

Trocas gasosas e teores foliares de NPK em meloeiro adubado com biofertilizantes

Thales V. de A. Viana¹, Ana P. G. Santos², Geocleber G. de Sousa¹, Luis G. Pinheiro Neto³, Benito M. de Azevedo¹ & Boanerges F. Aquino¹

¹ Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Av. Mister Hull, s/n, Campus do Pici, CEP 60455-970, Fortaleza-CE, Brasil. E-mail: thales@ufc.br; sousamsa@yahoo.com.br; benitoazevedo@hotmail.com; aquino@ufc.br

² Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Departamento de Água e Solo, Av. Cândido Rondon, 501, Barão Geraldo, CEP 13083-875, Campinas-SP, Brasil. Caixa Postal 6011. E-mail: apgs5@hotmail.com

³ Instituto Federal do Ceará – Reitoria, Av. Doutor Guarani, até 779/780, Derby Clube, CEP 62042-030, Sobral-CE, Brasil. E-mail: netolgp@hotmail.com

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as trocas gasosas e os teores foliares de NPK em plantas de melão (*Cucumis melo* L.) em solo com tipos e doses de biofertilizantes. O experimento foi realizado na área experimental da UFC, em Fortaleza-CE, no período de setembro a dezembro de 2011. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em arranjo fatorial $2 \times 4 + (2)$, referentes a dois tipos de biofertilizantes líquidos (misto de fermentação aeróbica e bovino simples de fermentação anaeróbica) e quatro doses de biofertilizantes (0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 L planta⁻¹ semana⁻¹), com dois tratamentos adicionais (controle e adubação mineral recomendada). Foram analisadas as seguintes variáveis: transpiração, condutância estomática, fotossíntese e teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). As plantas adubadas com biofertilizante bovino apresentaram maiores taxas fotossintéticas e de transpiração enquanto o biofertilizante misto foi mais eficiente quanto à condutância estomática. O biofertilizante bovino proporcionou maiores teores foliares de fósforo e o biofertilizante misto maior acumulação de nitrogênio e de potássio nas folhas do meloeiro em relação à testemunha e à adubação mineral. Ao final do ciclo produtivo, as plantas adubadas com o biofertilizante misto e simples estavam supridas em N e P mas deficientes em K.

Palavras-chave: *Cucumis melo* L., fertilizante orgânico, fotossíntese

Gas exchanges and leaf NPK contents on biofertilized in melon plant

ABSTRACT

The aim of this study was the evaluation of biofertilizing with different biofertilizer types applied in different doses. We tested gas exchanges and leaf NPK contents on the melon plant (*Cucumis melo* L.). The experiment was conducted at the experimental area of the UFC (Universidade Federal do Ceará), in Fortaleza, in the period from September (2011) to December (2011). The experimental design was that of randomized blocks in a factorial $2 \times 4 + (2)$ arrangement, corresponding to two types of liquid biofertilizer (mixed aerobically fermented biofertilizer and simple anaerobically fermented bovine biofertilizer) and four fertilizer doses (0.5, 1.0, 1.5 and 2.0 L plant⁻¹ week⁻¹), with two additional treatments (control and recommended mineral fertilization). We analyzed the following variables: transpiration, stomatal conductance, photosynthesis and leaf Nitrogen (N) content, leaf phosphorus (P) content and leaf potassium (K) content. Plants biofertilized with simple bovine biofertilizer showed higher photosynthetic and transpiration rates, while the mixed biofertilizer was more efficient in terms of stomatal conductance. The simple bovine biofertilizer provided higher leaf phosphorus contents, while mixed biofertilizer provided higher leaf nitrogen and leaf potassium contents, when compared to control and to mineral fertilization. At the end of the production cycle, the plants fertilized with mixed biofertilizer and simple were supplied in N and P, and deficient in K.

Key words: *Cucumis melo* L., organic fertilizer, photosynthesis

Introdução

A olericultura da região semiárida exerce importância socioeconômica para o Nordeste do Brasil, gerando emprego e renda. Dentre os cultivos se destaca o do melão (*Cucumis melo* L.), responsável por cerca de 90% de toda a produção nacional (IBGE, 2010), em que a maior parte se destina à exportação.

Nos últimos 20 vinte anos, os cultivos com fontes orgânicas se constituem em alternativas estratégicas para que a horticultura nacional não perca mercados consumidores mais exigentes. Neste contexto, uma das possibilidades para se reduzir o emprego de insumos sintéticos aos solos, às plantas e ao ambiente, é o emprego de insumos orgânicos no estado sólido ou líquido, como os biofertilizantes. Os biofertilizantes são compostos de resíduo final da fermentação de compostos orgânicos contendo micro-organismos (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos), e por seus metabólitos, além de quelatos organominerais podendo ser utilizado na agricultura como fonte de nutrientes para as plantas (Penteado, 2007).

O uso atual de algumas novas tecnologias de produção podem acarretar riscos cada vez maiores do impacto negativo de desastres causados ou influenciados pela atividade humana. No entanto, uma redução na aplicação de adubos minerais pode prevenir contra a ação de problemas ambientais causados pela aplicação excessiva desses insumos ao solo (Cavalcante et al., 2012).

O estudo da utilização de biofertilizantes aplicado ao solo visando à nutrição de plantas, tem indicado bons resultados. Cavalcante et al. (2010) constataram, com o objetivo de avaliar os efeitos de fontes e níveis de matéria orgânica sobre os teores foliares de macronutrientes em quiabeiro 'Santa Cruz', que o esterco de frango proporcionou maiores teores foliares de fósforo, o esterco de caprino maior acumulação de potássio e o esterco de bovino mais nitrogênio nas folhas do quiabeiro. Oliveira et al. (2010) observaram ao avaliar o estado nutricional das plantas de melão sob o efeito de níveis crescentes de adubo orgânico na presença da adubação mineral, que ao final do ciclo da cultura (75 dias após a semeadura) as folhas estavam nutricionalmente equilibradas em K e Ca, mas deficientes em N, P e Mg.

A nutrição mineral equilibrada das plantas pode influenciar no desenvolvimento vegetal e na qualidade da produção obtida, porém, os macronutrientes nitrogênio e potássio são acumulados em maiores proporções pela cultura do meloeiro, exercendo incrementos na produção e na qualidade dos frutos (Temóteo et al., 2010; Melo et al., 2012). O nitrogênio é essencial para a síntese de aminoácidos pois influencia no desenvolvimento e na absorção de potássio enquanto o potássio influencia positivamente na produção de suco, conteúdo de sólidos solúveis, na acidez total e na espessura da casca (Prado, 2008).

Apesar da disponibilidade de informações referenciando o uso de fontes orgânicas no crescimento e na produtividade do meloeiro, os artigos envolvendo os efeitos da adubação orgânica e trocas gasosas nesta olerícola ainda são restritos na literatura científica, situação que evidencia que estudos desta natureza para compreender mais eficientemente os processos do potencial fotossintético do meloeiro, devem ser estimulados.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as trocas gasosas e os teores foliares de NPK em plantas de melão (*Cucumis melo* L.) em solo com tipos e doses de biofertilizantes.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de setembro a dezembro de 2011 a pleno sol, na área experimental da Estação Agrometeorológica, UFC, no município de Fortaleza, Ceará, situado pelas coordenadas geográficas 03° 44' 44" S, 38° 32' 50" W e altitude de 19,6 m. O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Aw', tropical chuvoso, com temperaturas elevadas e estação chuvosa predominante no outono.

Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados no arranjo fatorial 2 × 4 + (2), referentes a dois biofertilizantes líquidos (biofertilizante misto, com esterco bovino e de ave, com fermentação aeróbica e biofertilizante simples com fermentação anaeróbica), quatro doses de cada insumo orgânico (T4 = 2,0; T3 = 1,5; T2 = 1,0 e T1 = 0,5 L semana⁻¹) e dois tratamentos adicionais (um controle, sem adubação (solo + composto orgânico) além de um com adubação mineral, recomendada por Terceiro Neto et al. (2012).

O experimento foi executado numa área total de 17 x 10,5 m = 178,5 m², em 160 vasos (baldes plásticos), com volume de 35 litros. Na sua base inferior dos mesmos colocou-se uma camada de 5 L de brita 18 ou 20 e outra de 5 L de areia; o restante (25 L) correspondeu ao substrato composto por uma mistura de um Argissolo Vermelho Amarelo (Embrapa, 2006), coletado na camada de 0 a 20 cm, com composto orgânico na proporção de 4:1. A amostra foi encaminhada para análises laboratoriais à determinação dos atributos físicos e químicos, indicados na Tabela 1.

Para atender às exigências nutricionais das plantas durante o ciclo do melão adotou-se a recomendação máxima da adubação química fornecida por Terceiro Neto et al. (2012) correspondente a: 127 kg ha⁻¹ de N, 176 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 242 kg ha⁻¹ de K₂O. Como referência para um stand de 10.000 plantas (espaçamento de 1,0 x 1,0 m) a dosagem máxima recomenda por planta⁻¹ no ciclo foi de: 12,7 g N; 17,6 g P₂O₅ e 24,2 g de K₂O.

De acordo com a Tabela 1, o substrato forneceu apenas 0,24; 0,30; 0,30 g kg⁻¹ de N, P e K, respectivamente. Ao se multiplicar pelo volume de substrato do vaso (25 L) versus

Tabela 1. Características físicas e químicas do substrato antes da aplicação dos tratamentos

MO g kg ⁻¹	Características químicas										
	N	P	Ca ²⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	SB	CTC	V (%)	pH	DS g kg ⁻¹
28,24	0,24	0,30	41,4	0,30	40,8	11,5	8,3	8,45	98	7,1	1,30

MO = matéria orgânica; PST = Porcentagem de sódio trocável; SB = soma de bases; CEEs = condutividade elétrica do extrato de saturação; V = saturação por base; DS = densidade do solo.

a densidade do substrato (1,30 g kg⁻¹), obtiveram-se (32,55 g kg⁻¹), ou seja, o total de N, P e K disponível para as plantas antes da aplicação dos tratamentos era de 7,81; 9,76 e 9,76, respectivamente; portanto, a necessidade de complementação nutricional foi de N=4,19; P=7,84; K=14,44 (g planta⁻¹).

Os biofertilizantes foram fornecidos manualmente, em 10 aplicações; a cultivar utilizada foi o melão Mirage seguimento Harper, cantaloupes, que tem maior durabilidade de pós-colheita.

No preparo do biofertilizante misto sob fermentação aeróbica utilizaram-se 100 L de esterco bovino fresco, 30 L de esterco de galinha, 5 L de cinza de carvão e água não salina, na proporção 1:1. Deixou-se fermentar a mistura de forma aeróbica durante 10 dias e se fez o revolvimento diário para estimular a aeração, sendo ainda utilizado um acelerador de fermentação, o PT-4-O (Borges, 2011).

O biofertilizante bovino simples foi preparado anaerobicamente utilizando-se esterco fresco de bovino e água na proporção 1:1 com base em volume, durante o período de trinta dias. Para se obter o sistema anaeróbico a mistura foi colocada em bombonas plásticas de 240 L deixando-se um espaço vazio de 15 a 20 cm no seu interior e só então foi fechada hermeticamente; em sua tampa foi adaptada uma mangueira com a outra extremidade mergulhada num recipiente com água, na altura de 20 cm, para a saída de gases (Penteado, 2007).

O sistema de irrigação localizada utilizado na condução do experimento foi do tipo gotejamento autocompensante com vazão de 8 L h⁻¹; a lâmina de irrigação aplicada diariamente foi quantificada a partir da evaporação medida em um tanque classe "A".

Os teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn) na composição química da matéria seca dos biofertilizantes se encontram na Tabela 1; as análises foram realizadas adotando-se a metodologia sugerida por Malavolta et al. (1997).

A partir da análise química do substrato (Tabela 1) e dos biofertilizantes (Tabela 2), procurou-se fornecer no tratamento, com maior dosagem, a recomendação máxima para N, P e K. Após estimativas, adotou-se como dosagem de biofertilizante máxima 2 L planta⁻¹ semana⁻¹, para tentar suprir a recomendação para o N, P e K, seguindo a recomendação de Terceiro Neto et al. (2012).

A estimativa do fornecimento total de nutrientes às plantas (substrato mais biofertilizantes) nas diferentes doses, está apresentada na Tabela 3.

As trocas gasosas (fotossíntese, transpiração e condutância estomática) foram medidas aos 60 DAT, utilizando-se um analisador de gás no infravermelho IRGA (LI 6400 XT da LICOR), em sistema aberto, com fluxo de ar de 300 mL min⁻¹; as medições foram feitas entre 10 e 12 h, em folha completamente expandida.

Aos 65 DAT, recolheram-se cinco folhas por tratamento, que foram acondicionadas em sacos de papel previamente

Tabela 3. Estimativa do fornecimento total de nutrientes no ciclo da cultura do melão

Tratamentos	Acúmulo de nutrientes [#]					
	Misto			Bovino		
	N	P	K	N	P	K
	g planta ⁻¹					
T1 (0,5 L semana ⁻¹ planta ⁻¹)	9,81	13,95	17,86	9,11	12,35	15,84
T2 (1,0 L semana ⁻¹ planta ⁻¹)	11,81	18,14	25,96	10,41	14,94	21,92
T3 (1,5 L semana ⁻¹ planta ⁻¹)	13,81	22,33	34,06	11,71	17,53	27,92
T4 (2,0 L semana ⁻¹ planta ⁻¹)	15,81	26,52	42,16	13,01	20,12	34,00

[#] = Somatório da quantidade aplicada no substrato + quantidade aplicada por dose de biofertilizante

identificados e postas para secar em estufa com circulação de ar, a 65 °C, até massa constante. As amostras, após secadas em estufa (folha) foram trituradas em moinho tipo Wiley, acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e determinados os teores de N, P e K.

Os teores de nitrogênio foram quantificados em soluções obtidas de extratos preparados por digestão sulfúrica pelo método micro-Kjeldahl (Tedesco et al., 1995). Os teores de K foram obtidos por fotometria de chama e os de P por colorimetria (Malavolta et al., 1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão e as médias comparadas pelo teste de Tukey com P < 0,05, utilizando-se o programa computacional ASSISTAT. Na análise de regressão, as equações de regressão que melhor se ajustaram aos dados foram escolhidas com base na significância dos coeficientes de regressão ao nível de significância de 1% (**) e 5% (*) pelo teste F e no maior coeficiente de determinação (R²).

Resultados e Discussão

Pelos resultados e excetuando a condutância estomática, verificou-se efeito significativo (P < 0,01 e P < 0,05) dos tipos de biofertilizantes (misto e simples) em todas as variáveis analisadas. Ocorreu efeito significativo dos tratamentos doses para todas as variáveis; quanto à interação entre os fatores tipo de biofertilizantes x doses (A x B), apenas na fotossíntese não ocorreu efeito significativo.

A partir do resultado do teste de média apresentado na Figura 1, pode-se observar que a taxa fotossintética medida aos 60 DAT diferem entre si, pelo teste de Tukey (p 0,05) nas plantas cultivadas com os biofertilizantes simples (—) e misto (---). No entanto, o biofertilizante misto foi mais eficiente nesse índice fisiológico. Provavelmente a maior quantidade de P e Mg presente neste insumo haja evidenciado este comportamento. O Mg atua como cofator em enzimas do metabolismo energético e na molécula de clorofila, participando dos processos de fotossíntese e síntese de compostos orgânicos. Já o P é necessário para a conversão da energia luminosa em energia química (ATP) durante a fotossíntese (Prado, 2008).

Um dos fatores que podem ter ocasionado tal resultado é o elevado teor de sódio presente no biofertilizante misto (B1).

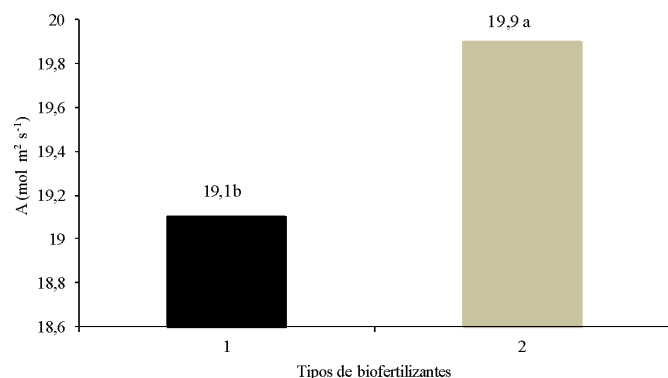
Tabela 2. Composição de macro e micronutrientes essenciais na matéria seca de biofertilizante misto e bovino

Biofertilizante	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
	g L ⁻¹						mg L ⁻¹				
Misto	0,4	0,83	1,62	0,31	0,8	0,31	1,2	89,16	0,74	26,42	33,53
Bovino	0,26	0,51	1,21	0,1,72	3,04	0,17	0,38	47,99	0,22	16,09	10,05

Tabela 4. Resumo da análise de variância dos valores de fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (gs) e dos teores foliares de N, P, K, em função das diferentes doses e tipos de biofertilizantes da cultura do melão

FV	GL	A	gs	E	N	P	K
Biofertilizantes (B)	1	5,20*	0,00ns	3,13**	102,32**	3,72**	149,35**
Doses (D)	3	10,67**	0,01**	1,58**	372,72**	10,19**	108,37**
B x D	3	1,78ns	0,06**	2,69**	22,55**	1,29*	19,75**
Fatorial x Adicional	1	6,50**	0,00ns	0,64*	384,06**	23,63**	302,41**
Entre adicionais	1	2,19ns	0,00ns	0,11ns	9,01*	0,53 ns	135,37**
Tratamentos	9	5,69**	0,02**	1,86**	126,71**	5,48*	117,05**
Resíduo	20	0,74	0	0,12	2,04	0,36	1,47
Total	29						
Média	-	19,7	0,35	5,6	22,16	5,32	18,35
CV%		4,39	11,47	6,2	6,45	11,41	6,61

FV = fonte de variação; CV = coeficiente de variação; GL = grau de liberdade; (**) significativo a 0,01; (*) Significativo a 0,05, (ns) não significativo.

**Figura 1.** Valores médios da fotossíntese nas plantas de meloeiro rendilhado adubadas com biofertilizantes simples (■) e misto (■)

Neves et al. (2009) averiguaram, determinando as respostas fotossintéticas em feijoeiro caupi (*Vigna unguiculata* L.) submetido ao estresse salino em diferentes estádio fenológico, decréscimo na fotossíntese nos níveis mais elevados de NaCl. Ressalta-se que a redução na taxa fotossintética pode ser decorrente do fechamento estomático associado aos efeitos osmóticos e iônicos em virtude salinidade.

Silva et al. (2011) verificaram, avaliando a interação entre salinidade e o uso de biofertilizante simples, que o aumento do teor salino da água de irrigação provocou redução na fotossíntese mas em menor proporção nas plantas desenvolvidas nos tratamentos com o biofertilizante.

Nos tratamentos com biofertilizante simples (—) a condutância estomática em folhas de plantas de meloeiro foi significativamente superior em relação ao biofertilizante misto (---) nas maiores doses (1,5 e 2,0 L planta⁻¹ semana⁻¹) (Figura 2A). Esta superioridade está relacionada a uma melhoria no suprimento nutricional para a planta, não sendo este mais um fator restritivo. Taiz & Zeiger (2009) relatam que o suprimento inadequado dos elementos essenciais às plantas causa distúrbios nos processos metabólicos e fisiológicos das plantas.

O biofertilizante misto (---) apresentou maior expressão nutricional na menor dosagem, induzindo a uma taxa maior de condutância estomática. Ressalta-se que este insumo orgânico apresenta teor de Na elevado, ou seja, o aumento das dosagens proporcionou redução do potencial osmótico do solo dificultando a absorção de água pelas plantas e, conseqüentemente, diminuindo a condutância estomática, como reportam Neves et al. (2009).

Silva et al. (2011) reportaram, cultivando feijão-de-corda em vaso com biofertilizante bovino, tendências similares às

dos dados em apreço, aos 45 dias após a semeadura em um substrato contendo Argissolo Vermelho Amarelo.

Na Figura 2B observa-se a relação taxa de transpiração versus doses aplicadas de biofertilizante, constituindo-se em modelo linear decrescente para o biofertilizante misto (---) e crescente para o simples (—). Importante ressaltar que existe uma relação direta entre transpiração e condutância estomática (Gonçalves et al., 2010), tendo em vista que há diminuição do fluxo de vapor d'água para a atmosfera e, conseqüentemente, da transpiração, na medida em que em se fecham os estômatos.

Os efeitos e justificativas são basicamente os mesmos referenciados na taxa de condução estomática, ou seja, sendo o biofertilizante misto mais fértil e mais salino promoveu, na taxa de transpiração das plantas, decréscimo com o aumento da dosagem. Nas plantas desenvolvidas nos tratamentos com biofertilizante simples, como os teores de sódio são menores possibilitou, provavelmente, maiores absorção de água na maior dosagem aplicada, implicando em maior taxa de transpiração.

De forma semelhante, Erthal et al. (2010) verificaram um aumento na transpiração de plantas de aveia preta sob irrigação com água residuária de bovinocultura em ambiente protegido. Trabalhando em condições de campo, Freire (2011) também verificou um aumento na transpiração de plantas de maracujazeiro-amarelo ao aplicar biofertilizante bovino em cobertura morta em um Argissolo Amarelo Latossólico.

Nesta direção, Silva et al. (2011) relatam que os efeitos benéficos da aplicação de biofertilizante bovino sobre a transpiração decorrem do estímulo à ação de proteínas e solutos orgânicos, resultando em melhores condições nutricionais do solo e, em contrapartida, das plantas, permitindo a manutenção da absorção de água e da turgescência celular da planta possibilitando as trocas gasosas entre as plantas e o meio (Taiz & Zeiger, 2009).

O aumento das doses de ambos os biofertilizantes estimulou linearmente a acumulação foliar de nitrogênio, a níveis de 9,509 e 4,441 g kg⁻¹, com superioridade para o biofertilizante misto (---) em relação ao insumo orgânico simples (—) (Figura 3A). Referida superioridade é resposta da maior concentração de N no biofertilizante misto (406,00 mg L⁻¹) comparada ao biofertilizante bovino (266 mg L⁻¹). Importante frisar que o nitrogênio é um dos elementos extraídos em maiores quantidades pelo meloeiro, participando com 38% do total de nutrientes extraídos (Silva et al., 2000).

Os teores de nitrogênio registrados nas plantas com o biofertilizante misto ou simples com as dosagens 1,5 e 2,0

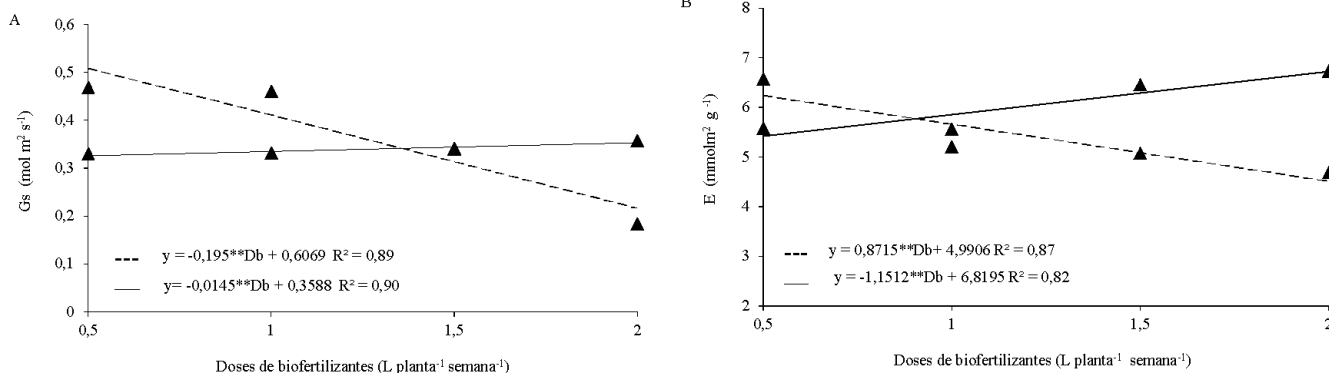


Figura 2. Valores de condutância estomática e transpiração em meloeiro rendilhado sob tipos e doses de biofertilizantes, misto (---) e simples (—)

L planta⁻¹ semana⁻¹ estão dentro da média recomendada para a cultura do melão, relatados por Boaretto et al. (2009), os quais definem como suficiente o intervalo de 25 a 50 g kg⁻¹. Da mesma forma, Cardoso et al. (2010) obtiveram, avaliando o estado nutricional das plantas de melão no solo com níveis crescentes de adubo orgânico, em média 21,90 g kg⁻¹ de N foliar. Por outro lado, Oliveira et al. (2010) não registraram, analisando o efeito da adubação organo-mineral em folhas de plantas de melão, efeito significativo sobre os teores de N.

Trabalhando em condições de campo, Cavalcante et al. (2010) e Duarte et al. (2010), constataram um aumento na concentração de N em plantas de quiabeiro e melancia, adubadas com esterco caprino, bovino e de galinha como fonte orgânica, respectivamente.

Quanto ao fósforo (Figura 3B) verificam-se comportamentos diferenciados entre as plantas tratadas com o insumo orgânico misto (---) e simples (—). A adição do biofertilizante misto estimulou e do simples inibiu os teores foliares de fósforo como expressam os coeficiente lineares de +1,45 e -0,404 g kg⁻¹, respectivamente.

Os valores máximos dos teores de P encontrados nas folhas de meloeiro foram de 5,86 g kg⁻¹ para uma dose 0,5 L planta⁻¹ semana⁻¹ para o biofertilizante simples e de 5,88 g kg⁻¹ para uma dose 2,0 L planta⁻¹ semana⁻¹ para o biofertilizante misto dentro, portanto, da faixa de exigência da cultura, 3 - 7 g kg⁻¹ (Boaretto et al., 2009).

Ao contrário do observado no presente estudo, Cardoso et al. (2010) constataram, trabalhando em ambiente protegido e Freire et al. (2009) em condições de campo, teores foliares de 0,43 e 2,04 g kg⁻¹, respectivamente, de P no melão. Por outro lado, Cavalcante et al. (2010) obtiveram teores mais elevados de fósforo (8,15 g kg⁻¹) ao aplicar esterco de caprino no solo como fonte orgânica na cultura do quiabo.

A supremacia nas plantas cultivadas com o biofertilizante simples pode ser, em parte, efeito sinérgico do Mg com o P resultando em maior absorção e acumulação do macronutriente, ou seja, o Mg nos biofertilizantes proporciona incremento na absorção do fósforo (Prado, 2008). Para o autor, o Mg funciona como carregador do P, como parte da ativação da ATPase nas membranas contribuindo com a absorção e também pela geração de ATP na fotossíntese e na respiração.

Os teores de potássio acumulados na massa seca das folhas apresentaram tendência linear quanto ao uso do biofertilizante misto, como indicado na Figura 3C. Os teores de K com o

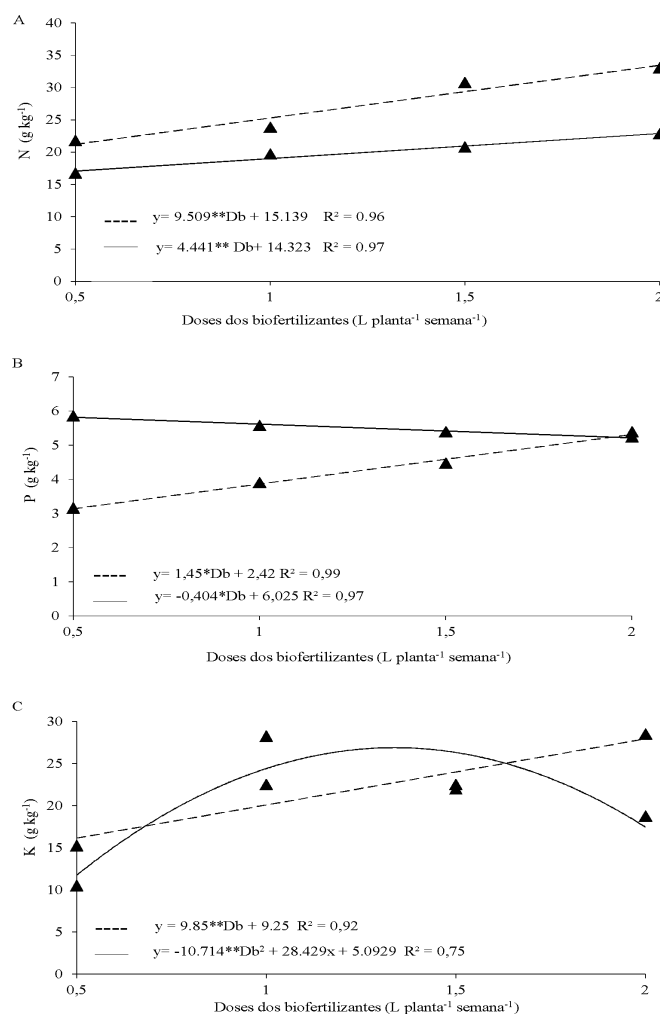


Figura 3. Teores foliares de nitrogênio, potássio e fósforo em plantas de meloeiro rendilhado sob tipos e doses de biofertilizantes, misto (---) e simples (—)

uso do biofertilizante simples (—) apresentaram tendência quadrática com um teor máximo de 23,95 g kg⁻¹ para a dose máxima estimada de 1,32 L planta⁻¹ semana⁻¹, próximo da faixa de teores considerados admitidos como adequados ao meloeiro, 25 - 40 g kg⁻¹ (Boaretto et al., 2009). Possivelmente esta ascensão dos teores foliares nas maiores dosagens é devida aos altos teores disponíveis nos biofertilizantes.

O decréscimo dos teores de potássio no biofertilizante misto (---) pelas altas concentrações de magnésio e cálcio

existentes na sua constituição. Prado (2008) aborda que o processo de absorção do potássio pode ser interferido em situações de elevadas concentrações de Ca^{2+} e Mg^{2+} podendo inibir sua absorção.

Freire et al. (2009) obtiveram, avaliando a aplicação de composto orgânico líquido via fertirrigação na cultura do meloeiro, teores de K inferiores aos deste estudo (19 g kg^{-1}). Do mesmo modo, Cardoso et al. (2010) também registraram, ao avaliar os teores foliares de nutrientes em melão rendilhado cultivado em fibra da casca de coco reutilizada, valores semelhante aos deste estudo ($21,75 \text{ g kg}^{-1}$).

Conclusões

As plantas adubadas com biofertilizante bovino apresentaram maiores taxas fotossintéticas e transpiração enquanto o biofertilizante misto foi mais eficiente para a condutância estomática.

O biofertilizante simples proporcionou maiores teores foliares de fósforo e o biofertilizante misto maior acumulação de nitrogênio e potássio nas folhas do quiabeiro em relação à testemunha e à adubação mineral.

Ao final do ciclo produtivo as plantas adubadas com o biofertilizante misto e simples estavam supridas em N e P mas deficientes em K.

Literatura Citada

- Boaretto, A. E.; Raij, B. V.; Silva, F. C.; Chitolina, J. C.; Tedesco, M. J.; Carmo, C. A. F. S. Amostragem acondicionamento e preparo de amostras de plantas para análise química. In: Silva, F. C. (Org.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. v.2. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. p.59-86.
- Borges, F. R. M. Cultivo do pimentão sob água tratada por energização e doses de biofertilizante. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2011. 97p. Dissertação Mestrado.
- Cardoso, A. F.; Charlo, H. C. de O.; Ito, L. A.; Corá, J. C.; Braz, L. T. Teores foliares de nutrientes em melão rendilhado cultivado em fibra da casca de coco reutilizada. Horticultura Brasileira, v.28, n.2, suplemento CD Rom, p.S378-S384, 2010. <http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_4/A3107_T5044_Comp.pdf>. 10 Out. 2012.
- Cavalcante, L. F.; Diniz, A. A.; Santos, L. C. F. dos; Rebequi, A. M.; Nunes, J. C.; Brehm, M. A. da S. Teores foliares de macronutrientes em quiabeiro cultivado sob diferentes fontes e níveis de matéria orgânica. Semina: Ciências Agrárias, v.31, n.1, p.19-28, 2010. <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/4886/4332>>. 26 Abr. 2011.
- Cavalcante, L. F.; Pereira, W. E.; Curvêlo, C. R. S.; Nascimento, J. A. M.; Cavalcante, Í. H. L. Estado nutricional de pinheira sob adubação orgânica do solo. Revista Ciência Agrônômica, v.43, n.3, p.579-588, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902012000300022>>.
- Duarte, A. K. A.; Cardoso, M. O.; Figueiredo, L. Crescimento e macronutrientes em mudas de melancia sob doses de adubo orgânico no substrato. Horticultura Brasileira v.28, n.2, suplemento CD Rom, p.S1633-S1638, 2010. <http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_4/A2554_T4010_Comp.pdf>. 05 Out. 2012.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- Erthal, V. J.; Ferreira, P. A.; Pereira, O. G.; Matos, A. T. de. Características fisiológicas, nutricionais e rendimento de forrageiras fertigadas com água residuária de bovinocultura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.5, p.458-466, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000500002>>.
- Freire, G. M.; Medeiros, J. F. de; Oliveira, F. de A.; Amâncio, M. das G.; Pontes, N. C.; Soares, I. A. A.; Souza, A. L. M. de. Aplicação de composto orgânico líquido via fertirrigação na cultura do meloeiro. Bioscience Journal, v.25, n.5, p.49-55, 2009. <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal>>. 15 Jan. 2011.
- Freire, J. L. O. Crescimento e desenvolvimento de maracujazeiro amarelo sob salinidade e uso de biofertilizante e cobertura. Areia: Universidade Federal da Paraíba, 2011. 185p. Dissertação Mestrado.
- Gonçalves, E. R.; Ferreira, V. M.; Silva, J. V.; Endres, L.; Barbosa, T. B.; Duarte, W. G. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila a em variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.4, p.378-386, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000400006>>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. SIDRA 97: Sistema IBGE de recuperação automática. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2010/PAM2010_Publicacao_completa.pdf>. 23 Abr. 2013.
- Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. de. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- Melo, D. M.; Castoldi, R.; Charlo, H. C. de O.; Galatti, F. de S.; Braz, L. T. Produção e qualidade de melão rendilhado sob diferentes substratos em cultivo protegido. Caatinga, v.25, n.1, p.58-66, 2012. <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema>> 01 Fev. 2013.
- Neves, A. L. R.; Lacerda, C. F. de; Guimarães, F. V. A.; Gomes Filho, E.; Feitosa, C. F. C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de corda irrigado com água salina em diferentes estádios. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, (suplemento), p.873-881, 2009. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000700009>>.
- Oliveira, A. E. S.; Sá, J. R.; Medeiros, J. F.; Nogueira, N. W.; Silva, K. J. P. Interação da adubação organo-mineral no estado nutricional das plantas. Revista Verde, v.5, n.3, p.53-58, 2010. <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/305/305>>. 26 Abr. 2013.
- Penteado, S. R. Adubação Orgânica: Compostos orgânicos e biofertilizantes. Campinas: Edição do autor, 2007.162p.

- Prado, R. M. *Nutrição de Plantas*. São Paulo: Editora Unesp, 2008. 407p.
- Silva, F. L. B.; Lacerda, C. F.; Sousa, G. G.; Neves, A. L. R.; Silva, G. L.; Sousa, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.15, n.4, p.383-389, 2011. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000400009>>.
- Silva, H. R.; Marouelli, W. A.; Silva, W. L. C.; Silva, R. A.; Oliveira, L. A.; Rodrigues, A. G.; Souza, A. F.; Maeno, P. *Cultivo do meloeiro para o norte de Minas Gerais*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 22p. (Circular Técnica, 20).
- Taiz, L.; Zeiger, E. *Fisiologia vegetal*. Porto Alegre: ARTMED, 2009. 729p.
- Tedesco, M. J.; Gianello, C.; Bissani, C. A.; Bohnen, H.; Volkweiss, S. J. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre: UFRG, 1995. 174p.
- Temóteo, A. S.; Medeiros, J. F. de; Dutra, I.; Oliveira, F. A. de. Crescimento e acúmulo de nitrogênio e potássio pelo melão *Pele de sapo* fertirrigado. *Irriga*, v.15, n.3, p.275-281, 2010. <<http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/issue/current>>. 08 Fev. 2012.
- Terceiro Neto, C. P. C.; Medeiros, J. F.; Gheyi, H. R.; Dias, N. da S.; Oliveira, F. R. A. de; Lima, K. da S. Acúmulo de matéria seca e nutrientes no meloeiro irrigado sob estratégias de manejo da salinidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.16, n.10, p.1069-1077, 2012. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012001000006>>.