

## Índice de área foliar e produtividade da melancia sem sementes em função do espaçamento entre plantas e de N e K aplicados por fertirrigação

### Leaf area index and fruit yield of seedless watermelon depending on spacing between plants and N and K applied by fertigation

Marcus Vinicius Irano GONSALVES<sup>2</sup>, Luiz Carlos PAVANI<sup>3</sup>, Arthur Bernardes Cecílio FILLHO<sup>4</sup>, Anderson Luiz FELTRIM<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor; Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP;

<sup>2</sup>Autor para correspondência; Eng. Agr.; UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal; e-mail: marcusfcav@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Prof. Dr.; UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal; e-mail: lcpavani@fcav.unesp.br

<sup>4</sup>Prof. Dr.; UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal; e-mail: rutra@fcav.unesp.br

<sup>5</sup>Doutor em Agronomia; Pesquisador da EPAGRI - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

#### Resumo

O experimento foi conduzido no município de Tupã - SP, o qual tem como coordenadas geográficas latitude de 21°56'05" S, longitude 50°30'49" W e altitude de 524 metros, para avaliar os efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e potássio via fertirrigação e combinadas com espaçamentos entre plantas na linha de plantio da cultura da melancia sem sementes 'Shadow'. O delineamento foi o de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com três repetições. Os tratamentos nas parcelas corresponderam às doses de aplicação de N e K via fertirrigação (75%, 100%, 125% e 150% de 106,4 e 118 kg ha<sup>-1</sup> de N e K, respectivamente) e, nas subparcelas, corresponderam aos espaçamentos entre plantas de 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 m, mantendo-se fixo o espaçamento de 2,0 m entre linhas de plantio. As mudas foram transplantadas em 05-08-2008, com uma folha não cotiledonar completamente crescida. Foram avaliados o índice de área foliar (IAF), a produtividade comercial e total de frutos e o número comercial e total de frutos. O espaçamento entre plantas de 0,5 m apresentou IAF maior que os demais espaçamentos até a metade do ciclo da cultura, maiores produtividade total e número total de frutos (42.091,08 kg ha<sup>-1</sup> e 8.394,09 frutos ha<sup>-1</sup>, respectivamente) e maiores produtividade comercial e número comercial de frutos (40.191,26 kg ha<sup>-1</sup> e 7.709,17 frutos ha<sup>-1</sup>, respectivamente), indicando possível relação entre IAF até essa fase e produtividade da cultura. A dose de N e K de 75% da dose de referência é a recomendada para aplicação por fertirrigação para o híbrido Shadow.

**Palavras-chave adicionais:** População de plantas, *Citrullus lanatus* var. *lanatus*, fertirrigação.

#### Abstract

The experiment was conducted in Tupã-SP, Brazil, whose geographic coordinates are latitude 21°56'05" S, longitude 50°30'49" W and altitude of 524 m, with objective of to evaluate the effect of application of doses of N and K by fertigation combined with plant spacing in seedless watermelon Shadow. The experimental design was a randomized block, in a split plot, with three repetitions. The main treatments corresponded to doses of application of N and K by fertigation (75%, 100%, 125% and 150% of 106,4 and 118 kg ha<sup>-1</sup> of N and K, respectively) . The secondary treatments corresponded to the spacing between plants of 0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 m, while the spacing between lines was fixed in 2.0 m. Seedlings were transplanted in 08-05-2008, when presented a leaf not cotyledonary completely grown. Were evaluated the leaf area index (LAI), commercial and total productivity of watermelon and total and commercial number of fruits. The spacing between plants of 0.5 m had greater LAI than the other spacings until half of the crop cycle, greater productivity and total number of fruits (42091.08 kg ha<sup>-1</sup> and 8394.09 fruits ha<sup>-1</sup>, respectively) and productivity and number of commercial fruits (40191.26 kg ha<sup>-1</sup> and 7709 17 fruits ha<sup>-1</sup>, respectively), indicating that there was a possible relationship between IAF until this stage and crop productivity. The N and K dose recommended for application by fertigation is 75% or the hybrid Shadow.

**Additional keywords:** Population of plants, *Citrullus lanatus* var. *lanatus*, fertigation.

## Introdução

A melancia é cultivada praticamente em todo o território brasileiro, atingindo produção média anual, no período de 1999/2006, de 1.826.134,5 toneladas em área média anual de 81.891,75 ha no mesmo período. O Estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor, com produção de 428.089,6 toneladas, seguido pelo Estado da Bahia, com 244.336,6 toneladas, e São Paulo, com 207.196 toneladas (AGRIANUAL, 2009). Segundo o ANUÁRIO DE INFORMAÇÕES ESTATÍSTICA DA AGRICULTURA (2007), a área média anual dessa cultura no Estado de São Paulo, no período de 1999/2007, foi de 7.622,77 ha, sendo as regiões dos municípios de Marília (17,8%), Presidente Prudente (11,3%), Itapetininga (10,3%), Tupã (8,8%), Ourinhos (8,2%), Itapeva (6,5%), Assis (5,4%) e Araçatuba (3,7%), as maiores produtoras, totalizando 72% da produção estadual.

A produção e a qualidade dos frutos de melancia estão associadas a fatores genéticos, climáticos e fitotécnicos, sendo a nutrição da planta de fundamental importância. O nitrogênio e o potássio são os nutrientes extraídos em maior quantidade pela melancia (GRANGEIRO & CECÍLIO FILHO, 2004).

Uma vez que o N se encontra associado a vários componentes celulares, como aminoácidos e ácidos nucleicos, o sintoma característico da sua deficiência é a redução na taxa de crescimento. O excesso de N também pode ser prejudicial à planta, pois causa maior crescimento da parte aérea em relação ao sistema radicular, deixando a planta mais suscetível à deficiência hídrica e de nutrientes, principalmente P e K. Pode, ainda, reduzir a fotossíntese por aumento no autossombreamento, aumentar a suscetibilidade a doenças (ENGELS & MARSCHNER, 1995; SALES, 2005) e causar danos ambientais, como a contaminação do lençol freático.

Diferentemente do N, o K não faz parte de nenhum composto orgânico na planta, mas, segundo MARSCHNER (1995), o potássio participa no processo de abertura e fechamento de estômatos, respiração celular, síntese de proteínas, osmorregulação, extensão celular e balanço de cátions e ânions. O nutriente caracteriza-se também por ser um ativador de um grande número de enzimas, estando estreitamente relacionado aos processos de assimilação do gás carbônico e de N, favorecendo a formação de compostos nitrogenados e, na síntese, translocação e armazenamento de açúcares (MALAVOLTA & CROCOMO, 1982).

Além da quantidade a ser aplicada, a forma de aplicação também tem seu efeito sobre a planta. Em meio a tantas tecnologias disponí-

veis para incremento na produtividade, tem-se a fertirrigação, que é pouco dominada pelos produtores rurais, embora de grande aceitação pelos mesmos.

A fertirrigação é muito vantajosa para os produtores, haja vista que possibilita maior economia no custo de aplicação de fertilizantes, pois economiza mão de obra e máquinas, possibilita maior parcelamento da fertilização, evitando perdas e atendendo às necessidades das plantas nas diferentes etapas de desenvolvimento da cultura, baseada principalmente na demanda de nutrientes determinada pela marcha de absorção da cultura. Além disso, o nutriente dissolvido estará prontamente absorvível, elevando a eficiência da fertilização (SALOMÃO, 1999).

Outro fator de grande importância no manejo cultural é o espaçamento, pois determina alterações morfofisiológicas na planta as quais repercutem em seu potencial produtivo e, também, no tamanho, formato e qualidade da hortaliça. FILGUEIRA (2008) recomenda espaçamentos para a melancia que variam de 2,0-3,0 m x 1,0-1,5 m (5.000 a 2.222 plantas por hectare) sendo que a escolha depende, principalmente, da cultivar. TRANI et al. (1996) recomendam espaçamentos de 2,5-3,0 m x 1,5-2,0 m (2.666 a 2.000 plantas por hectare). Tanto para a adubação quanto para o espaçamento, as recomendações para o cultivo da melancia fertirrigada são baseadas em culturas de “sequeiro”.

O índice de área foliar (IAF) é a razão entre a área foliar existente e a superfície ocupada pela planta ou comunidade vegetal. Segundo BERNARDES (1987), nas culturas, em geral, da fase inicial de crescimento até o estágio de completa interceptação da radiação pelas folhas, a taxa de produção de fotossintetizados aumenta até um valor máximo em função do IAF. Quanto mais rápido a cultura atingir o IAF máximo e quanto mais tempo a área foliar permanecer ativa, maior será a produtividade da cultura. Portanto, é de suma importância determinar as doses de N e K e os espaçamentos que favoreçam maior e mais rápido desenvolvimento vegetativo da melancia a fim de influenciar positivamente na produção de frutos.

Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de doses de nitrogênio e potássio por fertirrigação combinada a espaçamentos entre plantas na cultura da melancia para o híbrido sem sementes ‘Shadow’.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no município de Tupã - SP, o qual tem como coordenadas geográficas latitude de 21°56'05" S, longitude 50°30'49" W e altitude de 524 metros, cujo clima é classificado, segundo Köppen, como tropical

com estação seca no inverno (Aw), com precipitação pluvial média de 1.290,9 mm anuais, temperatura média anual de 24,5 °C, temperaturas médias das máximas e das mínimas anuais de 29,3 °C e 19,6 °C, respectivamente (CEPAGRI, 2009). O solo da área foi um Argissolo Vermelho-Amarelo segundo classificação da EMBRAPA (2006).

Utilizou-se o híbrido Shadow de melancia (triploide sem sementes), caracterizado como planta vigorosa, ciclo de 90 a 100 dias, fruto redondo ovalado, casca verde-escura-média com leves faixas verde-escuras, polpa vermelha, com peso médio de 7 kg a 8 kg. As mudas foram adquiridas junto ao viveiro de mudas BIOTEC, localizado no município de Tupã – SP, e foram formadas em bandejas de poliestireno expandido e em substrato Plantmax®, permanecendo, durante esse tempo, em ambiente protegido. O transplante das mudas foi no dia 05-08-2008, quando estas apresentavam uma folha não cotiledonar completamente crescida. A cultivar doadora de pólen foi o híbrido Top Gun, em proporção de uma planta 'Top Gun' para três plantas 'Shadow'. Também foram instaladas três colmeias nas margens da área experimental para garantir a polinização.

A análise química do solo da área, até os 20 cm de profundidade, revelou pH (CaCl<sub>2</sub>) = 4,2; M.O. = 9 g dm<sup>-3</sup>; P (resina) = 3 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 1,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 8 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup> = 14,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> SB = 14,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, T = 32,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V% = 45. Segundo TRANI et al. (1996), o teor de potássio desse solo estava baixo.

Com base na análise química, foi realizada a calagem com calcário calcinado (PRNT de 120%) para elevar a saturação por bases a 70%, 15 dias antes do transplante das mudas.

Na adubação de plantio, em sulcos, o solo recebeu 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 146 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de magnésio para elevar o Mg<sup>2+</sup> a 9 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, conforme propõem TRANI et al. (1996). As aplicações de boro (1 kg ha<sup>-1</sup>) e de zinco (3 kg ha<sup>-1</sup>) foram realizadas via fertirrigação, divididas em duas parcelas, aos 15 e 30 dias após o transplante.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com três repetições. Os tratamentos nas parcelas corresponderam às quatro doses de aplicação de N e K via fertirrigação (doses de NK, em kg ha<sup>-1</sup>), que foram: NK1 (79,8 : 88,5), NK2 (106,4 : 118), NK3 (133,0 : 147,5), NK4 (159,6 : 177) correspondendo, respectivamente, a 75; 100; 125 e 150% das quantidades de N e K exportadas pelos frutos do híbrido Tide de melancia, segundo GRANGEIRO & CECÍLIO FILHO (2004). Os tratamentos nas subparcelas corresponderam aos espaçamentos entre plantas de 0,5; 1,0; 1,5 e

2,0 m, mantendo-se fixo o espaçamento entre linhas em 2,0 m. Em função dos espaçamentos as densidades de plantio foram de 10.000, 5.000, 3.333 e 2.500 plantas por hectare, com as seguintes áreas das unidades experimentais: 72; 54; 36 e 18 m<sup>2</sup>, respectivamente. Cada subparcela foi composta por três linhas com seis plantas, ou seja, 18 plantas por subparcela, distribuídas nos diferentes espaçamentos.

O equipamento de irrigação era composto por: uma bomba hidráulica centrífuga acoplada a um motor elétrico de 2,2 kW (3 cv) de potência no eixo, 3.400 rpm, vazão da bomba de 8,5 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> para altura manométrica de 320 kPa (32 m c. a.) e rendimento de 70%; um sistema de filtragem de água composto por 2 filtros de discos em paralelo; válvulas hidráulicas automatizadas; válvulas reguladoras de pressão instaladas no início de cada linha secundária e válvulas de retenção nas linhas de derivação das parcelas; tubulações principais de PVC com diâmetro nominal (DN) de 50 mm e pressão nominal (PN) de 400 kPa (40 m c.a.); linhas secundárias de PVC de DN 35 mm e PN 400 kPa; linhas de derivação nas parcelas, de PVC de mesmos DN e PN das linhas secundárias das quais saíam três linhas laterais (LL), por parcela, de polietileno de baixa densidade e 16 mm de DN, espaçadas de 2,0 m entre si. Em cada LL havia gotejadores inseridos internamente, espaçados de 0,5 m entre si, com vazão nominal de 1,4 L h<sup>-1</sup> para pressão de serviço de 100 kPa. Como cada gotejador representava o ponto central de uma área de 1,0 m<sup>2</sup> (0,5 m x 2,0 m), a taxa média de aplicação de água pelos gotejadores foi de 1,4 mm h<sup>-1</sup>.

Para aplicação dos quatro tratamentos de fertirrigação, um conjunto de injeção de solução fertilizante foi acoplado ao cabeçal de controle do sistema de irrigação, composto por quatro reservatórios de polietileno, independentes, com capacidade para 1.000 L, onde foram preparadas as soluções fertilizantes com as concentrações correspondentes a cada tratamento. A injeção da solução fertilizante de cada reservatório no sistema foi realizada por quatro bombas injetoras de 0,56 kW (0,75 cv) que foram reguladas por meio de um sistema de retorno para uma taxa de injeção de 200 L h<sup>-1</sup>. Antes de chegar às tubulações principais do sistema de irrigação, a solução fertilizante passava por filtros de discos para retenção de partículas que poderiam obstruir os gotejadores e depois por hidrômetros para o controle do volume de solução a ser injetada na tubulação de cada tratamento específico.

A fim de que a condutividade elétrica da solução de nutrientes aplicada sofresse pouca variação entre as parcelas, a proporção entre volume de água em cada reservatório de fertirrigação (tratamento NK) e a quantidade de NK

adicionada foi mantida constante; os tempos de injeção e, conseqüentemente, a quantidade de solução fertilizante aplicada para cada tratamento foram diferentes. Os tempos de injeção para os tratamentos NK1, NK2, NK3 e NK4 foram 30 minutos (100 L), 40 minutos (133 L), 50 minutos (167 L) e 60 minutos (200 L), respectivamente. Contudo, o tempo total de aplicação de fertirrigação foi o mesmo: 180 minutos para todos os quatro tratamentos.

Inicialmente, após o acionamento do sistema de irrigação, foram aguardados 20 minutos para a total pressurização do sistema. Após a pressurização, foram acionadas as bombas injetoras NK4 e NK1, haja vista que o sistema permitia somente o acionamento simultâneo de duas das quatro bombas injetoras. Quando a bomba NK1 concluía o tempo de injeção da solução de nutrientes, imediatamente era desligada e acionada a bomba NK3. O mesmo ocorria para a bomba NK4 e NK2. Após a injeção dos fertilizantes, foi realizada a lavagem do sistema por 60 minutos, tempo necessário para que a condutividade elétrica da água (CEa), medida com um condutivímetro portátil, retornasse ao valor de 0,14 dS m<sup>-1</sup> obtido no início da injeção. O valor máximo de CEa observado foi 2,58 dS m<sup>-1</sup>.

As fertirrigações foram feitas de 2 em 2 dias, iniciando-se aos 3 DAT e totalizando 28 fertirrigações ao longo do ciclo da cultura. Nos períodos de 3 a 19 DAT e 24 a 60 DAT, foram aplicadas 20% e 80% das doses dos tratamentos, respectivamente.

O manejo da irrigação foi realizado baseando-se na determinação da evapotranspiração da cultura (ETc) por meio da estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) pelo método do tanque Classe A e dos coeficientes de cultura (Kc) para a melancia (ALLEN et al., 1998). Para isso, foi instalado próximo à área cultivada, um tanque Classe A (TCA) sobre o solo sem cobertura vegetal, por um raio de, aproximadamente, 50 m, cuja leitura foi realizada diariamente. Para a conversão da água evaporada no TCA (ECA) em ETo, os valores diários de ECA (mm) foram multiplicados pelo coeficiente de tanque Kp assumido como 0,7 para todo o ciclo. A determinação da ETc foi realizada de acordo com a expressão:

$$ETc = ECA Kp Kc \quad (1)$$

Os coeficientes de cultura (Kc) utilizados foram os propostos pela FAO (ALLEN et al., 1998): estágio inicial (0 até 15 DAT) 0,4; estágio de desenvolvimento vegetativo acelerado (16 a

32 DAT) 0,4 a 1,0; estágio intermediário (33 a 75 DAT) 1,0; estágio final (76 DAT até a colheita) 1,0 a 0,75.

O índice de área foliar (IAF; m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>) foi medido de forma não destrutiva, com o aparelho LAI-2000, marca Li-Cor®, que calcula o IAF por meio de medições feitas acima e abaixo do dossel das plantas, com um sensor óptico tipo “olho de peixe” (LI-COR, 1992).

As avaliações do IAF foram feitas em cada subparcela, aos 32; 44 e 66 DAT, e consistiram em quatro caminhamentos em diagonal no centro da subparcela, sendo feita uma medição acima e quatro abaixo do dossel, segundo recomendação de LI-COR (1992) para culturas de baixo porte, totalizando 20 medições, quatro acima e dezesseis abaixo do dossel.

A colheita dos frutos foi realizada em 31-10-2008 (87 DAT) e foram avaliadas as produtividades total e comercial de frutos, ambas expressas em kg ha<sup>-1</sup>, sendo os frutos colhidos maiores que 3 kg e sem rachaduras.

Os resultados do efeito dos tratamentos sobre o IAF e os parâmetros de produtividade foram submetidos à análise de variância, pelo teste F; e a análise de regressão, por polinômios ortogonais. Os valores de máximos e de mínimos das regressões quadráticas foram calculados igualando a zero a derivada primeira das equações dessas regressões.

## Resultados e discussão

Em todos os tratamentos, a lâmina total de água aplicada por irrigação foi 210,19 mm, além de 97,10 mm recebidos por chuva.

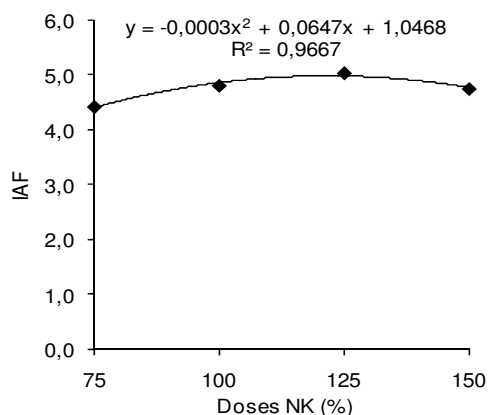
Os fatores dose de NK (NK) e espaçamentos (E) tiveram ação independente sobre o IAF, uma vez que não houve interação entre esses fatores (p>0,05) nas três épocas de avaliação (32 DAT, 44 DAT e 66 DAT – Tabela 1).

A análise de regressão aplicada aos resultados de índice de área foliar (IAF), em função das doses NK, foi significativa somente aos 66 DAT (p<0,01) e para o modelo quadrático (Tabela 1) que está representado na Figura 1. O menor valor de IAF (4,4 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>) ocorreu na dose de 75%, crescendo, a partir daí, de forma quadrática até o valor máximo 5,0 na dose de 122% e voltando a decrescer até 150%, quando atingiu o valor 4,7 m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>. Pelo formato da curva, verifica-se, porém, que as diferenças foram pequenas, de onde se pode inferir que, dos 66 DAT até a colheita dos frutos, a tendência é de os valores de IAF se igualarem para as doses NK.

**Tabela 1** - Valores médios, F da análise de variância, F da regressão polinomial e coeficientes de variação (CV - %) dos valores de índice de área foliar (IAF;  $m^2 m^{-2}$ ). *Average values, F values of variance analysis, F values of polynomial regression, and variation coefficients (CV - %) of leaf area index (IAF;  $m^2 m^{-2}$ ).*

Causas de variação Porcentagem da dose de referência (NK)	Dias após o transplântio (DAT)		
	32	44	66
75	0,30	1,64	4,42
100	0,42	1,81	4,80
125	0,45	1,93	5,03
150	0,40	1,69	4,74
CV(%)	30,74	21,15	5,79
Teste F	3,34 <sup>NS</sup>	1,37 <sup>NS</sup>	10,02**
F – Regressão Linear	4,64 <sup>NS</sup>	2,36 <sup>NS</sup>	11,48*
F – Regressão Quadrática	5,37 <sup>NS</sup>	0,56 <sup>NS</sup>	17,58**
F – Regressão Cúbica	0,01 <sup>NS</sup>	1,18 <sup>NS</sup>	1,00 <sup>NS</sup>
Causas de variação			
Espaçamento entre plantas (E)			
0,5 m	0,52	2,50	4,58
1,0 m	0,40	1,92	4,88
1,5 m	0,33	1,35	4,84
2,0 m	0,32	1,30	4,69
CV(%)	36,06	19,00	6,48
Teste F	4,75**	33,69**	2,45 <sup>NS</sup>
F – Regressão Linear	12,33**	87,78**	0,53 <sup>NS</sup>
F – Regressão Quadrática	1,91 <sup>NS</sup>	10,77**	6,47*
F – Regressão Cúbica	0,00 <sup>NS</sup>	2,50 <sup>NS</sup>	0,34 <sup>NS</sup>
NK x E	0,77 <sup>NS</sup>	1,43 <sup>NS</sup>	1,77 <sup>NS</sup>

\*\* , \* , <sup>NS</sup> , correspondem a estatisticamente significativo a 1%, a 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.



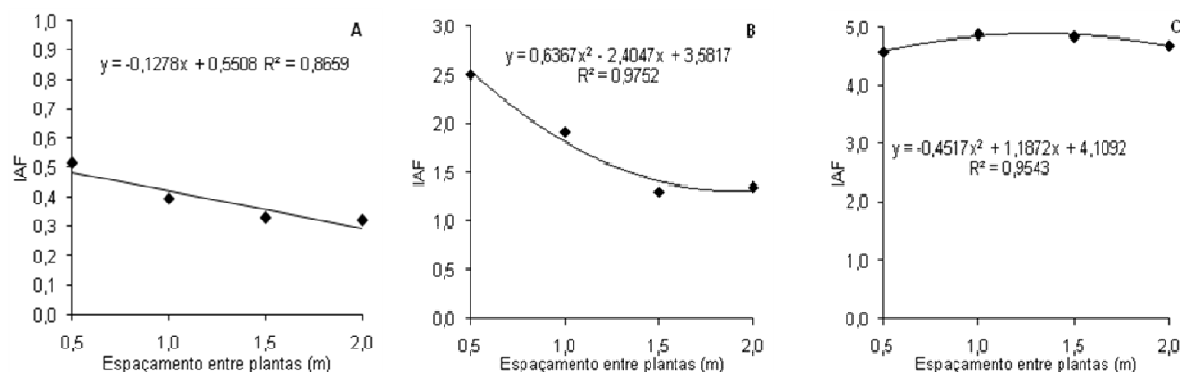
**Figura 1** - Índice de área foliar (IAF;  $m^2 m^{-2}$ ) em função das doses de NK aos 66 dias após o transplântio (DAT). *Leaf area index (IAF;  $m^2 m^{-2}$ ) depending on the doses of N and K to 66 days after transplanting (DAT).*

Os resultados relativos às doses de NK encontrados neste experimento para o híbrido Shadow foram semelhantes aos encontrados por TOMAZ et al. (2008) para a cultura do meloeiro rasteiro, cultura essa pertencente à mesma família botânica da melancia e com mesmo hábito de crescimento, fertirrigada diariamente com doses de N e K correspondentes a 70%, 100% e 130% da dose utilizada pelos agricultores. Esses auto-

res concluíram que as doses de N aplicadas (N1 = 91 kg ha<sup>-1</sup>, N2 = 140 kg ha<sup>-1</sup> e N3 = 184 kg ha<sup>-1</sup>) apresentaram comportamentos semelhantes no IAF ao longo do ciclo, e que as doses de K (K1 = 174 kg ha<sup>-1</sup>, K2 = 260 kg ha<sup>-1</sup> e K3 = 346 kg ha<sup>-1</sup>) não influenciaram o IAF.

Para o fator espaçamento entre plantas, aos 32 DAT, o IAF decresceu linearmente ( $p < 0,01$ ) à medida que o espaçamento aumentou (Figura 2A), enquanto, aos 44 DAT (Figura 2B), o decréscimo aconteceu segundo modelo quadrático ( $p < 0,01$ ), mais acentuado de 0,5 m ( $2,5 m^2 m^{-2}$ ) até 1,5 m ( $1,4 m^2 m^{-2}$ ), decréscimo praticamente linear neste intervalo, e menos acentuadamente deste até 2,0 m, quando atingiu o valor mínimo de  $1,3 m^2 m^{-2}$ .

Aos 66 DAT o comportamento do IAF com a variação no espaçamento entre plantas seguiu o modelo quadrático ( $p < 0,05$ ) (Figura 2C). Mesmo havendo diferenças nos IAFs para os espaçamentos, sendo o menor valor  $4,6 m^2 m^{-2}$  observado no espaçamento de 0,5 m e o maior valor  $4,9 m^2 m^{-2}$  no espaçamento de 1,3 m, estas foram pequenas, evidenciando a tendência de os IAFs se igualarem no final do ciclo da cultura, independentemente dos espaçamentos entre plantas na linha de plantio.



**Figura 2** - Índice de área foliar (IAF, m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>) em função dos espaçamentos entre plantas aos 32 (A), 44 (B) e 66 (C) dias após o transplântio (DAT). Leaf area index (IAF, m<sup>2</sup> m<sup>-2</sup>) depending on spacing between plants to 32 (A), 44 (B) and 66 (C) days after transplanting (DAT).

Esses resultados indicam que o fator espaçamento entre plantas influenciou mais significativamente o IAF até, aproximadamente, a metade do ciclo da cultura (43 - 44 DAT), diminuindo as diferenças dessa fase em diante, à medida que as plantas cresciam, chegando à maturação dos frutos já com valores semelhantes.

Com relação aos parâmetros de produtividade avaliados (produtividade total e comercial, e número total e comercial de frutos), não houve interação significativa entre doses de NK e espaçamentos entre plantas ( $p > 0,05$ ) (Tabela 2). A análise de regressão dos parâmetros de produtividade em relação às doses de NK não foi significativa ( $p > 0,05$ ) para os modelos testados (Tabela 2).

**Tabela 2** - Médias, valores de F, significâncias e coeficientes de variação (CV%) da produtividade de frutos (PT – kg ha<sup>-1</sup>), produtividade comercial de frutos (PC - kg ha<sup>-1</sup>), número total de frutos (NTF – frutos ha<sup>-1</sup>) e número de frutos comerciais (NFC – frutos ha<sup>-1</sup>). *Averages, F values, significances and coefficients of variation (CV%) of fruits productivity (PT – kg ha<sup>-1</sup>), fruits commercial productivity (PC – kg ha<sup>-1</sup>), total number of fruits (NTF – fruits ha<sup>-1</sup>) and commercial number of fruits (NFC – frutos ha<sup>-1</sup>).*

Causas de variação	PT	PC	NTF	NFC
<b>Doses NK (NK)</b>				
75	32.084,59	31.178,15	6.097,37	5.764,41
100	31.632,02	30.759,37	6.017,00	5.697,74
125	33.049,21	31.828,61	6.177,75	5.734,42
150	32.731,40	31.943,81	6.342,75	6.057,82
CV%	29,99	30,59	31,21	31,23
Teste F	0,05 <sup>NS</sup>	0,04 <sup>NS</sup>	0,06 <sup>NS</sup>	0,10 <sup>NS</sup>
F – Regressão Linear	0,07 <sup>NS</sup>	0,07 <sup>NS</sup>	0,13 <sup>NS</sup>	0,15 <sup>NS</sup>
F – Regressão Quadrática	0,00 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	0,05 <sup>NS</sup>	0,14 <sup>NS</sup>
F – Regressão Cúbica	0,08 <sup>NS</sup>	0,04 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>
<b>Causas de variação</b>				
<b>Espaçamento entre plantas (E)</b>				
0,5 m	42.091,08	40.191,26	8.394,09	7.709,17
1,0 m	32.431,60	31.706,93	6.050,35	5.776,99
1,5 m	28.916,48	28.373,56	5.387,73	5.191,41
2,0 m	26.058,07	25.438,18	4.802,52	4.576,83
CV%	17,92	18,18	21,24	20,81
Teste F	17,37 <sup>**</sup>	14,95 <sup>**</sup>	17,39 <sup>**</sup>	15,05 <sup>**</sup>
F – Regressão Linear	47,45 <sup>**</sup>	41,62 <sup>**</sup>	45,86 <sup>**</sup>	40,82 <sup>**</sup>
F – Regressão Quadrática	4,12 <sup>NS</sup>	2,83 <sup>NS</sup>	5,42 <sup>*</sup>	3,56 <sup>NS</sup>
F – Regressão Cúbica	0,54 <sup>NS</sup>	0,42 <sup>NS</sup>	0,90 <sup>NS</sup>	0,77 <sup>NS</sup>
NK x E	0,43 <sup>NS</sup>	0,30 <sup>NS</sup>	0,48 <sup>NS</sup>	0,20 <sup>NS</sup>

<sup>\*\*</sup>, <sup>NS</sup> Significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F. <sup>\*\*</sup>, <sup>NS</sup> Significant at 1% probability and not significant, respectively, by F test.

Para o fator espaçamento entre plantas, a análise de regressão foi significativa para o modelo linear ( $p < 0,01$ ) em relação à produtividade total (PT), à produtividade comercial (PC)

de frutos e ao número comercial de frutos (NFC), e foi significativa para o modelo quadrático ( $p < 0,05$ ) para o número total de frutos (NTF). Tanto para PT quanto para PC, observa-se que a

produtividade decresceu à medida que aumentou o espaçamento (Figura 3A e 4A), e para o parâmetro número de frutos, o NTF teve decréscimo mais acentuado do espaçamento 0,5 para 1,0 m e depois teve um decréscimo menor nos demais espaçamentos, sendo que o menor NTF (4.865,24 frutos ha<sup>-1</sup>) ocorreu no espaçamento de 1,9 m, e o NFC decresceu à medida que aumentou o espaçamento (Figuras 3B e 4B).

A ausência de resposta positiva ao incremento das doses de N e K pode ser atribuída ao fato de que a dose equivalente a 75% da dose de NK de referência foi suficiente para que o híbrido Shadow expressasse seu potencial produtivo para as condições do experimento. Também, segundo PAPADOPOULOS (1999), a eficiência da utilização de N e K está entre 70 e 80%, quando a aplicação é feita através da irrigação por gotejamento. A fertirrigação reduziu a dose de N e K em 50% para pimentão (*Capsicum annuum*) (FEITOSA FILHO et al., 2001) e 20% para banana (*Musa paradisiaca*) (TEIXEIRA et al., 2007) em relação à fertilização convencional, mantendo a produtividade.

FELTRIM (2009), avaliando doses de N : K, em kg ha<sup>-1</sup> (79,8 : 88,5; 106,4 : 118; 133,0 : 147,5; 159,6 : 177) e população de plantas sobre produtividade do híbrido de melancia com sementes 'Top Gun', também não verificou efeito das doses de N e K sobre a produtividade.

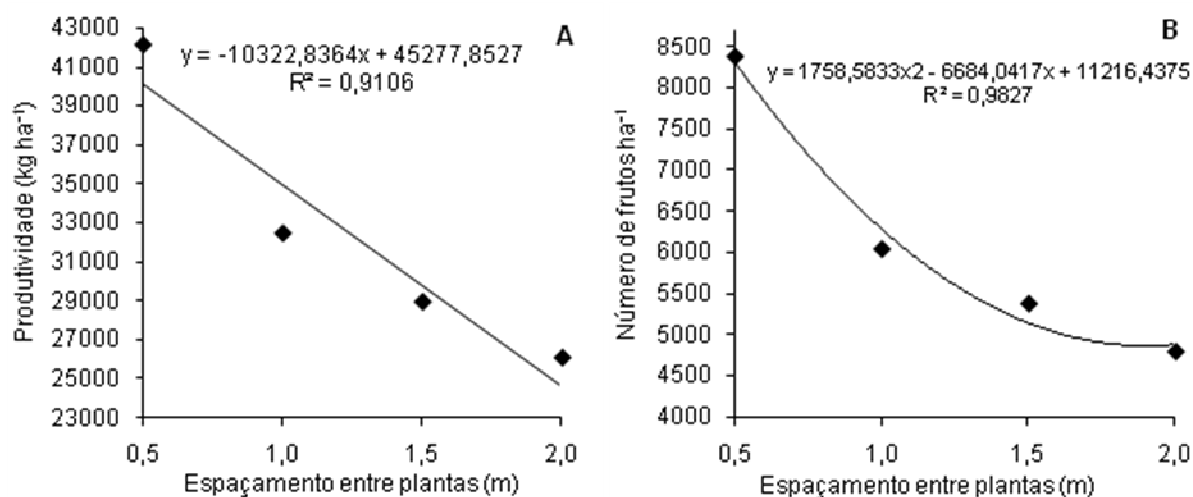
GORETA et al. (2005) trabalharam com três doses de N (115 kg ha<sup>-1</sup>, 195 kg ha<sup>-1</sup> e 275 kg ha<sup>-1</sup>), sendo 35 kg ha<sup>-1</sup> aplicada no pré-plantio e o restante via fertirrigação, e não observaram diferença na produtividade total e comercial de frutos de melancia entre as doses testadas.

BASTOS (2004) trabalhou com cinco doses de N (0; 40; 80; 120 e 160 kg ha<sup>-1</sup>) e também não observou diferença na produtividade de frutos de melancia.

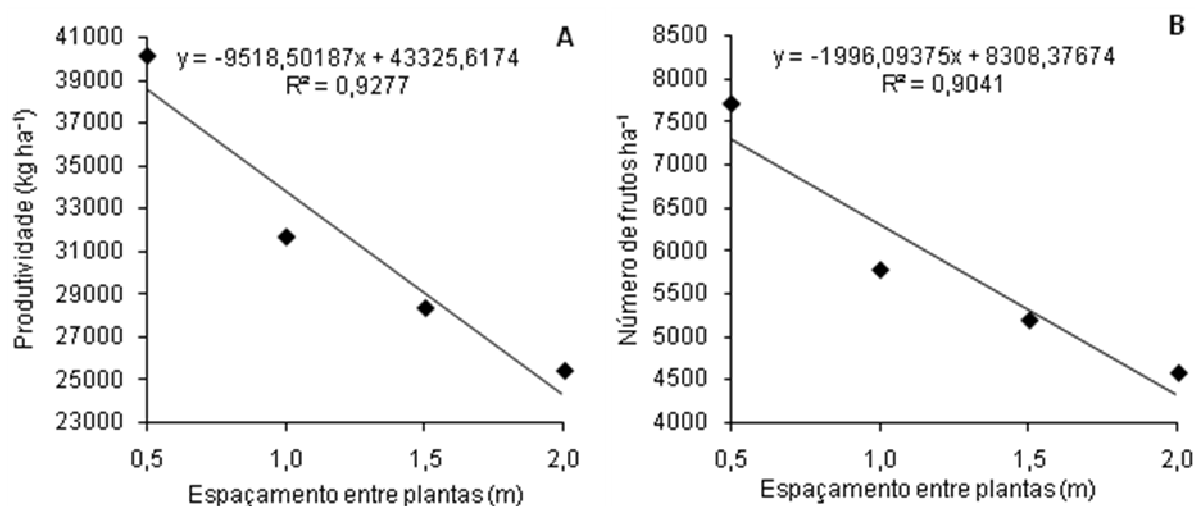
A maior produtividade total e comercial de frutos no espaçamento de 0,5 m foi consequência do maior número de frutos total e comercial nesse espaçamento. Um número maior de frutos total por área nesse espaçamento já era esperado, pois o número de plantas por área era maior, porém é importante ressaltar que foram as adequadas condições hídricas e nutricionais do solo que propiciaram essa maior produtividade total e comercial de frutos, tornando o espaçamento de 0,5 x 2,0 m o mais economicamente viável.

Esses resultados sobre espaçamento encontrados corroboram os resultados obtidos por GORETA et al. (2005), que, estudando o efeito de três espaçamentos entre plantas (0,5 m, 1,0 m e 1,5 m), sob sistema de irrigação localizada, concluíram que a produtividade total e comercial de frutos diminuiu à medida que aumentou o espaçamento entre plantas.

GARCIA (1998) estudou três espaçamentos de plantio de melancia (2,0 m x 1,5 m, 2,0 m x 2,0 m e 2,0 m x 3,0 m) sob sistema irrigação por aspersão e concluiu que o espaçamento menor obteve maior produtividade total, produtividade comercial e número total de frutos. SRINIVAS et al. (1991) avaliaram duas densidades de plantio (11.111 e 16.666 plantas ha<sup>-1</sup>) e concluíram que a produtividade de frutos foi maior na maior densidade de plantio.



**Figura 3** - Produtividade total de frutos (A) e número total de frutos por hectare (B) nos espaçamentos entre plantas. *Total productivity of fruits (A) and total number of fruits per hectare (B) in spacing between plants.*



**Figura 4** - Produtividade comercial de frutos (A) e número comercial de frutos (B) para os espaçamentos entre plantas. *Commercial productivity of fruits (A) and number of commercial fruits (B) depending on spacing between plants.*

### Conclusões

As doses de 79,8 kg ha<sup>-1</sup> de N e 88,5 kg ha<sup>-1</sup> de K, correspondentes a 75% da dose de referência avaliada, são as recomendadas para serem aplicadas por fertirrigação ao híbrido de melancia sem sementes "Shadow", tendo em vista que a produtividade total e comercial de frutos não foi maior para doses de N e K superiores a 75%.

O espaçamento entre plantas de 0,5 m, correspondente à densidade de 10.000 plantas por hectare, apresentou índice de área foliar maior que os espaçamentos de 1,0; 1,5 e 2,0 m até a metade do ciclo da cultura (43 - 44 dias após o transplantio), maior produtividade e número total e comercial de frutos, indicando possível relação positiva entre o índice de área foliar até esta fase e a produtividade da cultura.

### Agradecimentos

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), pelo suporte logístico para a realização da pesquisa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de suporte financeiro à pesquisa.

À Petroisa Irrigação Ltda., na pessoa do Eng. Agr. Dr. Luiz Antonio de Andrade, pela doação das linhas porta-gotejadores para a pesquisa.

À Mudás Biotek, na pessoa do Eng. Agr. Luiz Antonio Gonçalves de Oliveira, pelo apoio financeiro e técnico na realização da pesquisa.

Ao Apiário Puro Mel, pela disponibilização das colmeias.

### Referências

AGRIANUAL: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: SNT, 2009. p.194-200.

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO, 1998 300p. (Irrigation and Drainage, Paper 56).

ANUÁRIO DE INFORMAÇÕES ESTATÍSTICA DA AGRICULTURA. **Anuário IEA 2007**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/anuario.php>>. Acesso em: 04 abr. 2009.

BASTOS, F. G. C.; **Efeitos de níveis de irrigação, de doses de nitrogênio e de espaçamentos na cultura da melancia**. 2004 62f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

BERNARDES, M. S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S.O. (Ed.) **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p.13-48.

CEPAGRI. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em <[http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_619.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_619.html)>. Acesso em: 5 abr. 2009.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2006. 412p.

ENGELS, C.; MARSCHNER H. Plant uptake and utilization of nitrogen. In: BACON, EP. **Nitrogen fertilization in the environment**. New York: Marcel Dekker, 1995. p.41-71.



- FEITOSA FILHO, J. C.; LEITE JUNIOR, G. P.; CAVALCANTE, L. F.; LOPES, W. F.; SANTOS, C. S.; LOPES, W. F.; PINTO, J. M. **Resposta da cultura do pimentão a diferentes doses de N e K aplicadas por fertirrigação em comparação à adubação convencional.** In: WORKSHOP FERTIRRIGAÇÃO, FLORES, FRUTAS E HORTALIÇAS, 2, 2001. Piracicaba Anais... Piracicaba: ESALQ,USP, 2001. p. 19-31.
- FELTRIM, A. L. **Produtividade de melancia em função da adubação nitrogenada, potássica e população de plantas.** 2009. 90f. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de olericultura:** Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed.Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008.
- GARCIA, L. F. **Influência do espaçamento e da adubação nitrogenada sobre a produtividade da melancia no Baixo Parnaíba Piauiense.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 1998. 5p. (Comunicado Técnico, 79).
- GORETA, S.; PERICA, S.; DUMICIC, G.; BUCAN, L.; ZANIC K. Growth and yield of watermelon on polyethylene mulch with different spacings and nitrogen rates. **Hortscience**, Croatia, v.40, n.2, p.366-369, 2005.
- 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.
- LI-COR. LAI – 2000: Plant Canopy Analyzer. **Instruction manual.** 1992. 172p.
- MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O. J. O potássio e a planta. In: YAMADA, T.; IGUE, K.; MUZILLI, O.; USHERWOOD, N. R. **Potássio na agricultura brasileira.** Piracicaba: IPF/IIP, 1982. p.95-162.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** San Diego: Academic Press, 1995. 889p.
- SALES, H. B. **Efeito do equilíbrio nutricional na severidade de doenças de plantas.** Divulgação técnica Manah, 2005. Disponível em: <<http://www.manah.com.br/informativoAbril2005.asp>>. Acesso em: 04 abr. 2009.
- PAPADOPOULOS, I. **Fertirrigação: situação atual e perspectivas para o futuro.** In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.) Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças. Guaíba: Agropecuária, 1999. p. 11-154.
- SALOMÃO, H. **Fertirrigação em citrus.** In: FOLEGATTI, M. V. (Coord.) Fertirrigação: citrus, flores, hortaliças. Guaíba : Agropecuária, 1999. p.385-392.
- SRINIVAS, K.; HEDGE, D. M.; HAVANAGI, G. V. Effect of nitrogen fertilization and plant population on plant water relations, canopy temperature, yield and water use efficiency of watermelon (*Citrullus lanatus*). **Singapore Journal of Primary Industries**, India, v.19, n.1, p.8-15, 1991.
- TEIXEIRA, L. A. J.; NATALE, W.; MARTINS, A. L. M. Nitrogênio e potássio via fertirrigação e adubação convencional – estado nutricional das bananeiras e produção de frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 153-160, 2007.
- TOMAZ, H. V. Q.; PORTO FILHO, F. Q.; MEDEIROS, J. F.; DUTRA, I.; QUEIROZ, R. F. Crescimento do meloeiro sob diferentes lâminas de água e níveis de nitrogênio e potássio. **Caatinga**, Mossoró, v.21, n.3, p.174-178, 2008.
- TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; NAGAI, H.; MELO, A. T. Melão e melancia. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. S.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado da São Paulo.** Campinas: IAC, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).