubação fosfatada em diferentes doses de N (A) e adubação nitrogenada em diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (B), em que: P0 = 0,0 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; P88 = 88 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; P220 = 220 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; P396= 396 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; N0 = 0,0 kg ha<sup>-1</sup> N; N48 = 48 kg ha<sup>-1</sup> N; N121 = 121 kg ha<sup>-1</sup> N; N218 = 218 kg ha<sup>-1</sup> N. Mossoró-RN, UFRSA, 2010.

Esse comportamento quadrático sugere que existe um efeito negativo de doses elevadas de fósforo e nitrogênio na produção das plantas de melancia. Segundo Marschner (2002), elevadas concentrações de fósforo podem reduzir a fotossíntese devido à exportação excessiva de triose-P da mitocôndria para o citossol, o que prejudica a regeneração da RuBP e, por conseguinte, a fixação de CO<sub>2</sub> no processo fotossintético. Além disso, Prado (2008) menciona que o fósforo também pode apresentar efeitos depressivos sobre a utilização dos micronutrientes catiônicos pelas plantas, especialmente do Zn, além de outros como Cu, Fe e Mn, em menor intensidade. Segundo Fageria et al. (1999), o modelo polinomial quadrático tem sido o que melhor representa a resposta das culturas à adubação nitrogenada.

De acordo com o modelo escolhido, a cultivar Leopard atingiu a produções total e comercial máximas estimadas de 26.115 kg ha<sup>-1</sup> e 21.515 kg ha<sup>-1</sup> nas doses de 80 kg ha<sup>-1</sup> de N e 223 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100 kg ha<sup>-1</sup> de N e 219 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente (Figuras 10 e 12). Para a cultivar Olímpia, a produção comercial máxima estimada foi de 35.625 kg ha<sup>-1</sup> nas doses de 111 kg ha<sup>-1</sup> de N e 227 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 11).

Gonsalves et al. (2011), trabalhando com doses de NK (em kg ha<sup>-1</sup>) – NK1 (79,8; 88,5), NK2 (106,4; 118), NK3 (133,0; 147,5) e NK4 (159,6; 177) na melancia híbrido Shadow – não encontraram efeito significativo sobre a produção de frutos, cuja produção total média foi de 32.374 kg ha<sup>-1</sup>. Andrade Junior et al. (2006), avaliando o efeito das doses de 0 a 160 kg ha<sup>-1</sup> de N na cultura da melancia tipo Crimson Sweet, observaram que a produção seguiu um modelo quadrático com rendimento estimado de 60.170 kg ha<sup>-1</sup> na dose de 97,61 kg ha<sup>-1</sup> de N. Araújo et al. (2011), trabalhando com a cultivar Crimson Sweet, avaliaram o efeito de cinco doses de nitrogênio (50, 100, 150, 200 e 250 kg ha<sup>-1</sup>) sobre a produção da melancia, sendo que a maior produção ocorreu na dose de 144,76 kg ha<sup>-1</sup> de N, com produção de 40.428 kg ha<sup>-1</sup>. Morais et al. (2008) verificaram que o máximo rendimento da melancia cultivar Charleston Gray foi de 67.278 kg ha<sup>-1</sup>, obtido com a aplicação de 267 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio.

Apesar da relevância da cultura da melancia para a agricultura brasileira, existem poucas pesquisas sobre o fósforo nesta cultura. Freitas Júnior et al. (2008), trabalhando com a melancia híbrido Congo, cujos tratamentos foram doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0, 90, 180, 270 e 360 kg ha<sup>-1</sup>), constataram que as doses de fósforo aplicadas no plantio não alteraram a massa de frutos e a produtividade da cultura. Abreu et al. (2011) encontraram rendimento máximo da ordem de 42.700 kg·ha<sup>-1</sup>, na dose de 273,5 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, para melão amarelo, ao passo que Silva et al. (2010), testando diferentes fontes e doses de P entre 0 e 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na produção do melão, não encontraram resposta significativa para essa variável, quando testadas em solo com 23 mg dm<sup>-3</sup> P.

Em média, os tratamentos em que não foi aplicado fósforo obtiveram as menores produções total e comercial, comparadas aos demais tratamentos, para as duas cultivares (Figuras 9B, 10B, 11B e 12B). Com relação à adubação nitrogenada, em média, as menores produtividades foram obtidas nos tratamentos sem aplicação de N, para a cultivar Olímpia (Figuras 9A e 11A), porém para a melancia Leopard, os menores rendimentos foram observados nos tratamentos de maior aplicação de N (Figuras 10A e 12A).

Analisando o valor da produção total e comercial para as duas cultivares no T<sub>1</sub>, em que as doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,0 kg ha<sup>-1</sup> (testemunha), cujo valor da produção é o intercepto da equação ajustada, verifica-se que a PT é de 28.651 e 18.420 kg ha<sup>-1</sup> e a PC 17.600 e 11.759 kg ha<sup>-1</sup> para as cultivares Olímpia e Leopard, respectivamente. Observando as curvas de produção total e comercial estimadas para as duas cultivares nas doses de N = 0,0 e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,0 kg ha<sup>-1</sup> (Figuras 9, 10, 11 e 12), ou seja, a curva de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,0 kg ha<sup>-1</sup> representa o incremento na produção da adubação nitrogenada e a curva de N = 0,0 kg ha<sup>-1</sup> o incremento na produção da adubação fosfatada proporcionaram as cultivares de melancia de forma isolada. Assim, através das Figuras 9A e B, a PT máxima da melancia Olímpia foi de 37.600 e 33.810 kg ha<sup>-1</sup>, e para a Leopard de 25.220 e 20.200 kg ha<sup>-1</sup> (Figuras 10A e B) nas doses N = 0,0 e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,0 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, e através das Figuras 11A e B, a PC máxima da melancia Olímpia foi de 30.450 e 20.370 kg ha<sup>-1</sup>, e para a Leopard de 19.670 e 16.490 kg ha<sup>-1</sup> (Figuras 12A e B), nas doses N = 0,0 e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,0 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Comparando estes valores de PT e PC com T<sub>1</sub>, conclui-se que a adubação fosfatada proporcionou incremento na PT e PC de 31,2% e 73%, para a cultivar Olímpia e 36,9% e 67% para o híbrido Leopard, respectivamente. A adubação nitrogenada, por sua vez, promoveu um aumento na PT e PC de 18% e 15,7%, para a cultivar Olímpia e 9,6% e 40,2% para o híbrido Leopard, respectivamente.

Outra analogia que se pode utilizar para inferir a eficácia das adubações com nitrogênio e fósforo, em modelos quadráticos com interação entre os fatores N e P, na

produção da melancia, é a comparação da produção máxima das curvas N e  $P_2O_5 = 0,0$   $kg\ ha^{-1}$  com as curvas de máxima produção dentro das doses de N e  $P_2O_5$ , respectivamente. Para estas curvas, o valor de máxima produção é o mesmo da produções total e comercial máximas estimadas para as duas cultivares citadas anteriormente. Assim, o incremento na produção total para a cultivar Leopard foi de 895 e  $5.915\ kg\ ha^{-1}$ , para as doses de N e  $P_2O_5$ , o que corresponde a um aumento de 3,5% e 29,3%, respectivamente (Figuras 10A e B).

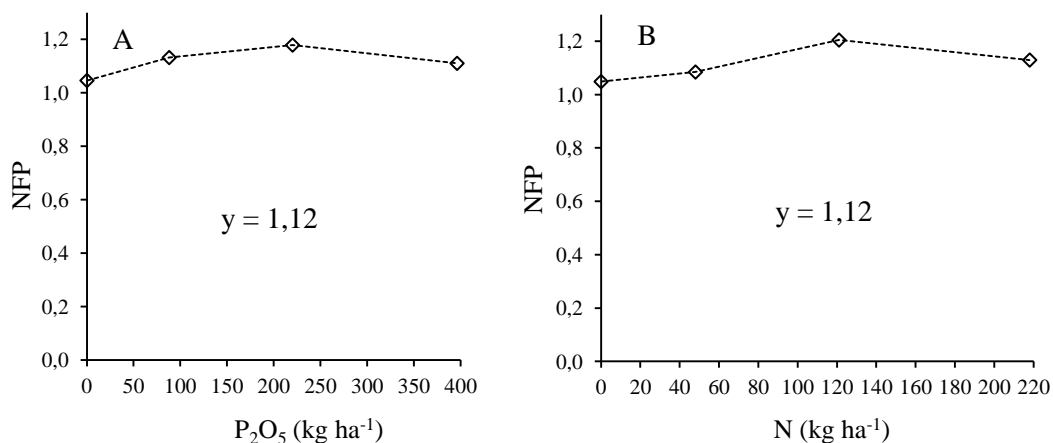
O aumento estimado na produção comercial proporcionado pela adubação fosfatada foi de 15.255 e  $5.025\ kg\ ha^{-1}$ , ou seja, um aumento de 74,9% e 30,5%, para as cultivares Olímpia e Leopard, respectivamente (Figuras 11B e 12B). A adubação nitrogenada incrementou a produção comercial em apenas 17% para a cultivar Olímpia ( $5.175\ kg\ ha^{-1}$ ) e 9,4% para a Leopard ( $1.845\ kg\ ha^{-1}$ ) (Figuras 11A e 12A).

Desta forma, conclui-se que o fósforo foi o nutriente que mais influenciou a produção da melancia nas duas cultivares, porém, na cultivar Olímpia o efeito da adubação fosfatada foi mais pronunciado do que no híbrido Leopard, com relação à produção comercial. Já em relação à adubação nitrogenada, o comportamento das duas cultivares foi semelhante, porém houve efeito mais pronunciado na produção total e comercial da cultivar Olímpia.

As produtividades total e comercial da melancia obtidas neste trabalho foram baixas em comparação aos trabalhos anteriormente citados, o que pode ser justificado pelo ataque de pragas e doenças (pulgões e viroses) que ocorreram em número acima da média na cultura, devido às chuvas que ocorreram fora de época, o que contribuiu também para o controle não efetivo das ervas daninhas no início do ciclo. Outra causa importante, pelo baixo rendimento da melancia, foi a baixa presença de abelhas no período de florescimento da melancieira, pois devido a essas chuvas fora de época a vegetação nativa ficou verde, contribuindo para que as abelhas deixassem de procurar as flores da melancieira.

### 2.3.2 Número de frutos por planta (NFP)

Observa-se nas Figuras 13A e 13B que as adubações fosfatada e nitrogenada não influenciaram no número de frutos por planta da cultivar Olímpia, cujo valor médio foi de 1,12 frutos planta<sup>-1</sup>.

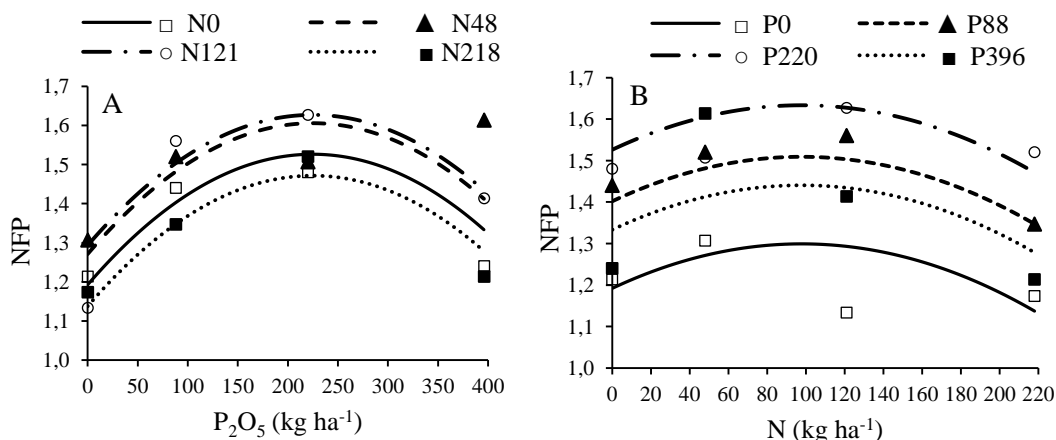


**Figura 13** – Números de frutos por planta (NFP) de melancia Olímpia em função da adubação fosfatada (A) e adubação nitrogenada (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Conforme a Figura 14, para número de frutos por planta (NFP) da cultivar Leopard, o modelo que melhor se ajustou foi o polinomial quadrático, sem a interação entre os fatores N e P, sendo todas as variáveis do modelo significativas pelo teste de t (prob > |t| = 0,01, prob > |t| = 0,05). Verificou-se que o valor máximo de NFP foi de 1,63 frutos planta<sup>-1</sup>, nas doses de 97 kg ha<sup>-1</sup> de N e 225 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Com relação ao híbrido Leopard, a adubação fosfatada teve um incremento acentuado no NFP em relação à adubação nitrogenada, com aumentos de 10,1% e 25,7% em relação ao NFP máximo das doses N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,0 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figuras 14A e B).

A cultivar Olímpia, em condições ideais de cultivo, produz em média um fruto por planta, pois os frutos produzidos são de porte maior, já as melancias híbridas sem semente produzem frutos menores, porém tendem a produzir mais de um fruto por

planta, por isso o efeito das adubações com N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> não afetou o NFP para a cultivar Olímpia, mas afetou o NFP da cultivar Leopard.



$$y = 1,192 + 0,00219^{**} N - 0,0000112^{***} N^2 + 0,00297^{**} P - 0,0000066^{**} P^2 \quad R^2 = 0,74^{**}$$

**Figura 14** – Perfis da superfície de resposta para números de frutos por planta (NFP) observados e estimados da melancia Leopard em função da adubação fosfatada em diferentes doses de N (A) e adubação nitrogenada em diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (B), em que: P0 = 0,0 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; P88 = 88 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; P220 = 220 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; P396 = 396 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; N0 = 0,0 kg ha<sup>-1</sup> N; N48 = 48 kg ha<sup>-1</sup> N; N121 = 121 kg ha<sup>-1</sup> N; N218 = 218 kg ha<sup>-1</sup> N. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

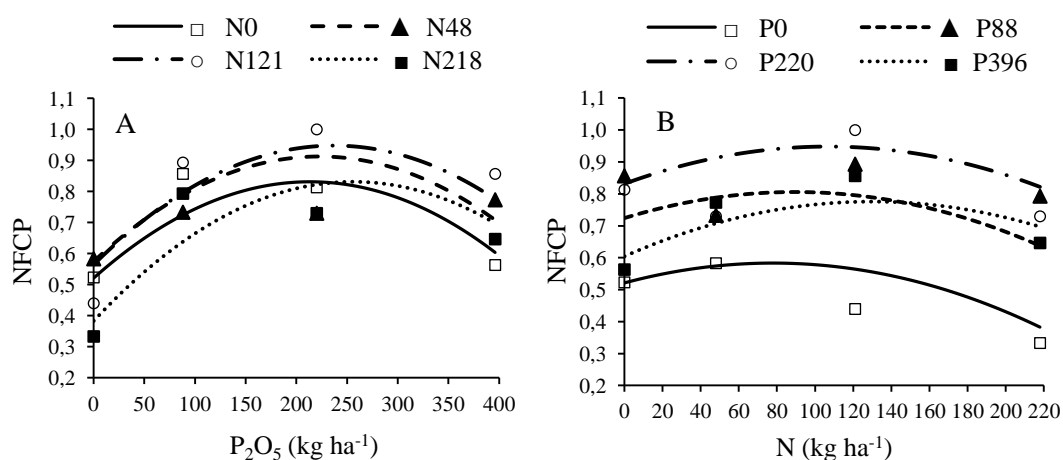
### 2.3.3 Número de frutos comerciais por planta (NFCP)

Com relação ao número de frutos comerciais por planta (NFCP), o modelo que melhor se ajustou foi o polinomial quadrático com a interação entre os fatores N e P (Figuras 15 e 16). Através destas, verifica-se para a melancia Olímpia que o ponto de máximo foi de 0,95 frutos planta<sup>-1</sup>, nas doses de 108 kg ha<sup>-1</sup> de N e 235 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e para a Leopard o valor máximo estimado foi de 1,27 frutos planta<sup>-1</sup>, atingido nas doses 117 kg ha<sup>-1</sup> de N e 214 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Andrade Junior et al. (2006) encontraram resposta quadrática em melancia tipo Crimson Sweet para o número de frutos por planta total e comercial em função dos

níveis de nitrogênio aplicado, sendo que os valores máximos foram de 1,65 e 1,32, respectivamente. Gonsalves et al. (2011) e Costa et al. (2010) não encontraram efeito da adubação nitrogenada nas variáveis NFT e NFC para a cultura da melancia. Abreu et al. (2011) observaram que o NFP máximo para a cultura do melão foi de 1,64 na dose de 284 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

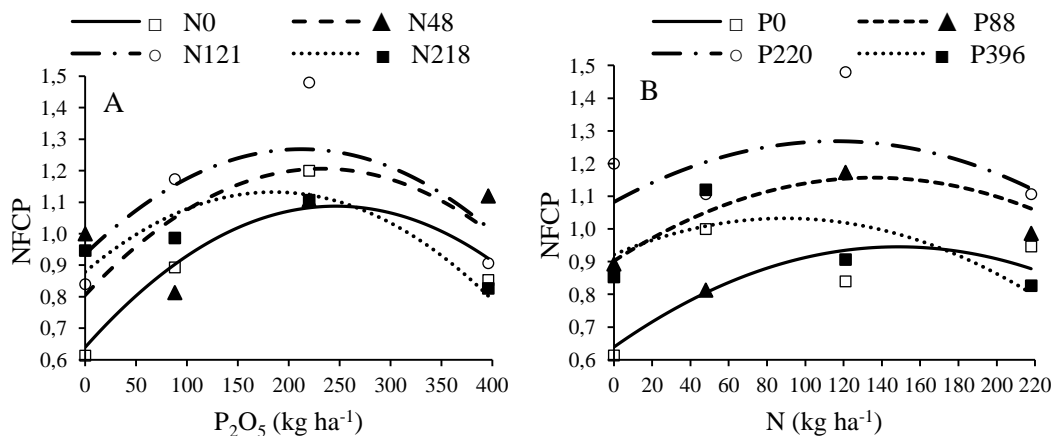
O formato das curvas, mostrado nas Figuras 15 e 16, para o NFCP é muito semelhante às curvas da produção comercial para as duas cultivares estudadas entre as adubações com N ou P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, mostrando ser a variável NFCP a que mais afetou a produção comercial. Portanto, assim como para a PC, o fósforo foi o elemento de maior impacto no NFCP para as duas cultivares (Figuras 15B e 16B).



$$y = 0,521 + 0,00159^{\circ}N - 0,0000102^{**}N^2 + 0,00291^{**}P - 0,00000682^{**}P^2 + 0,00000268^{*}NP \quad \text{Equação} \quad R^2 \quad 0,72^{**}$$

**Figura 15** – Perfis da superfície de resposta para números de frutos comerciais por planta (NFCP) observados e estimados da melancia Olímpia em função da adubação fosfatada em diferentes doses de N (A) e adubação nitrogenada em diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (B), em que: P0 = 0,0 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; P88 = 88 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; P220 = 220 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; P396 = 396 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; N0 = 0,0 kg ha<sup>-1</sup> N; N48 = 48 kg ha<sup>-1</sup> N; N121 = 121 kg ha<sup>-1</sup> N; N218 = 218 kg ha<sup>-1</sup> N. Mossoró-RN, UFRSA, 2010.





$$y = 0,639 + 0,00413^{**}N - 0,0000139^{*}N^2 + 0,00364^{**}P - 0,00000739^{**}P^2 - 0,00000415^{*}NP \quad R^2 = 0,66^{**}$$

**Figura 16** – Perfis da superfície de resposta para números de frutos comerciais por planta (NFPCP) observados e estimados da melancia Leopard em função da adubação fosfatada em diferentes doses de N (A) e adubação nitrogenada e diferentes doses de  $P_2O_5$  (B), em que: P0 = 0,0  $kg\ ha^{-1}\ P_2O_5$ ; P88 = 88  $kg\ ha^{-1}\ P_2O_5$ ; P220 = 220  $kg\ ha^{-1}\ P_2O_5$ ; P396 = 396  $kg\ ha^{-1}\ P_2O_5$ ; N0 = 0,0  $kg\ ha^{-1}\ N$ ; N48 = 48  $kg\ ha^{-1}\ N$ ; N121 = 121  $kg\ ha^{-1}\ N$ ; N218 = 218  $kg\ ha^{-1}\ N$ . Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

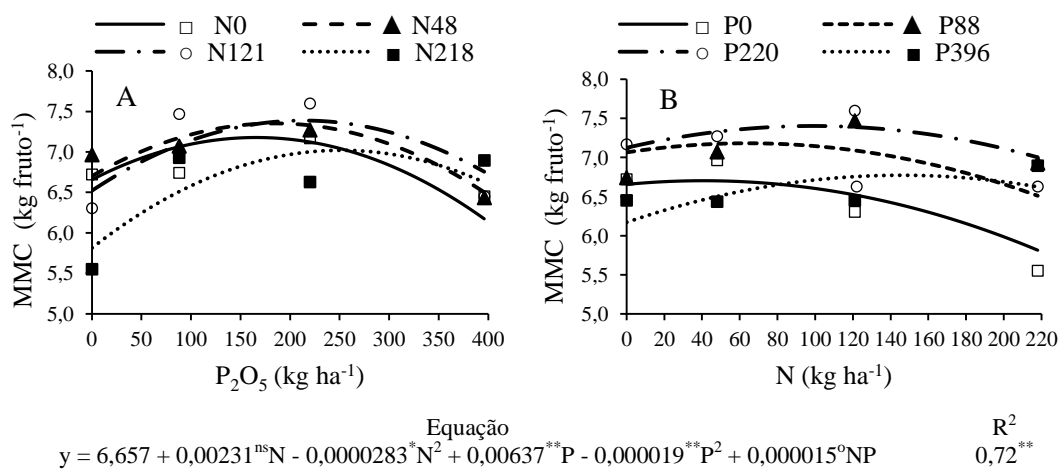
Nos tratamentos em que foram aplicadas doses altas de nitrogênio (218  $kg\ ha^{-1}$ ) sem a aplicação de fósforo (0,0  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ ), houve uma tendência das plantas de melancia da cultivar Olímpia em produzir frutos mal formados, em virtude de o N estimular o crescimento celular e, conseqüentemente, o maior crescimento dos frutos, porém, a deficiência de P contribuiu para a mal formação das células, resultando assim em grande número de frutos mal formados. Esta hipótese pode ser confirmada através da Figura 15A, pois quando se aplicaram 218  $kg\ ha^{-1}$  de N e 0,0  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ , o NFPCP para a cultivar Olímpia foi de 0,38 frutos, ocorrendo um decréscimo de 66% em relação ao NFP, que foi de 1,12 frutos. Na medida em que disponibilizou-se P às plantas de melancia para a dose de 218  $kg\ ha^{-1}$  de N, o NFPCP aumentou consideravelmente (Figura 15 A).

De acordo com Marschener (2002), o nitrogênio é um dos nutrientes que

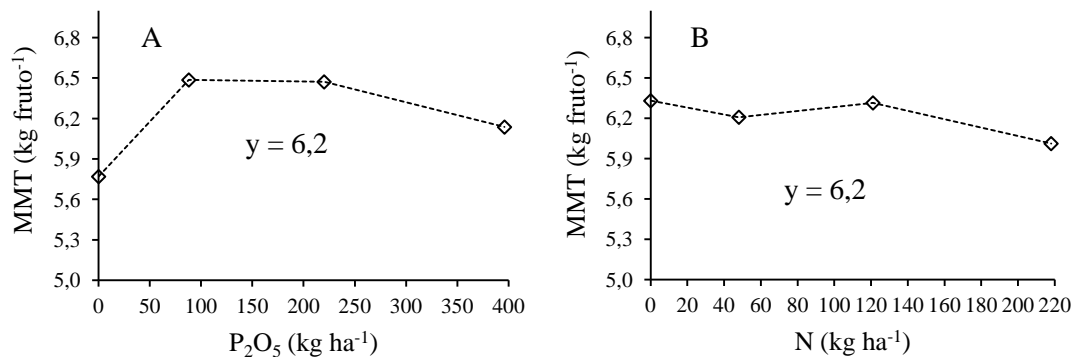
promovem maiores modificações morfofisiológicas na planta, com possibilidade de alterar o número de frutos por planta. Todavia, segundo Malavolta (1997), o aumento das doses de nitrogênio pode reduzir o número total de frutos, pois o excesso de nitrogênio pode causar desequilíbrio nutricional, reduzindo o número de frutos. Entretanto, neste trabalho, o fósforo promoveu maior efeito no rendimento do que o nitrogênio.

### 2.3.4 Massa média total (MMT) e comercial (MMC)

Para a massa média comercial (MMC) dos frutos da melancia Olímpia, o valor máximo estimado foi de 7,42 kg, atingido nas doses 95 kg ha<sup>-1</sup> de N e 205,20 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 17). As adubações nitrogenada e fosfatada não influenciaram a MMT dos frutos, que em média foi de 6,2 kg fruto<sup>-1</sup> (Figura 18).

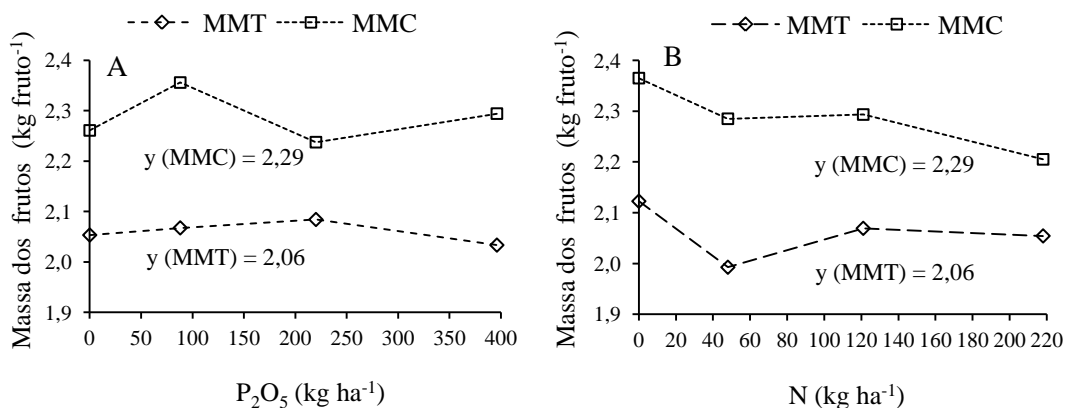


**Figura 17** – Perfis da superfície de resposta para a massa média comercial de frutos (MMC) observadas e estimadas da melancia Olímpia em função da adubação fosfatada em diferentes doses de N (A) e adubação nitrogenada em diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (B), em que: P0 = 0,0 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; P88 = 88 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; P220 = 220 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; P396 = 396 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; N0 = 0,0 kg ha<sup>-1</sup> N; N48 = 48 kg ha<sup>-1</sup> N; N121 = 121 kg ha<sup>-1</sup> N; N218 = 218 kg ha<sup>-1</sup> N. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.



**Figura 18** – Massa média total de frutos (MMT) da melancia Olímpia em função da adubação fosfatada (A) e adubação nitrogenada (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Para a MMT e a MMC, no híbrido Leopard, não se observou efeito significativo das doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, cujos valores médios foram de 2,06 kg e 2,29 kg fruto<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 19). Isso pode ser devido à característica do híbrido de melancia estudado neste trabalho, que apresenta excelente uniformidade no tamanho e peso do fruto. Medeiros (2008) também não encontrou efeito significativo da adubação nitrogenada para a massa média de frutos na cultivar Mickylee, que, embora seja uma cultivar diplóide, tem tamanho pequeno (3 a 5 kg fruto<sup>-1</sup>).



**Figura 19** – Massa média total (MMT) e comercial (MMC) de frutos da melancia Leopard em função da adubação fosfatada (A) e adubação nitrogenada (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Com base nos resultados deste trabalho, infere-se que o P e o N tiveram papel crucial para o bom desenvolvimento e produção de frutos na cultura da melancia, visto que parcelas não adubadas produziram baixo número de frutos por planta. Na medida em que os níveis de P e N disponibilizados foram aumentando, elevou-se também a taxa de pegamento dos frutos e, conseqüentemente, o incremento das variáveis analisadas.

### **2.3.5 Qualidade físico-química dos frutos**

Houve efeito significativo dos tratamentos e cultivares para o teor de sólidos solúveis dos frutos. Para as características firmeza de polpa, diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, espessura da casca, acidez total e relação SST/AT foi observado efeito de cultivares.

Os frutos de melancia das cultivares Olímpia e Leopard apresentaram os maiores teores de SS: 11,05% e 10,10%, respectivamente, quando cultivadas nas doses combinadas de 218 kg ha<sup>-1</sup> de N e 0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Tratamento 13). Para a cultivar Olímpia, os tratamentos T9, T10, T11, T12, T13, T15 e T16 foram os que obtiveram maiores valores de SS e foram significativamente diferentes dos valores de SS da cultivar Leopard para os mesmos tratamentos (Tabela 2), evidenciando que as maiores doses de N nesses tratamentos, intercaladas com diferentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, para a cultivar Olímpia, proporcionaram aumento significativo nos valores de SS em relação aos demais tratamentos.

Andrade Júnior et al. (2006), trabalhando com doses crescentes de N em melancia Crimson Sweet, não verificaram efeito significativo no conteúdo médio de sólidos solúveis (SS), cujo valor médio foi de 10,44%, resultados semelhantes foram detectados em melancia Crimson Sweet cultivada com diferentes frequências de aplicação de nitrogênio e potássio via fertirrigação por Andrade Junior et al. (2007). Morais et al. (2008), estudando diferentes lâminas de irrigação e doses de N para a

cultivar de melancia Charleston Gray, observaram que o maior teor de sólidos solúveis (10,7%) foi obtido em campo com a aplicação de 272 mm de água e 225 e 300 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio. Araújo et al. (2011), trabalhando com diferentes doses de N (50, 100, 150, 200 e 250 kg ha<sup>-1</sup>) em melancia Crimson Sweet, observaram que o maior valor de SS (12,23%) foi obtido na dose de 162,7 kg ha<sup>-1</sup> de N.

O teor de sólidos solúveis mínimo para obtenção do sabor aceitável em melancia é de 9°Brix. Entretanto, valores a partir de 10°Brix são mais bem aceitos pelo mercado interno. Sabe-se que há diferença no teor de SS conforme a distribuição espacial da polpa (LEAO et al., 2006), sendo maior na região central, com gradativa redução na medida em que se aproxima da casca (LIMA NETO et al., 2010). No presente estudo, o teor de sólidos solúveis das variedades foi relativamente baixo, em parte devido ao fato de ter sido determinado em suco proveniente da mistura de diferentes partes da polpa.

Os menores valores de SS observados nos frutos da cultivar Olímpia estavam no tratamento T7 (9,73%) e na cultivar Leopard no tratamento T6 (9,03%), ambos com aplicação de 48 kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabela2), nota-se que os valores ainda permaneceram dentro do limite mínimo exigido para a comercialização pela União Européia, que é de 9% (EMBRAPA, 2010).

Para aos frutos da cultivar Leopard, as doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> não afetaram os valores de SS, cujo valor médio foi de 9,57%. Ramos et al. (2009), trabalhando com diferentes espaçamentos em seis cultivares de melancia, observaram teores médios de SS de 7,79 e Lima Neto et al. (2010) observaram em cinco variedades de melancia cultivadas em Mossoró/RN valores médios de SS de 8,56%.

**Tabela 2** – Sólidos solúveis (SS) em melancias Olímpia e Leopard submetidas a diferentes doses de nitrogênio e fósforo. Mossoró – RN, UFERSA, 2010.

Tratamentos	Doses de nutrientes		Cultivares	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Olímpia	Leopard
	-----kg ha <sup>-1</sup> -----		-----Sólidos Solúveis (%)-----	
1	0	0	10,05Ba	9,56Aa
2	0	88	10,08Ba	9,68Aa
3	0	220	10,10Ba	9,76Aa
4	0	397	10,21Ba	9,55Aa
5	48	0	10,08Ba	9,58Aa
6	48	88	9,81Ba	9,03Ab
7	48	220	9,73Ba	9,70Aa
8	48	397	9,90Ba	9,63Aa
9	121	0	10,66Aa	9,76Ab
10	121	88	10,68Aa	9,53Ab
11	121	220	10,38Aa	9,35Ab
12	121	397	10,81Aa	9,58Ab
13	218	0	11,05Aa	10,10Ab
14	218	88	10,01Ba	9,36Aa
15	218	22	10,45Aa	9,31Ab
16	218	397	10,66Aa	9,16Ab

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.  
 Letra minúscula: compara as médias dentro da linha; Letra maiúscula: compara as médias dentro da coluna.

**Tabela 3** – Firmeza de polpa, diâmetro transversal (DT), diâmetro longitudinal (DL), espessura de casca (EPC), acidez titulável (AT) e relação sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) em melancia cultivares Olímpia e Leopard. Mossoró – RN, UFERSA, 2010.

Cultivar	Firmeza -----N-----	DT -----cm-----	DL -----cm-----	EPC	AT mEq 100 ml <sup>-1</sup>	SS/AT -----
Olímpia	7,70b	22,74a	28,91a	1,34a	0,072b	147,5a
Leopard	12,61a	17,69b	18,69b	1,13b	0,093a	102,6b

Médias na coluna seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

A firmeza da polpa é um atributo de qualidade importante, em razão de os frutos com maior firmeza serem mais resistentes às injúrias mecânicas durante o transporte e comercialização. Frutos colhidos com maior firmeza da polpa geralmente têm maior conservação e vida útil pós-colheita. Entretanto, verificou-se que as combinações de doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> não influenciaram a firmeza da polpa, observou-se apenas efeito das cultivares, onde a cultivar Leopard com média de 12,61 N foi superior à Olímpia, com firmeza de polpa média de 7,70 N (Tabela 3). Almeida et al. (2010), em melancia cultivar Quetzali e Carlos et al. (2002), em melancia Crimson Sweet, verificaram que a firmeza da polpa dos frutos no período de colheita foi de 15,0 N e 13,5 N, respectivamente.

Observaram-se diferenças no diâmetro transversal e longitudinal dos frutos conforme a cultivar. Os frutos da cultivar Olímpia apresentaram diâmetros superiores, com médias de 22,74 cm (DT) e 28,91 cm (DL) em relação a cultivar Leopard, com média de 17,69 cm (DL) e 18,69 cm (DL), respectivamente (Tabela 3). Alguns autores afirmam que o aumento do tamanho de frutos é obtido por meio da aplicação de nitrogênio (CASALI et al., 1982; DIAS et al., 2001); porém, a diferença de tamanho entre as cultivares nesse trabalho se dá mais em função do material genético utilizado do que dos tratamentos aplicados.

Para a espessura da casca dos frutos de melancia, houve diferença significativa entre as cultivares estudadas. A cultivar Olímpia apresentou espessura da casca superior

à cultivar Leopard, sendo observadas médias de 1,34 e 1,13 cm, respectivamente (Tabela 3). Levando em consideração os danos provocados pelo transporte dos frutos, a espessura de casca menor proporcionará menor resistência física ao transporte, requerendo maiores cuidados de acondicionamento. Isso porque o sistema de produção da melancia é predominantemente feito a granel, exigindo uma espessura de casca que suporte o manuseio dos frutos (SILVA et al., 2007a).

Também, houve diferença significativa entre as cultivares Olímpia e Leopard para as variáveis acidez titulável e relação SS/AT, sendo que a cultivar Olímpia apresentou menor teor de acidez, em média de 0,072 mEq 100 ml<sup>-1</sup> e maior relação SS/AT (147,5). A cultivar Leopard apresentou frutos com polpa mais ácida (0,093 mEq 100 ml<sup>-1</sup>) e menor relação SS/AT (102,6) (Tabela 3), indicando que os frutos da cultivar Olímpia, neste trabalho, estavam mais saborosos, uma vez que a relação SS/AT possibilita boa avaliação do sabor dos frutos, sendo mais representativa do que a medição de açúcares e de acidez feita isoladamente (LIMA NETO et al., 2010)

Na cultura da melancia, a nutrição mineral é um dos fatores que mais contribuem para a qualidade dos frutos; deste modo, ajustes no fornecimento de nutrientes às plantas e monitoramento do seu balanço nutricional, nas condições de cultivo em solos salinos da região de Mossoró/RN, podem contribuir, por exemplo, para o aumento de sólidos solúveis e conseqüentemente no sabor e qualidade dos frutos, aumentando, portanto, o valor agregado a eles.

### **2.3.6 Produtividade que maximiza a receita líquida**

Nas Tabelas 4 e 5, encontram-se os valores de produção comercial estimada pelo modelo de regressão (Figuras 10 e 11), receita bruta, gastos com fertilizantes nitrogenados e fosfatados e receita líquida em função de doses N e de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicadas ao solo, para as cultivares Olímpia e Leopard, respectivamente. De acordo com os resultados obtidos, a maior receita líquida estimada para a cultivar Olímpia foi de R\$



12.714,03, a qual corresponde a uma produção de 35.261 kg ha<sup>-1</sup> (produção de máxima eficiência econômica), que se torna possível com a aplicação de 90 kg ha<sup>-1</sup> de N + 203 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Para obtenção dessa receita líquida máxima, o produtor teria que investir R\$ 1.601,24 em adubos nitrogenados e fosfatados. Para a cultivar Leopard, a maior receita líquida estimada foi de R\$ 13.669,49, a qual corresponde a uma produção de 21.480 kg ha<sup>-1</sup> (produção de máxima eficiência econômica), que se torna possível com a aplicação de 89 kg ha<sup>-1</sup> de N + 199 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Para obtenção dessa receita líquida máxima, o produtor teria que investir R\$ 1.366,51 em adubos nitrogenados e fosfatados.

Quando se comparam as doses de máxima eficiência econômica às doses de máxima eficiência física para as duas cultivares (Tabelas 4 e 5), observa-se que não houve diminuição acentuada das doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicadas, podendo-se observar para a cultivar Olímpia, que ocorreu uma redução de 19% e 10,5% nos adubos nitrogenados e fosfatados aplicados e para a Leopard, 10% e 9%, respectivamente.

**Tabela 4** – Produção comercial (PC) de melancia cultivar Olímpia, receita bruta, custos com fertilizantes nitrogenados e fosfatados e receita líquida em função de doses N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Tratamentos	Doses de nutrientes		-----Cultivar Olímpia-----			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PC	Receita bruta	Custo dos fertilizantes	Receita líquida
	-----kg ha <sup>-1</sup> -----		kg ha <sup>-1</sup>	-----R\$-----		
1	0	0	17600	7040	0	7040,0
2	0	88	26250	10500	424,072	10075,93
3	0	220	30390	12156	1060,18	11095,82
4	0	397	19430	7772	1908,324	5863,67
5	48	0	19910	7964	219,792	7744,20
6	48	88	29000	11600	643,864	10956,14
7	48	220	33900	13560	1279,972	12280,03
8	48	397	23900	9560	2128,116	7431,88
9	121	0	19670	7868	554,059	7313,94
10	121	88	29530	11812	978,131	10833,87
11	121	220	35490	14196	1614,239	12581,76
12	121	397	26960	10784	2462,383	8321,61
13	218	0	12350	4940	998,222	3941,77
14	218	88	23180	9272	1422,294	7849,70
15	218	22	30610	12244	2058,402	10185,60
16	218	397	24020	9608	2906,546	6701,45
----	<b>111*</b>	<b>227</b>	<b>35620</b>	<b>14248</b>	<b>1601,24</b>	<b>12646,76</b>
----	90	190	35056	14022,4	1327,72	12694,68
----	89	200	35208	14083,2	1371,331	12711,87
----	90	201	35236	14094,4	1380,729	12713,67
----	90	202	35249	14099,6	1385,548	12714,05
----	<b>90**</b>	<b>203</b>	<b>35261</b>	<b>14104,4</b>	<b>1390,367</b>	<b>12714,03</b>
----	89	203	35246	14098,4	1385,788	12712,61

\*dose de máxima eficiência física; \*\*dose de máxima eficiência econômica

**Tabela 5** – Produção comercial (PC) de melancia cultivar Leopard, receita bruta, custos com fertilizantes nitrogenados e fosfatados e receita líquida em função de doses N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Tratamentos	Doses de nutrientes		Cultivar Leopard			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	PC	Receita bruta	Custo dos fertilizantes	Receita líquida
	-----kg ha <sup>-1</sup> -----		kg ha <sup>-1</sup>	-----R\$-----		
Cultivar Olímpia						
1	0	0	11760	8232	0	8232,0
2	0	88	16190	11333	424,07	10908,93
3	0	220	19480	13636	1060,18	12575,82
4	0	397	15310	10717	1908,32	8808,676
5	48	0	14280	9996	219,79	9776,208
6	48	88	18300	12810	643,86	12166,14
7	48	220	20960	14672	1279,97	13392,03
8	48	397	18230	12761	2128,11	10632,88
9	121	0	16300	11410	554,05	10855,94
10	121	88	19690	13783	978,13	12804,87
11	121	220	21410	14987	1614,23	13372,76
12	121	397	17420	12194	2462,38	9731,61
13	218	0	15600	10920	998,22	9921,77
14	218	88	18160	12712	1422,29	11289,71
15	218	22	18630	13041	2058,40	10982,6
16	218	397	12960	9072	2906,54	6165,454
-----	<b>100*</b>	<b>219</b>	<b>21515</b>	<b>15060,5</b>	<b>1513,81</b>	<b>13546,69</b>
----	80	190	21270	14889	1281,93	13607,07
----	80	200	21350	14945	1330,12	13614,88
----	90	190	21360	14952	1327,72	13624,28
----	90	200	21430	15001	1375,91	13625,09
-----	90	210	21470	15029	1424,1	13604,90
----	<b>89**</b>	<b>199</b>	<b>21480</b>	<b>15036</b>	<b>1366,51</b>	<b>13669,49</b>
----	88	199	21410	14987	1361,93	13625,07
----	89	200	21420	14994	1371,33	13622,67

\*dose de máxima eficiência física; \*\*dose de máxima eficiência econômica

## 2.4 CONCLUSÕES

As doses de nitrogênio e fósforo afetaram o número de frutos e o rendimento da melancia, porém o efeito do fósforo foi mais pronunciado do que o do nitrogênio.

A produção total e comercial máxima foram atingidas em uma dose média de 224 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, para as duas cultivares, porém, em relação à adubação nitrogenada, as cultivares tiveram comportamentos distintos, sendo que a produção total máxima da Olímpia foi na dose de 131 kg ha<sup>-1</sup> de N e para a Leopard 80 kg ha<sup>-1</sup> de N.

O incremento no rendimento é mais significativo com o aumento na dose de fósforo em relação às doses de nitrogênio.

A massa média total não variou com as doses de nitrogênio e fósforo aplicadas.

Doses muito altas de N e P diminuem a produção de melancia.

Em média, as doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> de máxima eficiência econômica são 10% menores do que as doses de máxima eficiência física.

Doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> influenciaram no teor de SS na cultivar Olímpia.

A cultivar Olímpia apresentou frutos mais doces e menos ácidos em função dos tratamentos testados em comparação com a cultivar Leopard.

Os frutos da cultivar Leopard apresentam maior potencial de resistência ao transporte proporcionado pelo seu maior valor de firmeza de polpa.

## 2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRÊU, F. L. G.; CAZETTA, J. O.; XAVIER, T. F. Adubação fosfatada no meloeiro-amarelo: reflexos na produção e qualidade dos frutos. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1266-1274, 2011.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, J. **Evapotranspiration del cultivo**: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma: FAO, 2006. 298p. (FAO, Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).

ALMEIDA, M. L. B.; SILVA, G. G.; ROCHA, R. H. C.; MORAIS, P. L. D.; SARMENTO, J. D. A. Caracterização físico-química de melancia 'Quetzali' durante o desenvolvimento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 28-31, out.-dez., 2010.

ANDRADE JUNIOR, A. S.; DIAS, N. S.; FIGUEIRDO JÚNIOR, L. G. M.; RIBEIRO, V. Q.; SAMPAIO, D. B. Produção e qualidade de melancia à aplicação de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 836-841, 2006.

ANDRADE JUNIOR, A. S.; DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; FIGUEREDO JUNIOR, L. G. M.; DANIEL, R. Frequência de aplicação de nitrogênio e de potássio via água de irrigação por gotejamento na cultura da melancia em Parnaíba, PI. **Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 03, p. 01-07, 2007.

ARAÚJO, W. F.; BARROS, M. M.; MEDEIROS, R. D.; CHAGAS, E. A.; NEVES, L. T. B. C. Crescimento e produção de melancia submetida a doses de nitrogênio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 80-85, 2011.

BARROS, M. M.; ARAUJO, W. F.; NEVES, L. T. B. C.; CAMPOS, A. J.; TOSIN, J. M. Produção e qualidade da melancia submetida à adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 10, p. 1078-1084, 2012.

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

BRITO, L. T. L.; SOARES, J. M.; FARIA, C. M. B.; COSTA, N. D. Fontes de fósforo aplicadas na cultura do melão via água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 19-22, 2000.

CARLOS, A. L. X.; MENEZES, J. B.; ROCHA, R. H. C.; NUNES, G. H. S.; SILVA, G. G. Vida útil pós-colheita de melancia submetida a diferentes temperaturas de armazenamento. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 29-35, 2002.

CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O. F. **Mossoró**: um município do semiárido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico. Mossoró: ESAM, 1995. 62p. (Coleção Mossoroense, série B).

CARRIJO, O. A.; SOUZA, R. B.; MAROUELLI, W. A.; ANDRADE, R. J. **Fertirrigação de hortaliças**. Brasília: EMBRAPA, 2004. (Circular técnica, 32).

CARVALHO, R. N. **Cultivo de melancia para a agricultura familiar**. Embrapa Informação Tecnológica – Brasília, DF. 2ª. ed. rev. 112p. 2005.

CASALI, V. W. M.; SONNEMBERG, P. E.; PEDROSA, J. F. Melancia: Cultivares e métodos culturais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 8, n. 85, p. 29-32, 1982.

CASTELLANE, P. D.; CORTEZ, G. E. **A cultura da melancia**. Jaboticabal, FUNEP/FCAV-UNESP, 1995. 64p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Editora UFLA, 2005. 785p.

COSTA, A. R. F. C.; MEDEIROS, J. F.; PORTO FILHO, F. Q.; SILVA, J. S.; FREITAS, D. C.; COSTA, F. G. B. Produção de cultivares de melancia submetidas a níveis de salinidade da água de irrigação e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 4, p. 242-248, 2010.

DIAS, R. C. S.; RESENDE, D. M.; COSTA, N. D. **Cultura da melancia**. Petrolina, 2001, 20p. (EMBRAPA. Circular Técnica, 63).

EMBRAPA. **Sistema de produção da melancia** (versão eletrônica). Embrapa Semiárido, 2010. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/colheita>>. Acesso em 30 de out. 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: CNPS, 1999. 412p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 402p.

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. **Maximização da eficiência de produção das culturas**. Brasília: Embrapa-CNPAF, 1999. 294p.

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.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2003. 402p.

FREITAS JÚNIOR, A. N.; BISCARO, A. G.; SILVA, T. R. B. Adubação fosfatada em melancia irrigada, no município de Cassilândia (MS). **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2008.

GONSALVES, M. V. I.; PAVANI, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B.; FELTRIM, A. L. Índice de área foliar e produtividade da melancieira com frutos sem sementes em função do espaçamento entre plantas e de N e K aplicados por fertirrigação. **Científica**, Jaboticabal, v. 39, n. 1/2, p. 25-33, 2011.

GOTO, R.; TIVELLI, S. W. (Org.). **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: UNESP, 1998. 319p.

GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. M. S.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J. O.; AZEVEDO, P. E. Acúmulo e exportação de macronutrientes pela cultivar de melancia Mickylee. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 73-81, 2005.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 93-97, 2004.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 763-767, 2005a.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes, híbrido Shadow. **Científica**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 69-74, 2005b.

LEÃO, D. S. S.; PEIXOTO, J. R.; VIEIRA, J. V.; CECÍLIO FILHO, A. B. Produtividade de melancia em diferentes níveis de adubação química e orgânica. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 32-41, 2008.

LEÃO, D. S.; PEIXOTO, J. R.; VIEIRA, J. V. Teor de licopeno e de sólidos solúveis totais em oito cultivares de melancia. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 22, n. 3, p. 7-15, 2006.

LIMA NETO, I. S.; GUIMARAES, I. P.; BATISTA, P. F.; AROUCHA, E. M. M.; QUEIROZ, M. A. Qualidade de frutos de diferentes variedades de melancia provenientes de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 14-20, out.-dez., 2010.

LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; GRANGEIRO, L. C.; MARROCOS, S. T. P. Crescimento e acúmulo de macronutrientes em melancia

'quetzale' cultivada sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 34-42, jan.-mar., 2011.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Editora Ceres, São Paulo, 2006. 638p.

MARSCHENER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 2002. 889p.

MEDEIROS, D. C. **Produção e qualidade de melancia fertirrigada com nitrogênio e potássio**. 2008. 69p. Mossoró-RN: Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Tese de Doutorado em Fitotecnia, 2008.

MERRIAM, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. Logan: Utah State University, 1978. 271p.

MORAIS, N. B.; BEZERRA, F. M. L.; MEDEIROS, J. F.; CHAVES, S. W. P. Resposta de plantas de melancia cultivadas sob diferentes níveis de água e de nitrogênio. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 369-377, 2008.

MOHR, H. C. **Watermelon breeding**. In: BASSET, M. I. Wedtport, Breeding Vegetable Crops, 1986. 584p.

MOUSINHO, F. E. P.; COSTA, R. N. T.; GOMES FILHO, R. R. Função de resposta da melancia à aplicação de água e nitrogênio pra as condições edafoclimáticas de Fortaleza, CE. **Irriga**, Botucatu, v. 8, n. 3, p. 264-272, 2003.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora. UNESP, 2008. 407p.

RODRIGUEZ, O. **A importância do potássio em citricultura**. In: YAMADA, T. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 1982, p. 507-513.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1991. 343p.

RAMOS, A. R. P.; DIAS, R. C. S.; ARAGÃO, C. A. Densidades de plantio na produtividade e qualidade de frutos de melancia. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 560-564, 2009.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.



SILVA, D. J.; FARIA, C. M. B.; PINTO, J. M.; COSTA, N. D.; GAVA, C. A. T.; DIAS, R. C. S.; GOMES, T. C. A.; ARAÚJO, J. L. P. Cultivo de melão orgânico: fosfatos naturais como fontes alternativas de fósforo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 559-566, 2009.

SILVA, F. N.; MAIA, S. S. S.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. F. Rendimento de melão-amarelo em resposta à aplicação de diferentes fontes e doses de fósforo. **Revista Verde**, Cataguases, v. 5, n. 2, p. 213-221, 2010.

SILVA, M. A. G. **Efeito do nitrogênio e potássio na produção e nutrição do pimentão em ambiente protegido**. 1998. 86p. Piracicaba: ESALQ. (Tese de Doutorado em Agronomia), 1998.

SILVA, M. L.; QUEIRÓZ, M. A.; ALMEIDA, C. A. Variabilidade genética de acessos de melancia coletados em três regiões do estado da Bahia. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 4, p. 93-100, 2007a.

SILVA, P. S. L.; RODRIGUES, V. L. P.; AQUINO, B. F.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, J. Resposta do meloeiro à aplicação de doses de nitrogênio e fósforo. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 1, p. 64-70, 2007b.

SOARES, J.; COSTA, R. N. T.; SILVA, L. A. C.; GONDIM, R. S. Função de resposta da melancia aos níveis de água e adubação nitrogenada, no Vale do Curu, CE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, p. 219-224, 2002.

SUSLOW, T. V. **Recommendations for Maintaining Postharvest Quality**. Department of Plant Sciences, University of California, Davis, CA 95616, 2012. <http://www.postharvest.ucdavis.edu/>

VOISIN, A. **Adubos – Novas leis científicas de sua aplicação**. São Paulo, Mestre Jou, 1973. 130p.

**CAPÍTULO 3**  
**ESTADO NUTRICIONAL DA MELANCIA FERTIRRIGADA COM**  
**DOSES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO**

## RESUMO

SOUZA, Marcelo Sobreira de. **Estado nutricional da melancia fertirrigada com doses de nitrogênio e fósforo**. 2012. 30f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2012.

A análise foliar é uma importante ferramenta para o bom desenvolvimento de um pacote nutricional e através dela pode-se saber se determinado nutriente está sendo absorvido na quantidade necessária ou se está havendo deficiência ou toxicidade dele em situações não diagnosticadas visualmente. O conhecimento da exigência nutricional e de concentração dos nutrientes por meio de órgãos representativos nas plantas é importante para estabelecer as quantidades e o momento certo de serem aplicados os nutrientes de acordo com sua respectiva fase de desenvolvimento, obtendo-se, assim, melhores rendimentos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de N e  $P_2O_5$  via água de irrigação na absorção de macro e micronutrientes pela cultura da melancia. O experimento foi realizado na Fazenda Santa Luzia, localizada no município de Baraúna – RN ( $5^\circ 05' 57''S$  e  $37^\circ 33' 16''W$ ). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial com cultivo em faixas  $4 \times 4 \times 2$ , resultando em 32 tratamentos, com 3 repetições, totalizando 96 parcelas na área do experimento. Os tratamentos foram formados por quatro doses de nitrogênio – N (0; 48; 121;  $218 \text{ kg ha}^{-1}$ ) combinadas com quatro doses de fósforo –  $P_2O_5$  (0; 88; 220;  $397 \text{ kg ha}^{-1}$ ) em esquema fatorial, com duas cultivares de melancia (Olímpia e Leopard) nas subparcelas em faixas. Em nenhum dos tratamentos foi encontrado deficiência de N, P, K, Ca, Mg, Fe e Mn nas folhas da melancia, com exceção de Cu e Zn. As doses de N e  $P_2O_5$ , bem como as suas interações proporcionaram efeito significativo sobre os teores dos macronutrientes nas folhas da melancia. Os macronutrientes mais absorvidos pelas folhas de melancia foram  $N > Ca > K > Mg > P$  e para os micronutrientes  $Fe > Mn > Zn > Cu$ .

**Palavras-chaves:** *Citrullus lanatus*, análise foliar, macronutrientes.

## ABSTRACT

SOUZA, Marcelo Sobreira de. **Nutritional status of watermelon fertirrigacion with rates nitrogen and phosphorus**. 2012. 30f. Thesis (DSc Agronomy: Plant Science) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2012.

The leaf analysis is an important tool for the successful development of a nutritional package and it becomes possible to know if a certain nutrient is being absorbed in the required amount or if there is deficiency or toxicity of it in situations not diagnosed visually. Knowledge of the nutritional requirement and concentration of nutrients through representative organs in plants is important to establish the timing and amounts to apply nutrients according to its respective development phase, obtaining thus better yields. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of doses of N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> through irrigation water on the absorption of N, P and K by watermelon cultivation. The study was conducted at Santa Luzia farm, in Mossoró, in the State of Rio Grande do Norte, Brazil (5° 05' 57"S e 37° 33' 16"W). The experimental design was completely randomized blocks with strip cropping 4 x 4 x 2, resulting in thirty two treatments with three repetitions, total 96 plots in the experimental area. The treatments consisted of the application of four doses of N (0; 48; 121; 218 kg ha<sup>-1</sup>) combined with four doses of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0; 88; 220; 397 kg ha<sup>-1</sup>) in a factorial, design with two cultivars of watermelon (Olímpia e Leopard) subplots banded. No deficiency of N, P, K, Ca, Mg, Fe and Mn in the watermelon leaves was found in any treatment, excepting Cu and Zn. The doses of N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, as well as the interaction provided significant effect on contents of macronutrients in the watermelon leaves. The more macronutrients absorbed by the leaves of watermelon were N>Ca>K>Mg>P and the micronutrients Fe>Mn>Zn>Cu.

**Keywords:** *Citrullus lanatus*, leaf analysis, macronutrients.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A fruticultura irrigada ocupa posição de destaque na agricultura nordestina. As condições edafoclimáticas da região, associadas a tecnologias adequadas, propiciam boa produtividade e frutos com excelente qualidade, atendendo às exigências dos mercados interno e externo.

A fertirrigação é uma tecnologia que veio incrementar a produtividade e a melhoria na qualidade dos frutos, pois contribui para o fornecimento de nutrientes no momento adequado e na quantidade desejada, junto ao sistema radicular da planta, proporcionando maior eficiência na absorção de nutrientes.

Com o auxílio dessa tecnologia e com a evolução do melhoramento genético e o surgimento de cultivares modernas de melancia, principalmente os híbridos com alta produtividade, nos últimos cinco anos, a área cultivada com melancia no Rio Grande do Norte, mais especificamente na região de Mossoró, onde se encontra a maior área irrigada do Estado, tem aumentado significativamente. A melancia híbrida diplóide (com semente) e triplóide (sem semente), estão substituindo as cultivares tradicionais, visando ao aumento da uniformidade e produtividade, destinadas principalmente ao mercado externo.

Os híbridos não possuem a mesma necessidade nutricional que as cultivares de melancia mais tradicionais, que não eram híbridas. Assim, a nutrição dessas novas cultivares deve ser diferenciada e baseada em estudos com plantas e sistemas de cultivo específicos. Porém, os produtores da região não possuem informações sobre as doses necessárias de nutrientes para alcançar o máximo rendimento da melancia e melhorar a qualidade dos frutos, principalmente em relação aos novos híbridos introduzidos na região, por isso esses produtores estão aplicando altas quantidades de fertilizantes, maiores do que as necessárias para o rendimento máximo, aumentando os custos de produção e os danos causados ao meio ambiente, podendo tornar essa prática agrícola insustentável.

Dentre os nutrientes necessários ao desenvolvimento da melancia o nitrogênio e o fósforo são os que requerem maior atenção dentro de um programa nutricional: o fósforo devido ao baixo teor nos solos das regiões tropicais (PRADO et al., 2005; NOVAIS; SMYTH, 1999), seu elevado poder de imobilização do nutriente adicionado (EPSTEIN; BLOOM, 2006), sua baixa mobilidade no solo (COSTA et al., 2009) e a alta demanda das plantas em sua fase inicial de crescimento (NOVAIS; SMYTH, 1999). O nitrogênio devido à sua grande mobilidade no solo, pode ser facilmente lixiviado, podendo, ao longo do tempo, atingir o lençol freático e os corpos de água por ele alimentados (DYNIA et al., 2006; CORREA et al., 2006; PHILLIPS; BURTON, 2005).

A análise foliar é uma importante ferramenta para o bom desenvolvimento de um pacote nutricional: através dela pode-se saber se determinado nutriente está sendo absorvido na quantidade necessária ou se há deficiência ou toxicidade dele em situações não diagnosticadas visualmente (MALAVOLTA et al., 1989).

O teor de nutrientes nas plantas varia de acordo com seu desenvolvimento, sendo distinto com a floração, formação e crescimento dos frutos. O conhecimento da exigência nutricional e da concentração dos nutrientes por meio de órgãos representativos nas plantas é importante para estabelecer as quantidades e o momento certo de serem aplicados os nutrientes de acordo com a respectiva fase de desenvolvimento, obtendo-se, assim, melhores rendimentos (RAIJ, 1991).

A diagnose foliar é um método de avaliação do estado nutricional das culturas na qual se analisam determinadas folhas em períodos definidos da vida da planta. As folhas são os órgãos que melhor refletem o estado nutricional das plantas, isto é, respondem mais às variações no suprimento dos elementos, seja por meio dos já existentes no solo ou pela adição de adubo (MALAVOLTA, 2006).

Na melancia, as faixas críticas mais utilizadas para os teores foliares são as propostas por Trani e Raij (1996), com variações em  $\text{g kg}^{-1}$ : N - 25,0 a 50,0; P - 3,0 a 7,0; K - 25,0 a 40,0; Ca - 25,0 a 50,0; Mg - 2,0 a 12,0; S - 2,0 a 3,0; em  $\text{mg kg}^{-1}$ : B - 30,0 a 80,0; Cu - 10,0 a 15,0; Fe - 50,0 a 300,0; Mn - 50,0 a 200,0; Zn - 20,0 a 60,0 e

considerando a coleta da quinta folha a partir da ponta, excluindo o tufo apical, da metade até 2/3 do ciclo da planta. Raij et al. (1997), Locascio (1996), IFA (2006), Jones Junior et al. (1991) e Malavolta et al. (1997) também fazem citações às faixas adequadas ou suficientes para a cultura da melancia.

Assim, o objetivo do estudo foi o de verificar o efeito de adubações com doses crescentes de N e de  $P_2O_5$ , via fertirrigação, nos teores foliares de macro e micronutrientes na cultura da melancia.

## **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.2.1 Característica da área experimental**

As condições experimentais, tratamentos estudados e manejo da fertirrigação foram as mesmas descritas no capítulo 2, do item 2.2.1 ao 2.2.5.

### **3.2.2 Amostragem do tecido vegetal para a análise nutricional**

Para a determinação dos teores foliares de nutrientes da cultivar Olímpia e Leopard, foi coletada a quinta folha completa (limbo + pecíolo) a partir da ponta da rama, excluindo o tufo apical (TRANI; RAIJ 1996). As folhas foram coletadas em todas as plantas da parcela de todos os tratamentos, aos 38 DAT, período de floração e início da frutificação.

Os teores de N total foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl (MALAVOLTA et al., 1997). Os teores de P foram determinados pelo método do complexo fosfo-molíbico em meio redutor, adaptado por Braga e Defelipo (1974). O K por fotometria de emissão de chama e o Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu determinados por espectrofotômetro de absorção atômica. Com exceção do N, as demais determinações foram realizadas no extrato obtido pela digestão nítrica em microondas.

### 3.2.3 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), conforme o delineamento descrito e procedeu-se a análise de regressão com auxílio do software SAEG v. 9.0 em função das doses N e de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (RIBEIRO JÚNIOR, 2001). As equações de regressão foram escolhidas com base na significância do modelo de regressão, adotando-se o nível de 5% de probabilidade e dos coeficientes da equação de regressão, adotando-se o nível de 10% de probabilidade.

## 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os teores de macro e micronutrientes em função das doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nas folhas da melanciaira (Tabela 1), verificou-se que os nutrientes mais absorvidos pelas folhas da cultivar Olímpia foram, por ordem decrescente, o N, Ca, K, Mg e P, com exceção apenas dos tratamentos T1, T5, T10 e T12, o Mg foi absorvido em maior quantidade do que o P.

Em relação à cultivar Leopard, o N também foi o nutriente mais absorvido pelas folhas, e o segundo elemento mais absorvido em oito tratamentos foi o Ca e nos outros oito tratamentos foi o K, embora a diferença entre estes elementos seja mínima; considerando a média geral, os teores foliares foram de 30,1 e 30,2 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente para o Ca e o K. O Mg em média (4,1 g kg<sup>-1</sup>) foi mais absorvido do que o P (3,1 g kg<sup>-1</sup>).

Com relação à ordem de absorção de micronutrientes, as duas cultivares tiveram comportamentos similares, onde os teores foliares de Fe>Mn>Zn>Cu.

Grangeiro e Cecílio Filho (2004) verificaram que no período de florescimento e início da frutificação, os teores médios de macronutrientes no híbrido de melancia Tide na parte vegetativa foram de 40,6 g kg<sup>-1</sup> N, 7,9 g kg<sup>-1</sup> de P, 59,0 g kg<sup>-1</sup> de K, 15,0 g kg<sup>-1</sup> de Ca e 9,0 g kg<sup>-1</sup> de Mg. Em outro experimento, desta vez com o híbrido de melancia



sem sementes Nova, os teores foliares acumulados foram de 63,0 g kg<sup>-1</sup> N, 7,6 g kg<sup>-1</sup> de P, 30,9 g kg<sup>-1</sup> de K, 14,7 g kg<sup>-1</sup> de Ca e 4,6 g kg<sup>-1</sup> de Mg (GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2005a).

Houve diferença significativa entre as cultivares, pelo teste de F, nos teores foliares de N, P, K, Mg e Fe (Tabela 1). Os teores foliares de N, P e Mg foram maiores na cultivar Olímpia, em torno de 3,5%; 45% e 24,4%, respectivamente, em relação a cultivar Leopard, para a qual os teores foliares de K e Fe foram 48,3% e 24,3%, maiores do que a melancia Olímpia.

**Tabela 1** – Teores foliares médios de macro e micronutrientes em melancia cultivares Olímpia e Leopard em função das doses de nitrogênio e fósforo. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Tratamentos	Doses de nutrientes		Nutrientes								
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
	---kg ha <sup>-1</sup> ---		-----g kg <sup>-1</sup> -----			-----mg kg <sup>-1</sup> -----					
Cultivar Olímpia											
1	0	0	45,6	5,1	22,6	37,5	4,0	205,7	26,8	80,8	12,2
2	0	88	50,2	3,5	18,4	36,1	4,6	213,2	19,2	94,7	13,0
3	0	220	43,7	4,1	15,8	34,1	5,4	184,8	21,4	92,7	12,7
4	0	397	47,7	3,8	20,0	30,3	6,1	191,4	20,5	77,1	11,8
5	48	0	47,0	4,8	22,1	25,0	4,2	212,5	22,2	72,6	15,3
6	48	88	49,5	4,3	20,2	24,8	5,8	222,9	16,7	92,6	12,0
7	48	220	51,9	5,0	19,9	32,4	5,8	183,8	17,6	100,6	12,1
8	48	397	49,7	4,8	21,1	33,9	6,2	238,4	18,1	90,6	11,5
9	121	0	49,9	5,1	22,3	26,2	6,0	218,2	24,5	72,3	12,7
10	121	88	43,1	4,4	19,4	30,3	4,3	264,5	24,1	72,2	13,0
11	121	220	52,6	4,4	22,5	28,0	4,8	290,8	17,1	102,2	12,3
12	121	397	57,1	5,1	14,0	28,2	4,6	270,5	12,5	100,7	12,1
13	218	0	53,5	4,9	24,2	22,4	5,1	176,4	21,8	66,2	14,9
14	218	88	53,3	4,2	21,5	38,3	4,3	198,1	30,3	83,9	14,3
15	218	22	58,5	4,4	18,3	39,2	5,0	214,1	20,1	96,3	11,2
16	218	397	50,0	4,7	21,7	29,5	5,1	172,5	20,7	74,6	12,0
	Média*		50,2a	4,5a	20,3b	31,0a	5,1a	216,1b	20,9a	85,6a	12,7a
Cultivar Leopard											
1	0	0	50,1	2,7	32,0	31,4	4,7	274,2	21,1	80,5	11,3
2	0	88	45,5	3,1	27,1	38,8	4,9	228,1	16,4	96,5	9,5
3	0	220	43,5	3,3	24,3	30,3	3,6	280,9	19,8	104,6	9,5
4	0	397	49,6	3,1	27,3	29,1	4,8	228,5	19,2	88,2	10,5
5	48	0	42,0	3,5	24,4	25,8	3,2	194,8	19,9	48,9	10,7
6	48	88	40,8	3,3	37,1	32,8	4,1	317,5	23,1	107,8	11,1
7	48	220	53,1	2,6	29,7	33,4	2,9	294,7	31,4	69,5	9,4
8	48	397	50,4	3,3	30,6	29,2	3,9	237,2	20,3	74,0	11,4
9	121	0	53,1	3,4	31,6	25,2	4,1	314,7	25,9	115,7	11,8
10	121	88	46,7	3,2	32,0	33,4	4,2	248,0	20,6	74,3	9,8
11	121	220	50,0	3,4	33,6	26,5	3,6	311,1	25,8	109,5	11,7
12	121	397	52,4	3,5	32,3	30,9	4,3	310,3	36,7	97,8	12,3
13	218	0	46,8	2,8	30,6	24,9	3,5	275,6	23,0	71,5	12,3
14	218	88	54,4	3,1	30,5	30,5	4,6	259,3	34,3	80,3	11,4
15	218	22	43,7	2,6	28,8	33,5	4,4	257,3	35,5	85,1	11,2
16	218	397	53,7	3,3	30,5	27,1	4,7	266,9	18,5	91,4	10,3
	Média*		48,5b	3,1b	30,1a	30,2a	4,1b	268,7a	24,4a	87,2a	10,9b

\*letras minúsculas nas colunas comparam médias de cultivares pelo teste de F a 5% de probabilidade

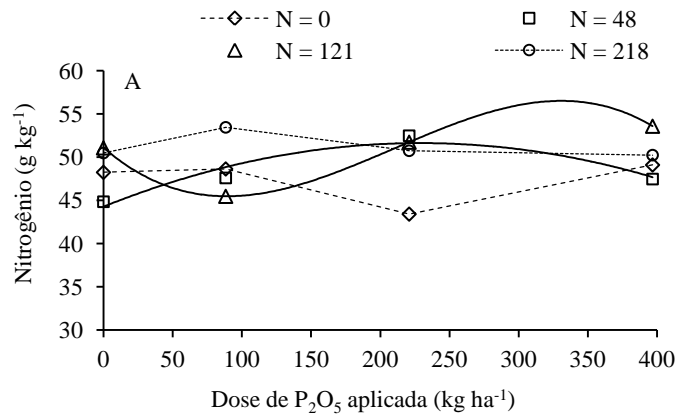
Pela análise de variância, verificou-se efeito isolado de doses de N e  $P_2O_5$  nos teores foliares de P e micronutrientes, interação N x  $P_2O_5$  para os teores foliares de N, K e Ca e interação cultivares x N x  $P_2O_5$  para o Mg. Kikuti et al. (2006), estudando doses crescentes de N e P para a cultura do feijão, verificaram que os teores de macronutrientes nas folhas foram influenciados pelas doses de N e P isoladamente, não havendo interação entre doses de N e P.

### 3.3.1 Nitrogênio (N)

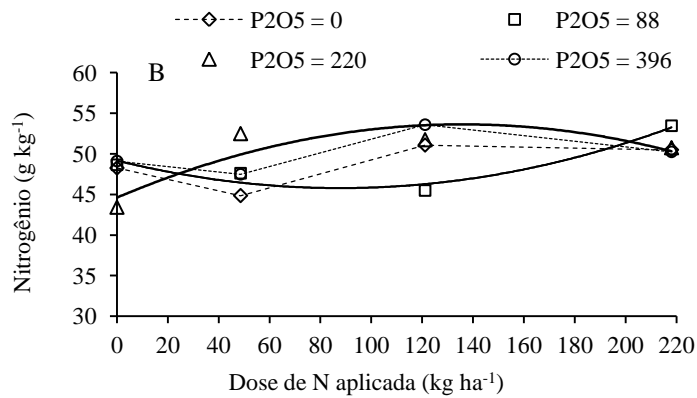
Desdobrando as doses de  $P_2O_5$  dentro das doses de N, pode-se observar pela Figura 1A, que os teores foliares de N em função das doses de  $P_2O_5$  responderam diferentemente a cada dose de N aplicada. Para as doses 0,0 e 218 kg ha<sup>-1</sup> de N, a concentração de nitrogênio nas folhas foi de 47,3 e 51,2 g kg<sup>-1</sup> em média, respectivamente, sendo que nenhum modelo de regressão ajustou-se aos dados, evidenciando que a adubação fosfatada não influenciou nos teores foliares de nitrogênio quando se aplicaram essas doses extremas de N.

Na dose 48 kg ha<sup>-1</sup> de N ajustou-se um modelo quadrático, onde a máxima concentração de nitrogênio foi de 54,53 g kg<sup>-1</sup> na dose 320 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ . Para a dose 121 kg ha<sup>-1</sup> de N, ajustou-se um modelo cúbico com um ponto de máxima e mínima concentração foliar de nitrogênio de 47,82 e 45,26 g kg<sup>-1</sup> nas doses 250 e 98 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ , respectivamente.

Assim, as doses crescentes de N geralmente aumentaram o teor de N foliar na melancia, resultados semelhantes aos obtidos por Nogueira (2011), que, estudando doses crescentes de N e K em duas cultivares de melancia Quetzali e Leopard, observou para esta que houve efeito linear, onde a maior dose de N (818 kg ha<sup>-1</sup>) proporcionou maior acúmulo de N (42,4 g kg<sup>-1</sup>), ao passo que para a cultivar Quetzali, a adubação nitrogenada não afetou o teor de N nas folhas, cujo valor médio foi de 44,4 g kg<sup>-1</sup>.



Equação	R <sup>2</sup>
y (0) = 47,3	---
y (48) = -0,0001 * x <sup>2</sup> + 0,0641 <sup>ns</sup> x + 44,26	0,91*
y (121) = -0,000002 * x <sup>3</sup> + 0,001 <sup>ns</sup> x <sup>2</sup> - 0,138 <sup>o</sup> x + 51,0	1,0**
y (218) = 51,2	---



Equação	R <sup>2</sup>
y (0) = 48,7	---
y (88) = 0,0004 * x <sup>2</sup> - 0,0772 <sup>o</sup> x + 49,16	0,93**
y (220) = -0,0005 * x <sup>2</sup> + 0,133 * x + 44,60	0,78**
y (396) = 50,1	---

**Figura 1** – Teores foliares de nitrogênio (N) em plantas de melancia em função da adubação com fósforo em diferentes níveis de N (A) e da adubação nitrogenada em diferentes níveis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

No desdobramento das doses de N dentro das doses de  $P_2O_5$  (Figura 1B), observa-se que para as doses 88 e 220  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  ajustaram-se modelos quadráticos. Pode-se observar um efeito depressivo no teor de nitrogênio nas folhas, para a dose 88  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  com a aplicação de N até a dose de 100  $kg\ ha^{-1}$ , onde o teor na folha alcança o valor mínimo de 45,44  $g\ kg^{-1}$  de N; a partir daí o teor de nitrogênio foliar aumentou com o crescimento das doses de N. Já para a dose 220  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ , o teor máximo de N nas folhas 53,44  $g\ kg^{-1}$  foi observado na dose 135  $kg\ ha^{-1}$  de N. Nas doses 0,0 e 396  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ , não houve efeito da adubação nitrogenada na concentração de nitrogênio nas folhas.

Kikuti et al. (2006) verificaram que os teores de N nas folhas de feijão foram influenciados somente pelas doses de N, não havendo efeito das doses de  $P_2O_5$ .

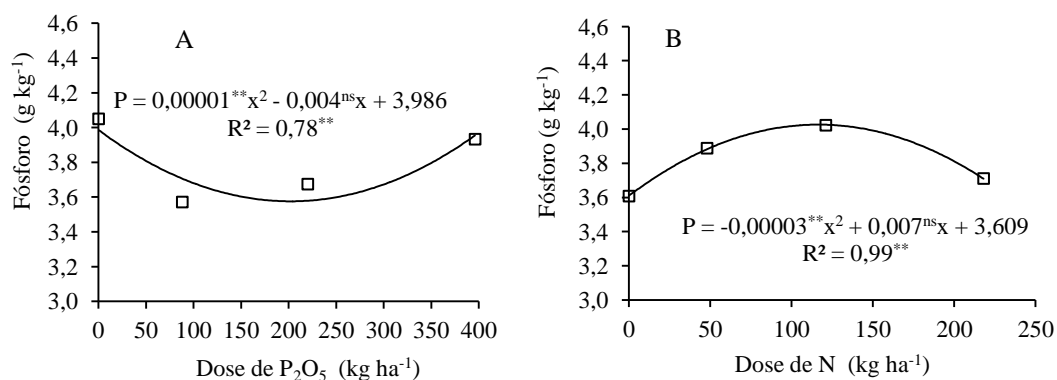
Segundo Vichiato (1996), o fósforo requerido para o ótimo crescimento das plantas varia conforme a espécie ou órgão analisado, variando de 0,1 a 0,5% da matéria seca. Além de ajudar as raízes e as plântulas a se desenvolverem mais rapidamente, o fósforo aumenta a resistência ao frio, melhora a eficiência no uso da água, favorece a resistência a doenças em algumas plantas (POZZA et al., 2002) e aumenta a absorção de nutrientes, especialmente do nitrogênio (NOVAIS; SMYTH, 1999).

Os teores de nitrogênio (Figuras 1A e B) nas folhas de melancia encontraram-se dentro da faixa adequada, de 25,0 a 50,0  $g\ kg^{-1}$  (TRANI; RAIJ, 1996) e de 40,0 a 55,0  $g\ kg^{-1}$  (JONES JÚNIOR et al., 1991). Grangeiro et al. (2005), estudando a cultivar de melancia Mickylee e Lucena et al. (2011), estudando a cultivar Leopard, encontraram teores médios de N na parte vegetativa de 31,4 e 32,14  $g\ kg^{-1}$ , respectivamente, no período de florescimento e início da frutificação.

### **3.3.2 Fósforo (P)**

A Figura 2A expõe a relação entre os teores de fósforo nas folhas de melancia e as doses utilizadas de  $P_2O_5$ . É possível observar efeito depressivo no teor de fósforo nas

folhas, com a aplicação de  $P_2O_5$  até a dose de  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ , onde o teor na folha alcança o valor mínimo de  $3,58 \text{ g kg}^{-1}$  de P. A partir daí, o teor de fósforo aumentou com o incremento das doses de  $P_2O_5$ . Provavelmente, esse decréscimo no teor de P nas folhas ocorreu porque houve efeito de diluição da concentração de P na planta, em função do maior crescimento das plantas até a dose de  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ , a partir da qual a produção de matéria seca diminuiu, causando novo incremento na concentração de P nas folhas. Petrilli (2007), trabalhando com doses de fósforo incorporado ao solo, em feijão, observou resultado semelhante.



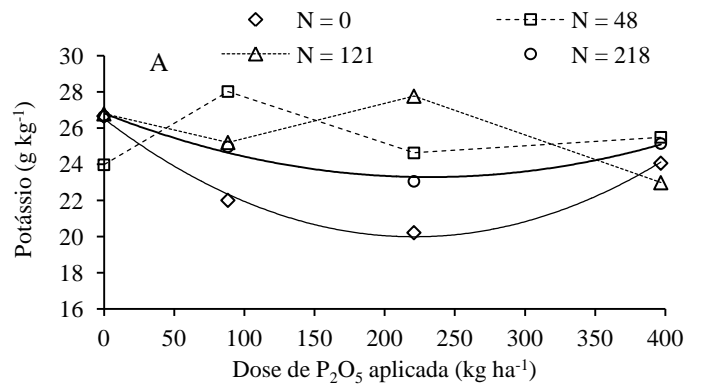
**Figura 2** – Teores foliares de fósforo (P) em plantas de melancia em função das doses de  $P_2O_5$  (A) e N (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Já as doses de N afetaram o teor de P nas folhas de forma quadrática, onde a dose de  $117,0 \text{ kg ha}^{-1}$  de N proporcionou o máximo acúmulo de P nas folhas,  $4,01 \text{ g kg}^{-1}$  (Figura 2B). Os teores de fósforo (Figuras 2A e B) nas folhas de melancia encontraram-se dentro da faixa adequada de  $3,0$  a  $7,0 \text{ g kg}^{-1}$  (TRANI; RAIJ 1996) e de  $2,0$  a  $6,0 \text{ g kg}^{-1}$  (LOCASCIO, 1996). Grangeiro e Cecílio Filho (2005a e 2005b), trabalhando com as cultivares de melancia Nova e Shadow, encontraram concentrações médias de P foliar divergentes desse trabalho,  $7,3$  e  $1,4 \text{ g kg}^{-1}$ , respectivamente, no estágio de florescimento e formação de frutos.

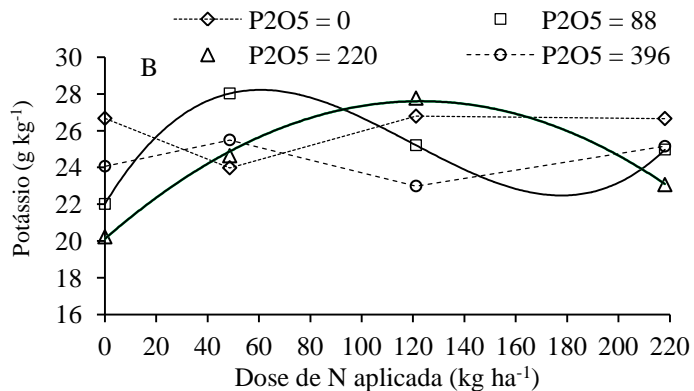
### 3.3.3 Potássio (K)

Os teores de K nas folhas de melancia foram influenciados significativamente pela interação doses de  $P_2O_5$  dentro das doses de N (Figura 3A). Nas doses extremas de N (0,0 e 218,0  $kg\ ha^{-1}$ ), o teor de K teve uma tendência a diminuir com a aplicação de  $P_2O_5$ , alcançando um valor mínimo de 20,8 e 23,58  $g\ kg^{-1}$  nas doses de 156,5 e 214,0  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ , respectivamente. Para as outras doses de N, o teor de K nas folhas praticamente manteve-se constante, não respondendo à aplicação de  $P_2O_5$ . No desdobramento das doses de N dentro das doses de  $P_2O_5$  (Figura 3B), para a dose 220  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$  ocorreu efeito positivo da adubação nitrogenada até a dose de 203  $kg\ ha^{-1}$  de N, alcançando o valor máximo de 32,51  $g\ kg^{-1}$  de K na folha, e a partir desse ponto ocorreu redução nos teores com o aumento das doses de nitrogênio. Na dose 88  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ , ajustou-se um modelo cúbico onde tem-se um ponto de máxima e mínima concentração de K nas folhas nas doses 58 e 190  $kg\ ha^{-1}$  de N; para as doses 0,0 e 396  $kg\ ha^{-1}$  de  $P_2O_5$ , os teores foliares de K não responderam à adubação nitrogenada.

Assim, observa-se que para as doses extremas de N e  $P_2O_5$  não houve respostas nos teores de N e K foliar, indicando que o crescimento das plantas e a consequente absorção de nutrientes são limitados pelo nutriente menos disponível para as plantas. Além disso, em doses altas de fertilizantes, ocorre o desequilíbrio das relações entre nutrientes no solo (antagonismo, inibição competitiva e inibição não competitiva); afetando a absorção dos nutrientes pela planta, debilitando-a nutricionalmente. Desta forma, para um bom rendimento das culturas, é necessário que os nutrientes sejam fornecidos de forma equilibrada e balanceada e estejam em equilíbrio químico com o solo.



Equação	R <sup>2</sup>
$y(0) = 0,00023^{**}x^2 - 0,072^{ns}x + 26,51$	0,99 <sup>**</sup>
$y(48) = 25,5$	---
$y(121) = 25,7$	---
$y(218) = 0,00007^{*}x^2 - 0,030^{ns}x + 26,8$	0,97 <sup>*</sup>



Equação	R <sup>2</sup>
$y(0) = 26,0$	---
$y(88) = 0,000007^{**}x^3 - 0,002^{*}x^2 + 0,231^{ns}x + 22,01$	1,0 <sup>**</sup>
$y(220) = -0,00030^{**}x^2 + 0,122^{ns}x + 20,11$	0,99 <sup>**</sup>
$y(396) = 24,4$	---

**Figura 3** – Teores foliares de potássio (K) em plantas de melancia em função da adubação com fósforo em diferentes níveis de N (A) e da adubação nitrogenada em diferentes níveis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.



Os teores de potássio (Figuras 3A e B) nas folhas de melancia encontraram-se dentro da faixa adequada, 25 a 50 g kg<sup>-1</sup>, segundo Malavolta et al. (1997) e Raij (1997), exceto para a dose N = 0,0 kg ha<sup>-1</sup>, onde o teor de K foliar ficou (em média) abaixo do limite inferior de 25,0 g kg<sup>-1</sup>. Durante o período de florescimento e início de formação dos frutos, os teores de K na parte vegetativa da melancia relatados na literatura estão acima dos valores observados neste trabalho. Grangeiro e Cecílio Filho (2005b), Grangeiro et al. (2005) e Lucena et al. (2011) constataram os seguintes teores, respectivamente: 57,5; 41,0 e 39,3 g kg<sup>-1</sup> de K.

Kikuti et al. (2006) verificaram que os teores de K nas folhas de feijão foram influenciados pelas doses de N e P isoladamente. Roberto Filho et al. (2006) não observaram efeito significativo das doses de N sobre os teores de K, tanto isolado com interagindo com doses de K<sub>2</sub>O.

### 3.3.4 Cálcio (Ca)

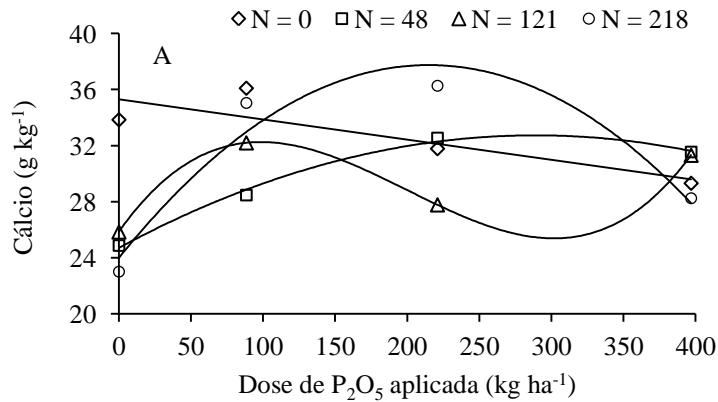
Os teores foliares de Ca foram afetados significativamente pela interação doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Fazendo o desdobramento das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dentro das doses de N (Figura 4A), verifica-se que o teor foliar de Ca diminui linearmente na dose N = 0,0 kg ha<sup>-1</sup>, na medida em que aumenta a dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicada, sendo que quando não se aplicou fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,0 kg ha<sup>-1</sup>) o teor de Ca foliar foi de 35,3 g kg<sup>-1</sup>, ao passo que na maior dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (396 kg ha<sup>-1</sup>) o teor de Ca foi de 29,60 g kg<sup>-1</sup>.

Considerando os efeitos das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dentro das doses de N, verifica-se que nas doses 48 e 218 kg ha<sup>-1</sup> de N ajustaram-se equações quadráticas para o teor de Ca foliar em função das crescentes doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 4A). Na dose 48 kg ha<sup>-1</sup> de N, a concentração máxima de Ca nas folhas foi de 32,2 g kg<sup>-1</sup> na dose de 275 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e quando se aplicaram 218 kg ha<sup>-1</sup> de N o teor foliar máximo de Ca foi de 37,6 g kg<sup>-1</sup>, na dose 213 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

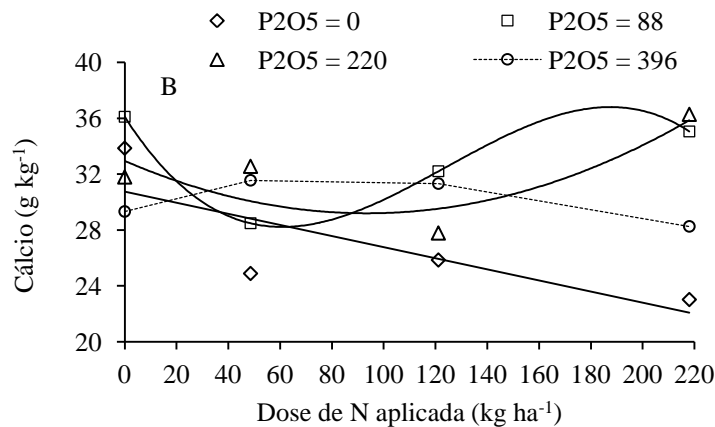
Para a dose de 121,0 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 4A), ajustou-se um modelo cúbico onde o ponto de máximo teor de Ca pelas folhas foi na dose 110,0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e o ponto de menor teor de Ca foi na dose de 225,0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, cujos teores foliares foram de 32,5 e 30,84 g kg<sup>-1</sup> Ca, respectivamente.

Desdobrando doses de N dentro de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, constata-se por meio da Figura 4B que para a dose de 0,0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, o teor foliar de Ca diminui 27,4% entre as doses 0,0 e 212 kg ha<sup>-1</sup> de N aplicadas, atingindo um teor de 22,3 g kg<sup>-1</sup>, contra 30,8 g kg<sup>-1</sup> de Ca para a dose N = 0,0 kg ha<sup>-1</sup>.

Para as doses 220 e 396 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 4B), ajustaram-se modelos quadráticos para o teor de Ca nas folhas, porém com comportamentos distintos. Para a dose de 220 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, o teor foliar de Ca diminui com a aplicação da adubação nitrogenada até a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, alcançando valor mínimo de 28,9 g kg<sup>-1</sup>, aumentando a partir desse ponto até a maior dose de N. Já para a dose de 396,0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, o teor foliar de Ca aumentou até a dose de 115 kg ha<sup>-1</sup> de N, onde atingiu 32,16 g kg<sup>-1</sup>, diminuindo a partir desse ponto com o aumento das doses de N. Apesar desse aumento no teor de Ca foliar, para esta dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, não houve efeito significativo da adubação nitrogenada, cuja média dos teores de Ca nas folhas foi de 30,1 g kg<sup>-1</sup>.



Equação	R <sup>2</sup>
$y(0) = -0,0144^{**} x + 35,307$	0,74 <sup>**</sup>
$y(48) = -0,0001^{o} x^2 + 0,055^{**} x + 24,69$	0,99 <sup>**</sup>
$y(121) = 0,000002^{**} x^3 - 0,001^{ns} x^2 + 0,146^{ns} x + 25,84$	1,0 <sup>**</sup>
$y(218) = -0,0003^{**} x^2 + 0,128^{ns} x + 23,97^{*}$	0,93 <sup>**</sup>



Equação	R <sup>2</sup>
$y(0) = -0,0397^{**} x + 30,75$	0,62 <sup>**</sup>
$y(88) = -0,00008^{*} x^3 + 0,0032^{**} x^2 - 0,2903^{ns} x + 36,1$	1,0 <sup>**</sup>
$y(220) = 0,0004^{**} x^2 - 0,0803^{ns} x + 32,945$	0,71 <sup>**</sup>
$y(396) = 30,1$	----

**Figura 4** – Teores foliares de cálcio (Ca) em plantas de melancia em função da adubação com fósforo em diferentes níveis de N (A) e da adubação nitrogenada em diferentes níveis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Os teores foliares de Ca observados neste trabalho estão acima dos valores considerados adequados à cultura da melancia. Segundo IFA (2006), o valor ideal de Ca foliar seria de  $13,0 \text{ g kg}^{-1}$ , ao passo que Jones Júnior et al. (1991) cita a faixa de 17 a  $30 \text{ g kg}^{-1}$ .

A maior absorção de Ca pela melancia neste trabalho pode ser devido ao elevado teor de  $\text{Ca}^{+2}$  no solo onde foi instalado o experimento e aos altos teores de  $\text{Ca}^{+2}$  na água de irrigação utilizada.

O solo em que foi instalado esse experimento é de origem calcária da formação Jandaíra, onde os teores de  $\text{Ca}^{+2}$ , seguidos pelo  $\text{Mg}^{+2}$ , predominam em relação aos demais nutrientes, refletindo a riqueza do material originário dos solos nos dois elementos. De acordo com Malavolta (1980) e Tisdale et al. (1985), os principais fatores que afetam a disponibilidade e absorção de nutrientes são o tipo de solo, o pH, a concentração e o equilíbrio entre a fração trocável e em solução do solo, além de interações iônicas. Segundo Crisóstomo et al. (2002), há inibição competitiva da absorção de  $\text{K}^{+}$  pelos altos teores de  $\text{Ca}^{+2}$  no solo. Esse aumento na absorção de  $\text{Ca}^{+2}$  explicaria a menor absorção de  $\text{K}^{+}$  pela melancieira, conforme observado neste trabalho em virtude do antagonismo entre tais elementos.

Lucena et al. (2011) encontraram  $9,01 \text{ g kg}^{-1}$  de Ca na parte vegetativa de melancia, cultivar Quetzali, e Grangeiro e Cecílio Filho (2005b) encontraram  $20,4 \text{ g kg}^{-1}$  de Ca para a cultivar Shadow, durante a fase de florescimento e início de formação dos frutos.

### **3.3.5 Magnésio (Mg)**

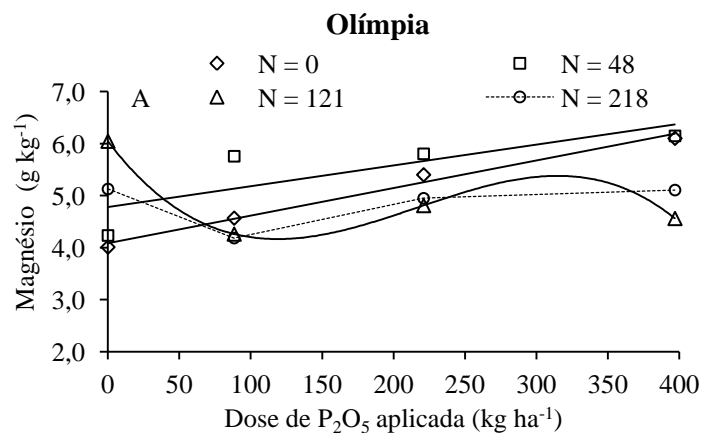
Por meio da análise de variância, verificou-se interação significativa entre cultivares, doses de N e doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  para os teores foliares de Mg.

No desdobramento de cultivares e doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  dentro das doses de N, revelou-se para a cultivar Olímpia (Figura 5A) que o teor de Mg foliar obteve uma relação linear

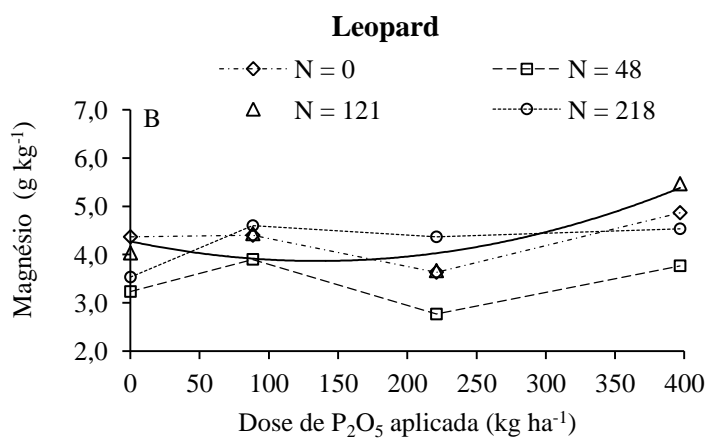
positiva com as doses crescentes de fósforo, para as doses 0,0 e 48 kg ha<sup>-1</sup> de N, sendo que na dose de 396 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> o teor de Mg foliar foi de 6,18 e 6,36 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Esses valores são 51,2 e 33,0% superiores aos teores foliares quando não se aplicou fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0). Nas doses 0,0; 48,0 e 218 kg ha<sup>-1</sup> de N, para a cultivar Leopard (Figura 5B), não houve resposta da adubação fosfatada, na qual os teores médios foram 4,3; 3,4 e 4,3 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Na dose de 121,0 kg ha<sup>-1</sup> de N, os teores foliares de Mg para a cultivar Olímpia (Figura 5A), em função da adubação fosfatada, ajustou-se um modelo cúbico, ao passo que para a cultivar Leopard (Figura 5B) ajustou-se uma curva quadrática. Para esta cultivar, o teor foliar de Mg diminui com o incremento nas doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> até 150 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, cujo teor foliar mínimo foi de 3,8 g kg<sup>-1</sup>, aumentando em seguida, em função do incremento nas doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, alcançando 5,0 g kg<sup>-1</sup> na dose de 396 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Já para a cultivar Olímpia, os pontos de máximo e mínimo teores foliares foram de 5,1 e 4,0 g kg<sup>-1</sup> nas doses de 317,0 e 117,0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente.

Para a dose de 218 kg ha<sup>-1</sup> de N, não houve resposta da adubação fosfatada sobre os teores foliares de Mg para as duas cultivares (Figuras 5A e B), sendo que os teores foliares médios foram de 4,8 g kg<sup>-1</sup> para a cultivar Olímpia e 4,3 g kg<sup>-1</sup> para a Leopard.



Equação	R <sup>2</sup>
$y(0) = 0,0053^{**} x + 4,0872$	0,99 <sup>**</sup>
$y(48) = 0,004^{**} x + 4,782$	0,65 <sup>**</sup>
$y(121) = -3E-07^{*} x^3 + 0,0002^{o} x^2 - 0,0362^{o} x + 6,047$	1,0 <sup>**</sup>
$y(218) = 4,8$	----



Equação	R <sup>2</sup>
$y(0) = 4,3$	----
$y(48) = 3,4$	----
$y(121) = 0,00002^{o} x^2 - 0,006^{*} x + 4,2743$	0,74 <sup>**</sup>
$y(218) = 4,3$	----

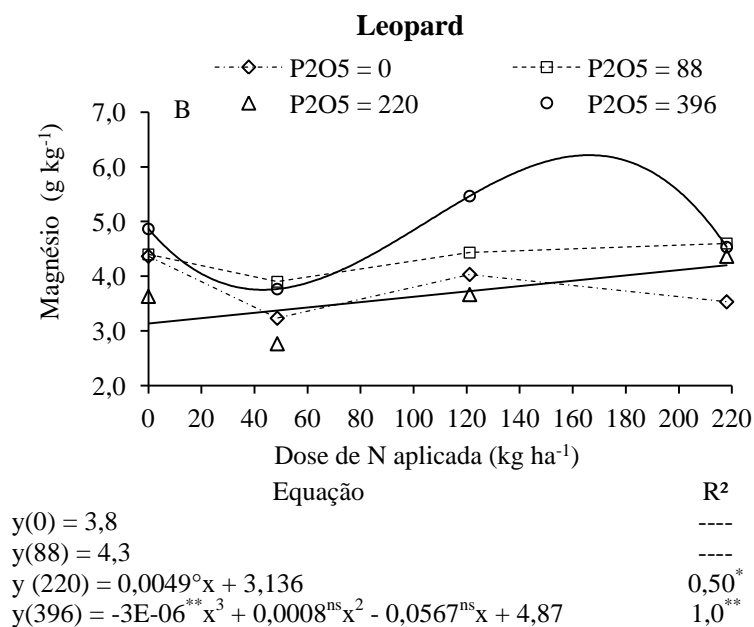
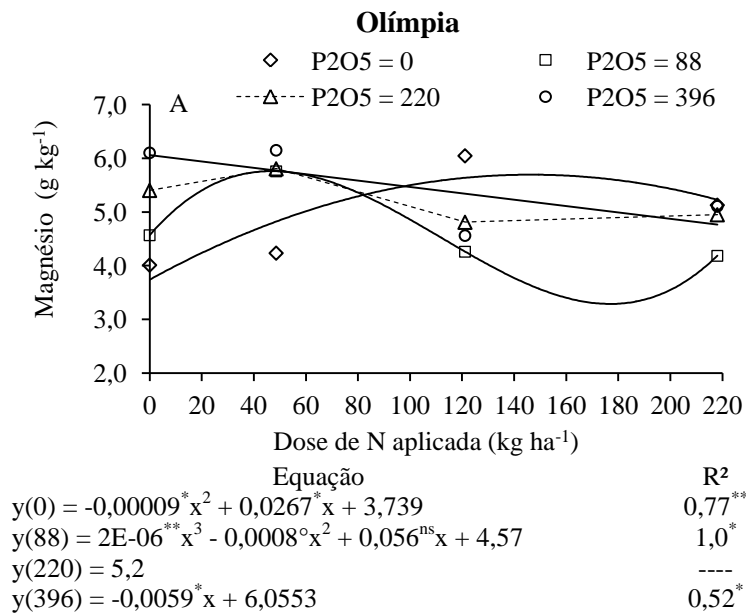
**Figura 5** – Teores foliares de magnésio (Mg) em plantas de melancia Olímpia (A) e Leopard (B) em função da adubação com fósforo em diferentes níveis de N. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Desdobrando cultivares e doses de N dentro das doses de  $P_2O_5$ , observa-se conforme a Figura 6A, para a cultivar Olímpia, que a adubação nitrogenada não teve efeito na absorção de Mg quando se aplicou a dose de  $220,0 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ , onde os valores médios foliares foram de  $5,2 \text{ g kg}^{-1}$  de Mg. Quando não se aplicou fósforo ( $P_2O_5 = 0$ ), o teor foliar de Mg aumentou com as doses crescentes de N até a dose de  $148,0 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, onde se atingiu o máximo teor de  $5,7 \text{ g kg}^{-1}$ . Para a dose de  $88,0 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ , o maior teor foliar de Mg ( $5,62 \text{ g kg}^{-1}$ ) foi observado com a aplicação de  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, reduzindo, a partir desse ponto, a concentração de Mg nas folhas com o aumento das doses de N até  $180,0 \text{ kg ha}^{-1}$ , onde se atingiu o menor teor de  $4,1 \text{ g kg}^{-1}$ .

Para a cultivar Leopard (Figura 6B), constatou-se que a adubação nitrogenada não afetou o teor de Mg foliar nas doses de  $0,0$  e  $88,0 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ , cujos teores foliares de Mg foram de  $3,8$  e  $4,3 \text{ g kg}^{-1}$ , respectivamente, e que as variações nos teores de Mg entre estas doses foram muito semelhantes em função do aumento das doses de N.

No entanto, quando se aplicou a dose de  $220 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ , para cultivar Leopard, o teor foliar de Mg aumentou linearmente em função das doses crescentes de N, sendo que na dose de  $218 \text{ kg ha}^{-1}$  de N o teor de Mg foi de  $4,2 \text{ g kg}^{-1}$ .

Para a dose de  $396 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ , as cultivares Leopard e Olímpia tiveram comportamentos distintos (Figuras 6A e B). Para a Leopard, o teor de Mg nas folhas oscilou em função da adubação nitrogenada, ao passo que para a Olímpia ocorreu efeito linear negativo. Para esta cultivar, o teor foliar de Mg diminuiu com as doses crescentes de N, atingindo o menor teor foliar de  $4,77 \text{ g kg}^{-1}$  na dose de  $218 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. Para a cultivar Leopard, ajustou-se um modelo cúbico, onde o máximo teor de Mg foliar,  $4,42 \text{ g kg}^{-1}$ , foi atingido na dose de  $130 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e o valor mínimo,  $3,60 \text{ g kg}^{-1}$ , na dose  $50 \text{ kg ha}^{-1}$ .



**Figura 6** – Teores foliares de magnésio (Mg) em plantas de melancia Olímpia (A) e Leopard (B) em função da adubação com nitrogênio em diferentes níveis de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.



Diante da discussão exposta, pode-se inferir que a cultivar Olímpia, em média, concentrou mais Mg, independentemente das doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em relação à cultivar Leopard. Porém, não é possível afirmar com certeza, independentemente da cultivar, qual adubação (nitrogenada ou fosfatada) influenciou mais a absorção de Mg pelas plantas.

Segundo IFA (2006), o teor adequado de Mg foliar para a melancia é de 5,0 g kg<sup>-1</sup>, Jones Júnior et al. (1991) cita a faixa de 5,0 a 8,0 g kg<sup>-1</sup> e Trani e Raij (1996) citam 2,0 a 12,0 g kg<sup>-1</sup>. Se compararmos os teores de Mg foliares obtidos neste trabalho (Figuras 8 e 9) com as duas primeiras publicações, observa-se que para a cultivar Olímpia os teores médios de Mg estão dentro da faixa adequada proposta por Jones Júnior et al.(1991) e próximos ao valor adequado de 5,0 g kg<sup>-1</sup> de Mg (IFA, 2006). Porém, em relação à cultivar Leopard, os teores foliares de Mg estão abaixo dos valores proposto por IFA (2006) e Jones Júnior et al. (1991), indicando deficiência desse elemento nas folhas de melancia da cultivar Leopard. Entretanto, se compararmos à faixa proposta por Trani e Raij (1996), os teores de Mg foliar estão dentro da faixa de suficiência. No entanto, essas grandes variações na composição mineral da melancia podem ser consideradas normais, pois segundo Malavolta et al. (1997), as faixas de nutrientes consideradas adequadas são indicações gerais que podem ser influenciadas por condições de solo, clima e variedade.

Assim como para o K<sup>+</sup>, as altas concentrações no solo em água de Ca<sup>+2</sup> podem inibir a absorção de Mg<sup>+2</sup>, diminuir sua translocação da raiz à parte aérea e causar sua deficiência. Isto acontece porque Ca e Mg competem pelos mesmos sítios de absorção na raiz, de maneira que o cátion em maior concentração na solução do solo tem absorção preferencial em detrimento dos outros (MALAVOLTA et al., 1997).

### 3.3.6 Micronutrientes

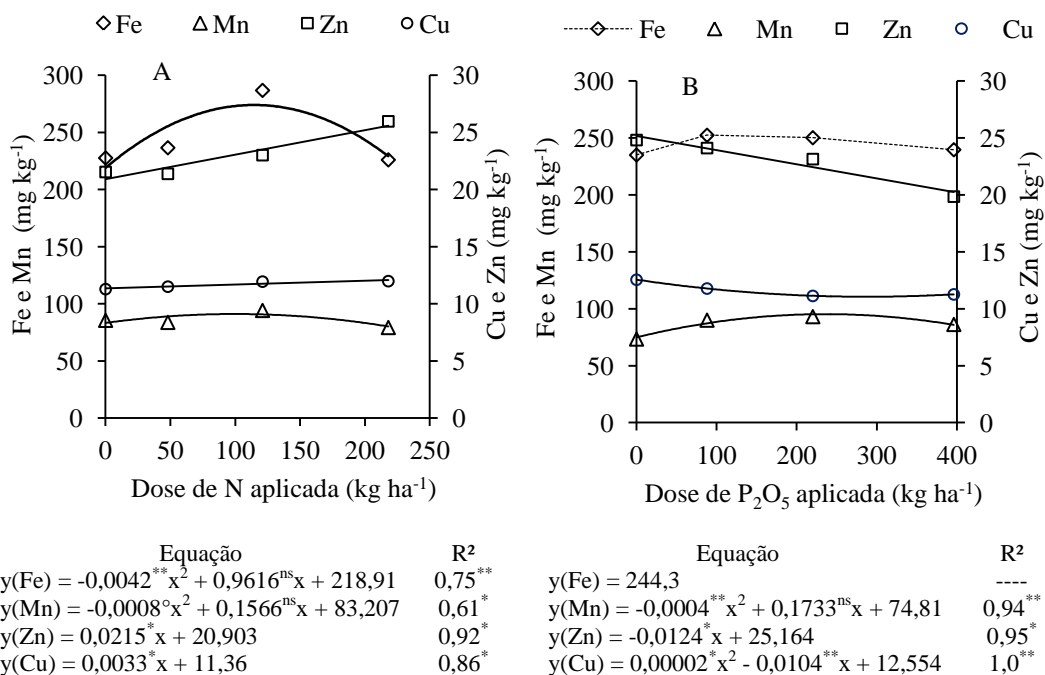
Para os teores de micronutrientes nas folhas de melancia, houve apenas efeito isolado das doses de N sobre os teores foliares de Fe, Zn, Mn e Cu e das doses de  $P_2O_5$  sobre Zn, Mn e Cu.

Conforme a Figura 7A, o teor foliar de Fe aumentou até a dose de  $114 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, onde atingiu  $273,0 \text{ mg kg}^{-1}$ , diminuindo até a dose de  $218 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, cujo teor foi de  $228,9 \text{ mg kg}^{-1}$ . Para o teor foliar de Mn, também ajustou-se um modelo quadrático em função da adubação nitrogenada, sendo que o ponto de máxima concentração de Mn nas folhas foi de  $90,87 \text{ mg kg}^{-1}$  na dose de  $91 \text{ kg ha}^{-1}$  de N.

Os teores foliares de Zn e Cu aumentaram com as doses crescentes de N, e quando não se aplicou N os teores foliares de Zn e Cu foram de  $20,9$  e  $11,36 \text{ mg kg}^{-1}$  e para a maior dose de N ( $218 \text{ kg ha}^{-1}$  de N), os teores aumentaram para  $25,6$  e  $12,07 \text{ mg kg}^{-1}$ , um aumento de 22% e 6%, respectivamente (Figura 7A).

A adubação fosfatada não teve efeito significativo no teor de Fe nas folhas de melancia, cujo teor médio observado foi de  $244,3 \text{ mg kg}^{-1}$  (Figura 7B). Por sua vez, a dose de  $216 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$  proporcionou máxima absorção de Mn,  $93,7 \text{ mg kg}^{-1}$ , diminuindo em seguida com o aumento nas doses de  $P_2O_5$ . O Cu teve um efeito diferente do Mn, pois o teor de Cu nas folhas diminuiu até a dose de  $260 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ , proporcionando o menor teor foliar de  $11,2 \text{ mg kg}^{-1}$ , aumentando a partir desse ponto com o acréscimo nas doses de fósforo.

O teor de Zn nas folhas de melancia diminuiu com o aumento das doses de  $P_2O_5$ , sendo que na maior dose ( $396 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ ) o teor foliar foi de  $20,2 \text{ mg kg}^{-1}$ . Esse valor é 19,5% menor do que a dose zero de fósforo (Figura 7B).



**Figura 7** – Teores foliares de Fe, Zn, Mn e Cu em plantas de melancia em função da adubação com N (A) e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Comparando os teores de micronutrientes nas folhas de melancia com os obtidos por Trani e Rajj (1996), constata-se que os teores de Fe e Mn estão dentro da faixa de suficiência, mas os teores de Zn e Cu estão abaixo do limite inferior, o que indica uma possível deficiência desses dois elementos. Segundo Malavolta (1980), o Cu estabelece interação de antagonismo com o Ca e de inibição competitiva com o Zn.

Vidigal et al. (2009) encontraram teores foliares de Fe, Zn, Mn e Cu, para a melancia cultivar Crimson Sweet, bem superiores aos encontrados nesse estudo.

### 3.4 CONCLUSÕES

Em nenhum dos tratamentos foi encontrada deficiência de N, P, K, Ca, Mg, Fe e Mn nas folhas da melancia, com exceção de Cu e Zn.

As doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, bem como as suas interações, proporcionaram efeito significativo sobre os teores de N, K e Ca nas folhas da melancia, e apenas efeito isolado para o fósforo.

Os teores foliares de Mg foram influenciados pela interação cultivar x N x P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

As concentrações de macronutrientes nas folhas de melancia cultivares Olímpia e Leopard foram N>Ca>K>Mg>P e para os micronutrientes Fe>Mn>Zn>Cu.

### 3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e planta. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 21, n. 113, p. 73-85, 1974.

CORREA, R. S.; WHITE, R. E.; WEATHERLEY, A. J. Risk of nitrate leaching from two soils amended with biosolids. **Water Resources**, Washington, v. 33, n. 4, p. 453-462, 2006.

COSTA, J. P. V.; BASTOS, A. L.; REIS, L. S.; MARTINS, G. O.; SANTOS, A. F. Difusão de fósforo em solos de Alagoas influenciada por fontes do elemento e pela umidade. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 229-235, 2009.

CRISÓSTOMO, L. A.; SANTOS, A. A.; RAIJ, B.; FARIA, C. M. B.; SILVA, D. J.; FERNANDES, F. A. M.; SANTOS, F. J. S.; CRISÓSTOMO, J. R.; FREITAS, J. A. D.; HOLANDA, J. S.; CARDOSO, J. W.; COSTA, N. D. **Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 21p. (Circular Técnica 14), 2002.

DYNIA, J. F.; SOUZA, M. D.; BOEIRA, R. C. Lixiviação de nitrato em Latossolo cultivado com milho após aplicações sucessivas de lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 855-862, 2006.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 402p.

GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. M. S.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J. O.; AZEVEDO, P. E. Acúmulo e exportação de macronutrientes pela cultivar de melancia Mickylee. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 73-81, 2005.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 93-97, 2004.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 763-767, 2005a.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes, híbrido Shadow. **Científica**, Jaboticabal, v. 33, n.1, p. 69-74, 2005b.

INTERNATIONAL FERTILIZER ASSOCIATION – IFA. **Word fertilizer user manual. Watermelon**. Rome: IFA, 2006. 3p. Disponível em: <<http://www.fertilizer.org/ifa/HomePage/LIBRARY/Our-selection2/World-Fertilizer-Use-Manual/by-common-names>> Acessado em: 25/03/2011.

JONES JR., J. B.; WOLF, B.; MILLS, H. A. **Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide**. Athens: Micro-Macro Publishing, 1991. 213p.

KIKUTI, H.; ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, J. G.; MORAIS, A. R. Teores de macronutrientes na parte aérea do feijoeiro em função de doses de nitrogênio e fósforo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 2, p. 347-354, 2006.

LOCASCIO, S. J. **Cucurbits: cucumber, muskmelon and watermelon**. In: BENNETT, W. Nutrient deficiencies e toxicities in crops plant. Minnesota: APS – Press, p. 123-130, 1996.

LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; GRANGEIRO, L. C.; MARROCOS, S. T. P. Crescimento e acúmulo de macronutrientes em melancia ‘quetzale’ cultivada sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 34-42, jan.-mar., 2011.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 308p.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Ed. Ceres, São Paulo, 2006. 638p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 215p.
- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solos e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 399p.
- NOGUEIRA, F. P. **Produção, crescimento e marcha de absorção de nutrientes da melancia fertirrigada com doses crescentes de N e K**. 2011. 66f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2011.
- PETRILLI, L. R. T. C. **Doses e modos de aplicação de fósforo na nutrição e produção do feijoeiro cultivar Pérola**. 2007. 58f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2007.
- PHILLIPS, I.; BURTON, E. Nutrient leaching in undisturbed cores of an acidic sandy Podosol following simultaneous potassium chloride and di-ammonium phosphate application. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Bonn, Germany, v. 73, p. 1-14, 2005.
- POZZA, A. A. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; ROMANIELLO, M. M.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G. Suprimento de fósforo na produção de mudas de cafeeiro em tubetes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 970-976, 2002.
- PRADO, R. M.; VALE, D. W.; ROMUALDO, L. M. Fósforo na nutrição e produção de mudas de maracujazeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 03, p. 493-498, 2005.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres; POTAFOS, 1991. 343p.
- RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim técnico, 100).
- RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.
- ROBERTO FILHO, S. F. H.; SOUSA, V. F.; AZEVEDO, B. M.; ALCANTARA, R. M. C. M.; RIBEIRO, V. Q.; ELOI, W. M. Efeitos da fertirrigação de N e K<sub>2</sub>O na absorção

de macronutrientes pela gravioleira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 43-49, 2006.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers**. New York: MacMilan Publ., 1985.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. V. Hortaliças, In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H; QUAGGIO J. S.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado da São Paulo**. Campinas: IAC, p. 157-164, 1996.

VICHIATO, M. **Influência da fertilização do porta-enxerto tangerineira (*Citrus reshni* Hort. Ex Tan. cv. Cleópatra) em tubetes, até a repicagem**. 1996. 82p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

VIDIGAL, S. M.; PACHECO, D. D.; COSTA, E. L.; FACION, C. E. Crescimento e acúmulo de macro e micronutrientes pela melancia em solo arenoso. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 1, p. 112-118, 2009.

## **CAPÍTULO 4**

### **MONITORAMENTO DE ÍONS NA SOLUÇÃO DO SOLO EM CULTIVO DE MELANCIA FERTIRRIGADA COM NITROGÊNIO E FÓSFORO**



## RESUMO

SOUZA, Marcelo Sobreira de. **Monitoramento de íons na solução do solo em cultivo de melancia fertirrigada com nitrogênio e fósforo**. 2012. 36f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2012.

No Estado do Rio Grande do Norte, mas especificamente na região de Mossoró, onde se encontra a maior área irrigada do Estado, nos últimos cinco anos a área cultivada com melancia tem aumentado significativamente principalmente da melancia híbrida. Porém, os produtores da região não possuem informações sobre as doses necessárias de adubos para alcançar o máximo rendimento da cultura, assim, a nutrição desses novos híbridos devem ser diferenciada e baseada em estudos com plantas e sistemas de cultivo específicos. Nesse sentido, o uso de extratores de solução do solo auxilia no manejo da fertirrigação e, tem sido uma ferramenta valiosa para monitorar o meio radicular e possibilitar análises pontuais da salinidade e concentrações de nutrientes. Entretanto, há muita carência de informação sobre as composições mais adequadas de soluções do solo para a cultura da melancia. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> via água de irrigação na concentração de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N mineral, P, CE e pH na solução do solo cultivado com melancia. O experimento foi realizado na Fazenda Santa Luzia, localizada no município de Baraúna – RN (5<sup>o</sup> 05' 57''S e 37<sup>o</sup> 33' 16''W). Para analisar os parâmetros da solução do solo utilizou-se o arranjo em parcelas subdivididas 4 x 5 x 2, sendo utilizados quatro tratamentos T1 (0;0), T6 (48; 88), T11 (121; 220) e T16 (218; 397), cinco épocas de coleta da solução do solo (23, 30, 37, 46 e 58 DAT) em duas profundidades (0,15 e 0,30 m), em todos os blocos. As adubações foram realizadas com doses crescentes de N e de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aumentaram proporcionalmente a condutividade elétrica (CE), a concentração de íons nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrogênio mineral e fósforo (P) na solução do solo. Com o desenvolvimento das plantas, houve redução nas concentrações de nitrato e nitrogênio total e um aumento de fósforo e amônio na solução do solo.

**Palavras-chaves:** nitrato, amônio, condutividade elétrica.

## ABSTRACT

SOUZA, Marcelo Sobreira de. **Ion monitoring of soil solution in cultivation of watermelon with nitrogen and phosphorus fertirrigated.** 2012. 36f. Thesis (DSc Agronomy: Plant Science) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2012.

In the state of Rio Grande do Norte, more specifically in the region of Mossoró, where the largest irrigated area of the state is located, in the last five years with watermelon cultivated area has increased significantly mainly with hybrid watermelon. However, local producers have no information about the necessary doses of fertilizers to achieve maximum crop yield, thus the nutrition of these new hybrid should be differentiated and based on studies with plants and cropping systems specific. In this sense, the use of soil solution extractors assists in fertigation management and has been a valuable tool for monitoring the environment and enable root occasional analysis of salinity and nutrient concentrations. However, there is much lack of information about the most appropriate compositions of soil solutions for growing watermelon. The objective of this work was to evaluate the effect of doses of N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> through irrigation water on the concentration of NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N mineral, P, CE and pH by solution of the soil cultivated with watermelon. The study was conducted at Santa Luzia farm, in Mossoró, in the State of Rio Grande do Norte, Brazil (5<sup>o</sup> 05' 57"S e 37<sup>o</sup> 33' 16"W). In order to analyze the parameters of the soil solution, we used the split plots 5 x 4 x 2 with four treatments T1 (0;0), T6 (48; 88), T11 (121; 220) e T16 (218; 397), five seasons collection of soil solution (23, 30, 37, 46 and 58 DAT) at two depths (0,15 and 0,30 m) in all blocks. Fertilization was made with increasing doses of N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> increased proportionally the electrical conductivity (EC), the concentration of nitrate ions (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), mineral nitrogen and phosphorus (P) in the soil solution. With the development of the plants, there were reduction in nitrate concentration and in total nitrogen and increase in phosphorus and ammonium in the soil solution.

**Keywords:** nitrate, ammonium, electrical conductivity.

## 4.1 INTRODUÇÃO

A técnica de fertirrigação vem sendo utilizada em todo o País, especialmente na Região Nordeste, em polos agrícolas de produção de frutas e hortaliças. No Rio Grande do Norte, mais especificamente na região de Mossoró, onde se encontra a maior área irrigada do Estado, nos últimos cinco anos a área cultivada com melancia tem aumentado significativamente, principalmente da melancia híbrida.

Porém, os produtores da região não possuem informações sobre as doses necessárias de adubos para alcançar o máximo rendimento da melancia, principalmente em relação aos novos híbridos introduzidos na região, por isso esses produtores estão aplicando altas quantidades de fertilizantes, maiores do que as necessárias para o rendimento máximo, aumentando os custos de produção.

Assim, a nutrição dessas novas cultivares deve ser diferenciada e baseada em estudos com plantas e sistemas de cultivo específicos. Neste sentido, o uso de extratores de solução do solo auxilia no manejo da fertirrigação e tem sido uma ferramenta valiosa para monitorar o meio radicular e possibilitar análises pontuais da salinidade e concentrações de nutrientes. Entretanto, há muita carência de informação sobre as composições mais adequadas de soluções do solo para diferentes culturas.

O monitoramento da fertirrigação deve ser feito para avaliar o manejo em si, e os impactos causados ao solo, que possam influenciar o desenvolvimento das plantas. Sua avaliação deve considerar a uniformidade de emissão e de distribuição dos fertilizantes ao longo da área, o comportamento do pH e da condutividade elétrica do solo e a distribuição dos nutrientes no perfil do solo (COELHO, 2003).

Em função de ser a fertirrigação uma técnica que permite alterações rápidas e precisas na quantidade de adubos aplicados, o monitoramento passa a ser ferramenta de extrema importância por possibilitar, ainda durante o ciclo da cultura, ajustes necessários na quantidade de fertilizantes aplicados e evitar flutuações das quantidades de sais na solução do solo (LANDIS, 1989).

Tradicionalmente, o manejo da fertirrigação é realizado por meio de quantidades preestabelecidas de fertilizantes, parceladas de acordo com a marcha de absorção da cultura e normalmente não existe monitoramento da concentração de íons na solução do solo nem do estado nutricional da planta, resultando, em muitos casos, em gastos excessivos com fertilizantes e, em outros, na salinização do solo.

O manejo inadequado da fertirrigação, além de reduzir a produtividade e qualidade do fruto, pode aumentar o custo de produção, ampliar a perda de água e fertilizantes, causar a salinização do solo devido à aplicação excessiva e ainda, por meio da lixiviação, contaminar lençóis freáticos, causando danos irreversíveis ao meio ambiente (VILLAS BOAS et al., 2001).

Devido à importância da solução do solo na nutrição vegetal, pois é dela que as plantas absorvem os nutrientes, o conhecimento da composição química desta solução, bem como da condutividade elétrica, é fundamental para verificar a disponibilidade de nutrientes, determinar o potencial osmótico e até a presença de íons tóxicos, ao longo do ciclo de uma cultura (SILVA et al., 1999).

Burgueño (1996) e Silva (2002) sugerem o monitoramento da concentração iônica por intermédio de medidas sistemáticas da condutividade elétrica da solução do solo para orientar o momento e a quantidade de fertilizantes a serem aplicados via água de irrigação.

A fim de avaliar possíveis acúmulos de sais no solo, excesso de íons tóxicos e concentração de íons específicos na solução do solo, várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas, com destaque para o monitoramento da solução do solo utilizando extratores providos de cápsulas porosas (DIAS et al., 2005; DIAS et al., 2006; ELOI et al., 2007; BLANCO et al., 2008; SILVA JÚNIOR et al., 2010; MEDEIROS et al., 2012). Porém, são poucos os trabalhos com culturas específicas, principalmente na cultura da melancia, visando a determinar concentrações mais adequadas de íons na solução do solo.

De tal modo, o objetivo do estudo foi verificar o efeito de adubações com doses crescentes de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, via fertirrigação, na condutividade elétrica, pH, concentração de íons nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), N mineral e fósforo (P) na solução do solo cultivado com melancia híbrido Leopard.

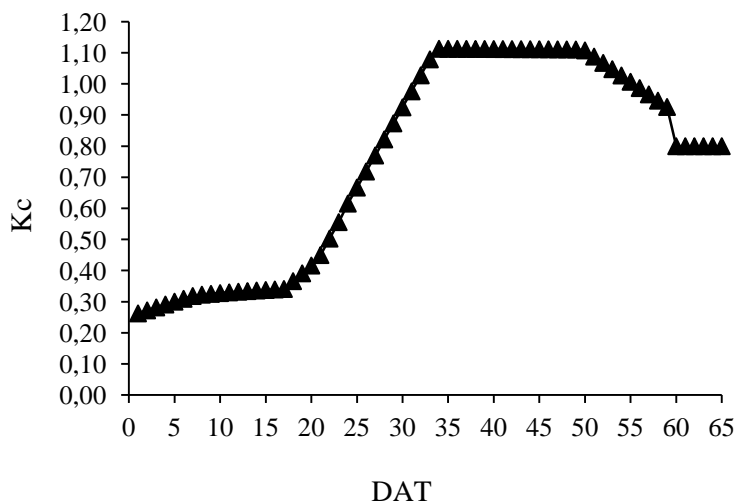
## **4.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.2.1 Característica da área experimental**

As condições experimentais e tratamentos estudados foram as mesmas descritas no capítulo 2, no item 2.2.1 ao 2.2.3.

### **4.2.2 Manejo da irrigação**

O manejo da irrigação foi realizado com base na estimativa da evapotranspiração máxima da cultura (ET<sub>m</sub>), conforme o método proposto pela FAO 56 (ALLEN et al., 2006), utilizando dados da estação meteorológica do INMET de Mossoró, instalada a 20 km de distância da área experimental. Os coeficientes de cultivos (K<sub>c</sub>) médios adotados nas fases fenológicas I, II, III e IV, após o transplântio, foram 0,32; 0,70; 1,11 e 0,92 com os seguintes comprimentos médios 17; 16; 17 e 15 dias, respectivamente (Figura 1). A lâmina bruta total de irrigação aplicada durante o ciclo da cultura foi de 292 mm.



**Figura 1** – Coeficiente de cultivo (Kc) utilizado no experimento de acordo com a idade da planta. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

#### 4.2.3 Fertirrigação

As quantidades aplicadas semanalmente, durante todo o ciclo da cultura, de nitrogênio e fósforo nas diferentes doses e as quantidades de potássio e magnésio, estes aplicados em quantidades iguais para todos os tratamentos, estão apresentadas na Tabela 1.

As fontes de fertilizantes N, P, K e Mg utilizados foram: ureia - 45% N, ácido nítrico - 10% N, ácido fosfórico - 48% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, cloreto de potássio - 62% K<sub>2</sub>O, e sulfato de magnésio - 16% MgO. Também foram aplicados em todos os tratamentos 0,75 kg ha<sup>-1</sup> de B e como fonte deste elemento utilizou-se o ácido bórico - 17% B. Na adubação nitrogenada 90% do N foram aplicados na forma de ureia e 10% em ácido nítrico.

Os fertilizantes foram aplicados via fertirrigação diariamente a partir do 6º dia após o transplântio e prolongando-se até 56º dia. Utilizaram-se soluções estoque previamente preparadas (diluídas de acordo com a solubilidade de cada fertilizante).

**Tabela 1** – Quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio aplicados via fertirrigação nas melancias Olímpia e Leopard. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Semana após a semeadura	Doses									
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	K	Mg
	kg ha <sup>-1</sup>									
	N				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				K <sub>2</sub> O	MgO
1 <sup>a</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 <sup>a</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3 <sup>a</sup>	0,00	4,85	12,12	21,81	0,00	4,34	10,85	19,53	4,82	0,00
4 <sup>a</sup>	0,00	4,36	10,90	19,63	0,00	5,42	13,56	24,41	7,23	0,00
5 <sup>a</sup>	0,00	4,85	12,12	21,81	0,00	5,42	13,56	24,41	14,47	2,25
6 <sup>a</sup>	0,00	8,72	21,81	39,25	0,00	6,87	17,18	30,92	18,08	4,50
7 <sup>a</sup>	0,00	12,12	30,29	54,52	0,00	6,51	16,28	29,30	21,70	4,50
8 <sup>a</sup>	0,00	9,69	24,23	43,61	0,00	6,51	16,28	29,30	24,11	0,00
9 <sup>a</sup>	0,00	3,88	9,69	17,45	0,00	1,08	2,71	4,88	20,50	0,00
10 <sup>a</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,64	0,00
Total	0,00	48,46	121,15	218,07	0,00	36,16	90,42	162,75	120,56	11,25

#### 4.2.4 Coleta da solução do solo

A solução do solo foi obtida utilizando-se extratores munidos de cápsulas cerâmicas porosas em sua extremidade inferior e borrachas de silicone na extremidade superior. Os extratores foram instalados nas parcelas experimentais da cultivar Leopard, nos tratamentos T1, T6, T11 e T16 em todos os blocos, em duas profundidades: 0,15 e 0,30 m.

Nos extratores foi promovida uma tensão de aproximadamente 60 kPa através da sucção do ar contido no interior do extrator com auxílio de uma bomba de vácuo. A retirada dos extratos foi realizada com auxílio de uma seringa e um espaguete acoplado a ela (Figura 2). A solução extraída foi acondicionada em recipientes plásticos e transportada para o Laboratório de Irrigação e Drenagem da Universidade Federal Rural do Semiárido, onde foram posteriormente analisadas.

Foram realizadas cinco coletas da solução do solo: aos 23, 30, 37, 46 e 58 dias após o transplântio (DAT). As coletas da solução do solo e a sucção do ar contido no interior do extrator foram feitas pela manhã, 24 horas após a fertirrigação.



**Figura 2** – Coleta da solução do solo com auxílio de uma seringa (A) e acondicionamento em recipiente plástico (B). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

#### 4.2.5 Variáveis analisadas

Nos extratos da solução do solo, foram quantificados os teores de nitrogênio ( $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$ ) por meio do método Kjeldahl (EMBRAPA, 1999), fósforo por espectrofotometria baseado no método de determinação de Braga e Defelipo (1974), condutividade elétrica (CE) e pH.

O N mineral foi determinado pela soma do  $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$ , com base na massa molar do N (14) em relação à massa molar do amônio (16) e do nitrato (62).



#### **4.2.6 Análise estatística**

Para analisar os parâmetros da solução do solo utilizou-se o arranjo em parcelas subdivididas 4 x 5 x 2, sendo utilizados quatro tratamentos T1 (N<sub>1</sub>;P<sub>1</sub>), T6 (N<sub>2</sub>;P<sub>2</sub>), T11 (N<sub>3</sub>;P<sub>3</sub>) e T16 (N<sub>4</sub>;P<sub>4</sub>), cinco épocas de coleta da solução do solo (23, 30, 37, 46 e 58 DAT) em duas profundidades (0,15 e 0,30 m), em todos os blocos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, os tratamentos (doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e para as épocas de coleta foram ajustadas regressões polinomiais, através do software SAEG (RIBEIRO JÚNIOR, 2001). As equações de regressão polinomiais foram escolhidas com base na significância do modelo de regressão, adotando-se o nível de 5% de probabilidade e dos coeficientes da equação de regressão, adotando-se o nível de 10% de probabilidade.

### **4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.3.1 Fósforo (P)**

Por meio da análise de variância, verificou-se efeito significativo da época de coleta da solução do solo e interação entre profundidade e tratamentos na concentração de P.

Desdobrando tratamentos dentro das profundidades, observa-se que a concentração de P na solução teve um aumento linear com a aplicação das doses de P (tratamentos) para as duas profundidades, sendo que o T16 diferiu dos tratamentos T6 e T1, e o T11 diferiu T1, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, para a profundidade de 15 cm (Tabela 2). Já na profundidade de 30 cm, o T16 diferiu dos demais e o T11 diferiu do T1 e T6. Os tratamentos T1 e T6 não diferiram entre si nas duas profundidades (Tabela 2). A concentração de P na solução do solo aumentou proporcionalmente com as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicadas e variou de 0,21 a 0,36 mg L<sup>-1</sup> P para a profundidade de 15 cm e

0,21 a 0,45 mg L<sup>-1</sup> na profundidade de 30 cm, entre os tratamentos T1 e T16, respectivamente (Tabela 2). Esses valores estão dentro da faixa de valores encontrada por Fardeau (1996), que constatou que as concentrações de P na solução do solo são usualmente baixas, variando entre 0,002 e 2 mg L<sup>-1</sup> de fósforo.

Desdobrando profundidades dentro de tratamentos, verifica-se que o tratamento T16 foi o único no qual diferiu significativamente a concentração de P entre as profundidades, sendo que a 30 cm a concentração de P foi de 0,45 mg L<sup>-1</sup>, maior do que na parte superficial (Tabela 2), sendo que nos demais tratamentos não houve diferença significativa entre as profundidades.

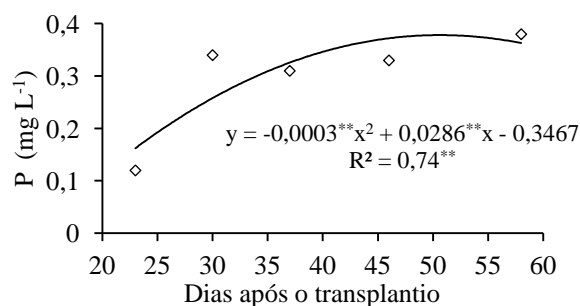
Segundo Souza et al. (2006), o P é muito reativo com a matriz coloidal do solo, e a fertirrigação favorece sua movimentação no perfil daquele, provavelmente em consequência da aplicação concentrada de P, em área localizada, fazendo com que os sítios de absorção fiquem saturados mais rapidamente. Vivancos (1993) e Zanini et al. (2007), estudando o movimento do fósforo no solo, aplicado via fertirrigação, observaram alcance de até 50 cm de profundidade, porém na faixa de 20-30 cm ocorreram maiores concentrações, tanto na vertical quanto na horizontal. Já Donagemma et al. (2008) não recomenda a aplicação do H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> via fertirrigação, em razão da sua baixa mobilidade no perfil do solo, o que restringiria sua absorção às raízes na camada mais superficial.

A concentração de P na solução do solo aumentou durante o ciclo da cultura da melancia, alcançando o ponto de máxima concentração, 0,36 mg L<sup>-1</sup> de P, aos 48 DAT, diminuindo até ao final do ciclo, onde aos 58 DAT chega a 0,30 mg L<sup>-1</sup> de P (Figura 3). Esse aumento na concentração de P na solução do solo acompanhou a marcha de aplicação de fósforo via fertirrigação neste trabalho (Tabela 1), onde houve até a 6<sup>a</sup> semana após o transplante o período de máxima aplicação de fósforo.

**Tabela 2** – Concentração de fósforo (P) na solução do solo em cultivo de melancias submetidas a diferentes doses de nitrogênio e fósforo em duas profundidades. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Profundidade	Tratamentos (N; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> em kg ha <sup>-1</sup> )			
	T1 (0;0)	T6 (48; 88)	T11 (121; 220)	T16 (218; 397)
	-----P (mg L <sup>-1</sup> )-----			
15 cm	0,21Ca	0,26BCa	0,31ABa	0,36Ab
30 cm	0,21Ca	0,25BCa	0,30Ba	0,45Aa

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letra maiúscula: compara as médias dentro cada linha; Letra minúscula: compara as médias dentro da coluna. DMS (Diferença mínima significativa) tratamento = 0,072; DMS profundidade = 0,054.



**Figura 3** – Concentração de fósforo (P) da solução do solo em cultivo de melancia submetida a diferentes tempos de coleta. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

#### 4.3.2 Amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

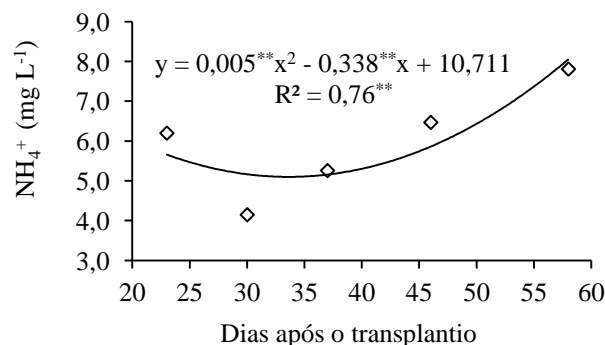
Por meio da análise de variância, verificou-se efeito isolado de tratamentos, profundidades e épocas de coleta da solução do solo. De acordo com a Figura 4, a concentração de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> da solução do solo diminui até o 33° DAT, quando alcançou o valor mínimo de 5,88 mg L<sup>-1</sup>, aumentando a partir desse ponto, chegando a 7,93 mg L<sup>-1</sup> ao 58° DAT. Esse aumento na concentração de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> a partir do 33° DAT coincide com o período de maior aplicação de ureia na melancieira, que no seu processo de hidrólise, realizado pela enzima urease, ocorre a formação de NH<sub>3</sub> e NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Estudos sobre a concentração de ureia em teste de atividade da urease mostraram que a velocidade de hidrólise da ureia é aumentada com o acréscimo na concentração do substrato, até atingir

uma quantidade de ureia adicionada suficiente para saturar a enzima (DOUGLAS; BREMNER, 1971; TABATABAI; BREMNER, 1972; DALAL, 1975).

O fato de o solo apresentar altas concentrações de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{K}^{+}$  trocáveis, e estes provavelmente competiram com o  $\text{NH}_4^{+}$  pelos sítios de absorção de cátions pode justificar o aumento deste durante o ciclo da cultura da melancia.

A concentração de  $\text{NH}_4^{+}$  da solução do solo teve uma relação diretamente proporcional com as doses de nitrogênio aplicadas nos tratamentos, sendo que o tratamento de maior dose – T16 ( $218 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ ) – teve uma concentração média de  $7,61 \text{ mg L}^{-1}$  de  $\text{NH}_4^{+}$ , em contraste com o tratamento no qual não foi aplicado N (T1) com uma concentração de  $4,03 \text{ mg L}^{-1}$ . O tratamento T16 diferiu significativamente dos tratamentos T1 e T6 e, o T11 diferiu do T1, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 3).

Nos tratamentos T11 e T16, tanto a 15 como a 30 cm de profundidade, não houve incremento acentuado na quantidade de amônio presente na solução do solo, comparado aos valores de nitrato. Este baixo valor de amônio provavelmente ocorreu em decorrência do elevado valor de pH do solo e da solução do solo, que interferiu diretamente no processo de nitrificação. Os micro-organismos responsáveis pela nitrificação são sensíveis a valores baixos de pH, e requerem este na faixa de neutralidade para atingirem seu crescimento ideal (TSAI et al., 1992). A nitrificação se desenvolve melhor em condições de pH do solo entre 7 e 9,5 (COELHO et al., 2004).



**Figura 4** – Concentração de amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) da solução do solo em cultivo de melancia em função dos diferentes tempos de coleta. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

**Tabela 3** – Concentração de amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) da solução do solo em cultivo de melancias submetidas a diferentes doses de nitrogênio e fósforo em duas profundidades. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Profundidades (cm)	Tratamentos (N; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> em kg ha <sup>-1</sup> )				Média
	T1 (0; 0)	T6 (48; 88)	T11 (121; 220)	T16 (218; 397)	
	-----NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg L <sup>-1</sup> )-----				
15	4,52	5,66	7,24	8,31	6,43A
30	3,55	5,36	6,30	6,92	5,53B
Média	4,03c	5,51bc	6,77ab	7,61a	-----

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letra minúscula: compara as médias dentro da linha; Letra maiúscula: compara as médias dentro da coluna. DMS (Diferença mínima significativa) tratamento = 1,477; DMS profundidade = 0,617.

Entre as profundidades de coleta houve diferença significativa, sendo que na profundidade de 15 cm a concentração de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> foi maior, 6,43 mg L<sup>-1</sup> de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, em comparação a 30 cm de profundidade (Tabela 3). Como o sistema de irrigação utilizado foi por gotejamento, é normal a maior concentração na superfície do solo, em virtude de uma aplicação diária de fertilizantes. Isto também se deve à elevada CTC do solo, desfavorecendo a movimentação do amônio no perfil do solo.

#### 4.3.3 Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)

Por meio da análise de variância, verificou-se efeito significativo da interação entre época de coleta, profundidade e tratamento na concentração de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> na solução do

solo. Desdobrando tratamentos dentro de DAT, na profundidade 15 cm, observa-se que o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) na solução do solo apresentou um aumento conforme os tratamentos (doses de N e  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), sendo mais expressivo para os tratamentos T11 e T16, que receberam as maiores doses de nitrogênio: 220 e 397  $\text{kg ha}^{-1}$ , respectivamente.

A concentração de  $\text{NO}_3^-$  nos tratamentos testados diferiram entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha \leq 5\%$ ) nas três primeiras épocas de coleta (23, 30 e 37 DAT), sendo que em média os tratamentos T6, T11 e T16 aumentaram a concentração de  $\text{NO}_3^-$  na solução do solo em 500%, 800% e 1000%, respectivamente, em relação ao T1. Aos 46 e 58 DAT, os tratamentos T16, T11 e T6 diferiram entre si, porém entre os tratamentos T1 e T6 não houve diferença significativa, sendo o aumento observado entre estes tratamentos de 93% aos 46 DAT e 69% aos 58 DAT (Tabela 4).

**Tabela 4** – Concentração de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) na solução do solo em cultivo de melancia submetidas a diferentes doses de nitrogênio e fósforo durante períodos do ciclo da cultura em diferentes profundidades. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

DAT	Concentração de Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ )							
	-----15 cm-----				-----30 cm-----			
	T1	T6	T11	T16	T1	T6	T11	T16
	-----mg L <sup>-1</sup> -----							
23	30,8Db	192,8Ca	280,1Ba	374,9Aa	91,9Ca	204,4Ba	207,4Bb	380,9Aa
30	40,4Da	206,8Ca	301,6Ba	420,0Aa	71,43Ca	199,1Ba	246,8Ba	392,2Aa
37	48,2Ca	193,6Ca	320,9Ba	617,7Ab	37,1Da	211,0Ca	374,2Ba	701,2Aa
46	48,2Ca	93,4Ca	192,5Ba	408,2Ab	41,6Ca	69,3Ca	185,7Ba	481,1Aa
58	36,6Ca	62,0Ca	152,6Ba	398,0Aa	23,5Ca	63,9Ca	208,6Ba	314,6Ab

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letra maiúscula compara as médias de tratamentos dentro de cada profundidade e DAT; Letra minúscula compara médias dentro de tratamentos e DAT iguais entre as profundidades. DMS (Diferença mínima significativa) tratamentos dentro de cada profundidade = 75,82; DMS tratamentos iguais entre as profundidades = 57,17.

Desdobrando tratamentos dentro de DAT na profundidade 30 cm, constata-se que somente aos 37 DAT a concentração de  $\text{NO}_3^-$  diferiu entre todos os tratamentos, sendo que nesta época de coleta os tratamentos T16, T11 e T6 alcançaram a máxima concentração: 701,2, 374,2 e 211,0  $\text{mg L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$ , respectivamente (Tabela 4). Aos 23 e 30 DAT, apenas os tratamentos T6 e T11 não diferiram entre si e diferiram dos demais, e aos 46 e 58 DAT, o T16 diferiu dos demais, o T11 diferiu dos tratamentos T6 e T1, e

estes não diferiram entre si. Para os tratamentos T11, T6 e T1, os maiores valores de  $\text{NO}_3^-$  observados foram de 374,2, 211,0 e 91,9  $\text{mg L}^{-1}$ , respectivamente, todos na profundidade de 30 cm.

Vale ressaltar que o T16 diferiu dos demais nas duas profundidades e em todas as épocas de coleta, evidenciando que essa dose de nitrogênio é excessiva, maior do que a necessidade nutricional da cultura da melancia para um ciclo de cultivo. A concentração média de  $\text{NO}_3^-$  na solução do solo para o T16 foi de 443,0 e 454  $\text{mg L}^{-1}$  nas profundidades 15 e 30 cm, respectivamente.

Tais variações na concentração de  $\text{NO}_3^-$ , com exceção do T16, em média aproximam-se das encontradas por Kelling et al. (1977), Kaiser (2006), Silva Júnior et al. (2010) e Andrade Neto (2009). As variações obtidas no T11 foram em média superiores à faixa de concentrações encontradas por Monteiro (2007), que, estudando a distribuição espacial de íons (nitrato e potássio), utilizando extratores de solução, encontrou valores entre 16,0 e 171,0  $\text{mg L}^{-1}$  para um Latossolo Vermelho Amarelo.

Em todas as épocas de coleta da solução e nas duas profundidades, para os tratamentos estudados, a concentração de  $\text{NO}_3^-$  na solução do solo aumentou proporcionalmente às doses de fertilizantes nitrogenados aplicadas, ou seja, houve aumento linear entre os tratamentos T1, T6, T11 e T16, respectivamente (Tabela 4). Esse resultado está de acordo com Andrade Neto (2009), que verificou aumento significativo no teor de  $\text{NO}_3^-$  na solução do solo em função do aumento na concentração de ureia na água de irrigação. Li et al. (2003), trabalhando com diferentes concentrações de nitrato na água de irrigação, observaram que a concentração de nitrato na solução do solo foi afetada diretamente pela concentração da solução injetora.

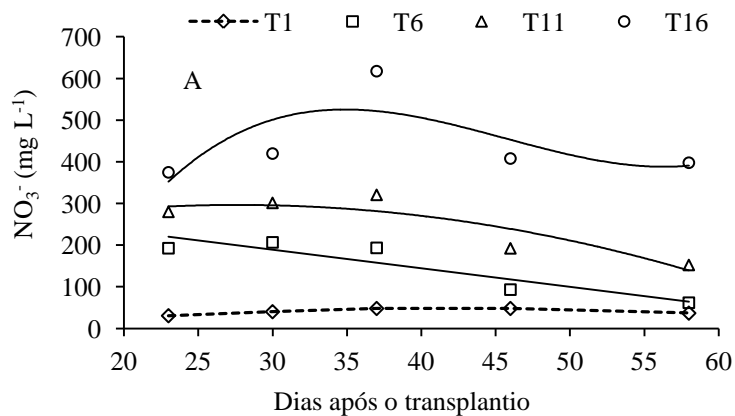
Desdobrando profundidades dentro de tratamentos e DAT, constata-se que para os tratamentos T1 e T11 aos 23 DAT houve diferença significativa pelo teste de Tukey ( $\alpha \leq 5\%$ ) na concentração de  $\text{NO}_3^-$  entre as profundidades. Na profundidade de 30 cm para o T1, a concentração de  $\text{NO}_3^-$  foi de 91,93  $\text{mg L}^{-1}$  e na profundidade de coleta de 15 cm o valor foi de 30,8  $\text{mg L}^{-1}$ . No T11, a concentração de  $\text{NO}_3^-$  na solução do solo foi

maior a 15 cm de profundidade (280,13 mg L<sup>-1</sup>) em comparação com a profundidade de 30 cm. No T6, não houve diferença significativa entre as profundidades na mesma época de coleta. Já para o T16, houve diferença na concentração de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> entre as profundidades de coleta aos 37, 46 e 58 DAT, sendo que aos 37 e 46 DAT, a concentração foi maior a 30 cm de profundidade, 701,2 e 481,1 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, e aos 58 DAT, o maior valor foi para 15 cm (398,0 mg L<sup>-1</sup>) (Tabela 4).

Esta variação na concentração de nitrato em profundidade é normal, pois segundo Kaiser (2006), o nitrato encontra-se predominantemente na forma livre na solução do solo e seu movimento ocorre por fluxo de massa, seguindo o fluxo da água no solo. Conforme Ceretta (1997), a lixiviação de nitrato é um fenômeno físico favorecido pela baixa energia envolvida na sua adsorção às partículas do solo e também pela sua alta solubilidade em água.

Desdobrando épocas de coleta dentro de tratamentos e profundidades, verifica-se que para todos os tratamentos, nas duas profundidades, a concentração de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> diminui no fim do ciclo da cultura da melancia (58 DAT), comparado às outras épocas de coleta (Figura 5). Estes resultados estão de acordo com os de Feltrim (2010) para as melancias Shadow e Top Gun.





Equação

$$y (T1) = 40,89$$

$$y (T6) = -4,464^{**} x + 322,93$$

$$y (T11) = -0,171^{*} x^2 + 9,42^{**} x + 166,37$$

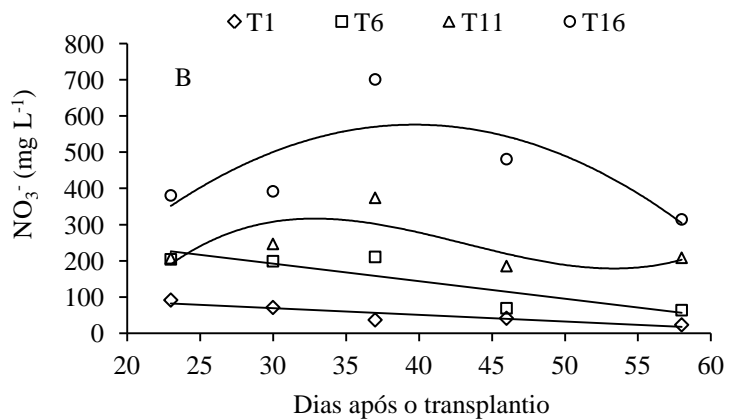
$$y (T16) = 0,028^{**} x^3 - 3,82^{**} x^2 + 164,4^{*} x - 1749,2$$

-----

$$R^2 = 0,83^{**}$$

$$R^2 = 0,81^{**}$$

$$R^2 = 0,53^{**}$$



Equação

$$y (T1) = -1,861^{*} x + 125,31$$

$$y (T6) = -4,841^{**} x + 337,4$$

$$y (T11) = 0,032^{**} x^3 - 4,134^{**} x^2 + 168,14^{ns} x - 1878,8$$

$$y (T16) = -0,81^{**} x^2 + 64,16^{o} x - 696,5$$

$$R^2 = 0,84^{*}$$

$$R^2 = 0,76^{**}$$

$$R^2 = 0,55^{**}$$

$$R^2 = 0,63^{**}$$

**Figura 5** – Concentração de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) na solução do solo em cultivo de melancia submetidas a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo nas profundidades 15 cm (A) e 30 cm (B) em função das épocas de coletas da solução do solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Para os tratamentos T11 e T16 nas duas profundidades, houve tendência de aumento da concentração de  $\text{NO}_3^-$  na solução do solo, em geral até aos 39 DAT, sendo que na profundidade de 15 cm as concentrações máximas observadas foram aos 28 e 35 DAT para T11 e T16, cujos valores foram 296 e 526  $\text{mg L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$ , respectivamente. Na profundidade de 30 cm, as concentrações máximas observadas ocorreram aos 33 e 39 DAT, para os T11 e T16, nas concentrações de 318 e 574  $\text{mg L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$ , respectivamente (Figura 5).

A redução nas concentrações de nitrato na solução do solo a partir dos 39 DAT coincide com o período de frutificação, que, segundo Grangeiro e Cecílio Filho (2004, 2005a e 2005b), é o período de elevada demanda por nutrientes, correspondendo, neste período, a mais de 80% do total acumulado pela planta. Esses resultados demonstram o quanto a solução do solo expressa a relação solo-planta. Com o aumento da demanda da planta, houve diminuição importante de nitrato na solução do solo.

As plantas de melancia provavelmente absorveram mais ânions  $\text{NO}_3^-$ , em detrimento do cátion  $\text{NH}_4^+$ , para manter o equilíbrio iônico nos tecidos das plantas, em virtude provavelmente de uma alta absorção de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{K}^+$ , devido ao fato de o solo apresentar altas quantidades destes elementos. Segundo Engels e Marschner (1995), quando o N é absorvido como  $\text{NO}_3^-$  ocorre aumento na absorção de cátions para manter o equilíbrio iônico nos tecidos das plantas.

Coforme Mengel e Kirkby (1987), a planta absorve nutrientes da solução do solo de forma que mantenha sua neutralidade elétrica, sendo que a maioria das plantas cultivadas absorve mais cátions do que ânions.

Os tratamentos T11 e T16 a partir de 30 DAT, período de maior aplicação de fertilizantes, apresentaram tendência de lixiviação de  $\text{NO}_3^-$ , visto que os teores encontrados na camada de 15 cm foram inferiores aos encontrados na camada de 30 cm. Entretanto, os valores da concentração de  $\text{NO}_3^-$  encontrados acima de 50  $\text{mg L}^{-1}$  indicariam possibilidade de lixiviação, conforme Munoz-Carpena et al. (2002) e Exner et al. (1991).

Nos tratamentos T1 e T6, nas duas profundidades, a concentração de nitrato diminuiu linearmente durante o desenvolvimento da melancia (Figuras 5A e B). Esse resultado nos revela que a dose de 48 kg ha<sup>-1</sup> de N (T6) provavelmente não é suficiente para atender a exigência nutricional da melancia, de vez que ocorreu diminuição na concentração de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> na solução do solo de aproximadamente 2,5 vezes do valor observado aos 58 DAT (64,02 mg L<sup>-1</sup> de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). No tratamento T16 (218 kg ha<sup>-1</sup> de N), pode estar ocorrendo excesso de nitrato da solução do solo, pois a concentração manteve-se alta mesmo durante o período de maior demanda de nutrientes pela melancia, cujo valor médio nas duas profundidades durante o ciclo foi de 448,9 mg L<sup>-1</sup> de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. Assim, o T11 parece ser o que melhor atendeu a demanda de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> pelas plantas de melancia, pois sua concentração permaneceu em níveis medianos na solução do solo em relação aos outros tratamentos, de forma a atender a demanda nutricional da melancia, sem causar danos ao meio ambiente.

#### **4.3.4 Nitrogênio mineral (N mineral)**

Por meio da análise de variância, verificou-se efeito significativo da interação entre época de coleta, profundidade e tratamentos na concentração de N mineral na solução do solo.

Desdobrando tratamentos dentro de profundidades e épocas de coleta, observa-se que a concentração de N mineral aumentou proporcionalmente às doses de N aplicadas nos tratamentos para as duas profundidades estudadas. Porém, esse aumento foi distinto entre os tratamentos nas duas profundidades (Tabela 5).

Para a profundidade 15 cm nas épocas de coleta 23, 30 e 37 DAT, os tratamentos diferiram entre si pelo teste de Tukey ( $\alpha \leq 5\%$ ), já aos 46 e 58 DAT, o T16 diferiu dos demais, o T11 diferiu do T1 e T6 e estes não diferiram entre si. Independentemente da época de coleta, as concentrações de N mineral no T16 foram maiores quando comparadas aos outros tratamentos, variando de 91,1 a 97,1 mg L<sup>-1</sup> de N mineral; o inverso ocorreu para o T1 variando de 10,9 a 13,7 mg L<sup>-1</sup> (Tabela 5). Nos tratamentos T6

e T11, os valores máximos observados foram 49,7 e 78,0 mg L<sup>-1</sup>, com amplitude de 29,4 e 36,7, respectivamente.

**Tabela 5** – Concentração de nitrogênio mineral (N mineral) na solução do solo em cultivo de melancias submetidas a diferentes doses de nitrogênio e fósforo durante períodos do ciclo da cultura em diferentes profundidades. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Concentração de Nitrogênio mineral (N mineral)								
-----15 cm-----					-----30 cm-----			
DAT	T 1	T 6	T 11	T 16	T 1	T 6	T 11	T 16
-----mg L <sup>-1</sup> -----								
23	10,9Da	46,9Ca	69,1Ba	91,1Aa	23,8Ca	52,3Ba	52,8Bb	89,5Aa
30	11,0Da	49,7Ca	71,9Ba	99,8Aa	18,3Ca	47,6Ba	59,0Ba	92,4Aa
37	13,6Da	48,6Ca	78,0Ba	145,6Ab	9,3Da	50,0Ca	88,8Ba	164,1Aa
46	14,4Ca	25,4Ca	49,5Ba	99,7Ab	13,6Ca	20,7Ca	48,2Ba	116,5Aa
58	13,7Ca	20,3Ca	41,3Ba	97,1Aa	8,6Ca	18,4Ca	52,2Ba	76,8Ab

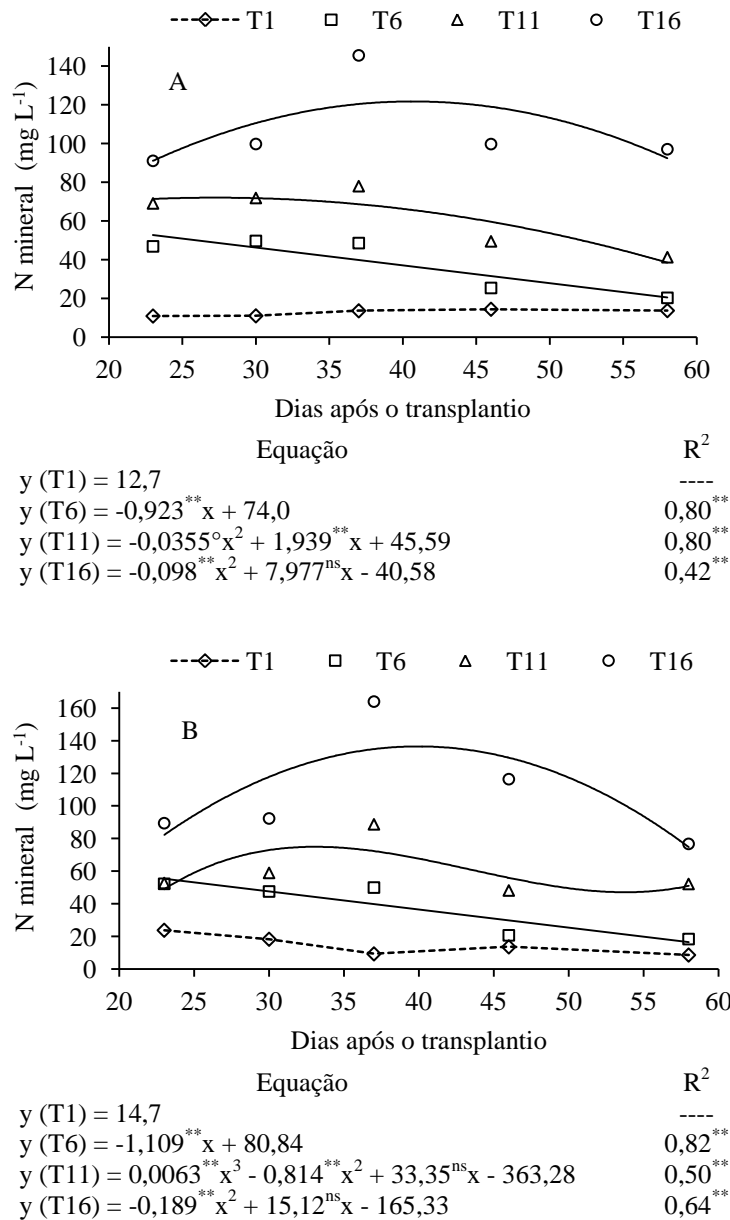
Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letra maiúscula compara as médias de tratamentos dentro de cada profundidade e DAT; Letra minúscula compara médias dentro de tratamentos e DAT iguais entre as profundidades. DMS (Diferença mínima significativa) tratamentos dentro de cada profundidade e DAT = 17,81; DMS tratamentos e DAT iguais entre as profundidades = 13,42.

Na profundidade 30 cm, nas épocas de coleta 23 e 30 DAT, o T16 diferiu dos demais; os tratamentos 6 e 11 diferiram do T1, mas não diferiram entre si. Aos 37 DAT, todos os tratamentos diferiram entre si, e aos 46 e 58 DAT, os tratamentos T11 e T16 diferiram entre si e dos demais e os tratamentos T1 e T6 não diferiram entre si. Assim, o T16, na profundidade de 15 cm, independentemente da época de coleta, apresentou maior teor de N mineral na solução, em relação aos outros tratamentos, com variação de 164,1 a 76,8 mg L<sup>-1</sup>. O mesmo não foi verificado entre os tratamentos T1, T6 e T11 nas épocas de coletas estudadas, onde aos 23 DAT o T1 apresentou teor maior de N mineral (23,8 mg L<sup>-1</sup>) em relação ao T6, aos 58 DAT (18,4 mg L<sup>-1</sup>), e o T6, aos 23 DAT (52,3 mg L<sup>-1</sup>), com valor superior ao T11 aos 46 DAT (48,2 mg L<sup>-1</sup>).

Desdobrando profundidades dentro de tratamentos e DAT, verifica-se para os T1 e T6 que não houve diferenças significativas nas épocas de coletas entre as profundidades. A concentração média de N mineral para o T1 foi de 12,72 e 14,72 mg L<sup>-1</sup> e para o T6, 38,18 e 37,8 mg L<sup>-1</sup> nas profundidades 15 e 30 cm, respectivamente.

No T11, aos 23 DAT, houve diferença significativa no teor de N mineral entre as profundidades, sendo que a 15 cm a concentração de N mineral foi de 69,1 mg L<sup>-1</sup>, valor maior do que aos 30 cm (52,8 mg L<sup>-1</sup>). Para o T16, houve diferenças significativas entre as profundidades aos 37, 46 e 58 DAT, sendo que aos 37 e 46 DAT, os teores de N mineral foram maiores a 30 cm de profundidade, 164,1 e 116,5 mg L<sup>-1</sup>, em comparação à profundidade de 15 cm: 145,6 e 99,7 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. Já aos 58 DAT, na profundidade de 15 cm, o teor de N mineral foi de 97,1 mg L<sup>-1</sup>, valor maior do que o registrado a 30 cm, 76,8 mg L<sup>-1</sup> (Tabela 5).

Desdobrando épocas de coleta dentro de tratamentos e profundidades, observa-se que para todos os tratamentos, nas duas profundidades, o teor de N mineral diminui ao final do ciclo da cultura da melancia, conforme observado para o NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (Figura 6). Esse comportamento semelhante já era esperado, pois mais de 90% do nitrogênio da solução do solo estão na forma nítrica.



**Figura 6** – Concentração de nitrogênio mineral (N mineral) na solução do solo em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo nas profundidades 15 cm (A) e 30 cm (B) em função das épocas de coletas da solução do solo. Mossoró-RN, UFRSA, 2010.

Nos tratamentos T16 e T11, na profundidade de 15 cm, ajustou-se um modelo quadrático para a concentração de N mineral em função das épocas de coleta, sendo que as máximas concentrações de N mineral observadas foram de 121,74 e 72,0 mg L<sup>-1</sup> aos 41 e 27 DAT, respectivamente.

Na profundidade de 30 cm, para o T16 houve uma tendência de aumento na concentração de N mineral até aos 40 DAT, onde a concentração máxima foi de 137,1 mg L<sup>-1</sup>, diminuindo até o fim do ciclo (58 DAT), quando alcançou 75,83 mg L<sup>-1</sup>. No T11, o teor de N mineral aumentou até 34 DAT, quando alcançou o ponto de máxima concentração (77,25 mg L<sup>-1</sup>), diminuindo em seguida até aos 53 DAT, cujo valor mínimo foi de 55,66 mg L<sup>-1</sup>, voltando a aumentar em seguida (Figura 6).

O T6, nas duas profundidades, ajustou-se a uma regressão linear negativa em função das épocas de coleta, ou seja, houve diminuição no teor de N mineral na solução do solo durante o ciclo da melancia. Essa redução no teor de N mineral entre 27 e 58 DAT foi de 58,3% e 67,5% nas profundidades 15 e 30 cm, respectivamente.

Para o T1 na profundidade de 15 cm, a concentração de N mineral na solução do solo permaneceu praticamente estável durante todo o ciclo da cultura, em média 12,7 mg L<sup>-1</sup>. Já para 30 cm, a concentração de N mineral diminuiu com o desenvolvimento da cultura da melancia, sendo que aos 23 DAT o valor era de 20,85 mg L<sup>-1</sup> e no final do ciclo (58 DAT) de 7,27 mg L<sup>-1</sup>, porém, não houve diferença significativa entre essas épocas.

#### **4.3.5 Condutividade elétrica (CE)**

A análise estatística revelou efeito significativo das seguintes interações para a condutividade elétrica: tratamentos e épocas de coleta da solução do solo; profundidades e época de coleta da solução do solo; profundidades e tratamentos.

Conforme se observa na Tabela 6, a condutividade elétrica da solução do solo aumenta conforme o aumento da dose de nitrogênio e fósforo. Este aumento ocorre de

modo muito similar ao que ocorre a 15 e 30 cm de profundidade, sendo que os tratamentos T11 e T16 diferiram entre si e dos demais, mas nos tratamentos T1 e T6 a diferença não foi significativa. Esse aumento da CE nos tratamentos nos quais foi realizada fertirrigação se deve às fontes de adubos utilizados nesse trabalho. Ureia, ácido nítrico e ácido fosfórico apresentam condutividade elétrica de 0,07 dS m<sup>-1</sup>, 2,29 dS m<sup>-1</sup> e 1,54 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente, em uma solução de 1g L<sup>-1</sup> do fertilizante. Porém, a ureia apesar de apresentar valor baixo de CE (pois é um composto orgânico e em água apenas sofre hidratação), uma vez no solo e na presença da enzima urease sofre hidrólise, onde seu índice salino é de 75.

Na medida em que se aumentou a concentração do fertilizante na água de irrigação, houve aumentos na CE da solução do solo, o que também foi observado por Souza (1995), Blanco (1999), Gervásio et al. (2000) e Andrade Neto (2009).

**Tabela 6** – Condutividade elétrica (CE) da solução do solo em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo em duas profundidades. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Profundidades (cm)	Tratamentos (N; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> em kg ha <sup>-1</sup> )			
	T1 (0;0)	T6 (48; 88)	T11 (121; 220)	T16 (218; 397)
	-----CE (dS m <sup>-1</sup> )-----			
15	1,24Ca	1,44Ca	1,66Ba	2,02Ab
30	1,19Ca	1,39Ca	1,67Ba	2,45Aa

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letra maiúscula: compara as médias dentro de cada linha; Letra minúscula: compara as médias dentro da coluna. DMS (Diferença mínima significativa) tratamento = 0,21; DMS profundidade = 0,056.

As médias de CE diferiram significativamente entre as profundidades de 15 e 30 cm apenas para o T16 (Tabela 6), sendo que a CE a 30 cm (2,45 dS m<sup>-1</sup>) foi maior em relação à superfície (2,02 dS m<sup>-1</sup>). Para os tratamentos T1, T6 e T11, os valores de CE foram em média de 1,22 dS m<sup>-1</sup>, 1,32 dS m<sup>-1</sup> e 1,66 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. Esses resultados diferem dos encontrados por Peixoto et al. (2006), que observaram aumento na CE da camada mais superficial. A literatura tem mostrado valores absolutos superiores para a camada até 0,30 m, onde ocorre constante presença dos íons resultantes da aplicação de fertilizantes (ROLSTON et al. 1986).



A melancia apresenta tolerância moderada à salinidade (1,5 a 2,0 dS m<sup>-1</sup>) (AYERS;WESTCOT, 1991). Assim, os valores médios de CE encontrados neste trabalho estão dentro dos valores adequados para o cultivo da melancieira, exceto para o T16 nas duas profundidades, com níveis acima da CE considerada crítica.

Quanto maior a quantidade de sais presentes na solução, maior será o valor de CE obtido. Tomé Júnior (1997) afirma que o excesso de sais na zona radicular, independentemente dos íons presentes, afeta o desenvolvimento e produtividade das plantas, porque uma maior concentração da solução exige da planta maior dispêndio de energia para conseguir absorver água (efeito osmótico), prejudicando seus processos metabólicos essenciais.

Desdobrando profundidades dentro de DAT, constata-se que os valores de CE diferiram significativamente pelo teste de Tukey ( $\alpha \leq 5\%$ ) entre as profundidades aos 23, 46 e 58 DAT e aos 30 e 37 DAT não houve diferença significativa (Tabela 7). Os maiores valores de CE foram observados aos 37 DAT, 1,79 dS m<sup>-1</sup> na profundidade de 15 cm e 1,86 dS m<sup>-1</sup> a 30 cm. Os valores de CE em média foram menores na camada de 15 cm de profundidade. Apesar de a aplicação do adubo ocorrer na camada superficial, essa também mostra-se como a camada de maior atividade das raízes na absorção de nutrientes e conseqüentemente diminui a CE nesta camada.

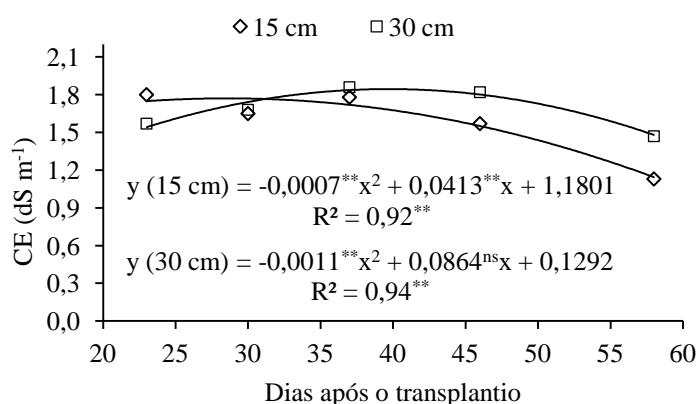
**Tabela 7** – Condutividade elétrica (CE) da solução do solo em cultivo de melancia em duas profundidades nos diferentes tempos de coleta. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Profundidades (cm)	DAT				
	23	30	37	46	58
	-----CE (dS m <sup>-1</sup> )-----				
15	1,78a	1,65a	1,79a	1,57b	1,13b
30	1,57b	1,68a	1,86a	1,82a	1,46a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS (Diferença mínima significativa) profundidade = 0,203.

Desdobrando DAT dentro de profundidades, observa-se que a CE teve um comportamento similar entre as profundidades durante o ciclo da cultura. Para a profundidade de 15 cm, a CE aumentou até os 30 DAT, quando atingiu o valor de 1,79

$\text{dS m}^{-1}$ , diminuindo até o fim do ciclo. Já na profundidade de 30 cm, o ponto de máximo valor da CE foi de 1,82, atingido aos 39 DAT, diminuindo em seguida até o fim do ciclo da melancia (Figura 7). Essa diminuição da CE da solução do solo nas duas profundidades coincide com o período de maior absorção de nutrientes pela cultura, contribuindo para esse decréscimo; também pode-se prever que o sistema radicular da melancieira está explorando as duas profundidade de modo uniforme.



**Figura 7** – Condutividade elétrica (CE) da solução do solo em cultivo de melancia para diferentes tempos de coleta em duas profundidades. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Desdobrando tratamentos dentro de DAT, observa-se que o T16 diferiu dos demais em todas as épocas de coleta, conforme também observado para o  $\text{NO}_3^-$ , evidenciando maior efeito dos adubos nitrogenados na salinização do solo. A CE nesse tratamento ficou abaixo do limite crítico ( $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) somente no final do ciclo (58 DAT), mostrando que essa dose não deve ser usada para a cultura da melancia quando se deseja alcançar máxima produtividade. Nos outros tratamentos, a CE da solução do solo não atingiu o limite crítico durante o desenvolvimento da melancieira, sendo o maior valor observado  $1,81 \text{ dS m}^{-1}$ , aos 37 DAT para o T11 (Tabela 8).

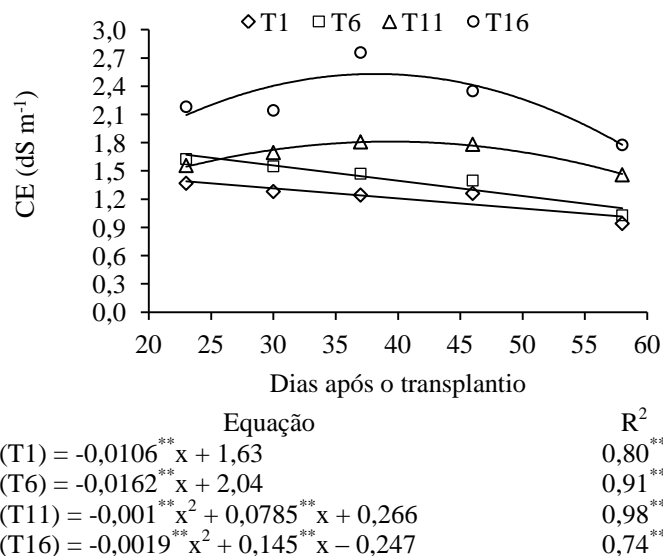
**Tabela 8** – Condutividade elétrica (CE) da solução do solo em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo em diferentes épocas de coleta. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

DAT	Tratamentos (N; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> em kg ha <sup>-1</sup> )			
	T1 (0;0)	T6 (48; 88)	T11 (121; 220)	T16 (218; 397)
	-----CE (dS m <sup>-1</sup> )-----			
23	1,37b	1,62b	1,56b	2,18a
30	1,28c	1,55bc	1,69b	2,14a
37	1,24c	1,47c	1,81b	2,76a
46	1,26c	1,39c	1,78b	2,35a
58	0,94c	1,03c	1,46b	1,77a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS (Diferença mínima significativa) tratamento = 0,270.

Desdobrando DAT dentro de tratamentos, observa-se que nos tratamentos T16 e T11 ajustou-se um modelo quadrático para a CE, onde houve aumento durante o ciclo da cultura até os 38 e 39 DAT, cujos valores foram de 2,52 e 1,80 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente; diminuindo em seguida até o fim do ciclo. Já para os tratamentos T1 e T6, ajustou-se um modelo linear negativo ao longo do ciclo da melancieira (Figura 8). Essa diminuição, apesar de pequena durante o ciclo (0,37 dS m<sup>-1</sup> no T1 e 0,28 dS m<sup>-1</sup> para T6), foi significativa ao nível de 1% de probabilidade.

De acordo com o observado neste estudo, pode-se inferir que o tratamento T11 é o mais recomendado para cultura da melancia nas condições locais de estudo, principalmente em relação à adubação nitrogenada, pois a dose de 121 kg ha<sup>-1</sup> N não atingiu o limiar da condutividade elétrica na solução do solo para a cultura da melancia (2,0 dS m<sup>-1</sup>) e atendeu a exigência nutricional de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da cultura.



**Figura 8** – Condutividade elétrica (CE) da solução do solo em cultivo de melancia para diferentes épocas de coleta em função dos tratamentos com nitrogênio e fósforo. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

#### 4.3.6 pH

A análise estatística demonstrou que houve efeito isolado de profundidade e época de coleta da solução do solo sobre o pH desta, mas não houve efeito de tratamentos.

O pH na camada superficial (15 cm) foi significativamente inferior ao da profundidade de 30 cm. Nesta, o maior valor de pH observado foi no T11 (7,69) e o menor no T16 (7,59), com média de 7,63. Na profundidade de 15 cm, o pH variou de 7,50 a 7,59, com média de 7,55 (Tabela 9).

O pH da solução do solo variou durante o ciclo da cultura, sendo que aos 31 DAT observou-se maior valor de pH (7,8); em seguida, ocorreu decréscimo até os 50 DAT, onde o pH alcançou valor mínimo: 7,25 (Figura 9). Apesar de essa variação ser significativa, percebe-se que as diferenças de pH da solução foram menores do que a

unidade, de modo que, em termos práticos, essa pequena variação não causará efeito na disponibilidade de nutrientes para a melanciaira.

Essa variação do pH da solução do solo ocorreu justamente no período de maior aplicação dos fertilizantes ureia, ácido nítrico e ácido fosfórico, o que era de se esperar, pois seus índices de acidez são elevados: 71, 46 e 76, respectivamente.

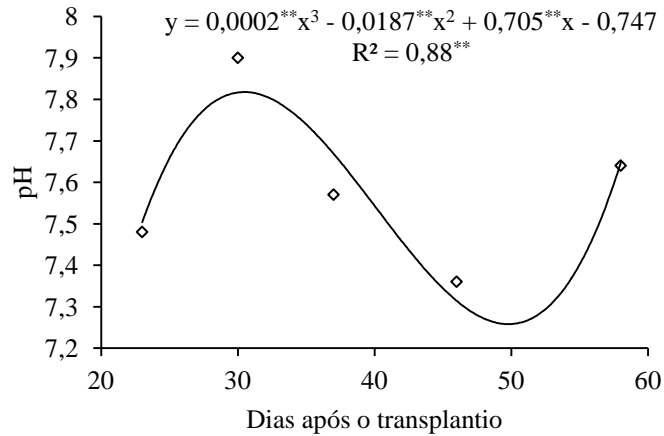
A aplicação de adubos nitrogenados via fertirrigação pode causar efeitos desejáveis nas propriedades químicas do solo, como o aumento do teor do nutriente aplicado no solo e sua disponibilidade para a planta, e efeitos indesejáveis, como um possível aumento na acidez do solo, ou seja, diminuição do pH (MALAVOLTA et al., 1997). A ureia ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) é o fertilizante nitrogenado mais utilizado em fertirrigação, em função do menor preço. Os sais amoniacais e o sal amídico ureia apresentam comportamento ácido, o que ocorre devido à nitrificação do íon amônio, causando a liberação de íons de hidrogênio, que irão diminuir o pH do solo (MELO, 1987). O ácido fosfórico tem sido muito usado em fertirrigação, pois além de ser boa fonte de fósforo, reduz o pH da água, evitando a precipitação do fósforo pelo cálcio (ZANINI et al., 2007).

Porém, essa diminuição do pH da solução do solo não foi mais acentuada em virtude de a água de irrigação utilizada neste experimento ter pH 8,1 e dos elevados teores de carbonato e bicarbonato. Os valores de pH tendem a ser mais altos na presença de bicarbonatos na água (HERMES; SILVA, 2002).

**Tabela 9** – Valores de pH da solução do solo em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo em duas profundidades. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Profundidades (cm)	Tratamentos (N; $\text{P}_2\text{O}_5$ em $\text{kg ha}^{-1}$ )				Médias
	T1 (0; 0)	T6 (48; 88)	T11 (121; 220)	T16 (218; 397)	
	-----pH-----				
15	7,50	7,56	7,59	7,55	7,55A
30	7,61	7,61	7,69	7,59	7,63B
Médias	7,55a	7,58a	7,64a	7,57a	-----

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letra minúscula: compara as médias dentro de cada linha; Letra maiúscula: compara as médias dentro da coluna. DMS (Diferença mínima significativa) tratamento = 0,14; DMS profundidade = 0,056.



**Figura 9** – Valores de pH da solução do solo durante o ciclo de cultivo da melancia. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

#### 4.4 CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento das plantas, houve redução nas concentrações de nitrato e nitrogênio mineral e aumento de fósforo e amônio na solução do solo.

As adubações com doses crescentes de N e de  $P_2O_5$  aumentaram proporcionalmente a condutividade elétrica, a concentração de íons nitrato ( $NO_3^-$ ) e fósforo (P) na solução do solo.

Os tratamentos T1 (0; 0) e T6 (48; 88) não atenderam a demanda nutricional de N pela cultura da melancia.

O tratamento T16 (218; 397) provocou aumento de CE acima do limiar da cultura da melancia.

O tratamento T11 (121; 220) é o mais recomendado para a cultura da melancia neste trabalho.

#### 4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, J. **Evapotranspiration del cultivo**: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma: FAO, 2006. 298p. (FAO, Estudio Riego e Drenaje Paper, 56).

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCO, F. A. V. Campina Grande, Universidade Federal de Paraíba. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29), 1991. 218p.

ANDRADE NETO, T. M. **Monitoramento de íons na solução e no extrato de saturação do solo sob aplicação de diferentes concentrações de sais fertilizantes na água de irrigação em bananeira da terra**. 2009. 89p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2009.

BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Doses de N e K no tomateiro sob estresse salino: III. Produção e qualidade de frutos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, p. 122-127, 2008.

BLANCO, F. F. **Tolerância do pepino enxertado à salinidade em ambiente protegido e controle da salinização do solo**. 1999. 104f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1999.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e planta. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 21, n. 113, p. 73-85, 1974.

BURGUENÕ, H. **La fertirrigacion en cultivos hortícolas com acolchado plástico**. Culiacan: BUSAR, 1996. v. 1, 45p.

CERETTA, C. A. **Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia/milho, no sistema de plantio direto**. In: FRIES, M. R.; DALMOLIN, R. S. D. Atualização em recomendação de adubação e calagem: ênfase em plantio direto. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Pallotti, p. 112-124, 1997.

COELHO, E. F.; SOUSA, V. F.; PINTO, J. M. Manejo de irrigação em fruteiras. **Revista Bahia Agrícola**, Salvador, v. 6, n. 1, p. 67-70, 2003.

COELHO, F. C.; COELHO FILHO, M. A.; CRUZ, J. L.; SOUZA, L. F. S. **Fontes e frequência de aplicação de nitrogênio via água de irrigação no mamoeiro**. Comunicado técnico nº 111. Embrapa mandioca e fruticultura Tropical. Cruz das Almas, BA. p. 4. 2004.

- DALAL, R. C. Urease activity in some Trindad soils. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 7, p. 5-8, 1975.
- DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; MEDEIROS, J. F.; TELLES FILHO, J. F. Salinidade e manejo da fertirrigação em ambiente protegido. I: Efeitos sobre o crescimento do meloeiro. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 2, p. 208-218, 2006.
- DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; SOARES, T. M. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se de extratores de solução do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 496-504, 2005.
- DONAGEMMA, G. K.; RUIZ, H. A.; ALVAREZ, V. H.; FERREIRA, P. A.; CANTARUTTI, R. B.; SILVA, A. G.; FIGUEIREDO, G. C. Distribuição do amônio, nitrato, potássio e fósforo em colunas de latossolos fertirrigadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2493-2504, 2008.
- DOUGLAS, L. A.; BREMNER, J. M. A rapid method of evaluating different compounds as inhibitors of urease activity in soils. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 3, p. 309-315, 1971.
- ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M. Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre características do tomateiro cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, p. 83-89, 2007.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de análise química dos solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Solos, 1999. 370p.
- ENGELS, C.; MARSCHNER, H. **Plant uptake and utilization of nitrogen**. In: BACON, P. E. (Ed.). Nitrogen fertilization in the environment. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 41-81.
- EXNER, M. E.; BURBACH, M. E.; WATTS, D. G.; SHEARMAN, R. C.; SPALDING, R. F. Deep nitrate movement in the unsaturated zone of simulated urban lawn. **Journal Environmental Quality**, Madison, n. 20, p. 658-662, 1991.
- FARDEAU, J. C. Dynamics of phosphate in soils. An isotopic outlook. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Bonn, Germany, v. 45, p. 91-100, 1996.
- FELTRIM, A. L. **Produtividade de melancia em função da adubação nitrogenada, potássica e população de plantas**. 2010. 87f. Tese (Doutorado Produção Vegetal) - UNESP, Jaboticabal-SP, 2010.



GERVÁSIO, E. S.; CARVALHO, J. A.; SANTANA, M. J. Efeito da salinidade da água de irrigação na produção da alface americana. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 125-128, 2000.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido Tide. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 93-97, 2004.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 763-767, 2005a.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes, híbrido Shadow. **Científica**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 69-74, 2005b.

HERMES, L. C.; SILVA, A. S. **Parâmetros básicos para avaliação da qualidade das águas: análise e seu significado ambiental**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2002. 32p.

KAISER, D. R. **Nitrato na solução do solo e na água de fontes para consumo humano numa microbacia hidrográfica produtora de fumo**. 2006. 114p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

KELLING, K. A.; WALSH, L. M.; KEENEY, D. R.; RYAN, J. A.; PETERSON, A. E. A field study of the agricultural use of sewage sludge: II. Effect on soil N and P. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 6, p. 345-352, 1977.

LANDIS, T. D. **Mineral nutrients and fertirrigation**. In: LANDIS, T. D.; TINUS, R. W.; MCDONALD, S. E.; BARNETT J. P. The container tree nursery manual, 4. Agric. Handbk.674. Washington, D. C.: Department of Agriculture, Forest Service. 1989, p. 1-67.

LI, J.; ZHANG, J.; REN, L. Water and nitrogen distribution as affected by fertigation of ammonium nitrate from a point source. **Irrigation Science**, Cordoba, v. 22, p. 19-30, 2003.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 308p.

MEDEIROS, P. R. F.; DUARTE, S. N.; UYEDA, C. A.; SILVA, Ê. F. F.; MEDEIROS, J. F. Tolerância da cultura do tomate à salinidade do solo em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 1, p. 51-55, 2012.

MELO, F. A. F. **Ureia fertilizante**. Campinas : Fundação Cargill, 1987. 192p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. 4.ed. Bern: International Potash Institute, 1987. 655p.

MONTEIRO, R. O. C. **Influência do gotejamento subterrâneo e do “mulching” plástico na cultura do melão em ambiente protegido**. 2007. 178p. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP. Piracicaba-SP, 2007.

MUNÓZ-CARPENA, R. A.; RITTER, A. R.; SOCORRO, N. P. Nitrogen evolution and fate in a Canary Islands (Spain) sprinkler fertigated banana plot. **Agricultural Water Management**, v. 52, p. 93-117. 2002.

PEIXOTO, J. F. S.; GUERRA, H. O. C.; CHAVES, L. H. G. Alterações de atributos químicos do solo pela fertirrigação com nitrogênio e potássio. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v. 27, n. 2, p. 69-76, 2006.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

ROLSTON, D. E.; MILLER, R. J.; SCHULBACH, H. **Management principles** In: NAKAYAMA, F. S.; BUCKS, D. A. Trickle irrigation for crop production. Amsterdam: Elsevier, p. 317-345, 1986.

SILVA, E. F. F.; MIRANDA, J. H.; COELHO, R. D.; DUARTE, S. N.; FERREIRA, Y. R. P. **Determinação da salinidade do solo utilizando extratores de cápsulas porosas e soluções diluídas**. In: CONBEA, 28, 1999. Pelotas, Anais...Pelotas: SBEA, 1999. 1 CD ROM.

SILVA, E. F. F. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. 2002. 136p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SILVA JÚNIOR, M. J.; DUARTE, S. N.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; DUTRA, I. Resposta do meloeiro à fertigação controlada através de íons da solução do solo: Desenvolvimento vegetativo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande. v. 14, n. 7, p. 715-722, 2010.

SOUZA, M. R. **Comportamento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L. CV Eriparza) submetido a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.** 1995. 94f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

SOUZA, T. R.; QUAGGIO, J. A.; SILVA, G. O. Dinâmica de íons e acidificação dos solos nos sistemas de fertirrigação e adubação sólida na citricultura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, p. 501-505, 2006.

TABATABAI, M. A.; BREMNER, J. M. Assay of urease activity in soils. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 5, p. 479-487, 1972.

TOMÉ JÚNIOR, J. B. **Manual para interpretação de análise de solo.** Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

TSAI, S. M.; BARAIBAR, A. V. L.; ROMANI, V. L. M. **Efeitos de fatores do solo.** In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Eds). Microbiologia do Solo. Campinas Instituto Agrônomo, p. 59-72, 1992.

VILLAS BÔAS, R. L.; ANTUNES, C. L.; BOARETTO, A. E.; SOUSA, V. F.; DUENHAS, L. H. **Perfil da pesquisa e emprego da fertirrigação no Brasil.** In: FOLEGATTI, M. V.; CASARINI, E.; BLANCO, F. F.; BRASIL, R. P. C.; RESENDE, R. S. (Coord.). Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 2001. v. 2, cap. 3, p. 71-103.

VIVANCOS, A. D. **Fertirrigacion.** Madrid: Mundi Prensa, 1993. 217p.

ZANINI, J. R.; BARRETO, A. K. G.; FORATTO, L. C.; NATALE, W. Distribuição de fósforo no bulbo molhado, aplicado via fertirrigação por gotejamento com ácido fosfórico. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 180-193, 2007.

## **CAPÍTULO 5**

### **ALTERAÇÕES DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO PELA FERTIRRIGAÇÃO COM NITROGÊNIO E FÓSFORO**

## RESUMO

SOUZA, Marcelo Sobreira de. **Alterações de atributos químicos do solo pela fertirrigação com nitrogênio e fósforo.** 2012. 30f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2012.

A forma tradicional de aplicação de fertilizantes nas culturas irrigadas vem sendo substituída pela fertirrigação, que permite a aplicação de fertilizantes simultaneamente com a água de irrigação. Embora a fertirrigação ofereça uma série de vantagens, seu manejo inadequado pode ocasionar um estado de degradação do solo. Assim, faz-se necessário o monitoramento desses solos com vistas à preservação da sua qualidade física e química para que possam proporcionar uma produção continuada. Estudos relativos ao monitoramento das propriedades do solo são importantes para avaliar a sustentabilidade das práticas agrícolas e suprir a ausência de dados, além de sinalizar o manejo adequado do ambiente visando à sua conservação e produtividade. Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da fertirrigação com nitrogênio e fósforo, sobre alguns atributos químicos do solo cultivado com melancia. O experimento foi realizado na Fazenda Santa Luzia, localizada no município de Baraúna – RN (5° 05' 57"S e 37° 33' 16"W). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial com cultivo em faixas 4 x 4 x 2, resultando em 32 tratamentos, com 3 repetições, totalizando 96 parcelas na área do experimento. Os tratamentos foram formados por quatro doses de nitrogênio – N (0; 48; 121; 218 kg ha<sup>-1</sup>) combinadas com quatro doses de fósforo – P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (0; 88; 220; 397 kg ha<sup>-1</sup>) com duas cultivares de melancia em faixas. Para analisar o efeito temporal nas características químicas do solo usou-se o arranjo em parcelas divididas 4 x 5, sendo utilizados quatro tratamentos T1 (0;0), T6 (48; 88), T11 (121; 220) e T16 (218; 397), e cinco épocas de coleta de amostras de solo (23, 30, 37, 46 e 58 DAT), em todos os blocos. Para analisar o efeito das doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nas características químicas do solo, utilizou-se um fatorial 4 x 4, sendo quatro doses de N e quatro doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. As doses de N afetaram os teores de P do solo, porém as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> não influenciaram nos teores de N mineral do solo. A adubação nitrogenada foi a que mais contribuiu para as variações da condutividade elétrica do extrato de saturação e do pH do solo. Os teores de cátions do solo foram na seguinte ordem decrescente: Ca<sup>+2</sup> > Mg<sup>+2</sup> > K<sup>+</sup> > Na<sup>+</sup> > NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

**Palavras-chaves:** condutividade elétrica, ânions, cátions.

## ABSTRACT

SOUZA, Marcelo Sobreira de. **Changes in soil chemical properties by fertigation with nitrogen and phosphorus.** 2012. 30f. Thesis (DSc Agronomy: Plant Science) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2012.

The traditional way of fertilizer application in irrigated crops is being replaced by fertigation, which allows the application of fertilizers simultaneously with the irrigation water. Although fertigation offers a number of advantages, inadequate management can lead to a state of soil degradation. Thus, it is necessary to monitor these soils with a view to preserving its physical and chemical quality so that it can provide a continuous production. Studies related to the monitoring of soil properties are important in order to evaluate the sustainability of agricultural practices and compensate for the lack of data, and signal the proper management of the environment in order to preserve and productivity. The objective of this study was to evaluate the effects of fertigation with nitrogen and phosphorus on some chemical soil cultivated with watermelon. The study was conducted at Santa Luzia farm, in Mossoró, in the State of Rio Grande do Norte, Brazil ( $5^{\circ} 05' 57''\text{S}$  e  $37^{\circ} 33' 16''\text{W}$ ). The experimental design was a randomized block in factorial arrangement with strip cropping  $4 \times 4 \times 2$ , resulting in 32 treatments with 3 repetitions, totaling 96 plots in the experimental area. The treatments comprised four levels of nitrogen - N (0; 48; 121; 218  $\text{kg ha}^{-1}$ ) combined with four doses of phosphorus -  $\text{P}_2\text{O}_5$  (0; 88; 220, 397  $\text{kg ha}^{-1}$ ) with two cultivars of watermelon banded. In order to analyze the effect on the temporal characteristics of soil used to the split plot arrangement in  $4 \times 5$ , and used four treatments T1 (0;0), T6 (48; 88), T11 (121; 220) e T16 (218; 397), and five seasons of collecting soil samples (23, 30, 37, 46 and 58 DAT) in all blocks. In order to analyze the effect of N and  $\text{P}_2\text{O}_5$  in soil chemical characteristics, we used a  $4 \times 4$  factorial, four N rates and four rates of  $\text{P}_2\text{O}_5$ . N rates affected the soil P levels, but the doses of  $\text{P}_2\text{O}_5$  not influenced content of soil mineral N. Nitrogen fertilization was the largest contributor to the variations of the electrical conductivity of the saturation extract and soil pH. The levels of soil cations were classified in the following order:  $\text{Ca}^{+2} > \text{Mg}^{+2} > \text{K}^{+} > \text{Na}^{+} > \text{NH}_4^{+}$ .

**Keywords:** electrical conductivity, anions, cations.

## 5.1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a forma tradicional de aplicação de fertilizantes nas culturas irrigadas vem sendo substituída pela fertirrigação, que permite a aplicação de fertilizantes simultaneamente à água de irrigação. Embora a fertirrigação ofereça uma série de vantagens, sua eficiência depende do conhecimento e estudo de vários fatores, como o manejo da fertirrigação associado ao manejo da água no sistema solo-água-planta-atmosfera (PEIXOTO et al., 2006).

O manejo inadequado e intensivo do solo pode ocasionar um estado de degradação que, caso seja reversível, requer muito mais tempo e recurso para sua recuperação. Assim, faz-se necessário o monitoramento desses solos visando à preservação da sua qualidade física e química, para que o mesmo possibilite uma produção continuada (FIALHO et al., 2006).

Estudos relativos ao monitoramento das propriedades do solo são importantes para avaliar a sustentabilidade das práticas agrícolas e suprir a ausência de dados, além de sinalizar o manejo adequado do ambiente visando à sua conservação e produtividade.

A determinação de características e propriedades do solo, quando realizada corretamente, possibilita práticas econômicas e ecologicamente sustentáveis, tanto na agricultura irrigada como na de sequeiro, proporcionando maior produtividade e melhor conservação do solo (PEIXOTO et al., 2006).

Dentre os nutrientes essenciais ao desenvolvimento das culturas, o nitrogênio e o fósforo são os que requerem maior atenção dentro de um programa nutricional. A utilização do fósforo se deve ao baixo teor nos solos das regiões tropicais (NOVAIS; SMYTH, 1999; PRADO et al., 2005), seu elevado poder de imobilização do nutriente adicionado (EPSTEIN; BLOOM, 2006), sua baixa mobilidade no solo (COSTA et al., 2009) e a alta demanda das plantas em sua fase inicial de crescimento (NOVAIS; SMYTH, 1999). O nitrogênio, devido à sua grande mobilidade no solo, pode ser facilmente lixiviado, sendo possível que, ao longo do tempo, atinja o lençol freático e os

corpos de água por ele alimentados (PHILLIPS; BURTON, 2005; CORREA et al., 2006; DYNIA et al., 2006).

Uma adubação desequilibrada afeta a disponibilidade de nutrientes no solo e a absorção destes pelas plantas. Os principais fatores que afetam a disponibilidade e absorção de nutrientes são o tipo de solo, o pH, a concentração e o equilíbrio entre a fração trocável e em solução do solo, além de interações iônicas (MALAVOLTA, 1980; TISDALE et al., 1985).

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da fertirrigação com doses crescentes de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sobre alguns atributos químicos do solo cultivado com melancia.

## **5.2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.2.1 Característica da área experimental**

As condições experimentais, tratamentos estudados e manejo da fertirrigação foram as mesmas descritas no capítulo 2, no item 2.2.1 ao 2.2.5.

### **5.2.2 Amostragem do solo e variáveis analisadas**

Ao longo do cultivo da melancia, foram realizadas cinco amostragens de solo para análise química e monitoramento nutricional. As amostras foram coletadas na profundidade de 0 a 0,20 m, com auxílio de um trado holandês, no mesmo dia das coletas de plantas, ou seja, aos 23, 30, 37, 46 e 58 DAT. Os tratamentos amostrados foram T1, T6, T11 e T16, os mesmos utilizados na análise de crescimento, com o objetivo de avaliar o efeito temporal nas características químicas do solo provocadas pelas doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Porém, as amostragens feitas aos 37 e 58 DAT foram realizadas em todos os



tratamentos, com o objetivo de avaliar o efeitos das doses de N e  $P_2O_5$  nas características químicas do solo.

Nessas amostras de solo foram determinadas os teores de nitrogênio ( $NH_4^+$  e  $NO_3^-$ ) pelo método Kjeldahl,  $Ca^{+2}$  e  $Mg^{+2}$  analisados por complexometria, utilizando como extrator o KCl 1 mol  $L^{-1}$  (EMBRAPA, 1999);  $K^+$  e  $Na^+$  extraídos por Mehlich-1 (HCl 0,05 mol  $L^{-1}$  +  $H_2SO_4$  0,0125 mol  $L^{-1}$ ) e analisado por fotometria de chama e P disponível obtido pelo extrator Olsen (bicarbonato de sódio 0,5 mol  $L^{-1}$ , pH ajustado para 8,5), em uma relação solo extrator de 1:10 (5  $cm^3$  de TFSA e 50 mL da solução extratora). A determinação do P foi realizada por colorimetria, utilizando o método do complexo fosfo-molíbico em meio redutor, conforme descrito em Braga e Defelipo (1974).

### 5.2.3 Análise estatística

Para analisar o efeito temporal nas características químicas do solo, usou-se o arranjo em parcelas divididas 4 x 5, sendo utilizados quatro tratamentos T1 ( $N_1;P_1$ ), T6 ( $N_2;P_2$ ), T11 ( $N_3;P_3$ ) e T16 ( $N_4;P_4$ ) e cinco épocas de coleta de amostras de solo (23, 30, 37, 46 e 58 DAT), em todos os blocos. Para analisar o efeito das doses de N e  $P_2O_5$  nas características químicas do solo, utilizou-se um fatorial 4 x 4, sendo quatro doses de N (0; 48; 121; 218  $kg\ ha^{-1}$ ) e quatro doses de  $P_2O_5$  (0; 88; 220; 397  $kg\ ha^{-1}$ ).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), conforme o delineamento descrito e procedeu-se a análise de regressão em função das doses N e de  $P_2O_5$  e épocas de coleta. Os tratamentos T1, T6, T11 e T16 foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade através do software SAEG (RIBEIRO JÚNIOR, 2001). As equações de regressão foram escolhidas com base na significância do modelo de regressão, adotando-se o nível de 5% de probabilidade e dos coeficientes da equação de regressão, adotando-se o nível de 10% de probabilidade.

## 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.3.1 Efeito temporal nas características químicas do solo provocadas pelas doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Para os teores de Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, P e pH do solo ocorreu efeito da interação entre tratamentos e épocas de coleta das amostras do solo. Sobre a concentração de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e N mineral (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> + N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) houve efeito isolado de tratamento e épocas de coleta.

#### 5.3.1.1 Fósforo (P) e pH do solo

Os teores de P do solo para os tratamentos T1 (14,5 mg dm<sup>-3</sup>) e T6 (33,2 mg dm<sup>-3</sup>) permaneceram praticamente inalterados durante todo o ciclo da melancia, porém com uma tendência de decréscimo no fim do ciclo. Já nos tratamentos T11 e T16, houve tendência de diminuição dos teores de P do solo no fim do ciclo em relação aos 23 DAT (Figura 1A). Aos 58 DAT, os teores de P no solo foram de 47,33 mg dm<sup>-3</sup> e 45,76 mg dm<sup>-3</sup> para os tratamentos T11 e T16, respectivamente. Esse comportamento é devido ao fato de o período de maior crescimento e demanda de nutrientes pela melancia ser no fim do ciclo, e como o solo é o principal reservatório desses nutrientes para as plantas, consequentemente uma demanda nutricional mais acentuada afetará o conteúdo de nutrientes do solo.

Segundo Raij (1991), valores acima de 30 mg dm<sup>-3</sup> de P trocável são considerados ideais para um bom desenvolvimento das culturas. Assim, os tratamentos T1 e T6 não atenderam a exigência nutricional da melancia, pois os teores de P do solo ficaram abaixo do nível considerado ideal para as plantas.

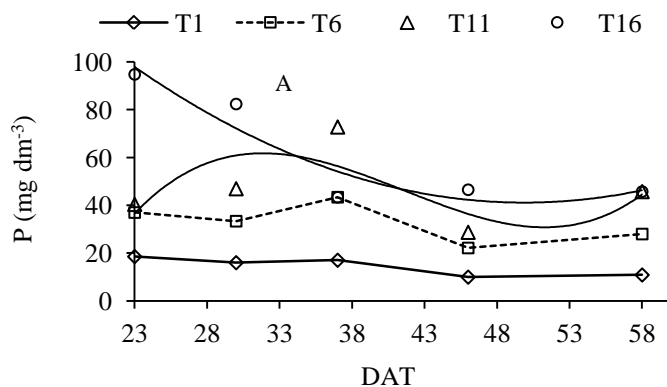
Os teores de P do solo aumentaram em função das doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicadas, sendo que em média o T16 (62,6 mg dm<sup>-3</sup>)>T11(46,9 mg dm<sup>-3</sup>)>T6 (32,8 mg

$\text{dm}^{-3}$ ) > T1 ( $14,5 \text{ mg dm}^{-3}$ ) (Tabela 1). Em todas as épocas de coleta de amostra de solo houve diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que no período de maior demanda de nutrientes pela melancia, a partir dos 40 DAT, não houve diferenças entre os tratamentos T6, T11 e T16 em relação aos teores de P do solo.

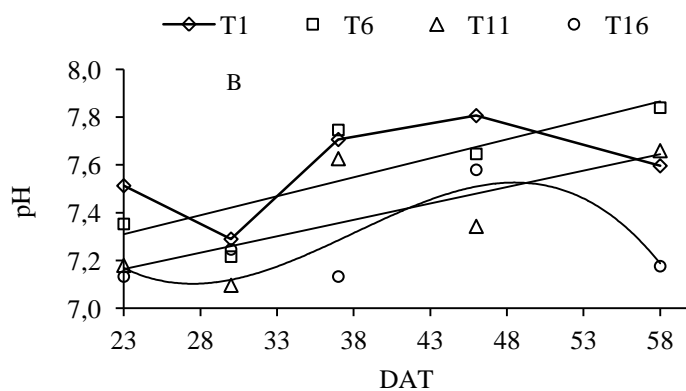
O aumento nos teores de P do solo aos 37 DAT nos tratamentos T6 e T11 (Tabela 1) coincide com o período de maior aplicação de fósforo na cultura da melancia.

O pH do solo, em todos em todos os tratamentos, teve tendência a aumentar no fim do ciclo, a partir de 40 DAT, porém esse aumento é menor do que a unidade, o que provavelmente não afeta a disponibilidade de nutrientes para a melancia. Para os tratamentos T6 e T11, o pH do solo aumentou linearmente até o final do ciclo, onde atingiu os valores de 7,86 e 7,64, respectivamente. O T16 alcançou maior valor de pH aos 46 DAT (7,58) (Figura 1B).

Os tratamentos diferiram entre si, com relação aos valores de pH, aos 37, 46 e 58 DAT (Tabela 1). Aos 37 e 58 DAT, os tratamentos T1, T6 e T11 (com valor médio de pH 7,7) não diferiram entre si, mas diferiram do T16, com valor de pH médio 7,2. Os tratamentos com as maiores aplicações de adubos (T11 e T16) apresentaram valores de pH inferiores aos T1 e T6 em todas as épocas de coleta de solo, devido ao efeito ácido dos adubos aplicados, principalmente ureia, ácido nítrico e ácido fosfórico.



Equação	R <sup>2</sup>
y(T1) = 14,5	----
y(T6) = 33,2	----
y(T11) = 0,0043 <sup>**</sup> x <sup>3</sup> - 0,5494 <sup>ns</sup> x <sup>2</sup> + 21,806 <sup>ns</sup> x - 220,92	0,50 <sup>**</sup>
y(T16) = 0,0786 <sup>**</sup> x <sup>2</sup> - 7,8427 <sup>**</sup> x + 236,75	0,89 <sup>**</sup>



Equação	R <sup>2</sup>
y(T1) = 7,6	----
y(T6) = 0,0159 <sup>**</sup> x + 6,943	0,68 <sup>**</sup>
y(T11) = 0,0137 <sup>**</sup> x + 6,848	0,54 <sup>**</sup>
y(T16) = -9E-05 <sup>*</sup> x <sup>3</sup> + 0,0104 <sup>o</sup> x <sup>2</sup> - 0,365 <sup>ns</sup> x + 11,17	0,68 <sup>**</sup>

**Figura 1** – Teores de fósforo (P) (A) e pH (B) do solo para diferentes tratamentos com doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> durante o ciclo da melancia. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

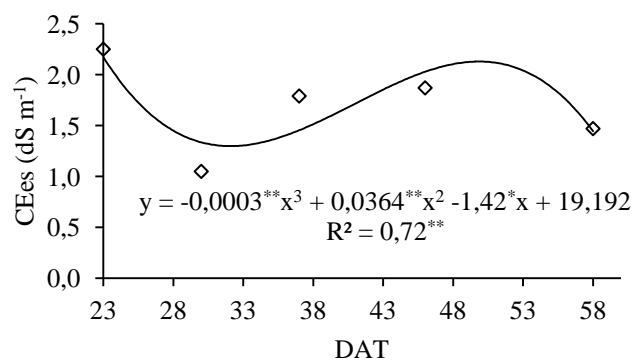
**Tabela 1** – Teores de fósforo (P) do solo em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo durante o ciclo da cultura. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

DAT	Tratamentos (N; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> em kg ha <sup>-1</sup> )			
	T1 (0;0)	T6 (48; 88)	T11 (121; 220)	T16 (218; 397)
	-----P (mg dm <sup>-3</sup> )-----			
23	18,56b	37,00b	40,43b	94,80a
30	16,00c	33,36bc	47,16b	82,40a
37	17,03c	45,46ab	72,80a	43,40bc
46	9,96b	22,16ab	28,73ab	46,53a
58	10,86b	28,00ab	47,33a	45,76a
	-----pH-----			
23	7,51a	7,35a	7,18a	7,13a
30	7,29a	7,21a	7,09a	7,24a
37	7,70a	7,74a	7,62a	7,13b
46	7,80a	7,64ab	7,34b	7,58ab
58	7,59a	7,84a	7,66a	7,17b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS (Diferença mínima significativa) variável P = 28,03; variável pH = 0,417.

### 5.3.1.2 Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes)

A condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) variou durante o ciclo da melancia. Aos 23 DAT, a CEes foi de 2,13 dS m<sup>-1</sup>, diminuindo até aos 33 DAT, quando atingiu o menor valor (1,19 dS m<sup>-1</sup>), aumentando em seguida até atingir o valor de 1,72 dS m<sup>-1</sup> aos 48 DAT (Figura 2). Esse aumento nos valores de CEes no período de 33 a 48 DAT se deve à maior aplicação de fertilizantes via fertirrigação nesse período, o que aumentou o potencial osmótico do solo e consequentemente a CEes.



**Figura 2** - Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) do solo durante o ciclo da melancia. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Aos 58 DAT, o valor da CEes diminuiu para 1,40 dS m<sup>-1</sup>, devido provavelmente à diminuição da aplicação de fertilizantes e à maior absorção de nutrientes da solução do solo pela planta.

A CEes diferiu significativamente entre os tratamentos estudados, aumentando linearmente conforme as crescentes doses de nitrogênio e fósforo (Tabela 2). Para o tratamento T16, a CEes foi de 2,42 dS m<sup>-1</sup>, ao passo que para os tratamentos T1, T6 e T11 os valores de CEes ficaram abaixo de 2,0 dS m<sup>-1</sup>.

A melancia apresenta tolerância moderada à salinidade (1,5 a 2,0 dS m<sup>-1</sup>) (AYERS; WESTCOT, 1991). Assim, os valores médios de CEes encontrados neste trabalho estão dentro dos valores adequados para o cultivo da melancia, exceto para o T16, cuja CEes está acima da considerada crítica para a cultura.

**Tabela 2** – Teores de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrogênio mineral (N mineral), potássio ( $\text{K}^+$ ), sódio ( $\text{Na}^+$ ) e condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes) em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Tratamento	$\text{NH}_4^+$	$\text{NO}_3^-$	N mineral	$\text{K}^+$	$\text{Na}^+$	CEes
	----- $\text{mg dm}^{-3}$ -----					( $\text{dS m}^{-1}$ )
T <sub>1</sub>	9,22b	31,60c	14,32c	835,60a	180,80a	1,15c
T <sub>6</sub>	9,43b	43,27c	17,09c	752,80a	164,27a	1,47b
T <sub>11</sub>	10,38a	63,19b	22,32b	845,20a	172,20a	1,72b
T <sub>16</sub>	10,87a	95,26a	29,95a	801,87a	184,67a	2,42a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS (Diferença mínima significativa):  $\text{NH}_4^+$  = 0,84;  $\text{NO}_3^-$  = 14,59; N mineral = 3,23;  $\text{K}^+$  = 237,05;  $\text{Na}^+$  = 43,09; CEes = 0,45.

### 5.3.1.3 Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrogênio mineral (N mineral)

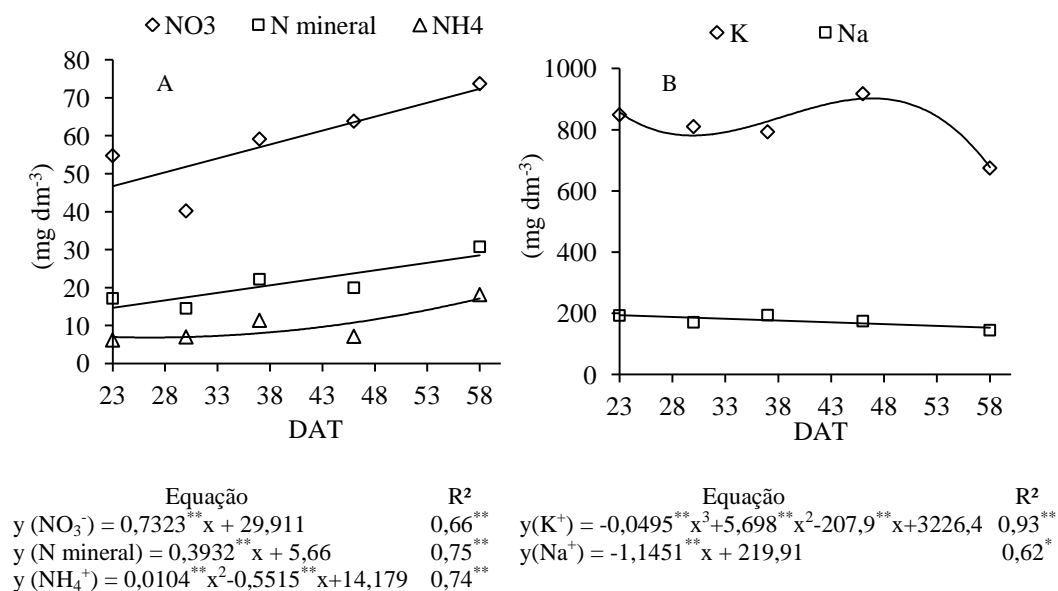
Os teores de  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  e N mineral do solo aumentaram em função das doses crescentes de N aplicadas (tratamentos). Os tratamentos T16 e T11 diferiram entre si e dos demais tratamentos, para as variáveis  $\text{NO}_3^-$  e N mineral, cujos valores foram de 95,26  $\text{mg dm}^{-3}$  e 29,95  $\text{mg dm}^{-3}$  para T16 e 63,19  $\text{mg dm}^{-3}$  e 22,32  $\text{mg dm}^{-3}$  para o T11, respectivamente. O tratamentos T1 e T6 não diferiram entre si, cujos valores médios destes tratamentos para  $\text{NO}_3^-$  foram de 37,4  $\text{mg dm}^{-3}$  e de N mineral de 15,70  $\text{mg dm}^{-3}$  (Tabela 2).

Os tratamentos T16 e T11 não diferiram entre si em relação aos teores de  $\text{NH}_4^+$  do solo, cujos valores foram de 10,87  $\text{mg dm}^{-3}$  e 10,38  $\text{mg dm}^{-3}$ , respectivamente. Porém, foram significativamente diferentes em relação aos T1 e T6 cujos teores médios de  $\text{NH}_4^+$  foram de 9,32  $\text{mg dm}^{-3}$  (Tabela 2).

Os teores de  $\text{NO}_3^-$  e N mineral do solo aumentaram de forma linear até o fim do ciclo da melancia, onde alcançaram 72,4  $\text{mg dm}^{-3}$  e 28,4  $\text{mg dm}^{-3}$ , respectivamente, valores 54,8% superiores aos de  $\text{NO}_3^-$  aos 23 DAT (46,75  $\text{mg dm}^{-3}$ ) e 93% superiores ao N mineral (14,70  $\text{mg dm}^{-3}$ ) (Figura 3A).

Os teores de  $\text{NH}_4^+$  no solo diminuiram até 30 DAT, quando atingiram 7,0  $\text{mg dm}^{-3}$ , aumentando a partir desse ponto até o fim do ciclo da melancia, quando atingiram o valor de 17, 2  $\text{mg dm}^{-3}$  (Figura 3A). Esse aumento nos teores de N do solo ocorreu em

função principalmente do tratamento T16, que apresenta elevada dose de N, maior do que a necessidade da cultura, de forma que o excesso de N aplicado passa a interagir com a matriz do solo, aumentando o valor absorvido.



**Figura 3** – Teores de amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), nitrogênio mineral (N mineral) (A), potássio (K<sup>+</sup>) e sódio (Na<sup>+</sup>) (B) do solo em função dos tratamentos com doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> durante o ciclo da melancia. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

#### 5.3.1.4 Potássio (K<sup>+</sup>) e sódio (Na<sup>+</sup>)

Os teores de K<sup>+</sup> do solo permaneceram praticamente inalterados até aos 40 DAT, com os teores médios de K<sup>+</sup> nesse período de 811,7 mg dm<sup>-3</sup>, atingindo o valor máximo aos 47 DAT (902,7 mg dm<sup>-3</sup>) e diminuindo até o fim do ciclo (678,2 mg dm<sup>-3</sup>) (Figura 3B). Essa diminuição nos teores de K<sup>+</sup> do solo nos últimos 10 dias do ciclo da cultura se deveu ao período de maior crescimento dos frutos, e estes são os principais drenos de potássio, de vez que esse elemento é o mais absorvido pelos frutos (GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2005a e 2005b; GRANGEIRO et al. 2005).



Conforme a Tabela 2, verifica-se em relação aos tratamentos estudados que não houve diferenças significativas entre eles, sendo que o teor médio de  $K^+$  trocável do solo foi de  $808,8 \text{ mg dm}^{-3}$ , considerado muito alto.

A relação Ca:K para os tratamentos T1, T6, T11 e T16 foi de 10,7; 12,4; 11,0 e 12,4, respectivamente. Estes valores estão acima dos observados por Miranda et al. (2008) para a cultura do melão, cuja relação média foi 3,7:1, variando entre 2,4:1 e 5,9:1. Segundo Silva (2000), a relação Ca:K considerada adequada para a cultura do melão é de 9:1. Constatou-se, portanto, excesso de  $Ca^{2+}$  em comparação a  $K^+$  em todos os tratamentos, o que afetará a absorção de  $K^+$  pelas plantas.

Segundo Oliveira et al. (2001), a disponibilidade de  $K^+$  no solo e sua absorção pelas plantas parecem estar relacionadas à disponibilidade dos cátions divalentes,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , dominantes do complexo de troca. Ainda assim, a absorção do  $K^+$  pelas plantas é favorecida em comparação com outras espécies catiônicas, sendo, dentre os cátions macronutrientes, o que geralmente se apresenta em menor e maior concentração no solo e na planta, respectivamente.

De acordo com os resultados obtidos por diversos autores citados por Soares et al. (1983), o efeito estimulante do cálcio sobre a absorção de potássio é observado quando se encontra em baixas concentrações. Porém, com o aumento gradativo na concentração do cálcio, esse efeito diminui até o momento em que ocorre antagonismo entre esses cátions em níveis mais altos de cálcio com a consequente redução na absorção de potássio pelas plantas.

O balanço ideal de cátions no complexo de troca deve estar ocupado por 65% de  $Ca^{2+}$ , 10% de  $Mg^{2+}$ , 5% de  $K^+$  e 20% de  $H^+$ , perfazendo uma saturação de bases igual a 80% (BEAR; TOTH, 1948). No entanto, essa proporção é variável de acordo com a cultura e o tipo de solo.

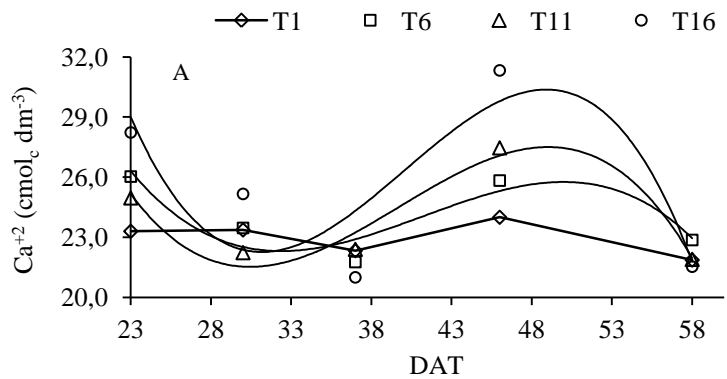
Os teores de  $Na^+$  do solo diminuem linearmente durante o ciclo da cultura, sendo que os teores aos 23 DAT foram de  $193,5 \text{ mg dm}^{-3}$  e de  $153,5 \text{ mg dm}^{-3}$  aos 58 DAT (Figura 3B). Provavelmente, a absorção de  $Na^+$  pelas plantas e a substituição dos íons

$\text{Na}^+$  principalmente pelo  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$ , nos sítios de troca do solo, e sua consequente lixiviação, devido ao aumento da lâmina de irrigação durante o ciclo da melancia, contribuíram para esse decréscimo nos teores de  $\text{Na}^+$  do solo. Os tratamentos não influenciaram os teores de  $\text{Na}^+$  do solo (Tabela 2).

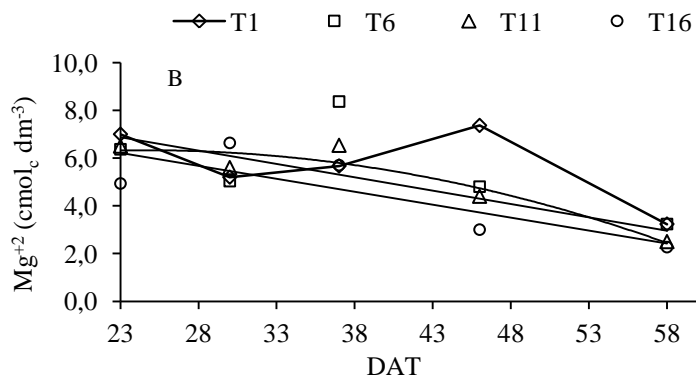
### **5.3.1.5 Cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ )**

Os teores de  $\text{Ca}^{+2}$  trocável do solo variaram durante as épocas de coletas de amostras do solo para os tratamentos T6, T11 e T16. Os teores máximos de  $\text{Ca}^{+2}$  no solo foram de  $22,07 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $23,24 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $30,57 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , respectivamente, aos 46 DAT para os T6 e T11 e aos 49 DAT para o T16 (Figura 4A). Essas épocas são as de maior aplicação de lâminas de irrigação em virtude do período de maior vigor vegetativo da melancia, e são também a época de maior crescimento dos frutos; deste modo, devido aos altos teores de  $\text{Ca}^{+2}$  na água de irrigação utilizada neste trabalho, é de se esperar esse aumento nos teores de  $\text{Ca}^{+2}$  do solo. Este é também o período de maior absorção de nutrientes pela melancia, o que pode ter provocado essa diminuição nos teores do solo no fim do ciclo.

Houve diferenças significativas entre os tratamentos em relação aos teores de  $\text{Ca}^{+2}$  do solo aos 23 e 46 DAT (Tabela 3). Aos 23 DAT, os teores de  $\text{Ca}^{+2}$  variaram de  $28,23 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (T16) a  $23,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (T1), sendo que os tratamentos T6, T11 e T16 não diferiram entre si, com média de  $26,41 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Aos 46 DAT, o tratamento T16 ( $31,33 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) diferiu dos demais tratamentos, com média de  $22,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .



Equação	R <sup>2</sup>
Y (T1) = 23,0	----
y(T6) = -0,0013 <sup>**</sup> x <sup>3</sup> + 0,1565 <sup>o</sup> x <sup>2</sup> - 6,1508 <sup>ns</sup> x + 100,39	0,82 <sup>**</sup>
y(T11) = -0,0019 <sup>**</sup> x <sup>3</sup> + 0,222 <sup>ns</sup> x <sup>2</sup> - 8,3431 <sup>ns</sup> x + 122,21	0,94 <sup>**</sup>
y(T16) = -0,0029 <sup>**</sup> x <sup>3</sup> + 0,349 <sup>ns</sup> x <sup>2</sup> - 13,3 <sup>ns</sup> x + 185,51	0,72 <sup>**</sup>



Equação	R <sup>2</sup>
y (T1) = 5,7	----
y(T6) = -0,0035 <sup>*</sup> x <sup>2</sup> + 0,1715 <sup>**</sup> x + 4,221	0,91 <sup>**</sup>
y(T11) = -0,112 <sup>**</sup> x + 9,451	0,82 <sup>**</sup>
y(T16) = -0,1085 <sup>**</sup> x + 8,716	0,66 <sup>**</sup>

**Figura 4** – Teores de cálcio (Ca<sup>+2</sup>) (A) e magnésio (Mg<sup>+2</sup>) (B) trocáveis do solo em função dos tratamentos com doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> durante o ciclo da melancia. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Os teores de  $Mg^{+2}$  do solo diminuíram durante o ciclo da cultura da melancia em todos os tratamentos estudados, porém com efeito significativo para os tratamentos T6, T11 e T16. Em média, os teores de  $Mg^{+2}$  no solo aos 23 DAT foram de  $6,20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e de  $2,80 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  aos 58 DAT, uma redução de 54,8% (Figura 4B). Essa redução pode ser devido aos altos valores de  $Ca^{+2}$  do solo, pois esse experimento foi instalado em um solo de origem calcária da formação Jandaíra, onde os teores de  $Ca^{+2}$ , seguidos pelo  $Mg^{+2}$ , predominam em relação aos demais elementos. Assim, o  $Ca^{+2}$ , cátion em maior concentração na solução do solo, é absorvido preferencialmente na matriz do solo em detrimento dos outros cátions do complexo de troca do solo. Esse fato pode ser confirmado pelo tratamento T1, no qual as concentrações de  $Ca^{+2}$  em média eram inferiores aos demais tratamentos (Figura 4B). Em contrapartida, os teores de  $Mg^{+2}$  em média foram maiores no T1 ( $5,70 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) em comparação aos T6, T11 e T16.

Em cultivos do meloeiro em alguns solos de origem calcária do RN e CE, irrigados com água rica em  $Ca^{+2}$  e com aplicações elevadas de  $K_2O$ , observou-se deficiência de  $K^+$  para a cultura, devido à inibição competitiva da absorção de  $K^+$  pelos altos teores de  $Ca^{2+}$  no solo (CRISÓSTOMO et al., 2002). Por outro lado, altas concentrações de  $Ca^{+2}$  e  $K^+$  podem inibir a absorção de  $Mg^{+2}$ , diminuir sua translocação da raiz à parte aérea, causando sua deficiência. Isto acontece porque  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$  e  $Mg^{+2}$  competem pelos mesmos sítios de absorção na raiz, de maneira que o cátion em maior concentração na solução do solo tem absorção preferencial em detrimento dos outros.

De acordo com a Tabela 3, houve diferença nos teores de  $Mg^{+2}$  trocável do solo entre os tratamentos somente aos 46 DAT, onde o tratamento T1 ( $7,36 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) não diferiu do T6 ( $4,80 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e diferiu dos tratamentos T11 ( $4,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ) e T16 ( $3,00 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ); tratamentos T6, T11 e T16 não diferiram entre si.

A relação Ca:Mg em todos os tratamentos e épocas avaliadas foi superior a 3 (Tabela 3), sendo que aos 58 DAT a relação Ca:Mg foi de 6,76; 7,08; 8,76 e 9,52 para os tratamentos T1, T6, T11 e T16, respectivamente, valores superiores aos considerados adequados por Silva (2000), que constatou que a relação ideal de Ca:Mg no solo é de 3:1

no meloeiro. A relação entre bases considerada adequada por Pioneer (1994) indica valores entre 3 a 5 para Ca:Mg. Miranda et al. (2008) verificou excesso do  $\text{Ca}^{+2}$  em relação a  $\text{Mg}^{+2}$  em um Latossolo Vermelho amarelo em Mossoró/RN, cuja média foi 3,72:1.

Assim, constatam-se altas concentrações do íon  $\text{Ca}^{+2}$  no complexo de troca do solo em estudo, o que irá afetar a relação entre os nutrientes cálcio e magnésio na nutrição vegetal, pois eles possuem propriedades químicas próximas, como o raio iônico, valência, grau de hidratação e mobilidade, fazendo com que haja competição pelos sítios de adsorção no solo, e na absorção pelas raízes. Como consequência, a presença de um pode prejudicar os processos de adsorção e absorção do outro, fato registrado para os íons  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  (ORLANDO FILHO et al., 1996).

**Tabela 3** – Teores de cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ) trocáveis do solo em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo durante períodos do ciclo da cultura. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

DAT	Tratamentos (N; $\text{P}_2\text{O}_5$ em $\text{kg ha}^{-1}$ )			
	T1 (0;0)	T6 (48; 88)	T11 (121; 220)	T16 (218; 397)
----- $\text{Ca}^{+2}$ ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )-----				
23	23,30b	26,03ab	24,97ab	28,23a
30	23,26a	23,46a	22,23a	25,16a
37	22,33a	25,76a	22,40a	21,00a
46	24,00b	25,83b	27,46b	31,33a
58	21,86a	22,86a	21,90a	21,53a
----- $\text{Mg}^{+2}$ ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )-----				
23	7,00a	6,36a	6,50a	4,93a
30	5,20a	5,03a	5,60a	6,63a
37	5,66a	8,06a	6,53a	5,70a
46	7,36a	4,80ab	4,40b	3,00b
58	3,23a	3,23a	2,50a	2,26a
-----Relação Ca:Mg-----				
23	3,32	4,09	3,84	5,72
30	4,47	4,66	3,97	3,79
37	3,94	3,20	3,43	3,68
46	3,26	5,38	6,24	10,44
58	6,76	7,08	8,76	9,52

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS (Diferença mínima significativa) variável  $\text{Ca}^{+2}$  = 3,61; variável  $\text{Mg}^{+2}$  = 2,88.

### 5.3.2 Efeitos das doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nas características químicas do solo

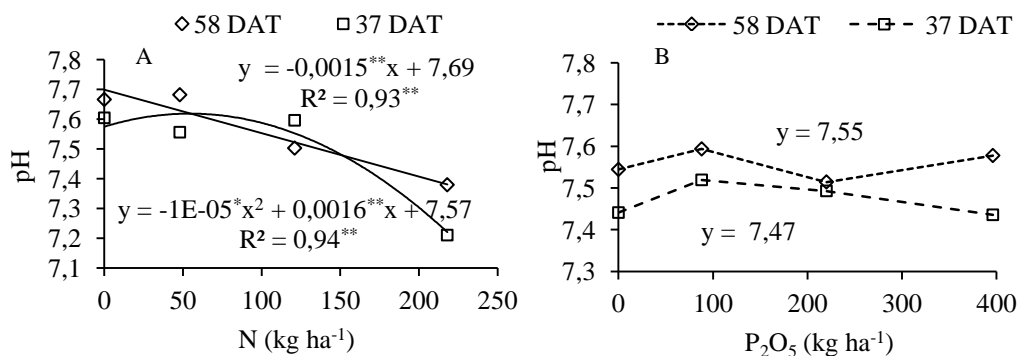
#### 5.3.2.1 pH do solo

A adubação nitrogenada em média diminuiu o pH do solo aos 58 e 37 DAT (Figura 5A). Aos 37 DAT, o pH aumentou até a dose de 80 kg ha<sup>-1</sup>, quando atingiu o valor de 7,63, diminuindo a partir desse ponto com o aumento das doses de N, onde na dose 220,0 kg ha<sup>-1</sup> o pH atingiu o valor de 7,22. Aos 58 DAT, o pH diminuiu linearmente com o aumento nas doses de N. Quando não se aplicou N, o pH era de 7,69 e na maior dose de N o valor de pH decresceu para 7,36. Apesar desse efeito da adubação nitrogenada no abaixamento do pH, em termos práticos não houve significância biologicamente em relação ao processo de disponibilidade de nutrientes do solo às plantas de melancia, pois a variação do pH é inferior à unidade.

A aplicação de adubos nitrogenados via fertirrigação pode causar efeitos desejáveis nas propriedades químicas do solo, como o aumento do teor do nutriente aplicado no solo e sua disponibilidade para a planta e efeitos indesejáveis, como um possível aumento na acidez do solo, ou seja, diminuição do pH (MALAVOLTA et al., 1989). A ureia (CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>) é a fonte nitrogenada mais utilizada em fertirrigação, em função do menor preço. Os sais amoniacais e o sal amídico ureia apresentam comportamento ácido, o que ocorre devido à nitrificação do íon amônio, causando a liberação de íons de hidrogênio que irão diminuir o pH do solo (MELO, 1987).

Para a adubação fosfatada, não houve efeito sobre o pH do solo, sendo que aos 37 DAT, o pH médio do solo foi de 7,47 e aos 58 DAT foi de 7,55, em função das doses crescentes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 5B). O fertilizante utilizado na fertirrigação como fonte de P foi o ácido fosfórico, o qual, segundo Zanini et al. (2007), é boa fonte de fósforo e, quando aplicado via fertirrigação, reduz o pH da água, evitando a precipitação do fósforo pelo cálcio.

Apesar de possuir efeito na redução do pH, o ácido fosfórico não influenciou no pH do solo neste experimento, em virtude das baixas quantidades aplicadas, pois 59% das doses de P foram aplicadas em fundação localizada a 10 cm de cada gotejador e em virtude da água de irrigação utilizada neste experimento, com pH 8,1 e elevados teores de carbonato e bicarbonato, que contribuíram para a não redução do pH do solo. Os valores de pH tendem a ser mais altos quando há presença de bicarbonatos na água (HERMES; SILVA, 2002).



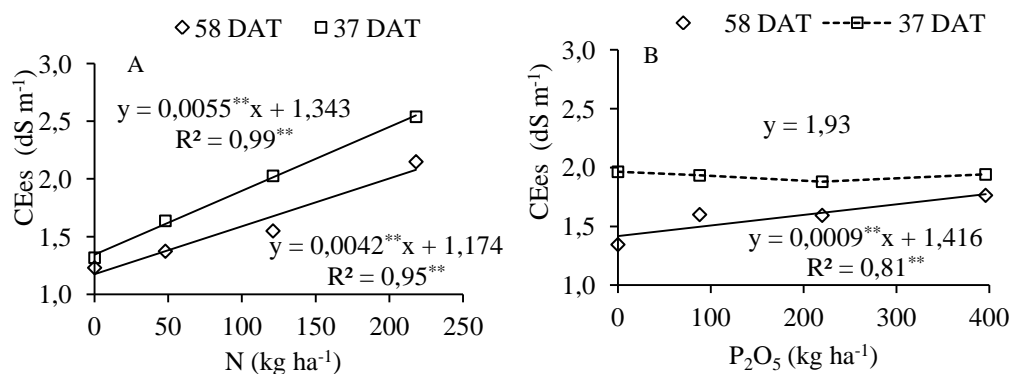
**Figura 5** – pH do solo em função da adubação com nitrogênio (A) e fósforo (B) aos 58 e 37 dias após o transplantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

### 5.3.2.2 Condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes)

As doses crescentes de nitrogênio aumentaram linearmente a CEes aos 37 e 58 DAT. Aos 37 DAT, doses de N acima de 120 kg ha<sup>-1</sup> proporcionaram valores de CEes acima de 2,0 dS m<sup>-1</sup>, valor considerado o limiar para a cultura da melancia. Assim, doses superiores a 120 kg ha<sup>-1</sup> de N irão afetar negativamente o rendimento da melancia. Já aos 58 DAT, somente as doses acima de 200 kg ha<sup>-1</sup> de N elevaram a CEes acima de 2,0 dS m<sup>-1</sup> (Figura 6A). Essa diferença nos valores das doses de N em relação ao limiar da cultura durante o ciclo da melancia se deve ao período de maior exigência nutricional da

melancia, que ocorre no fim do ciclo, conseqüentemente essa maior absorção de nutrientes do solo contribui para a diminuição de CEes.

A adubação fosfatada aumentou a CEes somente aos 58 DAT, sendo que aos 37 DAT as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> não afetaram a CEes do solo, cujo valor médio foi de 1,93 dS m<sup>-1</sup> (Figura 6B). Aos 58 DAT, a CEes variou de 1,41 dS m<sup>-1</sup> na dose 0,0 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a 1,77 dS m<sup>-1</sup> na dose 397 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, não atingindo o valor de CEes limiar.



**Figura 6** – Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) em função da adubação com nitrogênio (A) e fósforo (B) aos 58 e 37 dias após o transplantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

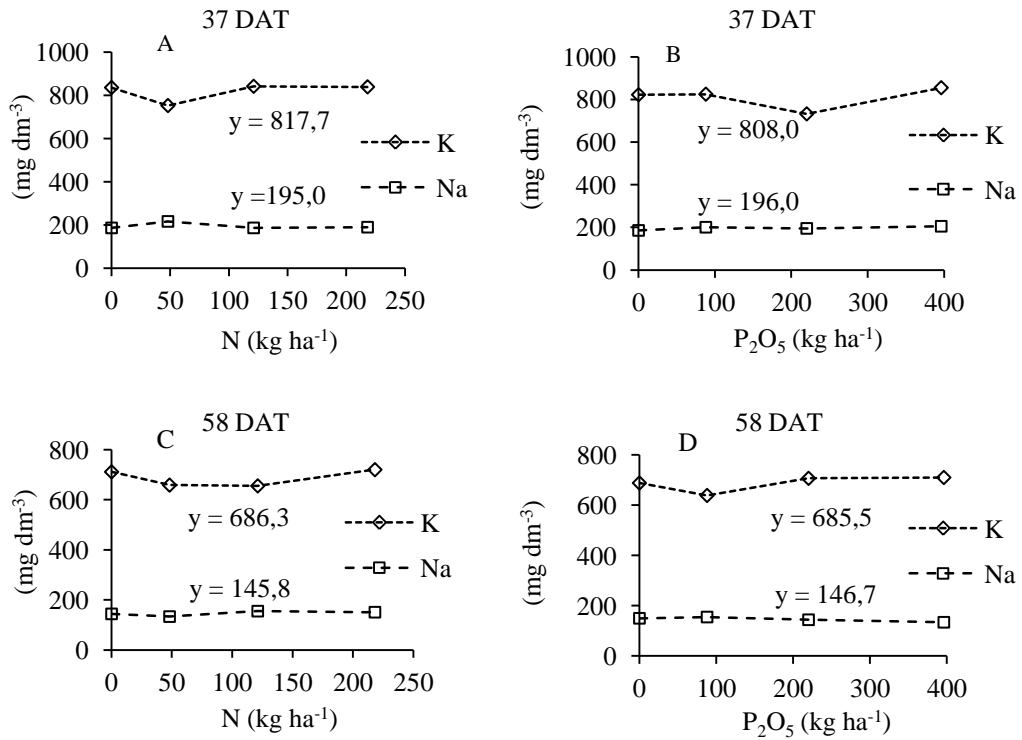
### 5.3.2.3 Potássio (K<sup>+</sup>), sódio (Na<sup>+</sup>), cálcio (Ca<sup>+2</sup>) e magnésio (Mg<sup>+2</sup>)

Os teores de K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup> do solo não foram influenciados pelas adubações com doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em nenhuma época de coleta de solo (Figuras 7 e 8). Os valores médios de K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup> do solo em função da adubação com doses crescentes de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> foram de 812,8 mg dm<sup>-3</sup> e 195,5 mg dm<sup>-3</sup> aos 37 DAT (Figuras 7A e B) e 685,9 mg dm<sup>-3</sup> e 146,3 mg dm<sup>-3</sup> aos 58 DAT (Figuras 7C e D), respectivamente.

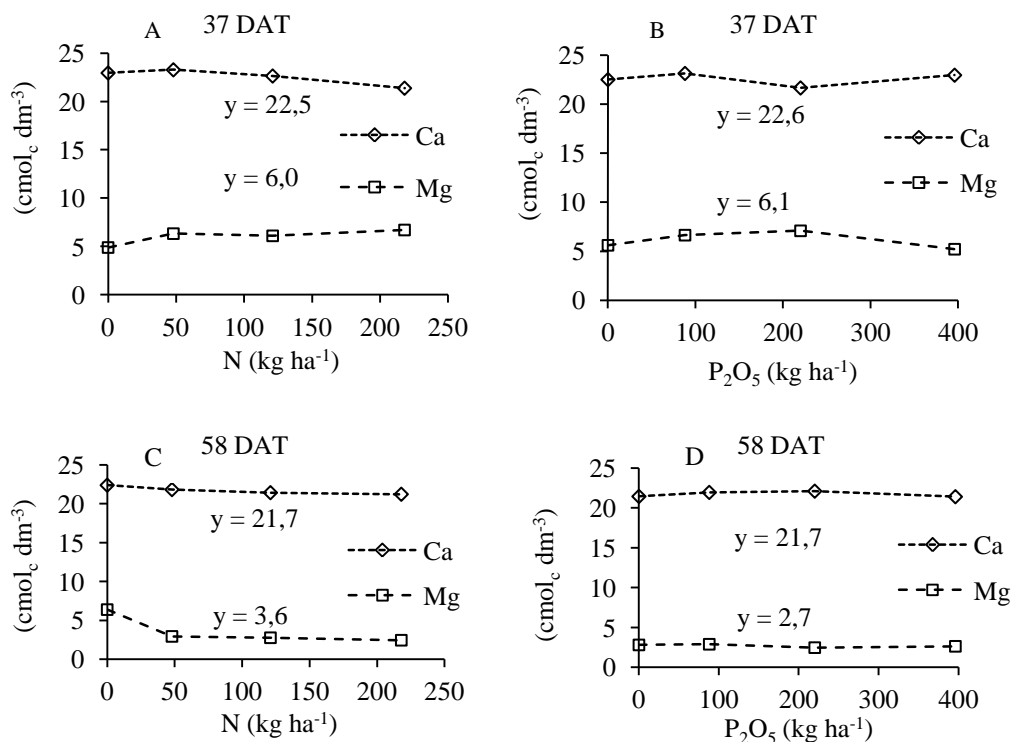
Para os teores de Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup> do solo, os valores médios foram de 22,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e 6,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> aos 37 DAT (Figuras 8A e B) e 21,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e 3,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> (Figuras 8C e D). Os teores de K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup> e Mg<sup>+2</sup> sempre foram inferiores aos 58



DAT em relação aos 37 DAT, conforme já comentado, devido à maior demanda nutricional da melancia no fim do ciclo, para atender o crescimento dos frutos.



**Figura 7** – Teores de potássio (K<sup>+</sup>) e sódio (Na<sup>+</sup>) trocáveis do solo em função da adubação com nitrogênio (A e C) e fósforo (B e D) aos 37 dias após o transplântio (A e B) e 58 (C e D). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.



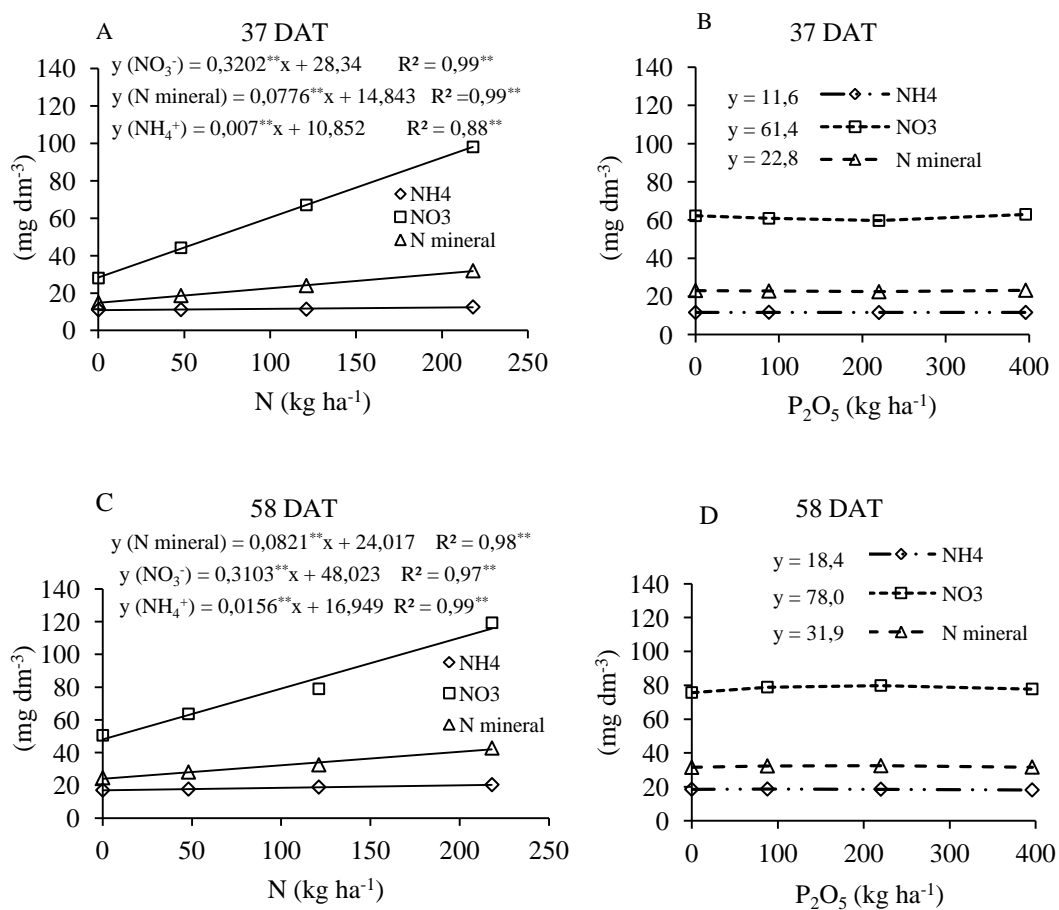
**Figura 8** – Teores de cálcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{+2}$ ) trocáveis do solo em função da adubação com nitrogênio (A e C) e fósforo (B e D) aos 37 (A e B) e 58 dias após o transplântio (C e D). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

#### 5.3.2.4 Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) e nitrogênio mineral (N mineral)

As doses de N aumentaram linearmente os teores de  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  e N mineral no solo aos 37 e 58 DAT (Figuras 9A e C). Já as doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  não afetaram os teores de nitrogênio do solo aos 37 e 58 DAT (Figuras 9B e D), cujos valores médios entre as duas épocas de coleta foram de  $69,7 \text{ mg dm}^{-3}$  de  $\text{NO}_3^-$ ,  $15,0 \text{ mg dm}^{-3}$  de  $\text{NH}_4^+$  e  $27,3 \text{ mg dm}^{-3}$  de N mineral.

Os teores de  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  e N mineral do solo aos 37 DAT foram de  $28,34 \text{ mg dm}^{-3}$ ,  $10,85 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $14,84 \text{ mg dm}^{-3}$ , e aos 58 DAT foram  $48,02 \text{ mg dm}^{-3}$ ,  $16,95 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $24,02 \text{ mg dm}^{-3}$ , respectivamente, na dose  $0,0 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. Quando se aplicaram

220,0 kg ha<sup>-1</sup> de N, os teores de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e N mineral do solo, aos 37 DAT, aumentaram para 98,9 mg dm<sup>-3</sup>, 12,4 mg dm<sup>-3</sup> e 31,9 mg dm<sup>-3</sup>, um aumento de 248%, 14% e 114%; e aos 58 DAT, de 116,3 mg dm<sup>-3</sup>, 20,4 mg dm<sup>-3</sup> e 42,1 mg dm<sup>-3</sup>, um incremento de 142%, 20% e 75%, respectivamente (Figura 9A e C).



**Figura 9** – Teores de amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) e nitrogênio mineral (N mineral) em função da adubação com nitrogênio (A e C) e fósforo (B e D) aos 37 (A e B) e 58 dias após o transplântio (C e D). Mossoró-RN, UFRSA, 2010.

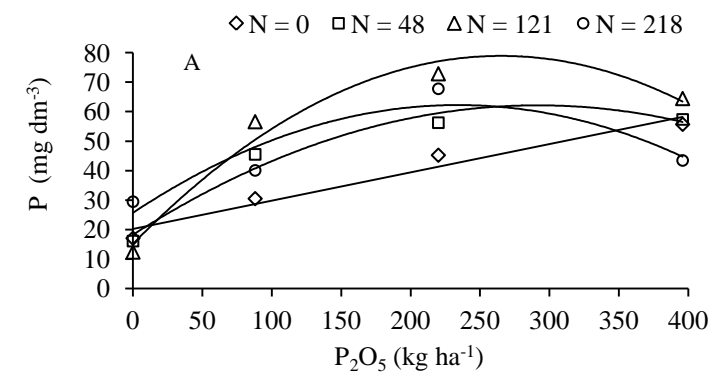
### 5.3.2.5 Fósforo (P)

Para os teores de P do solo, ocorreu interação entre as doses de N e  $P_2O_5$  aos 37 DAT. Desdobrando as doses de N dentro das doses de  $P_2O_5$ , observa-se na Figura 10A que a não aplicação de N ( $0,0 \text{ kg ha}^{-1}$ ) provocou aumento linear nos teores de P até a dose máxima de  $397 \text{ kg ha}^{-1} P_2O_5$ , onde o teor de P do solo atingiu  $58,3 \text{ mg dm}^{-3}$ . Para as doses de 48; 121 e  $218 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, obteve-se uma resposta quadrática para os teores de P do solo. Quando se aplicou a dose de  $48 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, os teores de P do solo aumentaram até a dose de  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ , onde se alcançou o valor de  $63,7 \text{ mg dm}^{-3}$  diminuindo em seguida com o aumento nas doses de  $P_2O_5$ . Para as doses de 121 e  $218 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, os teores de P do solo aumentaram até as doses 268 e  $223 \text{ kg ha}^{-1} P_2O_5$ , nos quais os teores de P no solo atingiram os valores máximos de  $79,3 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $60,53 \text{ mg dm}^{-3}$ , respectivamente.

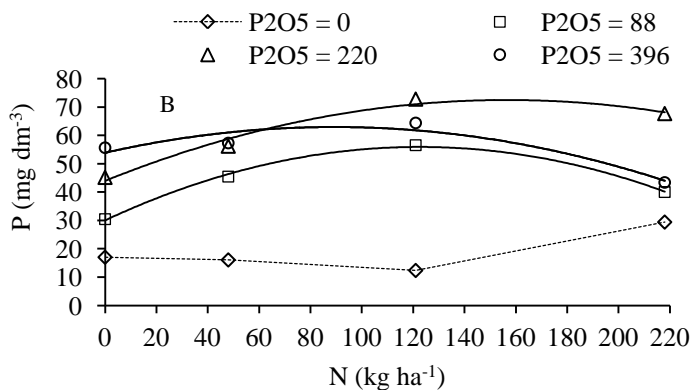
Desdobrando doses de  $P_2O_5$  dentro das doses de N, verifica-se por meio da Figura 10B que para a dose  $0,0 \text{ kg ha}^{-1} P_2O_5$ , os teores de P do solo não se alteram com a adubação nitrogenada. Com a aplicação das doses de 88, 220 e  $396 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ , os teores do P do solo responderam de forma quadrática em função da adubação nitrogenada. Assim, quando se aplicaram  $88 \text{ kg ha}^{-1} P_2O_5$ , o teor máximo de P do solo foi de  $56,3 \text{ mg dm}^{-3}$ , com a aplicação de  $130 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. Para as doses de 220 e  $396 \text{ kg ha}^{-1} P_2O_5$ , os teores de P do solo atingiram o valor máximo de  $71,6 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $63,3 \text{ mg dm}^{-3}$ , nas doses de 155 e  $94 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, respectivamente. Com os aumentos nas doses de N a partir desses valores, o teor de P do solo diminuiu.

Observa-se, assim, que aplicações de doses muito altas de N ou  $P_2O_5$ , combinadas com doses de  $P_2O_5$  e N, respectivamente, dependendo da magnitude destas doses, tendem a diminuir os teores de P do solo. Provavelmente isso ocorre devido às formas iônicas sob as quais o fósforo e o nitrogênio encontram-se no solo. O fósforo apresenta-se na forma do ânion  $H_2PO_4^-$  e  $HPO_4^{2-}$  e o nitrogênio normalmente na forma do

ânion  $\text{NO}_3^-$ , de modo que pode haver alguma competição entre esses ânions pelos sítios de adsorção da matriz do solo.



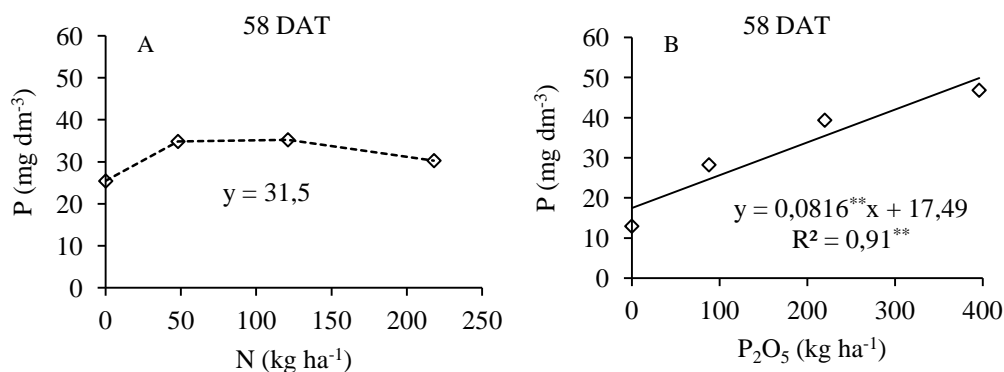
Equação	R <sup>2</sup>
$y(0) = 0,0961^{**}x + 20,15$	0,96 <sup>**</sup>
$y(48) = -0,0005^{**}x^2 + 0,301^{**}x + 18,24$	0,96 <sup>**</sup>
$y(121) = -0,0009^{**}x^2 + 0,4807^{**}x + 15,17$	0,97 <sup>**</sup>
$y(218) = -0,0007^{**}x^2 + 0,3124^{**}x + 25,68$	0,86 <sup>**</sup>



Equação	R <sup>2</sup>
$y(0) = 18,7$	----
$y(88) = -0,0017^{**}x^2 + 0,423^{ns}x + 30,02$	0,99 <sup>**</sup>
$y(220) = -0,0012^{**}x^2 + 0,364^{**}x + 43,97$	0,97 <sup>**</sup>
$y(396) = -0,0011^{**}x^2 + 0,2034^{ns}x + 53,89$	0,89 <sup>*</sup>

**Figura 10** – Teores de fósforo (P) no solo em função da adubação com fósforo em diferentes níveis de N (A) e da adubação nitrogenada em diferentes níveis de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (B) aos 37 dias após o transplantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Aos 58 DAT, não houve efeito da adubação nitrogenada nos teores de P do solo, cuja média foi de  $31,5 \text{ mg dm}^{-3}$  (Figura 11A). As doses crescentes de  $\text{P}_2\text{O}_5$  provocaram aumento nos teores de P do solo na medida de seu incremento. Assim, quando se aplicaram  $397 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ , o teor de P do solo foi de  $49,9 \text{ mg dm}^{-3}$ , valor 285% maior do que o teor de P na dose  $0,0 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$  (Figura 11B).



**Figura 11** – Teores de fósforo (P) em função da adubação com nitrogênio (A) e fósforo (B) aos 58 dias após o transplantio. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

## 5.4 CONCLUSÕES

As doses de nitrogênio afetaram os teores de P do solo; porém, as doses de  $\text{P}_2\text{O}_5$  não influenciaram os teores de N mineral do solo.

A adubação nitrogenada foi a que mais contribuiu para as variações da CEEs e no pH do solo.

Os teores de cátions do solo apresentaram a seguinte ordem decrescente:  $\text{Ca}^{+2} > \text{Mg}^{+2} > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{NH}_4^+$ .

As relações Ca:Mg e Ca:K estão acima dos valores adequados para a maioria das culturas.

As adubações nitrogenada e fosfatada alteraram o complexo sortivo do solo, de modo que seu monitoramento é importante para avaliar a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

## 5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCO, F. A. V. Campina Grande, Universidade Federal de Paraíba. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29), 1991. 218p.

BEAR, F. E.; TOTH, S. J. Influence of calcium on availability of other soil cations. **Soil Science**, Philadelphia, v. 65, p. 69-74, 1948.

BRAGA, J. M.; DEFELIPO, B. V. Determinação espectofotométrica de fósforo em extratos de solos e planta. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 21, n. 113, p. 73-85, 1974.

CORREA, R. S.; WHITE, R. E.; WEATHERLEY, A. J. Risk of nitrate leaching from two soils amended with biosolids. **Water Resources**, v. 33, n. 4, p. 453-462, 2006.

COSTA, J. P. V.; BASTOS, A. L.; REIS, L. S.; MARTINS, G. O.; SANTOS, A. F. Difusão de fósforo em solos de Alagoas influenciada por fontes do elemento e pela umidade. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 229-235, 2009.

CRISÓSTOMO, L. A.; SANTOS, A. A.; RAIJ, B. V.; FARIA, C. M. B.; SILVA, D. J.; FERNANDES, F. A. M.; SANTOS, F. J. S.; CRISÓSTOMO, J. R.; FREITAS, J. A. D.; HOLANDA, J. S.; CARDOSO, J. W.; COSTA, N. D. **Adubação, irrigação, híbridos e práticas para o meloeiro no Nordeste**. Fortaleza: EMBRAPA, 2002. 22p. (Circular técnica, 14).

DYNIA, J. F.; SOUZA, M. D.; BOEIRA, R. C. Lixiviação de nitrato em Latossolo cultivado com milho após aplicações sucessivas de lodo de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 855-862, 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de análise química dos solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Solos, 1999. 370p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 402p.

FIALHO, J. S.; GOMES, V. F. F.; OLIVEIRA, T. S.; SILVA JÚNIOR, J. M. T. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi-CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 37, n. 3, p. 250-257, 2006.

GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. M. S.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J. O.; AZEVEDO, P. E. Acúmulo e exportação de macronutrientes pela cultivar de melancia Mickylee. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 73-81, 2005.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 763-767, 2005a.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes, híbrido Shadow. **Científica**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 69-74, 2005b.

HERMES, L. C.; SILVA, A. S. **Parâmetros básicos para avaliação da qualidade das águas: análise e seu significado ambiental**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2002. 32p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 215p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.

MELO, F. A. F. **Ureia fertilizante**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 192p.

MIRANDA, N. O.; MEDEIROS, J. F.; LEVIEN, S. L. A. Relações entre cátions trocáveis do solo e suas correlações com a qualidade de frutos de melão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, p. 271-275, 2008.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J. **Fósforo em solos e planta em condições tropicais**. Viçosa, MG: UFV, 1999. 399p.

OLIVEIRA, F. A.; CARMELLO, Q. A. C.; MASCARENHAS, H. A. A. Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casa-de-vegetação. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 329-335, abr./jun. 2001.

ORLANDO FILHO, J. O.; BITTENCOURT, V. C.; CARMELLO, Q. A. C.; BEAUCLAIR, E. G. F. Relações K, Ca e Mg de solo areia quartzosa e produtividade da



cana-de-açúcar. **STAB: Açúcar, álcool e subprodutos**, Piracicaba, v. 14, n. 5, p. 13-17, 1996.

PEIXOTO, J. F. S.; GUERRA, H. O. C.; CHAVES, L. H. G. Alterações de atributos químicos do solo pela fertirrigação com nitrogênio e potássio. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 27, n. 2, p. 69-76, 2006.

PHILLIPS, I.; BURTON, E. Nutrient leaching in undisturbed cores of an acidic sandy Podsol following simultaneous potassium chloride and di-ammonium phosphate application. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Bonn, Germany, v. 73, p. 1-14, 2005.

PIONEER. **Híbridos comerciais de milho**. Santa Cruz do Sul: Pioneer, 1994. 94p.

PRADO, R. M.; VALE, D. W.; ROMUALDO, L. M. Fósforo na nutrição e produção de mudas de maracujazeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 03, p. 493-498, 2005.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1991. 343p.

RIBEIRO JÚNIOR, J. I. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

SILVA, J. R. **Efeito do equilíbrio catiônico do solo na produção e qualidade de frutos de melão (Cucumis melo L.)**. 2000. 57p. Fortaleza: UFC. (Tese mestrado), 2000.

SOARES, E.; LIMA, L. A.; MISCHAN, M. M.; MELLO, F. A. F.; BOARETTO, A. E. Efeito da relação entre teores trocáveis de Ca e Mg do solo na absorção de K por plantas de centeio. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 58, p. 315-330, 1983.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers**. New York: MacMilan Publ., 1985.

ZANINI, J. R.; BARRETO, A. K. G.; FORATTO, L. C.; NATALE, W. Distribuição de fósforo no bulbo molhado, aplicado via fertirrigação por gotejamento com ácido fosfórico. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p.180-193, 2007.

## **CAPÍTULO 6**

### **CRESCIMENTO DE MELANCIA HÍBRIDOS OLÍMPIA E LEOPARD FERTIRRIGADOS COM NITROGÊNIO E FÓSFORO**

## RESUMO

SOUZA, Marcelo Sobreira de. **Crescimento de melancia híbridos Olímpia e Leopard fertirrigados com nitrogênio e fósforo.** 2012. 32f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2012.

O acúmulo de matéria seca e a medição da área foliar, dentro da experimentação em fitotecnia, permitem obter indicativo de resposta de tratamentos aplicados e lidar com uma variável que se relaciona diretamente com a capacidade fotossintética e de interceptação da luz. O nitrogênio é o nutriente que mais afeta o crescimento da área foliar e a taxa de fotossíntese das culturas, já que é parte integrante da molécula de clorofila. O fósforo atua na fotossíntese, respiração e transferência de energia, de modo que, a área foliar e a produção de matéria seca correlacionam-se positivamente com os teores de fósforo no solo. Assim, com o objetivo de analisar o efeito de diferentes doses de N e  $P_2O_5$  no crescimento de plantas de melancia, conduziu-se um experimento na Fazenda Santa Luzia, Baraúna-RN. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial com cultivo em faixas 4 x 4 x 2, resultando em 32 tratamentos, com 3 repetições. Os tratamentos foram formados por quatro doses de nitrogênio – N ( $N_1$  - 0;  $N_2$  - 48;  $N_3$  - 121;  $N_4$  - 218 kg ha<sup>-1</sup>) combinadas com quatro doses de fósforo –  $P_2O_5$  ( $P_1$  - 0;  $P_2$  - 88;  $P_3$  - 220;  $P_4$  - 397 kg ha<sup>-1</sup>) em esquema fatorial, com duas cultivares de melancia nas subparcelas em faixas. Para analisar o crescimento das plantas usou-se o arranjo em parcelas subdivididas 4 x 2 x 5, sendo utilizadas duas cultivares de melancia (Olímpia e Leopard) e realizadas 5 coletas de plantas, aos 23, 30, 37, 46 e 58 dias após o transplântio (DAT), nos tratamentos T1 ( $N_1;P_1$ ), T6 ( $N_2;P_2$ ), T11 ( $N_3;P_3$ ) e T16 ( $N_4;P_4$ ) em todos os blocos, com uma planta por unidade experimental. Em cada amostragem, foi coletada uma planta de melancia de cada cultivar por tratamento, previamente sorteada por parcela, resultando em 24 plantas por coleta. Foram avaliados: matéria seca da parte vegetativa (MSVEG), frutos (MSF), e total (MST), área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR) e taxa assimilatória líquida (TAL). Os tratamentos e as cultivares influenciaram no acúmulo de massa seca na parte vegetativa, frutos e área foliar, sendo que os tratamentos T6 e T11 promoveram as maiores médias. Os frutos da cultivar Olímpia se comportaram como dreno preferencial da planta. Os tratamentos T6 e T11 foram os que promoveram as maiores médias para o índice de área foliar e razão de área foliar. A taxa de crescimento absoluto foi influenciada apenas pelas cultivares. A taxa assimilatória líquida e a taxa de crescimento relativo não foram influenciadas pelas doses de N e  $P_2O_5$  e cultivares estudadas.

**Palavras chaves:** matéria seca, área foliar, taxa de crescimento.

## ABSTRACT

SOUZA, Marcelo Sobreira de **Growth of hybrids watermelon Olímpia and Leopard fertigated with nitrogen and phosphorus**. 2012. 32f. Thesis (DSc Agronomy: Plant Science) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró – RN, 2012.

The dry matter accumulation and leaf area measurement, within the experimentation in crop science, allows getting an indication of response to treatments and dealing with a variable that is directly related to the photosynthetic capacity and light interception. Nitrogen is the nutrient that most affects the growth of leaf area and photosynthetic rate of the crop, as it is an integral part of the chlorophyll molecule. Phosphorus acts on photosynthesis, respiration and energy transfer, so that the leaf area and dry matter production correlated positively with the levels of phosphorus in the soil. Thus, in order to analyze the effect of different doses of N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the growth of watermelon plants, we conducted an experiment at Fazenda Santa Luzia, Baraúna-RN. The experimental design was completely randomized blocks with strip cropping 4 x 4 x 2, resulting in thirty two treatments with three repetitions. The treatments consisted of the application of four doses of N (N<sub>1</sub> - 0; N<sub>2</sub> - 48; N<sub>3</sub> - 121; N<sub>4</sub> - 218 kg ha<sup>-1</sup>) combined with four doses of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (P<sub>1</sub> - 0; P<sub>2</sub> - 88; P<sub>3</sub> - 220; P<sub>4</sub> - 397 kg ha<sup>-1</sup>) in a factorial design with two cultivars of watermelon (Olímpia e Leopard) in subplots banded. In order to analyze the growth of plants used to the split plots 4 x 2 x 5, we used two cultivars of watermelon (Olímpia and Leopard) and held 5 samplings at 23, 30, 37, 46 and 58 days after transplanting (DAT) in treatments T1 (N<sub>1</sub>;P<sub>1</sub>), T6 (N<sub>2</sub>;P<sub>2</sub>), T11 (N<sub>3</sub>;P<sub>3</sub>) and T16 (N<sub>4</sub>;P<sub>4</sub>) in all blocks, with one plant by experimental unit. In each sample, it was collected a plant of watermelon of each cultivar per treatment, previously drawn by plot, resulting in 24 plants per collection. We evaluated: vegetative dry matter (MSVEG), fruits (MSF), and total (MST), leaf area (AF), leaf area index (IAF), leaf area ratio (RAF), absolute growth rate (TCA), relative growth rate (TCR) and net assimilation rate (TAL). The treatments and cultivars influenced the dry matter accumulation in vegetative parts, fruit and leaf area, and the treatments T6 and T11 promoted the highest averages. The fruits cultivar Olímpia behaved as preferential drain the plant. The treatments T6 and T11 were the ones that promoted the highest averages for leaf area index and leaf area ratio. The absolute growth rate was only influenced by cultivars. The net assimilation rate and relative growth rate were not affected by dose n and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and cultivars.

**Keywords:** dry matter, leaf area, growth rate.

## 6.1 INTRODUÇÃO

O crescimento das plantas segue a dinâmica da produção fotossintética e sua análise é de vital importância para compreender os processos morfológicos e fisiológicos da planta e sua influência sobre o rendimento. A análise de crescimento pode ser empregada para determinar a produção líquida das plantas, derivada do processo fotossintético, como resultado do desempenho do sistema assimilatório durante determinado período de tempo (CARDOSO et al., 1987; LARCHER, 1995), permitindo também analisar os processos fisiológicos de crescimento e desenvolvimento das plantas.

A análise de crescimento é uma aproximação explicativa, holística e integrativa usada para interpretar a forma e a utilidade da planta (HUNT et al., 2002). Normalmente, a medida sequencial do acúmulo de matéria orgânica, considerando-se o peso das partes secas da planta (frutos, caule, folhas e outros) é o fundamento da análise de crescimento.

Os índices envolvidos e determinados na análise de crescimento indicam a capacidade do sistema assimilatório das plantas em sintetizar (fonte) e alocar a matéria orgânica nos diversos órgãos (drenos) que dependem da fotossíntese, respiração e translocação de fotoassimilados dos sítios de fixação de carbono aos locais de utilização ou de armazenamento, onde ocorrem o crescimento e a diferenciação dos órgãos (FONTES et al., 2005).

A área foliar, em geral, aumenta até um limite máximo, decrescendo em seguida, em razão da senescência das folhas. Como a fotossíntese depende da área foliar, o rendimento da cultura será maior quanto mais rapidamente a planta atingir o índice de área foliar máximo e quanto mais tempo a área foliar permanecer ativa (MANFRON et al., 2003).

Severino et al. (2004) destacam a importância da medição da área foliar, dentro da experimentação em fitotecnia, como ação que permite ao pesquisador obter indicativo de resposta de tratamentos aplicados e lidar com uma variável que se relaciona diretamente à capacidade fotossintética e de interceptação da luz. No entanto, a matéria

seca é a mais utilizada, pois determina o aumento do material acumulado durante a formação de um órgão ou da planta toda, sem levar em consideração o conteúdo de água.

O nitrogênio é o nutriente que mais afeta o crescimento da área foliar e a taxa de fotossíntese das culturas, já que é parte integrante da molécula de clorofila. Relações lineares têm sido demonstradas entre o teor de nitrogênio no solo e/ou na cobertura vegetal e o índice de área foliar e matéria seca das plantas (PONS; WESTBEEK, 2004; SILVEIRA; DAMASCENO, 1993).

Segundo Halsted e Lynch (1996) e Israel e Rufty (1988), a área foliar e a produção de matéria seca correlacionam-se positivamente com os teores de fósforo no solo. Conforme Lopes (1998), o fósforo atua na fotossíntese, respiração e transferência de energia, divisão celular, crescimento das células e em vários outros processos da planta, além de promover a formação e crescimento prematuro das raízes.

Alguns trabalhos com a cultura da melancia sob diversas condições ambientais apresentam curvas de crescimento nas quais se distinguem três estágios de crescimento distintos. O primeiro apresenta taxa de crescimento lenta, representada pela pequena inclinação da curva de crescimento. O segundo é um período de rápido crescimento exponencial, no qual o desenvolvimento da planta é acelerado. É neste período que a demanda por água e nutrientes aumenta e acentuam-se as respostas da cultura aos diferentes níveis de fatores de crescimento. No fim do ciclo da cultura, a declividade da curva de crescimento tende a diminuir com o tempo, o que indica diminuição do ritmo de crescimento da cultura (LUCENA et al., 2011; VIDIGAL et al., 2009, GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO, 2005b).

Dentre os nutrientes necessários ao desenvolvimento da melancia, o nitrogênio e o fósforo são os que mais têm limitado a produção na região de Mossoró, de modo que a análise de crescimento torna-se uma ferramenta importante para avaliar os efeitos da adubação com N e P durante o ciclo da melancia. Assim, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento da melancia, híbridos Olímpia e Leopard, fertirrigada com doses crescentes de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

## 6.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 6.2.1 Característica da área experimental

As condições experimentais, tratamentos estudados e manejo da fertirrigação foram as mesmas descritas no capítulo 2, no item 2.2.1 ao 2.2.5.

### 6.2.2 Coleta de plantas e características avaliadas

Em cada amostragem, foi coletada uma planta de melancia de cada cultivar por tratamento, previamente sorteada por parcela, resultando em 24 plantas por coleta.

As plantas retiradas do campo foram acondicionadas em sacos plásticos e imediatamente levadas para o Laboratório de Irrigação e Salinidade do Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). No laboratório, as plantas foram fracionadas em folhas, caules e frutos, sendo a raiz desprezada.

A área foliar das plantas foi determinada usando o método dos discos foliares, que consistiu na utilização de um vazador com área de 1,76 cm<sup>2</sup> (estimada por análise de imagens dos discos retirados), com diâmetro dos discos retirados de 1,5 cm. Em cada folha fresca, retiraram-se três discos, apenas com nervuras finas, sendo um na porção basal, um na apical e um na parte mediana da folha. As folhas e os discos foram acondicionados em sacos de papel, levados a estufa a 65°C por 24h e depois pesados separadamente em balança analítica. A área foliar foi estimada por meio da fórmula:

$$AF = \frac{(MSF + MSD) \times (AD \times N)}{MSD} \quad (1)$$

onde:

AF = área foliar estimada (cm<sup>2</sup>);

MSF = massa seca das folhas (g);

MSD = massa seca dos discos (g);

AD = área conhecida do disco retirado da folha (1,76 cm<sup>2</sup>);

N = nº de discos retirados.

Após a pesagem da matéria fresca de cada parte da planta, estas foram acondicionadas em saco de papel, e logo em seguida levadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar, sob temperatura de 65°C para obtenção da matéria seca.

Foram avaliados o acúmulo de massa seca da parte vegetativa da planta (MSVG) (folhas + caules), dos frutos (MSF) e total (MST), obtidos através de pesagens da matéria seca de cada órgão. Com base na área foliar e nas massas secas, foram determinadas as seguintes características, de acordo com as sugestões de Benincasa (2003):

#### **6.2.2.1 Índice de área foliar (IAF)**

O IAF indica o número de camadas de folhas sobrepostas:

$$\text{IAF} = \frac{\text{AF}}{\text{A}} \quad (2)$$

sendo:

IAF = Índice de área foliar (cm<sup>2</sup> cm<sup>-2</sup>);

AF = Área foliar (cm<sup>2</sup>);

A = Área do espaçamento entre plantas (cm<sup>2</sup>).

#### **6.2.2.2 Razão da área foliar da parte aérea (RAF)**

A RAF representa a relação entre a área foliar e a massa seca total da planta:

$$\text{RAF} = \frac{\text{AF}}{\text{MST}} \quad (3)$$



sendo:

RAF = Razão da área foliar da parte aérea ( $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ );

AF = Área foliar ( $\text{cm}^2$ );

MST = matéria seca total parte aérea (g).

### 6.2.2.3 Taxa de crescimento absoluto da parte aérea (TCA)

A TCA avalia a produtividade primária líquida da planta. No presente trabalho, esta taxa representa o incremento médio diário de massa seca da planta entre duas avaliações sucessivas. É o somatório das taxas de crescimento dos diversos componentes das plantas.

$$\text{TCA} = \frac{(\text{MST}_1 - \text{MST}_2)}{(t_1 - t_2)} \quad (4)$$

onde:

TCA = Taxa de crescimento absoluto da parte aérea ( $\text{g dia}^{-1}$ );

MST= matéria seca total da parte aérea (g);

t = tempo em dias;

1 e 2 = duas amostras sucessivas.

No método funcional, a TCA é calculada por meio da derivada da equação ajustada para matéria seca da parte aérea (MST) em relação ao tempo (t):

$$\text{TCA} = \frac{d\text{MST}}{dt} \quad (5)$$

#### 6.2.2.4 Taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCR)

A TCR expressa o incremento médio na massa seca, por unidade de massa inicial, entre duas avaliações sucessivas. Para valores médios, usa-se:

$$\text{TCR} = \frac{(\text{LnMST}_2 - \text{LnMST}_1)}{(t_2 - t_1)} \quad (6)$$

Onde:

TCR = Taxa de crescimento relativo da parte aérea ( $\text{g g}^{-1} \text{t}^{-1}$ );

Ln = logaritmo neperiano.

Pelo método funcional, a TCR é a derivada de MST no tempo dividida por MST, ou seja:

$$\text{TCR} = \frac{1}{\text{MST}} \times \frac{d\text{MST}}{dt} \quad (7)$$

#### 6.2.2.5 Taxa assimilatória líquida (TAL)

A TAL ( $\text{g m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ ) representa a taxa de fotossíntese líquida, na forma de massa seca produzida, por unidade de área foliar, por unidade de tempo. Para valores médios, usa-se:

$$\text{TAL} = \left[ \frac{(\text{MST}_2 - \text{MST}_1)}{(t_2 - t_1)} \times \frac{(\text{LnAF}_2 - \text{LnAF}_1)}{(\text{AF}_2 - \text{AF}_1)} \right] \quad (8)$$

Pelo método funcional:

$$\text{TAL} = \frac{1}{\text{AF}} \times \frac{d\text{MST}}{dt} \quad (9)$$

ou,

$$TAL = \frac{TCA}{AF} \quad (10)$$

### **6.2.3 Análise estatística**

Para analisar o crescimento das plantas, usou-se o arranjo em parcelas subdivididas 4 x 2 x 5, sendo utilizadas duas cultivares de melancia (Olímpia e Leopard) e realizadas 5 coletas de plantas, aos 23, 30, 37, 46 e 58 dias após o transplântio (DAT), nos tratamentos T1 (N<sub>1</sub>;P<sub>1</sub>), T6 (N<sub>2</sub>;P<sub>2</sub>), T11 (N<sub>3</sub>;P<sub>3</sub>) e T16 (N<sub>4</sub>;P<sub>4</sub>) em todos os blocos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo que para as variáveis MSVEG, MSF, MST e AF, a ANOVA foi realizada dentro de cada tempo isoladamente, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, e para as épocas de coleta foram ajustadas equações de regressão não-linear e regressões polinomiais para cada tratamento e cultivares, através do software Table Curve 2D v5.01 (JANDEL SCIENTIFIC, 1991).

## **6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.3.1 Matéria seca da parte vegetativa (MSVEG), dos frutos (MSF) e total (MST)**

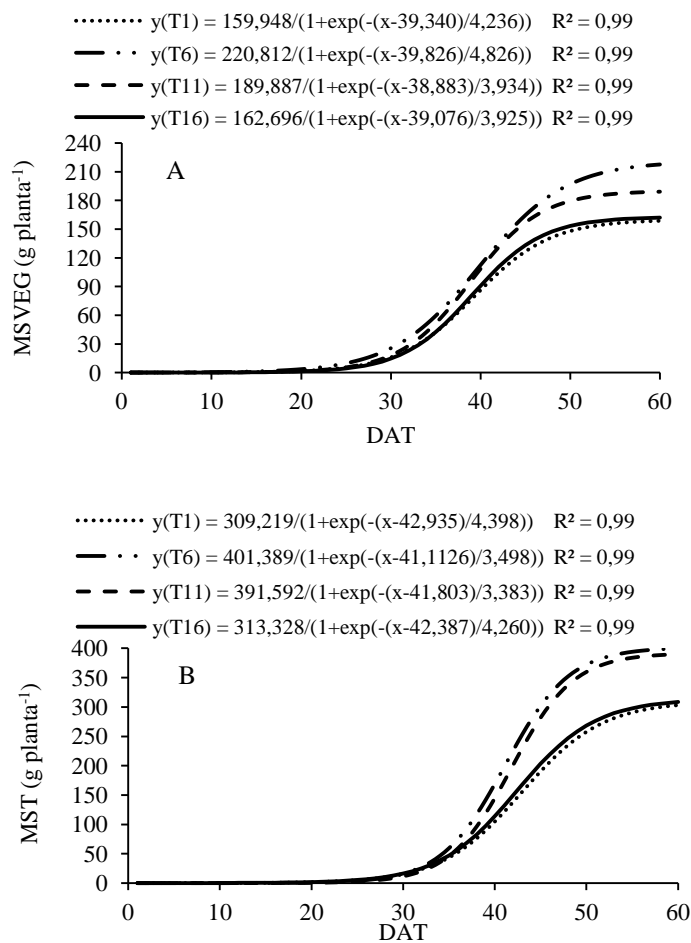
O acúmulo de matéria seca da parte vegetativa (MSVEG), nos frutos (MSF), total (MST) e área foliar (AF) foram influenciadas pela interação entre épocas de amostragem e os tratamentos estudados, e épocas de amostragem e cultivar, que apresentaram comportamento sigmoidal para todos os tratamentos e cultivares avaliadas.

O florescimento ocorreu a partir de 21 dias após o transplântio (DAT) e o início da frutificação aos 32 DAT. Assim, a MST é igual à MSVEG até a segunda época de coleta de plantas (30 DAT). O crescimento da planta de melancia para todos os tratamentos

estudados, expresso pelo acúmulo de massa seca, foi lento até 30 DAT, intensificando-se a partir desse período e com tendência a estabilizar-se aos 50 DAT para MSVEG e 55 DAT para MST (Figura 1A e B). Resultados semelhantes foram verificados por Grangeiro e Cecílio (2004), Grangeiro et al. (2005), Grangeiro e Cecílio Filho (2005a,b). Já Vidigal et al. (2009) observaram que o crescimento foi lento até os 61 dias após a semeadura (DAS).

A produção máxima de matéria seca da parte vegetativa estimada foi de 157,7 g planta<sup>-1</sup>; 215,9 g planta<sup>-1</sup>; 185,7 g planta<sup>-1</sup> e 160,4 g planta<sup>-1</sup>, e a matéria seca total estimada foi de 299,3 g planta<sup>-1</sup>; 396,7 g planta<sup>-1</sup>; 387,3 g planta<sup>-1</sup> e 305,4 g planta<sup>-1</sup>, obtida aos 58 DAT para os tratamentos T1, T16, T11 e T6, respectivamente (Figura 1A e B). Esses resultados divergiram de Grangeiro e Cecílio Filho (2004), que verificaram no híbrido Tide uma contribuição da MSVEG de 31%. Para o híbrido Nova, a participação foi de 61% (GRANGEIRO; CECÍLIO FILHO 2005a). Com a cultivar MickyLee, Grangeiro et al. (2005) verificaram contribuição da MSVEG de 26%, e Braga et al. (2011) verificou contribuição de 36,1%.

Observando-se os tratamentos dentro de cada época de coleta, verifica-se que aos 23, 30, 37 e 58 DAT (Tabela 1) não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a produção de MSVEG. Aos 46 DAT, o tratamento T6 (173,63 g planta<sup>-1</sup>) diferiu do T1 (132,01 g planta<sup>-1</sup>), porém não diferiu dos demais tratamentos, e os tratamentos T11, T16 e T1 não diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Em média, a produção de MSVEG para os tratamentos estudados foi na seguinte ordem decrescente T6>T11>T16>T1.



**Figura 1** – Acúmulo de matéria seca na parte vegetativa (MSVEG) (A) e total (MST) (B) de melancias submetidas a diferentes tratamentos com nitrogênio e fósforo em função da idade das plantas. Mossoró-RN, UFRSA, 2010.

**Tabela 1** – Acúmulo de matéria seca da parte vegetativa (MSVEG) em cultivo de melancia submetida a diferentes doses de nitrogênio e fósforo durante épocas do ciclo da cultura. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

DAT	Tratamentos (N; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> em kg ha <sup>-1</sup> )			
	T1 (0;0)	T6 (48; 88)	T11 (121; 220)	T16 (218; 397)
	-----MSVEG (g planta <sup>-1</sup> )-----			
23	3,35a	4,61a	5,07a	4,58a
30	16,90a	26,39a	24,68 a	16,79a
37	67,60a	78,89a	67,87a	58,61a
46	132,01b	173,63a	170,64ab	140,51ab
58	157,71a	215,89a	185,71a	160,41a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS (Diferença mínima significativa) entre tratamento para 23 DAT = 1,95; 30 DAT = 11,16; 37 DAT = 39,67; 46 DAT = 40,94 e 58 DAT = 87,24.

Em relação a MST, desdobrando tratamento dentro das épocas de coleta, observa-se que aos 23, 30 e 37 DAT não houve diferenças significativas entre os tratamentos estudados; porém, aos 46 DAT, T6 e T11 não diferiram entre si e diferiram de T1 e T16, sendo que estes não diferiram entre si. Já aos 58 DAT, período de colheita dos frutos, os maiores valores de MST foram observados nos T6 (396,9 g planta<sup>-1</sup>) e T11 (387,3 g planta<sup>-1</sup>), que não diferiram entre si. Os tratamentos T11 e T1 não diferiram do T16, mas diferiram entre si (Tabela 2).

**Tabela 2** – Matéria seca total (MST) em cultivo de melancia submetida a diferentes doses de nitrogênio e fósforo durante épocas do ciclo da cultura. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

DAT	Tratamentos (N; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> em kg ha <sup>-1</sup> )			
	T1 (0;0)	T6 (48; 88)	T11 (121; 220)	T16 (218; 397)
	-----MST (g planta <sup>-1</sup> )-----			
23	3,35a	4,61a	5,07a	4,58a
30	16,90a	26,39a	24,68 a	16,79a
37	75,24a	90,54a	71,68a	68,48a
46	206,70b	324,04a	305,66a	219,60b
58	299,36c	396,97a	387,35ab	305,40bc

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS (Diferença mínima significativa) entre tratamento para 23 DAT = 1,95; 30 DAT = 11,16; 37 DAT = 54,38; 46 DAT = 71,79 e 58 DAT = 86,69.

Os maiores valores de MST para T6 e T11 indicam que esses tratamentos obtiveram maior produção de frutos. Tal afirmação pode ser comprovada por meio da

Tabela 3, onde T11 e T6 obtiveram os maiores valores de MSF aos 58 DAT, 203,3 g planta<sup>-1</sup> e 181,1 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente, sendo que a diferença entre estes tratamentos não foi significativa. Já os tratamentos T1 e T16 não diferiram entre si e o T16 não diferiu do T6.

Grangeiro e Cecílio Filho (2005b) observaram que o crescimento da planta de melancia híbrido Shadow, expresso pelo acúmulo de matéria seca ao longo do ciclo, foi lento até 28 dias após o transplante (DAT), intensificando-se depois. A produção máxima de matéria seca estimada foi de 1.304,6 g planta<sup>-1</sup>, obtida aos 68 DAT.

**Tabela 3** – Matéria seca de frutos (MSF) em cultivo de melancia submetida a diferentes doses de nitrogênio e fósforo durante épocas do ciclo da cultura. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

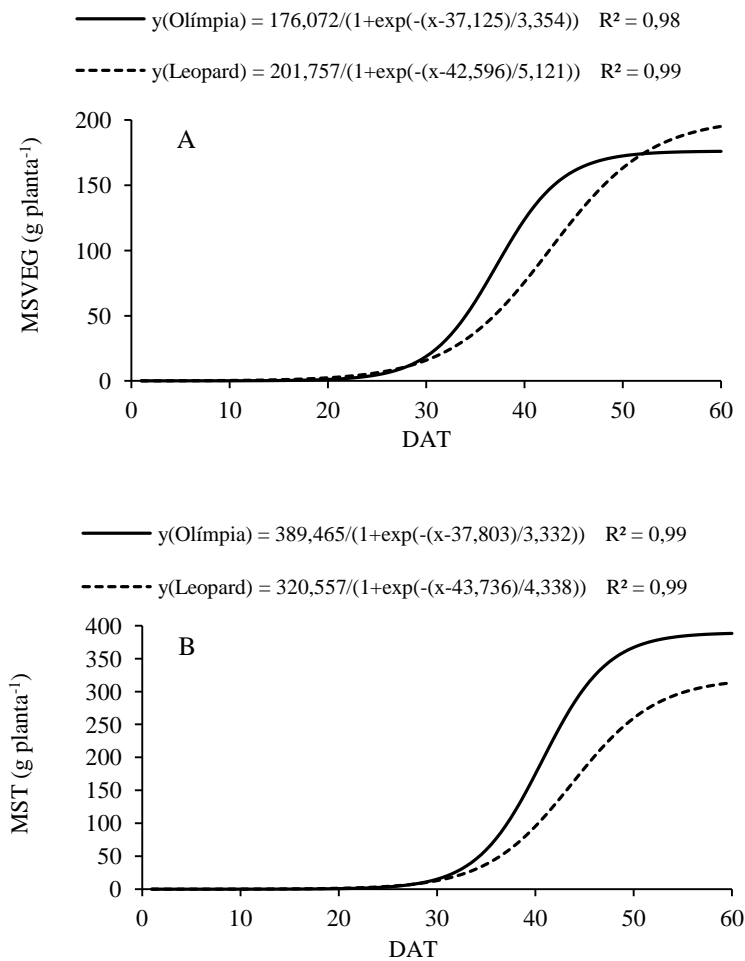
DAT	Tratamentos (N; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> em kg ha <sup>-1</sup> )			
	T1 (0;0)	T6 (48; 88)	T11 (121; 220)	T16 (218; 397)
	-----MSF (g planta <sup>-1</sup> )-----			
23	0,0	0,0	0,0	0,0
30	0,0	0,0	0,0	0,0
37	7,63a	11,65a	3,82a	12,92a
46	70,34b	151,41a	140,01a	79,09b
58	139,9b	181,1ab	203,3a	144,9ab

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS (Diferença mínima significativa) entre tratamentos: 37 DAT = 8,19; 46 DAT = 58,27 e 58 DAT = 61,4.

Em relação a MST, o T11 direcionou 52,5% para o fruto ao passo que o T6 direcionou 45,6%. Dessa forma, apesar do maior valor de MST do T6 em relação ao T11, este último foi mais eficiente em direcionar seus fotoassimilados para o dreno fruto, obtendo maior produção. Nesse experimento, a cultivar Leopard atingiu a produção comercial máxima de 21.515 kg ha<sup>-1</sup> nas doses 100 kg ha<sup>-1</sup> de N e 219 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Para a cultivar Olímpia, a produção comercial máxima estimada foi de 35.625 kg ha<sup>-1</sup> nas doses de 111 kg ha<sup>-1</sup> de N e 227 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Na Figura 2A, observa-se que a MSVEG para cultivar Olímpia teve um crescimento rápido entre 30 e 50 DAT, sendo que a partir desse ponto houve tendência de estabilização na produção de MSVEG; em contrapartida, para a cultivar Leopard não

ocorreu estabilização na produção de MSVEG, que continua aumentando até aos 60 DAT, sendo que a partir de 52 DAT a produção de MSVEG para a cultivar Leopard (174 g planta<sup>-1</sup>) passa a ser maior do que a Olímpia. Já em relação a MST, a cultivar Olímpia obteve os maiores valores em relação a Leopard (Figura 2B) a partir de 30 DAT, em função principalmente dos maiores valores de MSF obtidos para a Olímpia (Tabela 4).



**Figura 2** – Acúmulo de matéria seca na parte vegetativa (MSVEG) (A) e total (MST) (B) das cultivares de melancia Olímpia e Leopard em função da idade das plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.



Observa-se através dos dados apresentados na Tabela 4, que os valores de MSVEG e MSF entre as cultivares Olímpia e Leopard foram significativamente diferentes aos 23, 30, 37 e 46 DAT, e para a MST houve diferenças significativas entre as cultivares em todas as épocas de coleta de plantas, com a Olímpia obtendo os maiores valores para ambas as variáveis, o que mostra que essa cultivar foi mais produtiva. Aos 58 DAT, os valores de MST foram de 385,6 g planta<sup>-1</sup> para a cultivar Olímpia e 308,8 g planta<sup>-1</sup> para Leopard.

Em relação a MSF, a cultivar Olímpia foi mais produtiva do que a cultivar Leopard, ocorrendo diferenças significativas entre as cultivares aos 37, 46 e 58 DAT. Na última época de coleta (58 DAT), os valores de MSF para a cultivar Olímpia foram 54% maiores do que a Leopard (Tabela 4).

A parte vegetativa representada pelas folhas e caule teve participação maior na massa de matéria seca total até 48 DAT para a cultivar Olímpia. Após esse período, ocorreu aumento da participação dos frutos. Essa alteração, acontecida com o ingresso da planta no processo reprodutivo, proporciona maior translocação de carboidratos e de outros compostos das folhas para os frutos, como decorrência da predominância da fase reprodutiva sobre a fase vegetativa (MARSCHNER, 1995).

No fim do ciclo, a contribuição média da parte vegetativa foi de 45,3% e a dos frutos foi de 54,7% da MST. Em relação à cultivar Leopard, ocorreu uma predominância da parte vegetativa (MSVEG) sobre a produtiva, onde a MSVEG aos 58 DAT representou 62,3% da MST da planta, evidenciando que essa cultivar foi menos produtiva do que a Olímpia nesse trabalho. Em um experimento com a cultivar Mickylee em Mossoró, Grangeiro et al. (2005) verificaram que o crescimento foi lento até aos 30 dias DAT e ciclo total de 60 dias. A produção estimada de massa seca total foi de 553,1 g planta<sup>-1</sup>, obtida aos 60 DAT. A parte vegetativa, representada pelas folhas e caule, participaram com 26% da massa seca total e os frutos com 74%. O maior acúmulo de massa seca ocorreu no período compreendido entre 40 e 50 DAT, quando a taxa de incremento de massa seca total foi de 42,2 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

Braga et al. (2011) verificaram que a fase reprodutiva da melancia Mickylee iniciou-se por volta dos 25 DAT, com o acúmulo de massa seca de frutos, alcançando o valor máximo aos 55 DAT. Neste experimento, no fim do ciclo, a participação da parte vegetativa (folhas e hastes) foi de 36,10 % e a dos frutos 63,90% da massa seca total acumulada (178,7 g planta<sup>-1</sup>) pela melancieira.

**Tabela 4** – Matéria seca da parte vegetativa (MSVEG), dos frutos (MSF) e total (MST) em cultivares de melancia Olímpia e Leopard durante épocas do ciclo da cultura. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Cultivar	DAT				
	23	30	37	46	58
	-----MSVEG (g planta <sup>-1</sup> )-----				
Olímpia	5,06a	26,61a	85,59a	175,29a	167,56a
Leopard	3,75b	15,77b	50,89b	133,10b	192,30a
	-----MSF (g planta <sup>-1</sup> )-----				
Olímpia	0,0	0,0	12,92a	149,39a	217,29a
Leopard	0,0	0,0	3,56b	71,04b	117,39b
	-----MST (g planta <sup>-1</sup> )-----				
Olímpia	5,06a	26,61a	98,52a	326,35a	385,69a
Leopard	3,75b	15,77b	54,46b	201,65b	308,86b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS – MSVEG - (Diferença mínima significativa) entre cultivares para 23 DAT = 0,99; 30 DAT = 8,36; 37 DAT = 20,18; 46 DAT = 18,93 e 58 DAT = 26,15. DMS – MSF – (Diferença mínima significativa) entre cultivares 37 DAT = 8,74; 46 DAT = 41,71 e 58 DAT = 56,46. DMS – MST – (Diferença mínima significativa) entre cultivares para 23 DAT = 0,99; 30 DAT = 8,36; 37 DAT = 27,67; 46 DAT = 54,76 e 58 DAT = 72,10.

### 6.3.2 Área foliar (AF)

A área foliar foi influenciada pelos tratamentos e épocas de amostragem de plantas e pela interação cultivar e época de amostragem de plantas. Conforme Tabela 5, verifica-se que somente aos 30 DAT não houve efeito de tratamentos sob a área foliar da melancieira, sendo que para as demais épocas de coleta os tratamentos T6 e T11 alcançaram os maiores valores de AF.

Aos 46 DAT, os tratamentos T6, T11 e T16 não diferiram entre si, o T11 diferiu do T1 e este não diferiu dos tratamentos T6 e T11, sendo que o maior valor de AF foi de

18.155,5 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> para o tratamento T11. Já aos 58 DAT, os tratamentos T6 e T11 não diferiram entre si e diferiram dos tratamentos T1 e T16 e estes não diferiram entre si. A área foliar da melancia aos 58 DAT foi maior no T11 (22.263,8 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>) seguido pelo T6 (21.845,0 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>), já os tratamentos T1 e T16 obtiveram os menores valores de AF, 14.322,4 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> e 13.809,6 cm<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 5).

Assim, observa-se que os tratamentos com doses extremas de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proporcionaram menores valores de área foliar e crescimento das plantas e, conseqüentemente, menor absorção de nutrientes, que são limitados pelo nutriente menos disponível para as plantas. Além disso, em doses altas de fertilizantes, ocorre o desequilíbrio das relações entre nutrientes no solo (antagonismo, inibição competitiva e inibição não competitiva); afetando a absorção dos nutrientes pela planta, debilitando-a nutricionalmente. Desta forma, para um bom rendimento das culturas, é necessário que os nutrientes sejam fornecidos de forma equilibrada e balanceada e estejam em equilíbrio químico com o solo.

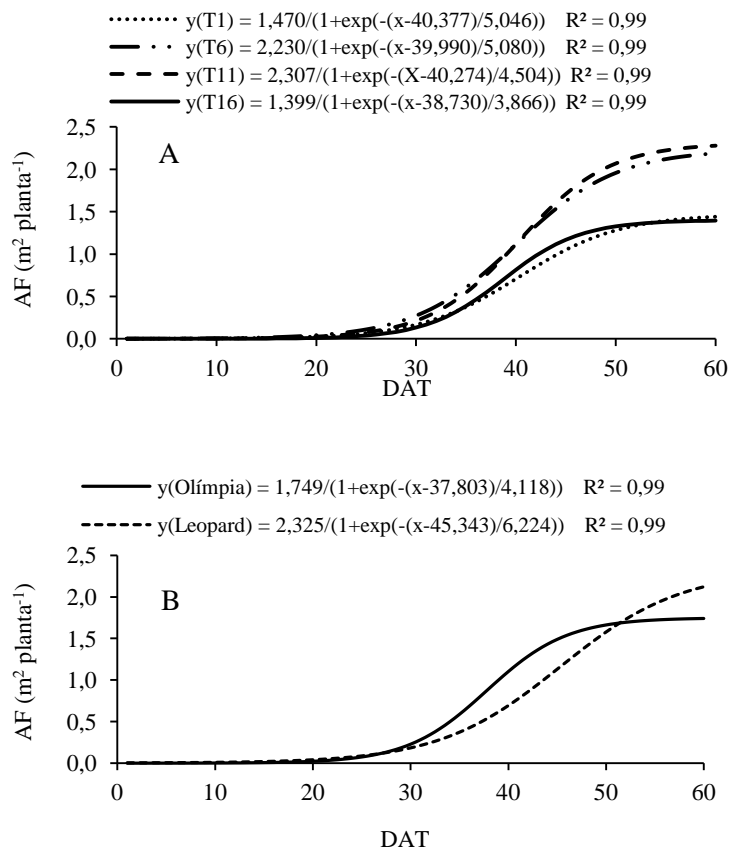
**Tabela 5** –Área foliar (AF) em cultivo de melancia submetida a diferentes doses de nitrogênio e fósforo durante épocas do ciclo da cultura. Mossoró-RN, UFRSA, 2010.

DAT	Tratamentos (N; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> em kg ha <sup>-1</sup> )			
	T1 (0;0)	T6 (48; 88)	T11 (121; 220)	T16 (218; 397)
	-----AF (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )-----			
23	334,2b	440,8ab	521,3a	429,7ab
30	1600,0a	2449,6a	2321,2a	1550,1a
37	5772,5b	8328,3a	7406,3ab	5283,3b
46	11068,7b	16802,1ab	18155,5a	12920,2ab
58	14322,4b	21845,0a	22263,8a	13809,6b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS (Diferença mínima significativa) entre tratamento para 23 DAT = 128,5; 30 DAT = 1063,3; 37 DAT = 2484,9; 46 DAT = 6448,0 e 58 DAT = 7336,2.

Através da Figura 3A, observa-se que a área foliar para os tratamentos estudados foi lento até os 30 DAT, conforme observado para a MSVEG. Entretanto, houve aumento exponencial de área foliar dos 30 DAT ao final do ciclo (60 DAT), quando os

tratamentos T1 e T16 obtiveram menor área foliar em relação aos T6 e T11. Em termos relativos, os valores da área foliar da melancia para os T6 e T11, em comparação aos T1 e T16, foram maiores em relação a MSVEG para os mesmos tratamentos, indicando que os tratamentos T6 e T11 investiram mais em área foliar, ou seja, mais matéria seca das folhas do que matéria seca do caule, o que não foi observado nos tratamentos T1 e T6.



**Figura 3** – Área foliar (AF) de melancias submetidas a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo (A) e área foliar (AF) das cultivares de melancia Olímpia e Leopard (B) em função da idade das plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Esse maior investimento em área foliar promoveu maior crescimento das plantas nos tratamentos T6 e T11, o que pode ser observado pelos valores de MST e, conseqüentemente, maiores valores de produção de frutos para esses tratamentos. As folhas são os órgãos responsáveis pela captação da energia luminosa e sua transformação em energia química (ATP e NADPH), que é utilizada para a incorporação do CO<sub>2</sub> aos compostos orgânicos, formando açúcares, as principais reservas energéticas das plantas, utilizadas para o crescimento e produção de biomassa vegetal.

Morais et al. (2008) mencionam que a taxa de expansão foliar e sua contribuição fotossintética estão associadas à velocidade de crescimento vegetativo, e uma maior área foliar implica em melhorias na produção de fotoassimilados necessários à produção de frutos de qualidade.

A área foliar para os tratamentos T1 e T16 teve uma tendência a estabilizar-se aos 50 DAT, ao passo que para os tratamentos T6 e T11 ocorreu aumento na área foliar até os 58 DAT (Figura 3A).

As áreas foliares das cultivares Olímpia e Leopard foram semelhantes até 28 DAT (0,14 m<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>), sendo que a partir desse ponto, a cultivar Olímpia teve um aumento mais acentuado do que a Leopard até os 51 DAT, quando a área foliar para a cultivar Olímpia atingiu 1,68 m<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>, permanecendo praticamente inalterada até o fim do ciclo (60 DAT). Já para a cultivar Leopard, apesar de um aumento na área foliar menos acentuado em relação à Olímpia, esse aumento foi contínuo até aos 60 DAT (2,12 m<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>), não havendo tendência de estabilização dos valores de área foliar no fim do ciclo (Figura 3B).

Braga et al. (2011) observaram que o valor máximo de área foliar para a cultivar Mickylee foi de 1,2 m<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup> aos 45 DAT e Melo et al. (2010) verificaram para a cultivar Crimson Sweet que a máxima AF estimada foi de 1,83 m<sup>2</sup> planta<sup>-1</sup>.

A área foliar foi significativamente diferente entre as cultivares Olímpia e Leopard em todas as épocas de coleta, sendo que aos 30, 37 e 46 DAT a área foliar da Olímpia foi 35,5%, 35,8% e 29,4% superior à área foliar da Leopard, respectivamente.

Aos 58 DAT, apesar de a planta ocupar menor área, a área foliar da Leopard foi 29,4% superior a da cultivar Olímpia (Tabela 6).

**Tabela 6** – Área foliar (AF) em cultivares de melancia Olímpia e Leopard durante épocas do ciclo da cultura. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Cultivar	DAT				
	23	30	37	46	58
	-----AF (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )-----				
Olímpia	475,6a	2.407,2a	8.161,3a	17.277,5a	15.498,7b
Leopard	387,5b	1.553,3b	5.233,3b	12.195,8b	20.621,7a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS (Diferença mínima significativa) entre cultivares para 23 DAT = 128,5; 30 DAT = 677,8; 37 DAT = 1264,4; 46 DAT = 2778,0 e 58 DAT = 2936,9.

### 6.3.3 Índice de área foliar (IAF)

O IAF é a relação entre a área foliar e a área do solo ocupada pela planta. Assim, na medida em que a área foliar cresce, o IAF também cresce, até que o autossombreamento passa a ser prejudicial, diminuindo a eficiência fotossintética (BENINCASA, 2003).

Para o IAF, houve interação entre tratamentos, cultivar e épocas de coleta. Desdobrando tratamentos dentro DAT e cultivares, observa-se diferença significativa entre os tratamentos aos 46 e 58 DAT para as cultivares Olímpia e Leopard (Tabela 7).

Aos 46 DAT, para as duas cultivares, os tratamentos T6, T11 e T16 não diferiram entre si e diferiram do T1. Aos 58 DAT, os tratamentos T6 e T11 não diferiram entre si, mas diferiram de T1 e T16, para as duas cultivares. Os maiores valores de IAF foram obtidos nos tratamentos T11, 1,14 cm<sup>2</sup> cm<sup>-2</sup> e 1,09 cm<sup>2</sup> cm<sup>-2</sup>, seguidos pelo T6, 1,054 cm<sup>2</sup> cm<sup>-2</sup> e 1,012 cm<sup>2</sup> cm<sup>-2</sup>, para as cultivares Olímpia e Leopard, respectivamente.

Desdobrando cultivares dentro de DAT e tratamentos, verifica-se na Tabela 7 que houve diferenças entre as cultivares somente aos 58 DAT em todos os tratamentos estudados. Para esta época de coleta, o IAF da cultivar Leopard foi em média 90,4%, 78,8%, 139% e 87% superior à Olímpia, para os tratamentos T1, T6, T11 e T16, respectivamente.

Desdobrando DAT dentro de tratamento e cultivar (Figura 4A), observa-se que o IAF aumentou linearmente em todos os tratamentos durante o ciclo da cultura da melancia, sendo que os tratamentos T6 e T11 e os tratamentos T1 e T16 tiveram comportamento similar. Para T6 e T11, ocorreu incremento médio diário no IAF de 0,041 cm<sup>2</sup> cm<sup>-2</sup> e para os T1 e T16 de 0,028 cm<sup>2</sup> cm<sup>-2</sup>, sendo as maiores diferenças registradas aos 58 DAT.

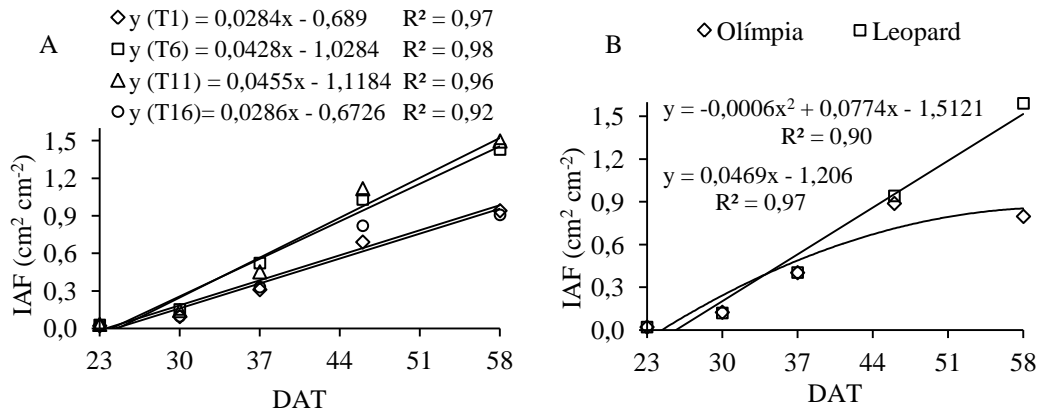
Com relação às cultivares estudadas (Figura 4B), ocorreu um comportamento distinto durante o ciclo da cultura para o IAF. Para a cultivar Olímpia, ocorreu aumento do IAF até 55 DAT (0,93 cm<sup>2</sup> cm<sup>-2</sup>) a partir da qual houve tendência de decréscimo do IAF até o final do ciclo. Na cultivar Leopard, o IAF teve um aumento linear até 58 DAT (1,51 cm<sup>2</sup> cm<sup>-2</sup>) com uma taxa de incremento diário de 0,047 cm<sup>2</sup> cm<sup>-2</sup>.

Aumonde et al. (2011), trabalhando com mini melancia enxertada e de pé-franco, verificaram que o IAF alcançou 0,77 aos 63 DAT, mostrando tendência ao declínio no fim do ciclo. O declínio na curva do índice de área foliar está relacionado ao aumento da senescência foliar. O IAF também diminui porque a taxa de senescência foliar sobrepuja a taxa de emissão de novas folhas (LOPES et al., 1986). Costa et al. (2006) observaram que o meloeiro aumenta os índices de área foliar até os 65 dias após o transplante. Melo et al. (2010) verificaram para a cultivar Crimson Sweet que o IAF máximo estimado foi de 1,35 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup> na lâmina de 199 mm ciclo<sup>-1</sup>.

**Tabela 7** – Índice de área foliar (IAF) em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo durante épocas do ciclo da cultura. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

DAT	IAF							
	Olímpia				Leopard			
	T1	T6	T11	T16	T1	T6	T11	T16
	------(cm <sup>2</sup> cm <sup>-2</sup> )-----							
23	0,017Aa	0,024Aa	0,029Aa	0,027Aa	0,026Aa	0,031Aa	0,036Aa	0,016Aa
30	0,110Aa	0,149Aa	0,145Aa	0,090Aa	0,080Aa	0,154Aa	0,141Aa	0,104Aa
37	0,327Aa	0,481Aa	0,478Aa	0,322Aa	0,295Aa	0,563Aa	0,425Aa	0,331Aa
46	0,652Ba	1,054Aa	1,140Aa	0,708Aa	0,729Ba	1,012ABa	1,092Aa	0,931ABa
58	0,649Bb	1,025Ab	0,882ABb	0,632Bb	1,236Ba	1,833Aa	2,112Aa	1,182Ba

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Letra maiúscula: compara as médias dos tratamentos dentro de cada cultivar e DAT; Letra minúscula compara médias dentro de tratamentos e DAT iguais entre as cultivares. DMS (Diferença mínima significativa) tratamentos dentro de cada profundidade = 0,298; DMS tratamentos iguais entre as cultivares = 0,225.



**Figura 4** – Índice de área foliar (IAF) de melancias submetidas a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo (A) e índice de área foliar (IAF) das cultivares de melancias Olímpia e Leopard (B) em função da idade das plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

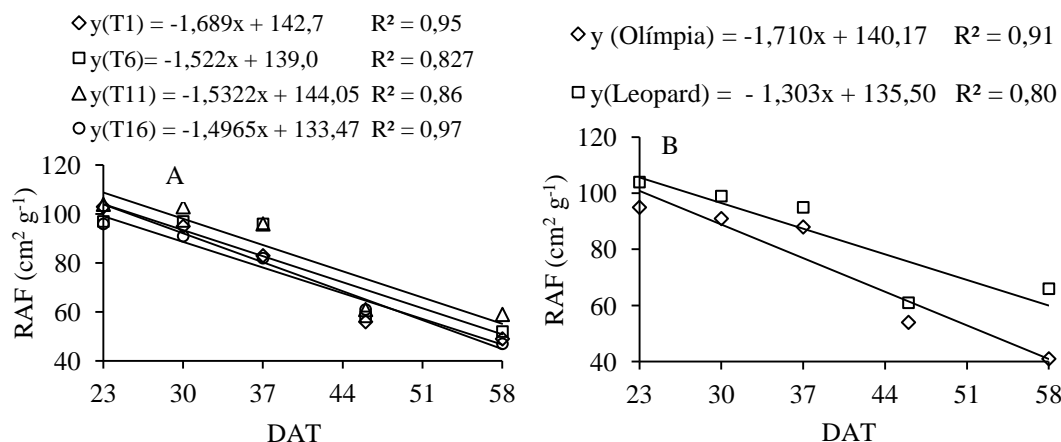
### 6.3.4 Razão de área foliar (RAF)

A razão de área foliar é uma característica morfofisiológica do crescimento e expressa a razão entre a área foliar e a massa seca total, representando a superfície útil para a fotossíntese (LOPES et al., 1986; BENINCASA, 1988).

Para a RAF, verificou-se comportamento linear decrescente dos 23 aos 58 DAT para todos os tratamentos e cultivares estudados (Figura 5A e B), sendo que aos 23 DAT os valores de RAF foram de 100,0 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> e aos 58 DAT foram de 51,75 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> e houve taxa de redução diária de 1,56 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> em média para os tratamentos estudados (Figura 5A).

Aos 23 DAT, os valores de RAF foram de 95 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> e 104 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> para as cultivares Olímpia e Leopard, respectivamente. Durante o ciclo da melancia, houve decréscimo diário na RAF de 1,71 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> para a Olímpia e 1,30 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> para a Leopard (Figura 5B).





**Figura 5** – Razão de área foliar (RAF) de melancias submetidas a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo (A) e razão de área foliar (RAF) das cultivares de melancias Olímpia e Leopard (B) em função da idade das plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Ocorreu efeito significativo entre os tratamentos somente aos 37 DAT, quando o tratamento T11 obteve o maior valor de RAF (103 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>), não diferindo do tratamento T6 (97 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) e diferindo dos demais tratamentos. O T6 não diferiu de T1 (83 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) e T16 (82 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) (Tabela 8).

**Tabela 8** – Razão de área foliar (RAF) em cultivo de melancia submetida a diferentes tratamentos de nitrogênio e fósforo durante períodos do ciclo da cultura. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

DAT	Tratamentos (N; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> em kg ha <sup>-1</sup> )			
	T1 (0;0)	T6 (48; 88)	T11 (121; 220)	T16 (218; 397)
	-----RAF (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )-----			
23	103,0a	96,0a	103,0a	96,0a
30	95,0a	96,0a	96,0a	91,0a
37	83,0b	97,0ab	103,0a	82,0b
46	57,0a	52,0a	60,0a	61,0a
58	49,0a	58,0a	60,0a	47,0a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS (Diferença mínima significativa) tratamento (RAF) = 16,1

Com relação às cultivares estudadas, houve diferenças significativas entre elas somente aos 58 DAT, quando os valores de RAF foram de 41,5 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> para a Olímpia e de 66 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> para a Leopard (Tabela 9).

De tal modo, como a RAF para a cultivar Leopard foi maior do que a Olímpia durante todo o ciclo, pode-se deduzir que a cultivar Olímpia foi mais eficiente em translocar fotoassimilados para os frutos do que a Leopard, principalmente no fim do ciclo (58 DAT), quando ocorreram diferenças significativas entre as cultivares.

A análise da RAF nos permite identificar a translocação e partição de assimilados para as folhas em relação à matéria seca da planta toda. Seu decréscimo indica que progressivamente a quantidade de assimilados destinados às folhas é diminuída, em função do desenvolvimento das estruturas de sustentação e reprodutivas em detrimento do investimento em área foliar. Peluzio et al. (1999) afirmam que a RAF apresenta decréscimo com a ontogenia da planta. Braga et al. (2011) constataram para a melancia Mickylee que a RAF decresceu de  $80 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$  para  $50 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$  dos 15 aos 55 DAT; Aumonde et al. (2011) verificaram que as plantas de melancia alcançaram os valores máximos de RAF os 28 DAT, sendo de  $130 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$  para planta enxertada e de  $77 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$  para pé franco. No cultivo do pimentão, Silva et al. (2010) verificaram que a RAF decresceu em função da idade da planta, resultado também descrito por Fontes et al. (2005).

**Tabela 9** – Razão de área foliar (RAF) e taxa de crescimento absoluto (TCA) em cultivares de melancia Olímpia e Leopard durante épocas do ciclo da cultura. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Cultivar	DAT				
	23	30	37	46	58
	-----RAF ( $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$ )-----				
Olímpia	95,1a	91,0a	88,4a	54,2a	41,5b
Leopard	104,2a	99,6a	95,6a	61,3a	66,0a
	-----TCA ( $\text{g planta}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ )-----				
Olímpia	0,220a	3,08a	8,97a	26,33a	5,40b
Leopard	0,163a	1,71a	5,56a	16,32b	9,75a

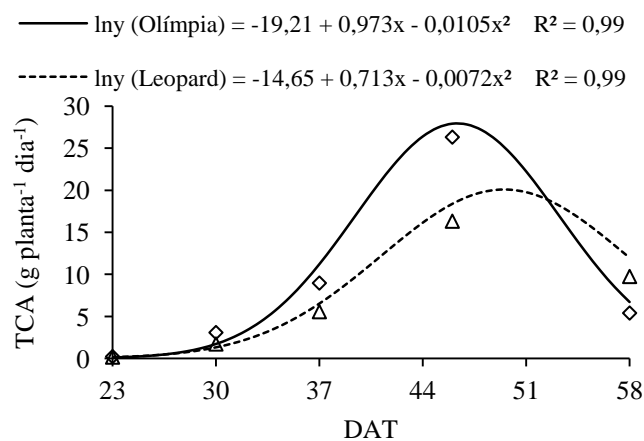
Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS (Diferença mínima significativa) cultivar (RAF) = 9,0; cultivar (TCA) = 3,79.

### 6.3.5 Taxa de crescimento absoluto (TCA)

Em relação à TCA, somente aos 46 e 58 DAT houve diferenças significativas entre as cultivares, sendo que aos 46 DAT a TCA para a cultivar Olímpia foi de 26,33 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e para a Leopard de 16,32 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Aos 58 DAT, a TCA foi menor na Olímpia (5,40 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) do que na Leopard (9,75 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) (Tabela 9).

Na Figura 6, verifica-se que a TCA máxima ocorreu aos 46 DAT (27,91 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) para a cultivar Olímpia e aos 50 DAT (20,06 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>) para a Leopard, decrescendo até o fim do ciclo (58 DAT), onde os valores de TCA atingiram 6,70 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e 11,96 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para as cultivares Olímpia e Leopard, respectivamente.

Vidigal et al. (2009) constataram que a taxa de crescimento absoluto da melancia atingiu o valor máximo de 33,13 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> aos 89 DAS; Grangeiro e Cecílio Filho (2004) verificaram que no período compreendido entre 40 e 60 DAT, a taxa de incremento de massa seca da parte aérea da melancia foi de 17,2 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> e Grangeiro et al. (2005) observaram uma taxa de incremento de massa seca total em plantas de melancia de 42,2 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

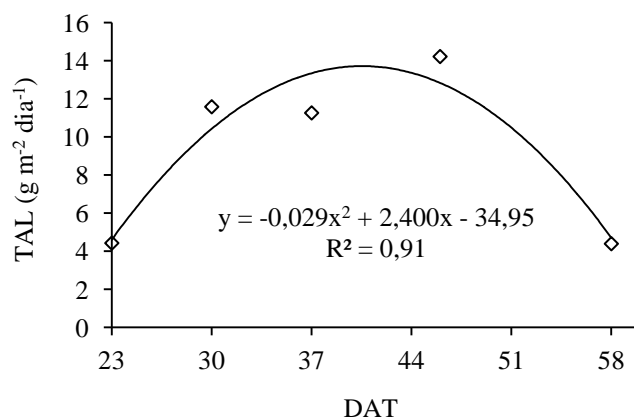


**Figura 6** – Taxa de crescimento absoluto (TCA) das cultivares Olímpia e Leopard em função da idade das plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

### 6.3.6 Taxa assimilatória líquida (TAL)

A taxa assimilatória líquida reflete a dimensão do sistema assimilador envolvido na produção de matéria seca (estimativa da fotossíntese líquida). A TAL aumentou até 41 DAT, com valor máximo de  $14,7 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ , decrescendo com a idade da planta, a partir desta época, quando atingiu o valor de  $6,7 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  aos 58 DAT (Figura 7). Pode-se afirmar que a partir dos 41 DAT, com o aumento do crescimento da planta, inclusive da área foliar, iniciou-se um autossombreamento das folhas, o que levou à diminuição dos níveis de fotossíntese líquida, ou seja, redução na TAL.

Conforme Braga et al. (2011), a melancia atingiu TAL máxima estimada de  $13,23 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  aos 35 DAT, declinando até o fim do ciclo. Aumonde et al. (2011) verificaram para a melancia Smile enxertada que os maiores valores da TAL foram encontrados aos 21 DAT, com valor de  $14,7 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ . Entretanto, segundo Medeiros et al. (2007), em meloeiro ocorre redução substancial da TAL a partir dos 45 DAT.

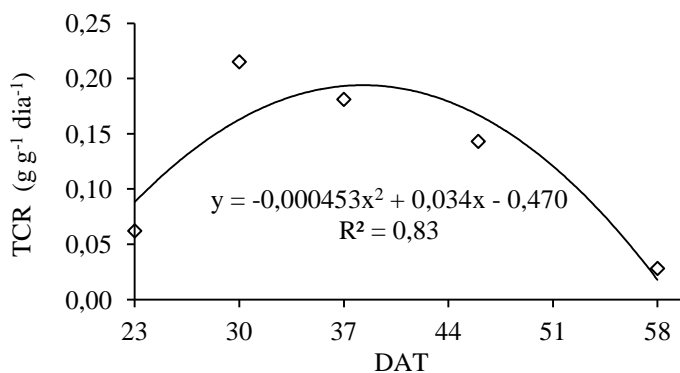


**Figura 7** – Taxa assimilatória líquida (TAL) em função da idade das plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

### 6.3.7 Taxa de crescimento relativo (TCR)

A taxa de crescimento relativo apresentou crescimento máximo aos 40 DAT, onde atingiu  $0,17 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , declinando posteriormente até o fim do período de avaliação da cultura (Figura 8). Pode-se definir a TCR como o produto entre a taxa assimilatória líquida e a razão de área foliar (BENINCASA, 2003). Assim, o aumento da TCR até 40 DAT deveu-se ao aumento na taxa assimilatória líquida, e sua redução deveu-se à diminuição contínua da razão de área foliar e posterior decréscimo da taxa assimilatória líquida. Deste modo, fica evidente que o período de maior taxa assimilatória líquida tem relação com as maiores taxas de crescimento relativo.

O decréscimo da TCR no meloeiro ocorre a partir dos 45 DAT (COSTA et al., 2006). De maneira similar, ainda em meloeiro, a maior taxa de TCR acontece no período inicial do ciclo, com posterior período de declínio acentuado (MEDEIROS et al., 2007).



**Figura 8** – Taxa de crescimento relativo (TCR) da melancia em função da idade das plantas. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

## 6.4 CONCLUSÕES

As doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e as cultivares influenciaram no acúmulo de massa seca na parte vegetativa, frutos e área foliar, sendo que T6 e T11 promoveram as maiores médias.

Os frutos da cultivar Olímpia se comportaram como dreno preferencial da planta.

T6 e T11 promoveram as maiores médias para o índice de área foliar e razão de área foliar.

A taxa de crescimento absoluto foi influenciada apenas pelas cultivares.

A taxa assimilatória líquida e a taxa de crescimento relativo não foram influenciadas pelas doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e cultivares estudadas.

## 6.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUMONDE, T. Z.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; PEIL, R. M. N.; PEDÓ, T. Análise de Crescimento do híbrido de mini melancia Smile<sup>®</sup> enxertada e não enxertada. **Revista Interciência**, Caracas, Venezuela, v. 36 n. 9, 2011.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**. Jaboticabal, SP: FCAV-UNESP, 1988. 41p.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

BRAGA, D. F.; NEGREIROS, M. Z.; FREITAS, F. C. L.; GRANGEIRO, L. C.; LOPES, W. A. R. Crescimento de melancia ‘mickylee’ cultivada sob fertirrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 49-55, jul.-set., 2011.

CARDOSO, M. J.; FONTES, L. A. N.; LOPES, N. F. Partição de assimilados e produção de matéria seca de milho em dois sistemas de associação com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 34, n. 191, p. 71-89, 1987.

COSTA, C. C.; CECÍLHO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; BARBOSA, J. C. Crescimento e partição de assimilados em melão cantaloupe em solução nutritiva. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, p. 123-130; 2006.

- FONTES, P. C. R.; DIAS, E. N.; SILVA, D. J. H. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 94-99, jan.-mar. 2005.
- GRANGEIRO, L. C.; MENDES, A. M. S.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, J. O.; AZEVEDO, P. E. Acúmulo e exportação de macronutrientes pela cultivar de melancia Mickylee. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 18, n. 2, p. 73-81, 2005.
- GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 93-97, 2004.
- GRANGEIRO L.C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 763-767, 2005a.
- GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes em melancia sem sementes, híbrido Shadow, **Científica**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 69-74, 2005b.
- HALSTED, M.; LYNCH, J. Phosphorus responses of C3 and c4 species. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 47, p. 497-505, 1996.
- ISRAEL, D. W.; RUFTY JR., T. W. Influence phosphorus nutrition on phosphorus and nitrogen utilization and associated physiological responses in soybean. **Crop Science**, Madison , v. 28, p. 954-960, 1988.
- HUNT, R.; CAUSTON, D. R.; SHIPLEY, B.; ASKEW, P. A modern tool for classical plant growth analysis. **Annals of Botany**, Leicester, v. 90, p. 485-488. 2002.
- JANDEL SCIENTIFIC. 1991. **Table Curve: curve fitting software**. Corte Madera, CA: Jandel Scientific. 280p.
- LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. Berlin: Springer, 1995. 448p.
- LOPES, A. S. **Manual Internacional de Fertilidade do Solo**. 2 ed. rev. e ampl. Piracicaba: POTAFOS, 1998. 177p.
- LOPES, N. F.; OLIVA, M. A.; CARDOSO, M. J.; GOMES, M. M. S.; SOUZA, V. F. Crescimento e conversão da energia solar em *Phaseolus vulgaris* L. submetido a três densidades e fluxo radiante e dois regimes hídricos. **Ceres**, Viçosa, v. 33, p. 142-164, 1986.

LUCENA, R. R. M.; NEGREIROS, M. Z.; MEDEIROS, J. F.; GRANGEIRO, L. C.; MARROCOS, S. T. P. Crescimento e acúmulo de macronutrientes em melancia 'quetzale' cultivada sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 1, p. 34-42, jan.-mar., 2011.

MANFRON, P. A.; DOURADO NETO, D.; PEREIRA, A. R.; BONNECARRÈRE, R. A. G.; MEDEIROS, S. L. P.; PILAU, F. G. Modelo do índice de área foliar da cultura do milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, p. 333-342, 2003.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London; academic press, 1995. 889p.

MEDEIROS, J. F.; SILVA, M. C. C.; SARMENTO, D. H. A.; BARROS, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, p. 248-255, 2007.

MELO, A. S.; SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; BRITO, M. E. B.; SUASSUNA, A. F.; AGUIAR NETTO, A. O. Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto da melancia em diferentes níveis de água. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 73-79, 2010.

MORAIS, E. R. G.; MAIA, C. E.; NEGREIROS, M. Z.; ARAÚJO JÚNIOR, B. B.; MEDEIROS, J. F. Crescimento e produtividade do meloeiro goldex influenciado pela cobertura do solo. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 129-137, 2008.

PELUZIO, J. M.; CASALI, V. W. D.; LOPES, N. F.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, G. R. Comportamento da fonte e do dreno em tomateiro após a poda apical acima do quarto cacho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, p. 510-514, 1999.

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

SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S.; SANTOS, J. W. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibras**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 753-762, 2004.

SILVA, P. I. B.; NEGREIROS, M. Z.; MOURA, K. K. C. F.; FREITAS, F. C. L.; NUNES, G. H. S.; SILVA, P. S. L.; GRANGEIRO, L. C. Crescimento de pimentão em diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, p. 132-139, 2010.



SILVEIRA, P. M.; DAMASCENO, M. A. Doses e parcelamento de K e de N na cultura do feijoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 11, p. 1269-1276, 1993.

VIDIGAL, S. M.; PACHECO, D. D.; COSTA, E. L.; FACION, C. E. Crescimento e acúmulo de macro e micronutrientes pela melancia em solo arenoso. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 56, n. 1, p. 112-118, 2009.

## APÊNDICE

**Apêndice 1** - Análise de variância para produção total (PT), produção comercial (PC), número de frutos por planta (NFP), número de frutos comerciais por planta (NFPC), massa média total (MMT) e massa média comercial (MMC) de frutos de melancia da cultivar Olímpia. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

<b>Produção total (PT)</b>				
FV	GL	SQ	QM	F
BL	2	1149,42	574,71	12,34
N	3	216,73	72,24	1,55
P	3	507,91	169,3	3,63
NxP	9	198,92	22,1	0,47
<b>Resíduo</b>	<b>30</b>	<b>1396,69</b>	<b>46,55</b>	

CV = 18,96%

<b>Produção comercial (PC)</b>				
FV	GL	SQ	QM	F
BL	2	1692,01	846	14,81
N	3	306,35	102,11	1,78
P	3	1636,9	545,63	9,55
NxP	9	402,98	44,77	0,784
<b>Resíduo</b>	<b>30</b>	<b>1712,71</b>	<b>57,09</b>	

CV = 29,98%

<b>Número de frutos por planta (NFP)</b>				
FV	GL	SQ	QM	F
BL	2	0,245	0,122	4,33
N	3	0,162	5,42E-02	1,9
P	3	0,109	3,64E-02	1,28
NxP	9	0,142	1,58E-02	0,55
<b>Resíduo</b>	<b>30</b>	<b>0,851</b>	<b>2,84E-02</b>	

CV = 15,09%

<b>Número de frutos comerciais por planta (NFCP)</b>				
FV	GL	SQ	QM	F
BL	2	0,723	0,361	10,06
N	3	0,18	6,03E-02	1,67
P	3	0,973	0,324508	9,03
NxP	9	0,268	2,99E-02	0,83
<b>Resíduo</b>	<b>30</b>	<b>1,077</b>	<b>3,59E-02</b>	

CV = 26,9%

<b>Massa média total (MMT)</b>				
FV	GL	SQ	QM	F
BL	2	9,137	4,568	8,11
N	3	0,773	0,257	0,45
P	3	4,129	1,376	2,44
NxP	9	2,577	0,286	0,509
<b>Resíduo</b>	<b>30</b>	<b>16,886</b>	<b>0,562</b>	

CV = 12,07%

<b>Massa média comercial (MMC)</b>				
FV	GL	SQ	QM	F
BL	2	10,898	5,449	10,63
N	3	1,593	0,531	1,03
P	3	5,133	1,711	3,33
NxP	9	4,630	0,514	1,004
<b>Resíduo</b>	<b>30</b>	<b>15,378</b>	<b>0,512</b>	

CV = 10,54%

**Apêndice 2** - Análise de variância para produção total (PT), produção comercial (PC), número de frutos por planta (NFP), número de frutos comerciais por planta (NFPC), massa média total (MMT) e massa média comercial (MMC) de frutos de melancia da cultivar Leopard. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

<b>Produção total (PT)</b>				
FV	GL	SQ	QM	F
BL	2	18,705	9,352	1,02
N	3	40,656	13,552	1,48
P	3	227,788	75,929	8,32
NxP	9	129,149	14,349	1,57
<b>Resíduo</b>	<b>30</b>	<b>273,651</b>	<b>9,121</b>	

CV = 13,62%

<b>Produção comercial (PC)</b>				
FV	GL	SQ	QM	F
BL	2	699,134	34,956	2,81
N	3	54,826	18,275	1,47
P	3	215,110	71,703	5,78
NxP	9	244,092	27,121	2,18
<b>Resíduo</b>	<b>30</b>	<b>372,080</b>	<b>12,402</b>	

CV = 20,33%

<b>Número de frutos por planta (NFP)</b>				
FV	GL	SQ	QM	F
BL	2	1,29E-02	6,43E-03	0,233
N	3	0,23	7,68E-02	2,76
P	3	0,724	0,241	8,69
NxP	9	0,244	2,71E-02	0,977
<b>Resíduo</b>	<b>30</b>	<b>0,833</b>	<b>2,78E-02</b>	

CV = 11,95%

<b>Número de frutos comerciais por planta (NFCP)</b>				
FV	GL	SQ	QM	F
BL	2	0,23	0,115	2,64
N	3	0,276	9,21E-02	2,1
P	3	0,943	0,314	7,19
NxP	9	0,643	7,15E-02	1,63
<b>Resíduo</b>	<b>30</b>	<b>1,310</b>	<b>4,37E-02</b>	

CV = 21,07%

<b>Massa média total (MMT)</b>				
FV	GL	SQ	QM	F
BL	2	0,381	0,19	6,09
N	3	0,102	3,43E-02	1,09
P	3	1,67E-02	5,58E-03	0,17
NxP	9	0,514	5,71E-02	1,82
<b>Resíduo</b>	<b>30</b>	<b>0,938</b>	<b>3,13E-02</b>	

CV = 8,58%

<b>Massa média comercial (MMC)</b>				
FV	GL	SQ	QM	F
BL	2	0,155	7,78E-02	1,33
N	3	0,154	5,14E-02	0,88
P	3	9,51E-02	3,17E-02	0,54
NxP	9	0,469	5,22E-02	0,89
<b>Resíduo</b>	<b>30</b>	<b>1,746</b>	<b>5,82E-02</b>	

CV = 10,54%

**Apêndice 3** - Análise de variância de regressão ajustada para produção total (PT), produção comercial (PC), número de frutos por planta (NFP), número de frutos comerciais por planta (NFCP), massa média total (MMT) e massa média comercial (MMC) de frutos de melancia da cultivar Olímpia. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Variáveis	FV	GL	SQ	QMR	Fcorr.	Sig. de F
	Cultivar Olímpia					
PT	Regressão	4	646,88	161,72	3,47	0,019
	Resíduo	30	1396,69	46,55		
PC	Regressão	5	1800,01	360,0	6,30	0,0004
	Resíduo	30	1712,57	57,09		
NFP	Regressão	4	0,24	0,0618	2,17	0,09
	Resíduo	30	0,851	0,0284		
NFCP	Regressão	5	1,026	0,205	5,71	0,0008
	Resíduo	30	1,078	0,0359		
MMT	Regressão	3	4,047	1,349	2,40	0,087
	Resíduo	30	16,88	0,562		
MMC	Regressão	5	8,194	1,638	3,20	0,0197
	Resíduo	30	15,378	0,512		

**Apêndice 4** - Análise de variância de regressão ajustada para produção total (PT), produção comercial (PC), número de frutos por planta (NFP), número de frutos comerciais por planta (NFCP), massa média total (MMT) e massa média comercial (MMC) de frutos de melancia da cultivar Leopard. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Variáveis	FV	GL	SQ	QMR	Fcorr.	Sig. de F
	Cultivar Leopard					
PT	Regressão	5	277,73	55,54	6,09	0,0005
	Resíduo	30	273,65	9,121		
PC	Regressão	5	326,75	65,35	5,27	0,0013
	Resíduo	30	372,08	12,402		
NFP	Regressão	5	0,891	0,178	6,42	0,0003
	Resíduo	30	0,833	0,0278		
NFCP	Regressão	5	1,222	0,244	5,60	0,0009
	Resíduo	30	1,310	0,0437		
MMT	Regressão	3	0,112	0,0375	1,20	0,327
	Resíduo	30	0,938	0,0313		
MMC	Regressão	3	0,204	0,0681	1,17	0,337
	Resíduo	30	1,746	0,0582		

**Apêndice 5** - Coeficientes da regressão para as variáveis produção total (PT), produção comercial (PC), número de frutos comerciais por planta (NFPC) e massa média comercial (MMC) de frutos de melancia da cultivar Olímpia. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Olímpia	Variáveis	Coeficientes	Valor de t	Sig. de t
PT	Constante	2,87E+01		
	N	7,87E-02	1,774	0,043
	N <sup>2</sup>	-3,00E-04	1,561	0,064
	P	7,83E-02	3,207	0,001
	P <sup>2</sup>	-1,73E-04	2,976	0,002

R<sup>2</sup>corr. = 0,70

Olímpia	Variáveis	Coeficientes	Valor de t	Sig. de t
PC	Constante	1,76E+01		
	N	6,86E-02	1,707	0,049
	N <sup>2</sup>	-4,25E-04	2,563	0,007
	P	1,25E-01	5,669	1,76E-06
	P <sup>2</sup>	-3,04E-04	6,050	6,059E-07
	N*P	1,14E-04	1,642	0,055

R<sup>2</sup>corr. = 0,76

Olímpia	Variáveis	Coeficientes	Valor de t	Sig. de t
NFPC	Constante	5,21E-01		
	N	1,59E-03	1,450	0,078
	N <sup>2</sup>	-1,02E-05	2,266	0,015
	P	2,91E-03	4,843	1,81E-05
	P <sup>2</sup>	-6,82E-06	4,989	1,2E-05
	N*P	2,68E-06	1,424	0,052

R<sup>2</sup>corr. = 0,72

Olímpia	Variáveis	Coefficientes	Valor de t	Sig. de t
MMC	Constante	6,66E+00		
	N	2,31E-03	0,558	0,290
	N <sup>2</sup>	-2,83E-05	1,658	0,053
	P	6,37E-03	2,803	0,004
	P <sup>2</sup>	-1,90E-05	3,678	0,0004
	N*P	1,50E-05	2,104	0,021

R<sup>2</sup>corr. = 0,72

**Apêndice 6** - Coeficientes da regressão para as variáveis produção total (PT), produção comercial (PC), número de frutos por planta (NFP) e número de frutos comerciais por planta (NFPC) da cultivar Leopard. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Leopard	Variáveis	Coefficientes	Valor de t	Sig. de t
PT	Constante	1,84E+01		
	N	3,17E-02	1,820	0,039
	N <sup>2</sup>	-1,41E-04	1,962	0,029
	P	5,76E-02	6,009	6,79E-07
	P <sup>2</sup>	-1,22E-04	5,583	2,24E-06
	N*P	-4,12E-05	1,370	0,090

R<sup>2</sup>corr. = 0,70

Leopard	Variáveis	Coefficientes	Valor de t	Sig. de t
PC	Constante	1,18E+01		
	N	6,23E-02	3,068	0,002
	N <sup>2</sup>	-2,05E-04	2,441	0,010
	P	6,06E-02	5,423	3,524E-06
	P <sup>2</sup>	-1,16E-04	4,562	4E-05
	N*P	-9,78E-05	2,792	0,004

R<sup>2</sup>corr. = 0,64



Leopard	Variáveis	Coeficientes	Valor de t	Sig. de t
	Constante	1,19E+00		
NFP	N	2,19E-03	2,413	0,011
	N <sup>2</sup>	-1,12E-05	2,865	0,003
	P	2,97E-03	5,973	7,509E-07
	P <sup>2</sup>	-6,60E-06	5,562	2,384E-06

R<sup>2</sup>corr. = 0,74

Leopard	Variáveis	Coeficientes	Valor de t	Sig. de t
	Constante	6,39E-01		
NFCP	N	4,13E-03	3,426	0,0008
	N <sup>2</sup>	-1,39E-05	2,789	0,0045
	P	3,64E-03	5,497	2,863E-06
	P <sup>2</sup>	-7,39E-06	4,907	1,514E-05
	N*P	-4,15E-06	1,995	0,0275

R<sup>2</sup>corr. = 0,66

**Apêndice 7** - Análise de variância para os teores de nutrientes (potássio, fósforo, cálcio, magnésio, nitrogênio, ferro, zinco, manganês e cobre) em folhas de melancia. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

Potássio (K)					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	213,5	106,8	12,2	0,0001
NIT	3	89,5	29,8	3,4	0,0297
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	59,0	19,7	2,3	0,1024
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	253,7	28,2	3,2	0,0074
ERRO (A)	30	261,7	8,7		
CULT	1	2036,0	2036,0	143,4	0,000
ERRO (B)	2	28,4	14,2		
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	63,7	21,2	1,3	0,2790
CULT*NIT	3	91,8	30,6	1,9	0,1451
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	132,4	14,7	0,9	ns
Resíduo	30	474,1	15,8		

CV<sub>1</sub> = 11,88%

CV<sub>2</sub> = 15,15%

CV<sub>3</sub> = 15,99%

<b>Fósforo (P)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	3,862	1,931	14,42	0
NIT	3	2,514	0,838	6,26	0,002
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	3,459	1,1530	8,61	0,0003
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	1,515	0,168	1,26	0,2998
ERRO (A)	30	4,017	0,133		
CULT	1	51,041	51,041	65,69	0
ERRO (B)	2	1,553	0,776		
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	1,854	0,618	1,81	0,1658
CULT*NIT	3	1,670	0,556	1,63	0,2021
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	3,35	0,372	1,09	0,397
Resíduo	30	10,219	0,340		
CV <sub>1</sub> = 9,61%	CV <sub>2</sub> = 23,17%		CV <sub>3</sub> = 15,34%		

<b>Cálcio (Ca)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	28,678	14,339	0,79	
NIT	3	189,953	63,317	3,49	0,0276
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	522,154	174,051	9,61	0,0001
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	695,097	77,233	4,26	0,0012
ERRO (A)	30	543,624	18,120		
CULT	1	22,620	22,620	1,44	0,2397
ERRO (B)	2	31,442	15,721		
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	45,597	15,199	0,42	ns
CULT*NIT	3	151,742	50,580	1,38	0,2673
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	217,389	24,154	0,66	ns
Resíduo	30	1097,947	36,598		
CV <sub>1</sub> = 13,94%	CV <sub>2</sub> = 12,99%		CV <sub>3</sub> = 19,81%		

<b>Magnésio (Mg)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	0,351	0,175	0,24	ns
NIT	3	0,797	0,265	0,37	ns
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	8,242	2,747	3,79	0,0204
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	7,667	0,851	1,17	0,3457
ERRO (A)	30	21,751	0,725		
CULT	1	22,815	22,8	49,23	0
ERRO (B)	2	0,926	0,463		
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	4,912	1,637	2,83	0,055
CULT*NIT	3	9,629	3,209	5,55	0,0037
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	13,303	1,478	2,56	0,0259
Resíduo	30	17,343	0,578		
CV <sub>1</sub> = 18,56%		CV <sub>2</sub> = 14,84%		CV <sub>3</sub> = 16,58%	

<b>Nitrogênio (N)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	135,926	67,963	2,78	0,078
NIT	3	246,714	82,238	3,36	0,0315
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	32,830	10,943	0,45	ns
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	534,360	59,373	2,43	0,033
ERRO (A)	30	733,299	24,443		
CULT	1	80,117	80,117	5,73	0,0232
ERRO (B)	2	27,975	13,987		
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	51,971	17,323	0,44	ns
CULT*NIT	3	136,408	45,469	1,16	0,3408
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	414,377	46,041	1,18	0,3451
Resíduo	30	1174,625	39,154		
CV <sub>1</sub> = 10,03%		CV <sub>2</sub> = 7,58%		CV <sub>3</sub> = 12,69%	

<b>Ferro (Fe)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	67272,17	33636,09	19,2	0
NIT	3	59476,38	19825,46	11,31	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	4980,82	1660,27	0,95	ns
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	14694,61	1632,73	0,93	ns
ERRO (A)	30	52569,78	1752,32		
CULT	1	76416,38	76416,38	6,53	0,0159
ERRO (B)	2	23410,67	11705,33		
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	1728,90	576,30	0,24	ns
CULT*NIT	3	2365,32	788,44	0,33	ns
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	31128,15	3458,68	1,45	0,2123
Resíduo	30	71618,89	2387,29		
CV <sub>1</sub> = 17,13%	CV <sub>2</sub> = 44,27%		CV <sub>3</sub> = 19,99%		

<b>Zinco (Zn)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	538,925	269,462	4,66	0,0173
NIT	3	325,845	108,615	1,88	0,1544
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	348,088	116,029	2,01	0,1341
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	496,690	55,187	0,95	ns
ERRO (A)	30	1733,858	57,795		
CULT	1	432,225	432,225	3,77	0,0616
ERRO (B)	2	229,254	114,627		
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	131,060	43,686	0,57	ns
CULT*NIT	3	219,455	73,151	0,96	ns
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	760,346	84,482	1,11	0,3877
Resíduo	30	2289,382	76,312		
CV <sub>1</sub> = 33,07%	CV <sub>2</sub> = 46,57%		CV <sub>3</sub> = 38,0%		

<b>Manganês (Mn)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	18622,41	9311,20	17,44	0
NIT	3	2827,84	942,61	1,77	0,1749
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	5384,96	1794,98	3,36	0,0316
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	5401,24	600,13	1,12	0,3767
ERRO (A)	30	16014,37	533,81		
CULT	1	1,306	1,306	0,06	ns
ERRO (B)	2	45,567	22,783		
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	983,36	327,78	1,23	0,3174
CULT*NIT	3	2021,55	673,85	2,52	0,0768
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	4152,26	461,36	1,73	0,1265
Resíduo	30	8021,23	267,37		
CV <sub>1</sub> = 26,94%	CV <sub>2</sub> = 5,56%		CV <sub>3</sub> = 19,06%		

<b>Cobre (Cu)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	10,105	5,052	3,13	0,0584
NIT	3	8,457	2,819	1,74	0,179
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	30,061	10,020	6,2	0,0021
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	12,689	1,409	0,87	ns
ERRO (A)	30	48,470	1,615		
CULT	1	102,300	102,300	29,34	0
ERRO (B)	2	6,973	3,486		
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	7,416	2,472	1,33	0,2827
CULT*NIT	3	6,376	2,125	1,14	0,3472
CULT*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *NIT	9	27,702	3,078	1,66	0,1439
Resíduo	30	55,716	1,857		
CV <sub>1</sub> = 10,86%	CV <sub>2</sub> = 15,96%		CV <sub>3</sub> = 11,64%		

**Apêndice 8** - Análise de variância dos teores de nutrientes (amônio, nitrato, nitrogênio mineral e fósforo), CE e pH da solução do solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

<b>Amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	2,375	1,187	0,43	
TRAT	3	219,647	73,215	26,58	0
ERRO (A)	6	16,528	2,754		
DAT	4	159,098	39,774	16,18	0
DAT*TRAT	12	40,038	3,336	1,36	0,226
ERRO (B)	32	78,653	2,457		
PROF	1	24,210	24,210	9,02	0,004
DAT*PROF	4	38,148	9,537	3,56	0,014
PROF*TRAT	3	4,521	1,507	0,56	Ns
DAT*PROF*TRAT	12	55,521	4,626	1,72	0,097
Resíduo	40	107,303	2,682		
CV <sub>1</sub> = 27,6%		CV <sub>2</sub> = 27,2%		CV <sub>3</sub> = 27,9%	

<b>Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	16494,4	8247,2	3,56	0,0378
TRAT	3	2639496	879831,9	379,63	0
ERRO (A)	6	13905,7	2317,6		
DAT	4	326803,3	81700,8	38,65	0
DAT*TRAT	12	268442,6	22370,2	10,58	0
ERRO (B)	32	67651,9	2114,1		
PROF	1	550,83	550,83	0,46	Ns
DAT*PROF	4	9487,9	2371,9	1,98	0,1168
PROF*TRAT	3	1524,8	508,27	0,42	Ns
DAT*PROF*TRAT	12	49085,2	4090,4	3,41	0,0017
Resíduo	40	48031,2	1200,7		
CV <sub>1</sub> = 21,5%		CV <sub>2</sub> = 20,6%		CV <sub>3</sub> = 15,5%	

<b>Nitrogênio mineral (N mineral)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	816,05	408,02	3,98	0,0265
TRAT	3	142760,9	47586,9	464,38	0
ERRO (A)	6	614,84	102,47		
DAT	4	15084,12	3771,02	35,05	0
DAT*TRAT	12	14555,31	1212,94	11,27	0
ERRO (B)	32	3442,90	107,59		
PROF	1	2,324	2,324	0,04	Ns
DAT*PROF	4	484,39	121,09	1,83	0,1423
PROF*TRAT	3	64,914	21,63	0,33	Ns
DAT*PROF*TRAT	12	2616,27	218,02	3,29	0,0022
Resíduo	40	2648,57	66,214		
CV <sub>1</sub> = 18,4%		CV <sub>2</sub> = 18,8%		CV <sub>3</sub> = 14,9%	

<b>Fósforo (P)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	4,06E-02	2,03E-02	1,32	0,2773
TRAT	3	0,646871	0,215624	14,09	0
ERRO (A)	6	9,18E-02	1,53E-02		
DAT	4	1,02824	0,25706	29,74	0
DAT*TRAT	12	0,115056	9,59E-03	1,11	0,3797
ERRO (B)	32	0,276623	8,64E-03		
PROF	1	7,60E-03	7,60E-03	1,38	0,2468
DAT*PROF	4	2,45E-02	6,12E-03	1,11	0,364
PROF*TRAT	3	5,40E-02	1,80E-02	3,27	0,0308
DAT*PROF*TRAT	12	5,98E-02	4,98E-03	0,91	Ns
Resíduo	40	0,220093	5,50E-03		
CV <sub>1</sub> = 41,9%		CV <sub>2</sub> = 31,5%		CV <sub>3</sub> = 25,1%	

<b>Condutividade elétrica (CE)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	2431266	1215633	3,62	0,0359
TRAT	3	1,77E+07	5901586	17,57	0
ERRO (A)	6	2015859	335976,6		
DAT	4	3668292	917073	31,25	0
DAT*TRAT	12	1837815	153151,2	5,22	0
ERRO (B)	32	939004,1	29343,8		
PROF	1	254288,1	254288,1	4,47	0,0408
DAT*PROF	4	1123273	280818,2	4,94	0,0025
PROF*TRAT	3	1328483	442827,8	7,78	0,0003
DAT*PROF*TRAT	12	1059855	88321,2	1,55	0,1461
Resíduo	40	2276096	56902,4		
CV <sub>1</sub> = 35,5%		CV <sub>2</sub> = 10,5%		CV <sub>3</sub> = 14,6%	

<b>pH</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	3,25E-02	1,62E-02	0,65	ns
TRAT	3	0,116516	3,88E-02	1,56	0,2144
ERRO (A)	6	0,149522	2,49E-02		
DAT	4	3,954403	0,988601	26,08	0
DAT*TRAT	12	0,282363	2,35E-02	0,62	ns
ERRO (B)	32	1,212913	3,79E-02		
PROF	1	0,163541	0,163541	7,04	0,0114
DAT*PROF	4	0,158797	3,97E-02	1,71	0,1669
PROF*TRAT	3	3,11E-02	1,04E-02	0,45	ns
DAT*PROF*TRAT	12	0,160277	1,34E-02	0,58	ns
Resíduo	40	0,928833	2,32E-02		
CV <sub>1</sub> = 2,1%		CV <sub>2</sub> = 2,5%		CV <sub>3</sub> = 2,0%	



**Apêndice 9** - Análise de variância dos teores de nutrientes trocáveis (amônio, nitrato, nitrogênio mineral, fósforo, sódio, cálcio e magnésio), CEes e pH do solo nos tratamentos T1, T6, T11 e T16. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

<b>Amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	0,652	0,326	0,73	ns
TRAT	3	27,528	9,176	20,51	0
ERRO (A)	6	2,684	0,447		
DAT	4	1196,628	299,157	584,29	0
DAT*TRAT	12	5,955	0,496	0,97	ns
Resíduo	32	16,384	0,512		
CV <sub>1</sub> = 6,70%		CV <sub>2</sub> = 7,17%			

<b>Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	1957,18	978,59	7,37	0,002
TRAT	3	34929,12	11643,04	87,7	0
ERRO (A)	6	796,57	132,76		
DAT	4	7310,73	1827,68	13,54	0
DAT*TRAT	12	2554,90	212,90	1,58	0,1484
Resíduo	32	4318,84	134,96		
CV <sub>1</sub> = 19,75%		CV <sub>2</sub> = 19,91%			

<b>Nitrogênio mineral (N mineral)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	105,736	52,868	7,66	0,001
TRAT	3	2126,747	708,915	102,72	0
ERRO (A)	6	41,407	6,901		
DAT	4	1851,882	462,970	61,53	0
DAT*TRAT	12	142,444	11,870	1,58	0,148
Resíduo	32	240,769	7,524		
CV <sub>1</sub> = 12,55%		CV <sub>2</sub> = 13,107%			

<b>Potássio (K<sup>+</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	165011,2	82505,62	2,35	0,111
TRAT	3	78408,8	26136,27	0,74	ns
ERRO (A)	6	210646,1	35107,68		
DAT	4	378281,3	94570,32	11,66	0
DAT*TRAT	12	149637,5	12469,79	1,54	0,161
Resíduo	32	259444	8107,62		
CV <sub>1</sub> = 23,16%			CV <sub>2</sub> = 11,13%		

<b>Sódio (Na<sup>+</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	2983,03	1491,51	1,29	0,290
TRAT	3	3737,91	1245,97	1,07	0,373
ERRO (A)	6	6960,03	1160,00		
DAT	4	19309,73	4827,43	3,74	0,013
DAT*TRAT	12	11639,33	969,94	0,75	ns
Resíduo	32	41332,93	1291,65		
CV <sub>1</sub> = 19,40%			CV <sub>2</sub> = 20,48%		

<b>Cálcio (Ca<sup>+2</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	87,610	43,805	50,52	0
TRAT	3	47,964	15,988	18,44	0
ERRO (A)	6	5,203	0,867		
DAT	4	254,092	63,523	23,78	0
DAT*TRAT	12	98,152	8,179	3,06	0,0057
Resíduo	32	85,486	2,671		
CV <sub>1</sub> = 3,87%			CV <sub>2</sub> = 6,79%		

<b>Magnésio (Mg<sup>+2</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	3,137	1,568	2,32	0,114
TRAT	3	12,919	4,306	6,36	0,001
ERRO (A)	6	4,062	0,677		
DAT	4	106,261	26,565	15,6	0
DAT*TRAT	12	45,329	3,777	2,22	0,035
Resíduo	32	54,493	1,702		
CV <sub>1</sub> = 15,77%			CV <sub>2</sub> = 25,01%		

<b>Fósforo (P)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	709,459	354,7295	7,54	0,0021
TRAT	3	18880,96	6293,654	133,86	0
ERRO (A)	6	282,1037	47,01728		
DAT	4	3884,746	971,1864	6,05	0,001
DAT*TRAT	12	7376,738	614,7282	3,83	0,0012
Resíduo	32	5133,084	160,4089		
CV <sub>1</sub> = 17,40%			CV <sub>2</sub> = 32,15%		

<b>pH</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	0,222443	0,111222	7,01	0,003
TRAT	3	1,092973	0,364324	22,97	0
ERRO (A)	6	9,52E-02	1,59E-02		
DAT	4	1,509043	0,377261	10,6	0
DAT*TRAT	12	1,010477	8,42E-02	2,37	0,0258
Resíduo	32	1,139	3,56E-02		
CV <sub>1</sub> = 1,69%			CV <sub>2</sub> = 2,53%		



<b>Amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	1,355	0,677	1,21	0,310
N	3	17,80	5,933	10,64	0,00006
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	0,203	6,78E-02	0,122	ns
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	4,70	0,522	0,938	ns
Resíduo	30	16,72	0,557		

CV = 6,47%

<b>Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	2411,7	1205,8	8,24	0,001
N	3	33264,2	11088,0	75,84	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	167,12	55,70	0,38	ns
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	120,27	13,36	0,09	ns
Resíduo	30	4385,7	146,19		

CV = 20,38%

<b>Nitrogênio mineral (N mineral)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	117,42	58,71	7,93	0,001
N	3	1956,10	652,03	88,16	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	10,207	3,40	0,46	ns
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	9,742	1,08	0,14	ns
Resíduo	30	221,87	7,39		

CV = 12,16%

<b>Potássio (K<sup>+</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	437151,4	218575,7	31,73	0
N	3	67151,0	22383,6	3,25	0,03
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	90976,0	30325,3	4,40	0,01
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	75199,1	8355,4	1,21	0,32
Resíduo	30	206606,6	6886,8		

CV = 10,14%

<b>Sódio (Na<sup>+</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	16012,5	8006,25	10,24	0,0004
N	3	7600	2533,33	3,24	0,035
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	2066,6	688,88	0,88	ns
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	7666,6	851,85	1,09	0,39
Resíduo	30	23454,1	781,80		

CV = 14,33%

<b>Cálcio (Ca<sup>+2</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	84,918	42,459	15,34	0,00003
N	3	24,938	8,312	3,00	0,04
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	10,228	3,409	1,23	0,31
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	14,086	1,565	0,56	ns
Resíduo	30	83,002	2,766		

CV = 7,37%

<b>Magnésio (Mg<sup>+2</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	6,445	3,222	0,97	ns
N	3	22,11	7,370	2,22	0,10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	22,06	7,355	2,22	0,10
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	22,99	2,555	0,77	ns
Resíduo	30	99,23	3,307		

CV = 30,28%

<b>Fósforo (P)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	118,10	59,05	0,73	ns
N	3	1263,45	421,15	5,24	0,004
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	12437,66	4145,88	51,66	0
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	2353,95	261,55	3,25	0,007
Resíduo	30	2407,62	80,25		

CV = 20,19%

**Apêndice 11** - Análise de variância dos teores de nutrientes trocáveis (amônio, nitrato, nitrogênio mineral, fósforo, sódio, cálcio e magnésio), CEes e pH do solo em função das doses de N e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aos 58 dias após o transplântio (58 DAT). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

<b>pH</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	0,577	0,288	4,051	0,02
N	3	0,743	0,247	3,48	0,02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	4,49E-02	1,50E-02	0,21	ns
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	1,091	0,121	1,702	0,13
Resíduo	30	2,137	7,12E-02		

CV = 3,53%

<b>CEes</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	0,882	0,441	5,01	0,01
N	3	5,880	1,960	22,28	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	1,071	0,357	4,06	0,01
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	1,032	0,114	1,30	0,27
Resíduo	30	2,639	8,80E-02		

CV = 18,82%

<b>Amônio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	7,587	3,793	4,32	0,02
N	3	78,697	26,23	29,92	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	1,989	0,663	0,75	ns
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	5,836	0,648	0,74	ns
Resíduo	30	26,297	0,876		

CV = 5,07%

<b>Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	100,192	50,096	0,42	ns
N	3	32000,08	10666,6	90,80	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	113,454	37,818	0,32	ns
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	1442,895	160,321	1,36	0,24
Resíduo	30	3523,984	117,466		

CV = 13,88%

<b>Nitrogênio mineral (N mineral)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	4,692	2,346	0,32	ns
N	3	2226,08	742,028	103,07	0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	8,337	2,779	0,38	ns
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	72,505	8,056	1,11	0,37
Resíduo	30	215,95	7,198		

CV = 8,39%

<b>Potássio (K<sup>+</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	348420	174210	12,93	0,00009
N	3	42009,0	14003,0	1,04	0,38
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	39072,7	13024,2	0,96	ns
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	34790,3	3865,5	0,28	ns
Resíduo	30	403909,3	13463,6		

CV = 16,90%



<b>Sódio (Na<sup>+</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	19429,1	9714,5	9,29	0,0007
N	3	3216,6	1072,2	1,02	0,39
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	2883,3	961,11	0,91	ns
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	13266,6	1474,0	1,41	0,22
Resíduo	30	31370,8	1045,6		

CV = 22,17%

<b>Cálcio (Ca<sup>+2</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	8,675	4,337	2,40	0,107
N	3	9,483	3,161	1,75	0,177
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	4,123	1,374	0,76	ns
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	8,151	0,905	0,50	ns
Resíduo	30	54,065	1,802		

CV = 6,18%

<b>Magnésio (Mg<sup>+2</sup>)</b>					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	75,875	37,937	0,83	ns
N	3	122,605	40,868	0,89	ns
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	106,745	35,581	0,77	ns
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	379,463	42,162	0,92	ns
Resíduo	30	1370,345	45,678		

CV = 185%

Fósforo (P)					
FV	GL	SQ	QM	F	Sig. de F
BL	2	2801,06	1400,53	7,56	0,002
N	3	761,49	253,83	1,37	0,270
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	7553,42	2517,80	13,60	0
N*P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	9	1188,25	132,02	0,713	ns
Resíduo	30	5551,71	185,05		

CV = 43,23%

**Apêndice 12** - Análise de variância das variáveis estudadas na análise de crescimento da melanciaira. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

FV	GL	Variáveis								
		MSVEG	MSF	MST	AF	IAF	RAF	TCA	TCR	TAL
		Estatística F								
BL	2	1,62 <sup>ns</sup>	3,57 <sup>ns</sup>	5,65*	2,53 <sup>ns</sup>	2,12 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	1,68 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>
TRAT	3	5,42*	5,46*	12,0**	13,0**	12,0**	2,88 <sup>ns</sup>	4,05 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>ns</sup>	4,93*
ERRO(A)	6	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CULT	1	15,6**	25,6**	26,2**	6,19*	85,3**	19,5**	5,95*	0,07 <sup>ns</sup>	2,16 <sup>ns</sup>
CULT*TRAT	3	1,41 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	1,36 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>
ERRO(B)	8	---	---	---	---	---	---	---	---	---
DAT	4	394,6**	151,8**	346,8**	309,9**	320,9**	97,7**	67,3**	116,0**	39,9**
DAT*TRAT	12	2,06*	2,61**	2,89**	4,97**	5,31**	1,37 <sup>ns</sup>	1,46 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>
DAT*CULT	4	10,7**	14,6**	9,43**	18,3**	38,2**	3,29**	7,26**	1,96 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>
DAT*TRAT*CULT	12	0,72 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	1,68 <sup>ns</sup>	2,11*	0,93 <sup>ns</sup>	0,78 <sup>ns</sup>	0,74 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>
ERRO(C)	64	---	---	---	---	---	---	---	---	---
CV1%		34,0	57,7	28,1	35,9	35,9	15,5	40,8	10,0	17,2
CV2%		19,3	70,6	37,9	18,4	18,4	17,5	49,7	8,7	30,3
CV3%		22,8	53,9	28,5	25,9	26,0	13,7	13,7	23,9	39,3
Média Geral		85,1	570	142,0	8346,8	0,53	0,008	9,83	0,19	10,52

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.

**Apêndice 13** - Análise de variância das variáveis estudadas (MSVEG, MSF, MST e AF) na análise de crescimento da melancia dentro de cada tempo isoladamente (23, 30, 37, 46 e 58 DAT). Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

**Variável analisada: MSVEG = MST aos 23 DAT**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLC	2	1,618209	0,809104	0,850	0,4731
TRAT	3	9,757597	3,252532	3,418	0,0935
erro 1	6	5,710364	0,951727		
CULT	1	10,334625	10,334625	9,280	0,0159
CULT*TRAT	3	2,248876	0,749625	0,673	0,5922
erro 2	8	8,909272	1,113659		

CV1 (%) = 22,14  
 CV2 (%) = 23,95  
 Média geral: 4,40

**Variável analisada: AF aos 23 DAT**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLC	2	8991,161200	4495,580600	1,086	0,3958
TRAT	3	105719,381212	35239,793737	8,513	0,0139
erro 1	6	24836,611800	4139,435300		
CULT	1	46558,207704	46558,207704	8,799	0,0180
CULT*TRAT	3	28275,720946	9425,240315	1,781	0,2284
erro 2	8	42329,215400	5291,151925		

CV1 (%) = 14,91  
 CV2 (%) = 16,86  
 Média geral: 431,5

**Variável analisada: MSVEG = MST aos 30 DAT**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLC	2	42,102649	21,051325	0,674	0,5443
TRAT	3	462,216322	154,072107	4,935	0,0464
erro 1	6	187,321807	31,220301		
CULT	1	705,022760	705,022760	8,943	0,0173
CULT*TRAT	3	82,719430	27,573143	0,350	0,7906
erro 2	8	630,686027	78,835753		

CV1 (%) = 26,37  
 CV2 (%) = 41,90  
 Média geral: 21,1

**Variável analisada: AF aos 30 DAT**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLC	2	275814,027100	137907,013550	0,487	0,6368
TRAT	3	3996464,464433	1332154,821478	4,705	0,0511
erro 1	6	1698896,476867	283149,412811		
CULT	1	4375434,852150	4375434,852150	8,441	0,0197
CULT*TRAT	3	440437,548683	146812,516228	0,283	0,8362
erro 2	8	4146921,942167	518365,242771		

CV1 (%) = 26,87

CV2 (%) = 36,36

Média geral: 1980,2

**Variável analisada: MSVEG aos 37 DAT**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLC	2	1503,094853	751,547426	3,187	0,1140
TRAT	3	1240,451186	413,483729	1,754	0,2555
erro 1	6	1414,695580	235,782597		
CULT	1	7222,215287	7222,215287	15,707	0,0042
CULT*TRAT	3	183,070405	61,023468	0,133	0,9379
erro 2	8	3678,445600	459,805700		

CV1 (%) = 22,50

CV2 (%) = 31,42

Média geral: 68,2

**Variável analisada: MSF aos 37 DAT**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLC	2	613,954358	306,977179	5,819	0,0394
TRAT	3	205,437053	68,479018	1,298	0,3582
erro 1	6	316,545579	52,757596		
CULT	1	526,397300	526,397300	6,097	0,0388
CULT*TRAT	3	140,299795	46,766598	0,542	0,6672
erro 2	8	690,725049	86,340631		

CV1 (%) = 88,10

CV2 (%) = 112,70

Média geral: 8,24

**Variável analisada: MST aos 37 DAT**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLC	2	3909,820541	1954,910270	4,622	0,0610
TRAT	3	1717,697048	572,565683	1,354	0,3431
erro 1	6	2537,700006	422,950001		
CULT	1	11648,230326	11648,230326	13,480	0,0063
CULT*TRAT	3	397,150189	132,383396	0,153	0,9248
erro 2	8	6912,862960	864,107870		

CV1 (%) = 26,89

CV2 (%) = 38,43

Média geral: 76,49

**Variável analisada: AF aos 37 DAT**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLC	2	16923934,441358	8461967,220679	7,953	0,0205
TRAT	3	36103510,942183	12034503,647394	11,311	0,0070
erro 1	6	6383638,770142	1063939,795024		
CULT	1	51418375,848600	51418375,848600	28,503	0,0007
CULT*TRAT	3	5044373,808400	1681457,936133	0,932	0,4687
erro 2	8	14431667,286300	1803958,410787		

CV1 (%) = 15,40

CV2 (%) = 20,05

Média geral: 6697,6

**Variável analisada: MSVEG aos 46 DAT**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLC	2	3303,344206	1651,672103	3,935	0,0809
TRAT	3	7477,689009	2492,563003	5,939	0,0315
erro 1	6	2518,364768	419,727461		
CULT	1	10677,150057	10677,150057	26,394	0,0009
CULT*TRAT	3	3393,647674	1131,215891	2,796	0,1088
erro 2	8	3236,177054	404,522132		

CV1 (%) = 13,29

CV2 (%) = 13,04

Média geral: 154,2

**Variável analisada: MSF aos 46 DAT**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLC	2	13787,762353	6893,881177	4,728	0,0585
TRAT	3	30861,822815	10287,274272	7,055	0,0215
erro 1	6	8748,851666	1458,141944		
CULT	1	36828,887681	36828,887681	18,760	0,0025
CULT*TRAT	3	2254,150568	751,383523	0,383	0,7684
erro 2	8	15705,397921	1963,174740		

CV1 (%) = 34,65

CV2 (%) = 40,20

Média geral: 110,2

**Variável analisada: MST aos 46 DAT**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLC	2	30987,080445	15493,540223	12,002	0,0080
TRAT	3	63575,178509	21191,726170	16,416	0,0027
erro 1	6	7745,429293	1290,904882		
CULT	1	93297,048433	93297,048433	27,574	0,0008
CULT*TRAT	3	10402,808392	3467,602797	1,025	0,4315
erro 2	8	27067,677123	3383,459640		

CV1 (%) = 13,61

CV2 (%) = 22,03

Média geral: 264,0

**Variável analisada: AF aos 46 DAT**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLC	2	57864136,015631	28932068,007816	2,779	0,1399
TRAT	3	196247595,628798	65415865,209599	6,283	0,0278
erro 1	6	62471722,606709	10411953,767785		
CULT	1	154943277,081152	154943277,081152	17,666	0,0030
CULT*TRAT	3	42910042,854397	14303347,618132	1,631	0,2577
erro 2	8	70165834,942846	8770729,367856		

CV1 (%) = 21,90

CV2 (%) = 20,10

Média geral: 14736,6

**Variável analisada: MSVEG aos 58 DAT**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLC	2	3745,097182	1872,548591	0,982	0,4275
TRAT	3	13204,948215	4401,649405	2,309	0,1762
erro 1	6	11436,774050	1906,129008		
CULT	1	3670,550334	3670,550334	4,754	0,0608
CULT*TRAT	3	128,534665	42,844888	0,055	0,9817
erro 2	8	6176,786855	772,098357		

CV1 (%) = 24,26

CV2 (%) = 15,44

Média geral: 179,9352083

**Variável analisada: MSF aos 58 DAT**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLC	2	8554,529397	4277,264699	2,305	0,1808
TRAT	3	16380,562815	5460,187605	2,943	0,1207
erro 1	6	11131,491210	1855,248535		
CULT	1	59882,157918	59882,157918	16,645	0,0035
CULT*TRAT	3	2154,070546	718,023515	0,200	0,8938
erro 2	8	28780,035159	3597,504395		

CV1 (%) = 25,74

CV2 (%) = 35,84

Média geral: 167,3

**Variável analisada: MST aos 58 DAT**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLC	2	13234,738793	6617,369397	1,673	0,2647
TRAT	3	48743,002602	16247,667534	4,107	0,0667
erro 1	6	23739,204441	3956,534074		
CULT	1	35421,549680	35421,549680	6,039	0,0395
CULT*TRAT	3	1061,407310	353,802437	0,060	0,9793
erro 2	8	46923,655608	5865,456951		

CV1 (%) = 18,11

CV2 (%) = 22,05

Média geral: 347,2

**Variável analisada: AF aos 58 DAT**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLC	2	45010139,891203	22505069,945602	1,670	0,2651
TRAT	3	384207675,867613	128069225,289204	9,502	0,0107
erro 1	6	80866873,149640	13477812,191607		
CULT	1	157474918,534270	157474918,534270	16,181	0,0038
CULT*TRAT	3	52367710,394942	17455903,464981	1,794	0,2262
erro 2	8	77856558,203234	9732069,775404		

CV1 (%) = 20,33

CV2 (%) = 17,27

Média geral: 18060,2

**Apêndice 14** Análise de variância das variáveis firmeza de polpa, diâmetro transversal e longitudinal, espessura da casca, sólidos solúveis, acidez titulável e relação sólidos solúveis/acidez titulável. Mossoró-RN, UFERSA, 2010.

**Variável analisada: Firmeza de polpa**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	3,861300	1,930650	0,856	0,4351
TRAT	15	34,530300	2,302020	1,020	0,4624
erro 1	30	67,690300	2,256343		
CULT	1	578,201667	578,201667	273,290	0,0000
CULT*TRAT	15	26,017100	1,734473	0,820	0,6498
erro 2	32	67,702533	2,115704		

CV1 (%) = 14,78

CV2 (%) = 14,32

Média geral: 10,16

**Variável analisada: Diâmetro transversal**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	2,206927	1,103464	1,530	0,2329
TRAT	15	8,027396	0,535160	0,742	0,7248
erro 1	30	21,630573	0,721019		
CULT	1	614,081667	614,081667	845,218	0,0000
CULT*TRAT	15	12,051667	0,803444	1,106	0,3898
erro 2	32	23,249167	0,726536		

CV1 (%) = 4,20

CV2 (%) = 4,22

Média geral: 20,2



**Variável analisada: Diâmetro longitudinal**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	5,175208	2,587604	1,136	0,3347
TRAT	15	34,268099	2,284540	1,003	0,4778
erro 1	30	68,359792	2,278660		
CULT	1	2506,659401	2506,659401	1209,091	0,000
CULT*TRAT	15	40,127682	2,675179	1,290	0,2639
erro 2	32	66,341667	2,073177		

CV1 (%) = 6,34  
CV2 (%) = 6,05  
Média geral: 23,8

**Variável analisada: Espessura da casca**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	23,829777	11,914889	5,915	0,0068
TRAT	15	47,119563	3,141304	1,559	0,1462
erro 1	30	60,433856	2,014462		
CULT	1	106,850400	106,850400	68,650	0,0000
CULT*TRAT	15	28,225133	1,881676	1,209	0,3148
erro 2	32	49,806367	1,556449		

CV1 (%) = 11,47  
CV2 (%) = 10,08  
Média geral: 12,3

**Variável analisada: Sólidos solúveis**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	0,582231	0,291116	1,842	0,1760
TRAT	15	6,132896	0,408860	2,587	0,0130
erro 1	30	4,742135	0,158071		
CULT	1	13,530017	13,530017	89,528	0,0000
CULT*TRAT	15	3,659250	0,243950	1,614	0,1250
erro 2	32	4,836033	0,151126		

CV1 (%) = 4,01  
CV2 (%) = 3,92  
Média geral: 9,9

**Variável analisada: Acidez titulável**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	0,001020	0,000510	9,193	0,0008
TRAT	15	0,000688	0,000046	0,827	0,6423
erro 1	30	0,001663	0,000055		
CULT	1	0,010605	0,010605	76,061	0,0000
CULT*TRAT	15	0,002365	0,000158	1,131	0,3706
erro 2	32	0,004462	0,000139		

CV1 (%) = 8,98

CV2 (%) = 14,24

Média geral: 0,082

**Variável analisada: Relação sólidos solúveis/Acidez titulável**

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	2	9127,025590	4563,512795	12,268	0,0001
TRAT	15	9055,283174	603,685545	1,623	0,1262
erro 1	30	11159,373910	371,979130		
CULT	1	48261,740634	48261,740634	60,841	0,0000
CULT*TRAT	15	13352,824516	890,188301	1,122	0,3771
erro 2	32	25383,824500	793,244516		

CV 1 (%) = 15,42

CV 2 (%) = 22,52

Média geral: 125,08