EFEITO DO NITRATO E AMÔNIO SOBRE O CRESCIMENTO DA BERINJELA

Valdívia de Fátima Lima de Sousa
Graduanda em Engenharia Agronômica, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas UFERSA
E-mail: valdivia_sousa@hotmail.com

Francisco de Assis de Oliveira
Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Irrigação e Drenagem, Departamento de Biossistemas, ESALQ
E-mail: thikaoamigao@bol.com.br

Francisco Ronaldo Alves de Oliveira
Graduando em Engenharia Agronômica, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA
E-mail: ronaldoindep@yahoo.com.br

Marcos de Souza Campos
Graduando em Engenharia Agronômica, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA
E-mail: marcos@hotmail.com

José Francismar de Medeiros
Engenheiro Agrônomo, D. Sc. Pesquisador CNPq, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA
E-mail: jfmedeir@ufersa.edu.br

Resumo: O amônio (NH_4^+) e o nitrato (NO_3^-) são as duas principais formas de nitrogênio que podem ser absorvido pela maioria das plantas, dependo das condições ambientais. Foi conduzido um experimento em casa-de-vegetação, com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes relações NO_3^-/NH_+^4 sobre o desenvolvimento e teor de N, P e K em berinjela. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de cinco relações nitrato/amônio (100/0, 75/25, 50/50, 25/75 e 0/100). As plantas foram cultivadas em vasos com capacidade para 12,0 dm^3. Avaliaram-se os parâmetros de crescimento: altura das plantas, número de folhas, área foliar, massa seca da parte aérea, área foliar específica, razão de área foliar, teores de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar. O desenvolvimento da plantas e o teor de nutrientes foram afetados pelas relações nitrato/amônio. Verificou-se que o menor desenvolvimento foi obtido para as plantas cultivadas tendo apenas nitrato ou amônio como fonte de nitrogênio. Os resultados evidenciaram que a cultura da berinjela cresce melhor quando ocorrer a mistura de NO_3^- e NH_4^+, principalmente na relação nitrato/amônio 75/25.
Palavras chave: *Solanum melongena* L., nutrição mineral, fertilização nitrogenada.

EFECTO DEL NITRATO Y AMONIO EN EL CRECIMIENTO DE LA BERENJENA

Resumen: El amonio (NH4 +) y nitrato (NO3-) son las dos principales formas de nitrógeno que puede ser absorbida por la mayoría de las plantas, dependiendo de las condiciones ambientales. Se realizó un experimento en invernadero, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes relaciones NO3-/NH 4 en el desarrollo y contenido de N, P y K en la berenjena. El diseño experimental fue completamente aleatorizado de diseño con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron de cinco relaciones de nitrato / amonio (100 / 0, 75/25, 50/50, 25/75 y 0 / 100). Las plantas fueron cultivadas en macetas con una capacidad de 12,0 dm3. Se evaluaron los parámetros de crecimiento: altura de planta, número de hojas, área foliar, disparar materia seca, área foliar específica, relación de área foliar, contenido de nitrógeno, fósforo y potasio en el tejido foliar. El desarrollo de las plantas y las relaciones de nutrientes fueron afectados por el nitrato / amonio. Se encontró que los menos desarrollados se obtuvo para las plantas cultivadas con nitrato de amonio o sólo como fuente de nitrógeno. Los resultados mostraron que la cultura de la berenjena crecer más cuando la mezcla de NO3-y NH4 +, en particular en relación nitrato / amonio 75/25.

Palabras clave: Solanum melongena L., nutrición mineral, la fertilización nitrogenada.

EFFECT OF NITRATE AND AMMONIUM ON GROWTH EGGPLANT

Abstract: Ammonium (NH_4^+) and nitrate (NO_3^-) are two main forms of nitrogen (N) that can be absorbed by higher plants from the natural environment. In order to study the effects of different NO_3^-/NH_+^4 ratios on the development and concentration of N, P and K by eggplant, an experiment was carried out in a greenhouse. The experimental design utilized was complete randomized design, with five treatments and four repetitions. Eggplant was cultivated in vases with volume of 12.0 dm^3. Were evaluated development parameters: height of the plants, number leaves, area leaf, dry mass aerial part, specific leaf area, area leaf ratio, concentration of nitrogen, phosphorus and potassium leaf tissue. The development of the plants and nutrients concentrations was affected by nitrate/ammonium ratio. The lowest development was obtained for plants grown with just nitrate or ammonium as nitrogen source. The results showed that eggplant plants grow more when growth a mixture of NO_3^- and NH_4^+, especially at the nitrate/ammonium 75/25 ratio.

Key words: *Solanum melongena* L. mineral nutrition, nitrogen fertilizer.

INTRODUÇÃO

A berinjela destaca-se como uma das principais solanáceas de frutos cultivadas no Brasil, ao lado de culturas como tomate e pimentão. A cultura da berinjela (*Solanum melongena* L.) tem se expandido consideravelmente nos últimos anos, principalmente porque seus frutos apresentam características peculiares no uso em dietas fitoterápicas, no entanto, poucas pesquisas têm sido realizadas no Brasil sobre a cultura da berinjela, principalmente quanto ao manejo nutricional.

As hortaliças de frutos, especialmente aquelas pertencente a família das solanáceas, são exigentes nutrientes, com destaque para ao nutrição nitrogênio, que se destaca como um dos nutrientes mais requeridos pelas hortaliças.

De acordo com Tapia & Gutierrez (1997), o adequado suprimento de nitrogênio é fundamental para a formação de estruturas vegetativas, florescimento e crescimento dos frutos. O nitrogênio é o principal constituinte de aminoácidos, proteínas e ácidos nucléicos, biomoléculas essenciais as plantas.

Além da quantidade de nitrogênio disponível, um dos principais fatores que podem alterar o crescimento das plantas, é a proporção nitrato/amônio presente no solo. De forma geral, as plantas são hábeis em absorver NO_3^-, no entanto, a forma NH_4^+ seria a mais desejável, pois poderia ser utilizada diretamente na síntese de aminas e aminoácidos, proporcionando uma economia de energia para a planta (SANDOVAL et al., 1995). Por outro lado, o fornecimento de NH_4^+ como única fonte de N pode ser prejudicial às plantas, causando redução no acúmulo de matéria seca (BARBER & PIERZYNSKY, 1993).

Segundo Marschner (1995), as taxas de absorção relativas de NO_3^- e NH_4^+ pelas plantas superiores são influenciadas por diversos fatores, tais como a espécie em estudo, a proporção de NO_3^-:NH_4^+ na solução de crescimento, o pH, a temperatura, a intensidade luminosa, a concentração de carboidratos nas raízes, entre outros.

Algumas espécies tendem a absorver o nitrato mais rapidamente do que o amônio, enquanto outras agem justamente ao contrário, preferindo absorver o amônio. Na literatura é encontrada uma série de trabalhos demonstrando que a absorção de nitrogênio numa, ou em ambas as formas de nitrogênio, varia em função da espécie (CRUZ et al., 2006), bem como entre genótipos de uma mesma espécie (BARBOSA et al., 2005; TABATABAEI et al., 2006).

Assim, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o desenvolvimento vegetativo e os teores de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar da berinjela em função de diferentes relações nitrato/amônio.

MATERIAL DE MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de fevereiro a março de 2009 em casa de vegetação, do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizado no município de Mossoró, RN. Conforme as coordenadas geográficas de 5º 11´ 31" de latitude sul e 37º 20´ 40" de longitude oeste de Greenwich, e com altitude média de 18 m.

A estrutura da casa de vegetação é de aço galvanizado, sendo as partes laterais e frontais confeccionadas com tela negra com 50% de sombreamento. A cobertura é em arco tipo túnel, medindo 7,0 m de largura e 18,0 m de comprimento, com manta de polietileno de baixa densidade, transparente, com 0,15 mm de espessura.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo a unidade experimental representada por um vaso com capacidade para 12 dm^3 de substrato, contendo uma planta. Os tratamentos consistiram de cinco relações nitrato/amônio (100/0, 75/25, 50/50, 25/75 e 0/100).

Foi utilizado um Latossolo Vermelho Amarelo de textura arenosa, coletado na camada de 0-30 m de profundidade, em área não cultivada localizada no Campus da UFERSA. Uma subamostra foi retirada, seca

ao ar, peneirada em malha de 2 mm, e submetida a análises físico-químicas (EMBRAPA, 1997), cujos resultados são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento.

pH	M.O.	P*	K	Na	Ca	Mg	Al	H
	(%)	(mg kg^{-1})	----------(cmol$_c$ kg^{-1}) ----------					
5,30	1,05	20,20	0,14	0,14	0,40	0,20	0,15	3,05
	Densidade		Areia		Silte		Argila	
	(kg m^{-3})		---------- (g kg^{-1})----------					
	1,53		820		40		140	

* Na determinação do teor de fósforo foi utilizado o extrator químico Mehlich 1.

O fornecimento de nutrientes às plantas foi realizado em fundação, aplicando-se um total de 100, 200 e 100 mg kg^{-1} de solo para N, P_2O_5 e K_2O, respectivamente. As fontes de nitrogênio utilizadas neste trabalho foram nitrato de cálcio ($N\text{-}NO_3^-$) e sulfato de amônio ($N\text{-}NH_4^+$), de acordo com o cada tratamento. Os demais fertilizantes aplicados foram superfosfato simples, cloreto de potássio, cloreto de cálcio, de forma a se obter o devido balanço dos nutrientes em todos os tratamentos.

O plantio foi realizado com semeadura direta, utilizando sementes da variedade 'Preta Comprida', semeando-se quatro sementes em cada vaso, e, quando as plantas apresentaram quatro folhas definitivas foi realizado o desbaste, deixando em cada vaso a planta mais vigorosa. Em todos os tratamentos foi aplicado o volume necessário para elevar a umidade do solo á máxima capacidade de retenção de água do solo, aplicando 100% da água consumida, utilizando água proveniente do sistema de abastecimento do campus da UFERSA, extraída de poço profundo, cuja análise físico-química apresentou as seguintes características: CE = 0,50 dS m^{-1}, pH = 8,30; Ca^{2+} = 2,10; Mg^{2+} = 1,10; K^+=0,30; Na^+ = 2,30; Cl^- = 1,80; $HCO_3^=$ 3,00 e CO_3 = 0,20 (mmol$_c$ L^{-1}).

Aos 70 dias após a semeadura, as plantas foram coletadas e analisadas quando aos parâmetros biométricos de desenvolvimento. As características avaliadas foram: altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF), acúmulo de massa seca da parte aérea (MSPA), área foliar específica (AFE), razão de área foliar (RAF) e teores de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar. Para o número de folhas foram contabilizadas apenas as folhas verdes; a área foliar foi determinada utilizando um integrador de área, marca LI-COR, modelo LI-3100. O material fresco foi acondicionado em sacos de papel e posto para secar em estufa com circulação de ar forçada, a temperatura de 65ºC até atingir massa constante, determinados em balança de precisão (0,01g). A AFE foi obtida pela relação entre a área foliar e a massa seca das folhas; a RAF foi obtida pela razão entre a área foliar e a massa seca da parte aérea. Para obtenção dos teores dos nutrientes N, P e K, digeriram-se 0,40 g da matéria seca utilizando-se ácido sulfúrico, peróxido de hidrogênio, sulfatos de sódio e de cobre e selênio (TEDESCO et al.,1995). No extrato digerido as determinações foram feitas seguindo-se as metodologias descritas por Miyazawa et al. (1999): destilação com arrasto de vapores, para o nitrogênio; espectrofotometria com azul-de-molibidato, para o fósforo, e fotometria de emissão de chama, para o potássio. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças significativas na altura das plantas em resposta as diferentes relações nitrato/amônio, no entanto, avaliando os valores médios absolutos, verificaram-se a menor altura nas plantas fertilizadas com a relação 100/0 (65 cm), enquanto que a maior altura foi obtida na relação 75/25 (76 cm), com uma variação total de 16,9% (Figura 1A). Oliveira et al. (2008) também não observaram resposta significativa na alturas de plantas de milho pipoca, no entanto, Roude et al. (1991) encontraram efeito significativo das relações nitrato/amônio na altura de crisântemo. Esses resultados contrastantes reforçam a idéia de que a resposta fotossintética das plantas, quando supridas apenas com NH_4^+, é dependente da espécie (CLAUSSEN & LENZ, 1999), variando inclusive entre variedades de uma mesma espécie, conforme verificado por Barbosa et al. (2005), para a cultura de crisântemo.

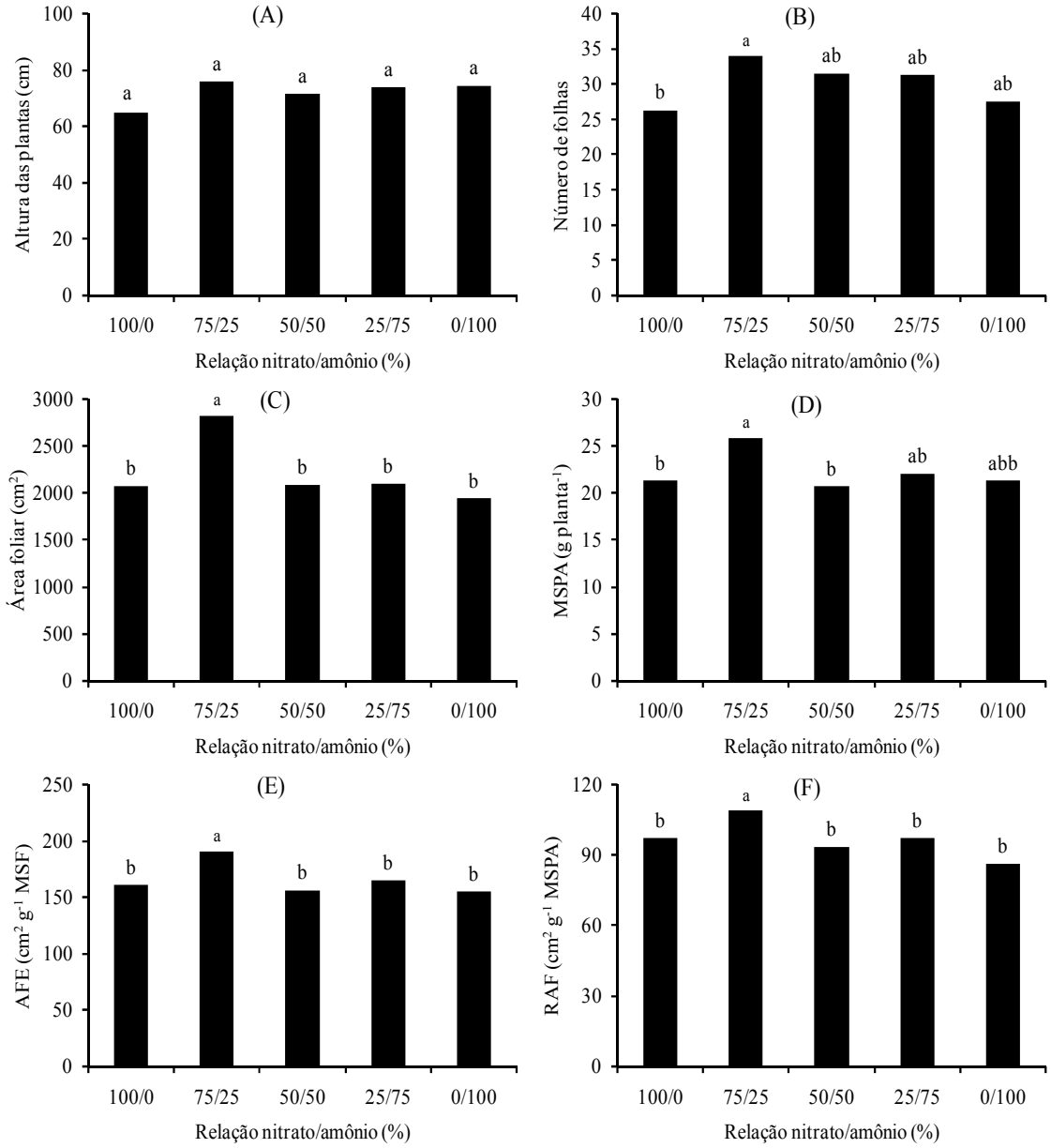

Figura 1. Altura (A), número de folhas (B), área foliar (C), massa seca da parte aérea (D), área foliar específica (E) e razão de área foliar (F) da berinjela em função de diferentes relações nitrato/amônio

O número de folhas foi afetado significativamente pelas relações nitrato/amônio, sendo observada resposta crescente até a relação 75/25, apresentando resposta decrescente a partir desta. Os menores valores foram obtidos nas supridas apenas com uma das formas de N. Comparando-se o número de folhas nas plantas fertilizadas com a relação nitrato/amônio 75/25 com as plantas que receberam nitrogênio apenas na forma nítrica, verificou-se uma diferença de 29,3%, enquanto que, em relação às plantas que receberam apenas o nitrogênio amoniacal, foi observado uma diferença de 23,6% (Figura 1B).

Cruz et al. (2006) e Andriolo et al. (2006) verificaram maior redução nas plantas fertilizadas apenas com nitrogênio amoniacal. Oliveira et al. (2008) também encontraram resposta significativa para o número de folhas do milho pipoca em função de diferentes relações nitrato/amônio, no entanto, esses autores observaram o menor número de folhas nas plantas que receberam a fertilização nitrogenada com a relação 50/50. A diferença nos resultados encontrados nestes trabalhos pode ser atribuída ao fato desses autores terem trabalhado com outras culturas, inclusive de outras famílias botânicas.

Para área foliar foi observada resposta semelhante à obtida para o número de folhas, com o maior valor para a relação 75/25 (2826,0 cm^2 $planta^{-1}$), e os menores valores nas plantas que receberam apenas uma das formas de N, com uma redução de 35,9% com a utilização apenas de nitrato, e redução de 45,6% nas plantas fertilizadas apenas com nitrogênio na forma amoniacal, em relação a área

foliar encontrada com a relação nitrato/amônio de 72/25 (Figura 1C). Tabatabaei et al. (2006) observaram maior expansão em folhas de morango em plantas fertilizadas com a mistura nitrato/amônio na relação 75/25. Esse comportamento evidencia que a aplicação de apenas uma das formas de nitrogênio, principalmente de amônio é prejudicial à expansão foliar, concordando com os resultados obtidos por Cruz et al. (2006), e refutando os resultados obtidos por Oliveira et al. (2008), que observaram o maior desenvolvimento foliar em plantas de milho pipoca fertilizadas unicamente com nitrato ou, com amônio. De acordo com Adler et al. (1996), o nitrogênio na forma amoniacal pode reduzir a expansão foliar em conseqüência da alteração negativa provocada pelo potencial hídrico foliar em função da maior resistência hidráulica das raízes, acarretando também na menor absorção de nutrientes catiônicos (RAAB & TERRY, 1995).

Foram observadas diferenças significativas para o acúmulo de massa seca na parte aérea da berinjela em função de diferentes relações nitrato/amônio, com o maior acúmulo sendo obtido com a relação 75/25 (45,9 g planta^{-1}), enquanto que os menores valores foram observados quando as plantas foram fertilizadas com apenas uma das fontes, com uma redução média de 21,6% com o uso unicamente de nitrato ou amônio (Figura 1D). Andriolo et al. (2006) observaram redução de 52,5% na massa seca da parte aérea da alface com aumento do fornecimento de amônio. Barbosa et al. (2005) trabalhando com cinco variedades de crisântemo em cinco relações nitrato e amônio, observaram resposta variada, com uma redução média de verificaram redução variando de 4,13 a 21,04% quando se aplicou apenas nitrogênio na forma de amônio, e de 8 a 25,75% quando se utilizou apenas nitrato.

O maior valor para aérea foliar específica (AFE) foi observado na relação 75/15 (190,5 cm^2 g^{-1}), sendo observada uma AFE média de 159,2 cm^2 g^{-1}, com uma variação de 19,7%, demonstrando assim que se utilizando a relação nitrato/amônio 75/25 ocorreu uma maior expansão do limbo foliar e redução da espessura da folha (Figura 1E). A AFE é expressa pela razão entre a área foliar e a massa seca das folhas. A área foliar é um componente morfofisiológico e a massa um componente anatômico de uma espécie vegetal, pois está relacionado à composição interna (número e tamanho) das células do mesofilo. Infere-se daí, que o inverso da AFE reflete a espessura das folhas (BENINCASA, 2003). Ferreira (1996) relata que decréscimos na AFE indicam aumento na espessura da folha resultante do aumento e do tamanho do número de células nas plantas.

A razão de área foliar (RAF) foi afetada pelas diferentes relações nitrato/amônio, com o maior valor sendo valor observado para relação 75/25 (109,1 cm^2 g^{-1} MSPA), com o menor obtido na maior proporção de amônio (91,1 cm^2 g^{-1} MSPA.), observando-se assim uma redução em cerca de 19,8% (Figura 1F). Segundo Benincasa (2003), a RAF expressa a área foliar útil para a fotossíntese, sendo relação entre a área foliar responsável pela interceptação da energia luminosa e CO_2 e a massa seca total, resultado da fotossíntese. Alguns autores têm constatado efeito deletério de elevadas concentrações de amônio sobre atividade fotosssintética, concentração CO_2 e sobre a condutância estomática (CRUZ et al., 2008).

O teor de nitrogênio no tecido foliar da berinjela variou em função das diferentes relações nitrato/amônio nu suprimento nitrogenado, com o maior valor sendo observado nas plantas fertilizadas utilizando-se apenas nitrogênio nítrico (48,1 g kg^{-1}), enquanto que o menor teor de N foi obtido na relação 25/75 (38,9 g kg^{-1}), sendo verificada uma redução de 23,6% em relação às plantas fertilizadas apenas com nitrato (Figura 2A). Esses valores são maiores que os obtidos por Bosco et al. (2009), que observaram teor de N no tecido foliar de berinjela variando de 27,2 a 36,1 g kg^{-1} de massa seca, enquanto que Souza et al. (2005) encontraram valores variando de 28,6 a 52,2 g kg^{-1} de massa seca. Barbosa et al. (2005) observaram uma maior eficiência de utilização de nitrogênio em cinco variedades de crisântemo com a aplicação de nitrato e amônio em igual proporção. No entanto, Cruz et al. (2006) observaram que a eficiência de absorção de nitrogênio das plantas que receberam apenas NH_4^+ foi 70% superior à eficiência obtida pelas plantas que receberam exclusivamente o NO_3^-. As diferenças entre os resultados obtidos nestes trabalhos em relação aos observados neste trabalho podem ser atribuídos as diferenças nas quais foram desenvolvidos os experimentos, como os sistemas de cultivos utilizados, condições ambientais e espécie estudadas.

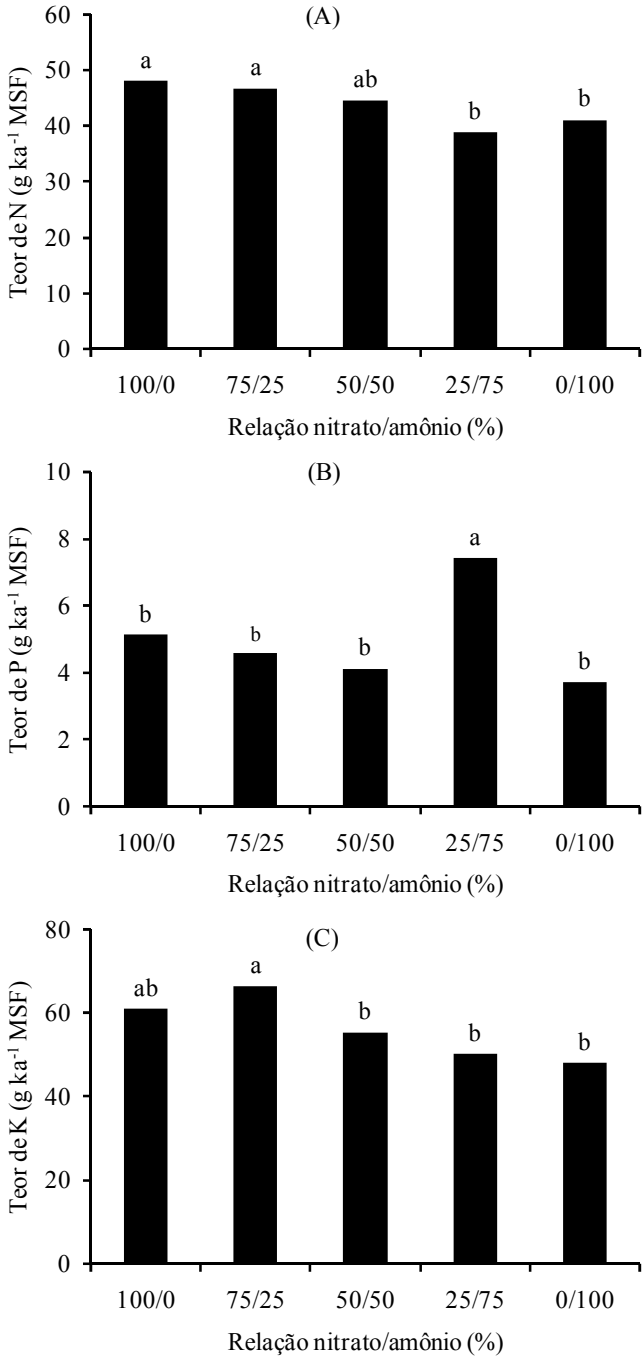

Figura 2. Teor de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) no tecido foliar da berinjela em função de diferentes relações nitrato/amônio

Os valores obtidos neste trabalho demonstram que as plantas estavam com uma concentração de N no tecido foliar próxima da faixa considerada ideal para a cultura, conforme Wichamann (2000), que sugere teores médios em torno de 49 g kg^{-1} de massa seca. Esses resultados podem explicar, em parte, a redução na maioria dos parâmetros de crescimento avaliados no presente trabalho, uma vez que o nitrogênio é o nutriente de maior influência no desenvolvimento foliar e na taxa de fotossíntese das plantas, sendo encontrados na literatura resultados que demonstram relações lineares entre o teor de nitrogênio no tecido vegetal e o índice de área foliar nos estádios iniciais de desenvolvimento de várias culturas, conforme Pons & Westbeek (2004).

O maior teor de fósforo foi observado nas plantas submetidas a fertilização nitrogenada utilizando-se relação nitrato/amônio de 25/75 (7,4 g kg^{-1} de massa seca), enquanto que o menor valor foi obtido na maior proporção, 100/0 (3,7 g kg^{-1} de massa seca), com uma variação de 100,5% (Figura 2B). Esses resultados estão

próximos aos obtidos por Souza et al. (2005), que encontraram valores variando de 5,5 a 6,7 g kg^{-1} de massa seca, e são maiores que os encontrados por Bosco et al. (2009), quando obtiveram teor de fósforo no tecido foliar de berinjela variando de 2,27 a 2,93 g kg^{-1} de massa seca. Wichamann (2000), por sua vez, propõe teores de 4,5 g kg^{-1}de massa seca.

Com relação ao teor de potássio no tecido foliar, foi observado o maior valor na relação nitrato/amônio 75/25 (66,4 g kg^{-1} de massa seca), enquanto que o menor valor foi na maior proporção de amônio, 0/100 (48,1 g kg^{-1} de massa seca), com uma redução de 27,1% (Figura 2C). Para todas as relações nitrato/amônio aplicadas, verifica-se um teor de potássio próximo ao recomendado por Wichamann (2000), que sugere 46 g kg^{-1} deste nutriente na matéria seca. Souza et al. (2005) observaram teor de K no tecido foliar da berinjela variando de 55,4 a 60,7 g kg^{-1} de massa seca. Barbosa et al. (2005) verificaram o maior teor de potássio no tecido vegetal de variedades de crisântemo, quando o fornecimento de nitrogênio foi realizado utilizando nitrato e amônio em igual proporção. Esses autores observaram também que o teor de potássio foi reduzido à medida que se aumentou o fornecimento de nitrogênio na forma amoniacal.

A redução na absorção de potássio pelas plantas cultivadas em meio rico em amônio pode ser explicada pela interação antagônica existente entre íons de NH_4^+ e íons de K^+, em virtude da menor competitividade do K^+ (MARSCHNER, 1995). Segundo Taiz & Zeiger (2006), o potássio desempenha importantes funções em plantas sob condições de estresse, como nas propriedades osmóticas, abertura e fechamento dos estômatos, fotossíntese, ativação enzimática, síntese de proteínas e transporte de carboidratos, assim, a redução no desenvolvimento nas plantas fertilizadas com a maior proporção de amônio apresentados neste trabalho pode ser atribuída, em parte, ao menor teor de potássio no tecido vegetal destas plantas.

CONCLUSÕES

A cultura da berinjela apresenta-se como responsiva à fertilização nitrogenada nas diferentes relações nitrato/amônio. As plantas apresentaram maior desenvolvimento vegetativo, absorção de nitrogênio e de potássio para fertilização nitrogenada utilizando a mistura nitrato e amônio na relação 75/25.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADLER, P. R.; WILCOX, G. E.; MARKHART, A. H. Ammonium decreases muskmelon root system hydraulic conductivity. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.19, p.1395–1403, 1996

ANDRIOLO, J. L.; GODOI, R. S.; COGO, C. M.; BORTOLOTTO, O. C.; LUZ, G. L.; MADALOZ, J. C. Growth and development of lettuce plants at high NH_4^+:NO_3^- ratios in the nutrient solution. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.3, p.352-355, 2006.

BARBER, K. L.; PIERZYNSKY, G. M. Ammonium and nitrate source. Effects on field crops. **J. Fert. Issues.**, Manchester, v. 8, p. 57-62, 1993.

BARBOSA, J. G.; MUNIZ, M. A; MARTINEZ, H. E. P.; LEITE, R. A.; CARDOSO, A. A.; BARBOSA, M. S. Concentração de macronutrientes em crisântemo de vaso, cultivado sob diferentes relações NO_3^-/NH_4^+. **Acta Scientia Agronomy**, Maringá, v.27, n.3, p.387-394, 2005.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas:** noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

BOSCO, M. R. O.; OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; LACERDA, C. F. Influência do estresse salino na composição mineral da berinjela. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.40, n.2, p.157-164, 2009.

CLAUSSEN, W.; LENZ, F. Effect of ammonium or nitrate nutrition on net photosynthesis, growth, and activity of the enzymes nitrate reductase and glutamine synthetase in blueberry, raspberry and strawberry. **Plant Soil**, Hague, v.208, p.95-102, 1999.

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; ARAÚJO, W. L. Efeito do nitrato e amônio sobre o crescimento e eficiência de utilização do nitrogênio em mandioca. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.3, p.467-475, 2006.

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; ARAUJO, W. L. Influência do nitrato e do amônio sobre a fotossíntese e a concentração de compostos nitrogenados em mandioca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.643-649, 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema SISVAR para análises estatísticas.** Lavras: UFV, 2000, 66p.

FERREIRA, E. **Ajustamento osmótico e análise de crescimento de plantas de milho (*Zea mays* L.), em função do nível de potássio e estresse hídrico.** 1966. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. London: Academic Press, 1995. 889p

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; MURAOKA, T.; CARMO, C. A. F. S.; MELLO, W. J. Análises químicas de tecido vegetal. In: SILVA, F.C. (org.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: EMBRAPA, 1999. p.172-223.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; MARACAJÁ, P. B.; OLIVEIRA, M. K. T.; GUIMARÃES, I. P. Desenvolvimento inicial do milho pipoca cultivado sob diferentes relações $NH4^+$:NO_3^-. **Caatinga**, Mossoró, v.2, n.3, p.163-167, 2008.

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

RAAB, T.K.; TERRY, N. Carbon, nitrogen and nutrient interactions in *Beta vulgaris* L. as influenced by nitrogen source, NO_3^- versus NH_4^+. **Plant Physiology**, Bethesda, v.107, p.575–584, 1995.

ROUDE, N., TERRIL, A. N., BARRET, E. Longevity of potted chrysanthemum at nitrogen and potassium concentration and NH_4^+:NO_3^- ratios. **Hortscience**, Alexandria, v. 26, n. 2, p.163-165, 1991.

SANDOVAL, V. M., ALCANTAR, J. L., TIRADO, T. Use of ammonium in nutrient solutions. **J. Plant Nutr.,** Athens, v. 18, p. 1449-1457, 1995.

SOUZA, V. S.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A.; SILVA, L. A.; HERNANDEZ, F. F. F. Influência da condutividade elétrica da solução nutritiva na acumulação de matéria seca e teores de nutrientes em berinjela cultivada em pó de coco. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.36, n.2, p.123-128, 2005.

TABATABAEI, S. J.; FATEMI, L. S.; FALLAHI, E. Effect of Ammonium: Nitrate Ratio on Yield, Calcium Concentration, and Photosynthesis Rate in Strawberry. **Journal of Plant Nutrition,** v.29, p.1273-1285, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: ArtMed, 2006. 719p.

TAPIA, M. L.; GUTIERREZ, V. Distribution pattern of dry weight, nitrogen, phosphorus and potassium through tomato ontogenesis. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.20, n.6, p.783-791, 1997.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRS, 1995. 174p. (Boletim técnico, 5).

WICHAMANN, W. **World fertilizer use manual.** Paris: International Fertilizer Industry Association, 2000. 600 p

Recebido em 12/03/2010
Aceito em 06/06/2010