

## **DESENVOLVIMENTO INICIAL DO QUIABEIRO SOB FERTILIZAÇÃO NITROGENADA EM DIFERENTES RELAÇÕES AMÔNIO/NITRATO**

*Willame dos Santos Cândido*

Graduando em Engenharia Agrônoma, Departamento de Ciências Vegetais, UFERSA. E-mail: will\_candido\_ce@hotmail.com

*Francisco de Assis de Oliveira*

Eng. Agr. Doutorando em Irrigação e Drenagem, Departamento de Engenharias de Biosistemas, ESALQ  
E-mail: thikaoamigao@bol.com.br

*Ricardo Carlos Pereira da Silva*

Graduando em Engenharia Agrônoma, Departamento de Ciências Vegetais, UFERSA. E-mail: ricarlos\_agro@hotmail.com

*José Francimar de Medeiros*

Eng. Agr. Pesquisador CNPq, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA E-mail: jfmedeir@ufersa.edu.br

*Otaciana Maria dos Prazeres da Silva*

Graduanda em Engenharia Agrônoma, Departamento de Ciências Vegetais, UFERSA. E-mail: otaciana\_silva@yahoo.com.br

**Resumo:** O quiabeiro é uma cultura de grande interesse entre os pequenos produtores, no entanto ainda são escassos estudos sobre a nutrição desta hortaliça. Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a influência da fertilização nitrogenada em diferentes relações amônio/nitrato no desenvolvimento vegetativo do quiabeiro. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 2 x 5 com quatro repetições, sendo o primeiro fator do esquema constituído por duas doses de nitrogênio (50 e 100 mg kg<sup>-1</sup>), e o segundo por diferentes relações N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, equivalentes a 0/100; 25/75; 50/50; 75/25 e 100/0. No início do florescimento as plantas foram coletadas e avaliadas quanto ao acúmulo de matéria seca da parte aérea (MSPA), do sistema radicular (MSR) e total (MST), área foliar (AF), diâmetro do caule (DC), altura (ALT) e razão de área foliar (RAF). Foi observado efeito significativo da interação entre as doses e as formas de nitrogênio avaliadas. O maior desenvolvimento das plantas foi encontrado quando se aplicou nitrogênio nas maiores proporções de amônio.

**Palavras chave:** *Abelmoschus esculentus* L. Moench., nutrição mineral, nitrogênio

## **INITIAL DEVELOPMENT OF OKRA NITROGEN FERTILIZATION IN DIFFERENT AMMONIUM/NITRATE**

**Abstract:** The okra is a culture of great interest among the small farmer, however they are still scarce studies about the nutrition of this vegetable. This work was carried with the objective of evaluating the influence of the nitrogen fertilizer in different ammonium/nitrate ratio on the vegetative development of the okra. The experimental design was in blocks randomized, arranged in factorial scheme 2x5, with four repetitions, being the first factor of the scheme constituted by two nitrogen doses (50 and 100 mg kg<sup>-1</sup>), and the second for different N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ratio, equivalent to 0/100; 25/75; 50/50; 75/25 and 100/0. In I begin it of the flowering the plants were collected and appraised as for the matter accumulation it dries of the aerial part (MDAP), of the system root (MSR) and total (MDT), leaf area (LA), diameter of the stem (DS), height (H) and reason of leaf area (RFA). Significant effect of the interaction was observed between the doses and the appraised forms of nitrogen. The largest development of the plants was found when nitrogen was applied in the largest ratio of ammonium.

**Key words:** *Abelmoschus esculentus* L. Moench., mineral nutrition, nitrogen

## **INTRODUÇÃO**

Pertencente a família das malváceas, o quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) é a única cultura olerácea, desta família, e apresenta algumas características

desejáveis como ciclo rápido, custeio de implantações e condução da cultura altamente econômica, resistência a pragas e alto valor alimentício e nutritivo. É uma planta anual, arbustiva, de porte ereto e caule semilenhoso que pode atingir 3 m de altura, apresenta frutos pilosos do tipo cápsula, roliços. A produção de frutos ocorre tanto na

haste principal como nas laterais, iniciando-se com a planta ainda com baixa altura (MOTA et al., 2000; FILGUEIRA, 2003).

O cultivo desta hortaliça é muito popular entre os pequenos produtores brasileiros, sendo cultivado principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste. A maioria desses produtores faz uso principalmente da adubação orgânica como suprimento nutricional das culturas, no entanto, tem-se intensificado a aplicação de fertilizantes minerais como complementação à capacidade nutricional do solo, principalmente de nitrogênio. Segundo Filgueira (2003), o nitrogênio é o segundo nutriente mais exigido pelas hortaliças, sendo essencial para a obtenção de elevadas produções, principalmente nas hortaliças cujos produtos comerciáveis são os frutos. Ainda segundo esse autor, o nitrogênio é um dos nutrientes que proporciona maior resposta do quiabeiro na produção de frutos.

As plantas superiores podem absorver o nitrogênio (N) como  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  que são as formas mais comuns encontradas na solução do solo. Muitas espécies de plantas supridas apenas com amônio como fonte de nitrogênio não crescem tão bem como quando supridas com semelhante quantidade de nitrogênio na forma de nitrato. A rápida assimilação de amônio pode afetar seriamente o crescimento, a menos que a planta tenha um elevado suprimento de carboidrato (MARSCHNER, 1995).

Segundo Taiz & Zeiger (2003), o processo de absorção do  $\text{NO}_3^-$  é feito através da plasmalema por uma proteína, denominada transportador tipo simporte. Nesse transportador, o íon e prótons  $\text{H}^+$  são transportados simultaneamente, movendo-se contra um gradiente eletroquímico, enquanto a absorção de amônio, é geralmente menos dependente de energia.

Em comparação com o suprimento de nitrato, a utilização de  $\text{NH}_4^+$  pode oferecer vantagens energéticas. A exigência de energia para a assimilação de  $\text{NO}_3^-$  é vinte moléculas de ATP por molécula de  $\text{NO}_3^-$ , enquanto que para assimilação de uma molécula de  $\text{NH}_4^+$  são gastos apenas cinco moléculas ATP por molécula  $\text{NH}_4^+$ . Desta forma, quando  $\text{NH}_4^+$  é assimilado em raízes, economizaria 8-12% dos custos globais aproximadamente para crescimento como comparado a  $\text{NO}_3^-$ , enquanto para assimilação no broto, a economia de energia é 3-6% (Kant et al., 2007). Por outro lado, o fornecimento de  $\text{NH}_4^+$  como única fonte de N pode ser prejudicial às plantas, causando redução no acúmulo de matéria seca (BARBER & PIERZYNSKY, 1993).

De acordo com Vose (1990), o conhecimento sobre o comportamento vegetal quanto ao uso de nutrientes permite manusear ou modificar o sistema de cultivo para melhorar a eficiência na utilização de N. Cruz et al. (2008) avaliando a influência do nitrato e do amônio sobre a fotossíntese e a concentração de compostos nitrogenados em mandioca, observaram que as folhas e raízes das

plantas cultivadas com amônio apresentaram as maiores concentrações de aminoácidos.

Apesar da importância da cultura do quiabeiro para pequenos e médios produtores, ainda são escassos estudos sobre o manejo nutricional desta cultura, principalmente quanto à nutrição nitrogenada. Diante do que foi exposto, este trabalho tem como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial do quiabeiro com fertilização nitrogenada em diferentes relações  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ .

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, Brasil, localizada nas coordenadas geográficas de 5° 11' de latitude sul e 37° 20' de longitude oeste, com altitude média de 18 m acima do nível do mar. O clima da região, na classificação de Köppen, é do tipo BSw<sup>h</sup>, (quente e seco), com precipitação pluviométrica bastante irregular, média anual de 673,9 mm; temperatura média de 27°C e umidade relativa do ar média de 68,9% (CARMO FILHO & OLIVEIRA, 1995).

Como substrato foi utilizado amostras de um Argissolo de textura arenosa na camada de 0-20 cm, em área localizada no Campus da UFERSA. O solo coletado foi seco ao ar e tamizado em malha de 2 mm, sendo retirada uma amostra para fins de análises químicas (EMBRAPA, 1997), apresentando as seguintes características químicas:  $\text{pH}_{(\text{H}_2\text{O})} = 6,9$ ;  $\text{Ca}^{2+} = 4,1$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 2,0$ ;  $\text{K}^+ = 0,27$ ;  $\text{Na}^+ = 0,11$ ;  $\text{Al}^{3+} = 0,05$  ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ );  $\text{P}_{(\text{Mehlich-1})} = 35,61 \text{ mg dm}^{-3}$ .

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições, sendo a unidade experimental representada por um vaso com capacidade de 4  $\text{dm}^3$  de solo. OS tratamentos resultaram da combinação de duas doses de nitrogênio (50 e 100  $\text{mg kg}^{-1}$ ) com cinco proporções amônio/nitrato (0/100; 25/75; 50/50; 75/25 e 100/0).

O fornecimento de nutrientes foi realizado em fundação, sendo aplicado, além do N, 200 e 100 mg de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente, para cada kg de solo. As fontes de nitrogênio utilizadas neste trabalho foram nitrato de cálcio, como fonte de nitrato e sulfato de amônio, como fonte de amônio, enquanto que o fornecimento de P e K foi realizado aplicando com fontes destes nutrientes o superfosfato simples, cloreto de potássio.

Foram semeadas quatro sementes em cada vaso, e cinco dias após a emergência das plântulas realizou-se o desbaste, deixando-se em casa recipiente a planta mais vigorosa, cortando-se as plantas a serem eliminadas na região do colo da muda, para não afetar as plantas remanescentes.

*Artigo Científico*

A irrigação foi realizada manualmente, com frequência de duas vezes ao dia, de forma localizada, tendo-se o cuidado de não molhar o colo das plantas, sendo aplicado diariamente o volume de água suficiente para manter a umidade do solo próxima máxima capacidade de retenção de água, determinando-se através de pesagens diárias dos vasos.

As plantas foram coletadas aos 60 dias após a semeadura, no início do florescimento, e em seguidas acondicionadas em sacolas plásticas identificadas e transportadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade do departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da UFRSA para serem analisadas. As características avaliadas foram: diâmetro do caule (DC), altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF) e acúmulo de massa seca total (MST), determinando-se assim a massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSR) e massa seca total (MST). O diâmetro do caule foi determinado logo após a separação da parte aérea do sistema radical, sendo esta medida feita a 1,0 cm acima da região do corte, utilizando-se um paquímetro. A altura foi determinada utilizando-se uma régua graduada em cm, medindo-se do região do colo da planta ao ápice, com as plantas colocadas sobre uma bancada. A área foliar foi determinada através de um integrador de área, marca LI-COR, modelo LI-3100. Em seguida as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e postas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a temperatura de 65°C até atingir peso constante, determinados em balança de precisão (0,01g).

A partir dos valores da matéria seca e da área foliar, foram determinadas a razão de área foliar (RAF), conforme a Eq. 1.

$$RAF = \frac{AF}{MST}$$

(1)

Em que:

RAF – Razão de área foliar (cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>, m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>);

AF – Área foliar (cm<sup>2</sup>, m<sup>2</sup>);

MST – Massa seca total (g).

Determinou-se ainda a área foliar específica (AFE), sendo este parâmetro obtido pela relação entre a área foliar e a biomassa seca das folhas, que fornece um indicativo da espessura da lâmina foliar, a qual foi determinada pela Eq. 2.

$$AFE = \frac{AF}{MSF}$$

(2)

Em que:

AFE – Área foliar específica (cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>, m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>);

AF – Área foliar (cm<sup>2</sup>, m<sup>2</sup>);

MSF – Matéria seca das folhas (g).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre os fatores relação amônio/nitrato e doses de nitrogênio, foi observado efeito significativo para todas as características avaliadas, sendo a resposta significativa ao nível de 0,05 de probabilidade para altura, e de 0,01 para as demais variáveis. Também foi observado efeito significativo dos fatores isolados para todas as cultivares avaliadas (Tabela 1). Esses resultados evidenciam que, além da quantidade de nitrogênio disponível para as plantas, outro fator que pode alterar o desenvolvimento das plantas é a proporção amônio/nitrato no solo (BARBER; MILLS, 1980).

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para do diâmetro do caule, altura, número de folhas, área foliar e matéria seca total em plantas de quiabeiro fertilizado com diferentes doses de nitrogênio em diferentes relações NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

| Fontes de variação   | ----- Quadrados médios ----- |                    |           |          |               |                     |
|--|------------------------------|--------------------|-----------|----------|---------------|---------------------|
|  | GL                           | DC                 | ALT       | NF       | AF            | MST                 |
| Doses de N   | 1                            | 0,03 <sup>ns</sup> | 251,50 *  | 70,23 ** | 1341024,40 ** | 82,39 <sup>ns</sup> |
| Relação NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> :NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 4                            | 0,05 <sup>ns</sup> | 198,42 ** | 29,53 ** | 52760,28 **   | 325,96**            |
| Doses x Relação  | 4                            | 0,24**             | 154,74 *  | 59,23 ** | 840983,46**   | 246,96 **           |
| Erro   | 30                           | 0,02               | 41,42     | 3,26     | 105133,23     | 31,29               |
| C.V. (%)   |                              | 11,77              | 15,51     | 18,01    | 19,76         | 17,63               |
| Média geral  |                              | 1,40               | 41,89     | 10,03    | 1640,70       | 31,74               |

<sup>ns</sup> - Não significativo; \*\* - Significativo a 0,01 de probabilidade; \* - Significativo a 0,05 de probabilidade

O diâmetro do caule foi influenciado pela relação maiores valores encontrados nos tratamentos com maior NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/NO<sub>3</sub><sup>-</sup> apenas na menor dose de nitrogênio, sendo os concentração de amônio. Apesar ser não encontrada

*Artigo Científico*

diferença significativa na maior dose, se observa que o aumento da concentração de nitrato apresentou os maiores valores absolutos. Com relação ao efeito das doses no diâmetro do caule, foi verificada resposta diferente de acordo com as forma de N, de forma que na menor dose, o

melhor resultado foi encontrado nas maiores concentrações de amônio, enquanto que o aumento do nitrato favoreceu o diâmetro do caule quando foi aplicada a maior dose de N (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios do diâmetro do caule, altura, número de folhas, área foliar e matéria seca total em plantas de quiabeiro fertilizado com diferentes doses de nitrogênio em diferentes relações  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$

| Relação<br>$\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  | Doses de nitrogênio ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) |             | Médias  |
|---|---|-------------|---------|
|   | 100   | 50          |         |
| ----- Diâmetro do caule (cm) -----        |   |             |         |
| 100/0                                     | 1,30 Ba*                                    | 1,63 Aa     | 1,46    |
| 75/25                                     | 1,28 Aa                                     | 1,48 Aab    | 1,38    |
| 50/50                                     | 1,30 Ba                                     | 1,68 Aa     | 1,48    |
| 25/75                                     | 1,57 Aa                                     | 1,20 Bb     | 1,38    |
| 0/100                                     | 1,41 Aa                                     | 1,15 Bb     | 1,28    |
| Médias                                    | 1,37  | 1,42        |         |
| ----- Altura (cm) -----                   |   |             |         |
| 100/0                                     | 43,65 Ab                                    | 44,15 Aa    | 43,90   |
| 75/25                                     | 36,35 Ab                                    | 45,87 Aa    | 41,12   |
| 50/50                                     | 45,92 Aab                                   | 41,67 Aa    | 43,80   |
| 25/75                                     | 40,62 Ab                                    | 33,15 Aa    | 38,88   |
| 0/100                                     | 42,92 Aab                                   | 33,60 Aa    | 36,88   |
| Médias                                    | 41,37                                       | 39,39       |         |
| ----- Número de folhas -----              |   |             |         |
| 100/0                                     | 12,50 Ab                                    | 10,00 Aa    | 11,25   |
| 75/25                                     | 6,25 Bc                                     | 10,00 Aa    | 8,12    |
| 50/50                                     | 18,25 Aa                                    | 7,25 Ba     | 12,75   |
| 25/75                                     | 11,00 Ab                                    | 7,00 Ba     | 8,75    |
| 0/100                                     | 9,25 Abc                                    | 9,25 Aa     | 9,25    |
| Médias                                    | 11,35                                       | 8,70        |         |
| ----- Área foliar ( $\text{cm}^2$ ) ----- |   |             |         |
| 100/0                                     | 1982,75 Aab                                 | 1721,50 Aab | 1852,13 |
| 75/25                                     | 1395,50 Bb                                  | 2115,50 Aa  | 1755,50 |
| 50/50                                     | 2279,75 Aa                                  | 1429,25 Bbc | 1854,50 |
| 25/75                                     | 1791,00 Aab                                 | 1013,25 Bc  | 1402,12 |
| 0/100                                     | 1670,00 Aab                                 | 1008,50 Bc  | 1339,25 |
| Médias                                    | 1823,80                                     | 1457,60     |         |
| ----- Matéria seca total (g) -----        |   |             |         |
| 100/0                                     | 35,44 Aa                                    | 34,77 Aa    | 35,11   |
| 75/25                                     | 30,49 Ba                                    | 42,91 Aa    | 36,70   |
| 50/50                                     | 37,06 Aa                                    | 35,79 Aa    | 36,42   |
| 25/75                                     | 37,57 Aa                                    | 19,22 Bb    | 28,39   |
| 0/100                                     | 25,29 Ab                                    | 18,81 Bb    | 22,05   |
| Médias                                    | 33,17                                       | 30,30       |         |

\* Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de probabilidade.

Para a altura das plantas foi constatado que a resposta às formas de nitrogênio depende da dose aplicada. Analisando o efeito das formas de N na menor dose, não se observou diferença significativa, apesar de a altura foi reduzida, em valores absolutos, com incremento do nitrato no fornecimento do N. Para dose de  $100 \text{ mg kg}^{-1}$ ,

verificou-se os maiores valores nas plantas que receberam as maiores contribuições de N nas maiores concentrações de  $\text{NO}_3^-$  (Tabela 2).

O número de folhas foi influenciado significativamente pelas doses de N, sendo a resposta dependente da relação  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  utilizada. Na maior dose

*Artigo Científico*

de N ( $100 \text{ mg kg}^{-1}$ ) foi verificado que o melhor desempenho ocorreu quando o nitrogênio foi fornecido nas formas de amônio e nitrato em igual proporção (50/50), enquanto que na dose de  $50 \text{ mg kg}^{-1}$ , as diferentes relações  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  não proporcionaram resposta significativa. Quanto ao efeito das doses de nitrogênio, pode-se observar que a resposta foi bem diversificada, com os maiores valores na dose  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  sendo encontrado nas relações 50/50 e 25/75, enquanto que a dose de  $50 \text{ mg kg}^{-1}$  proporcionou valores superiores na relação 75/25, sendo que nas demais relações não foram observadas diferença significativa entre as doses de N. (Tabela 2).

Os maiores valores da área foliar foram encontrados nas plantas que receberam a maior dose de N, sendo que, dentro desta dose, o menor valor foi observado na relação  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  de 75/25, enquanto que nas demais relações não ocorreu diferença significativa. Para dose de  $50 \text{ mg kg}^{-1}$ , houve decréscimo da área foliar à medida que aumentou a participação de  $\text{NO}_3^-$  no fornecimento total de N. Avaliando o efeito das doses de N, verifica-se que nas maiores concentrações de  $\text{NO}_3^-$  (50/50, 25/75 e 0/100), a maior dose de N proporcionou os maiores valores, enquanto que na relação 100/0 não foi encontrada diferença significativa e na relação 75/25 os maiores valores foram encontrados na menor dose de N (Tabela 2).

O acúmulo de massa seca apresentou comportamento semelhante ao da área foliar, demonstrando assim que as folhas são representantes pelo maior acúmulo de. Avaliando a massa seca na maior dose de N, verifica-se que as plantas que receberam N apenas na forma de nitrato (0/100) apresentaram os menores valores, enquanto que nas demais relações  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  não diferiram estaticamente. Na menor dose de N, os maiores valores foram encontrados nas relações  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ , correspondentes a 100/0, 75/25 e 50/50, não diferindo significativamente entre si. Para o efeito das doses de N dentro de cada relação  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ , verifica-se superioridade da maior dose nas relações 25/75 e 0/100. A menor dose de N proporcionou resultado superior na relação 75/25, enquanto que as demais relações (100/0 e 50/50) não apresentaram resultados diferentes estaticamente entre si (Tabela 2).

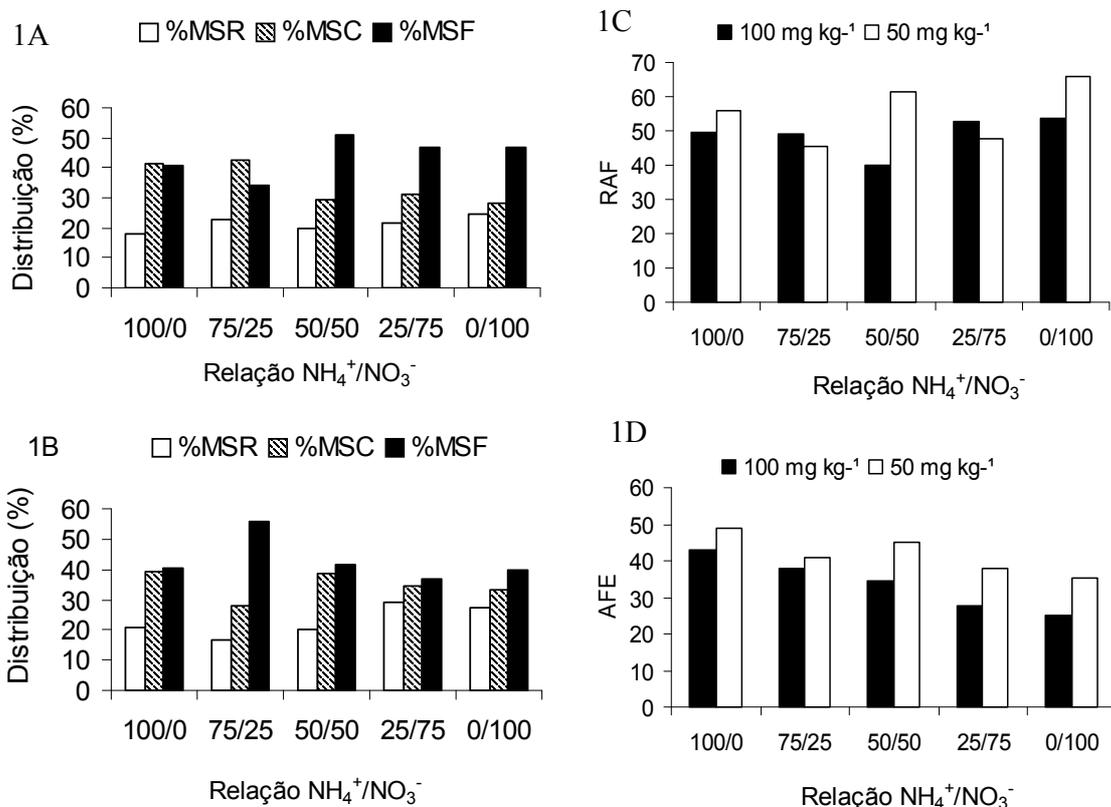
Este maior acúmulo de massa seca pode ser atribuído ao menor requerimento de energia para assimilação do nitrogênio amoniacal, em comparação com a energia

utilizada para assimilação do nitrogênio na forma nítrica (TAIZ & ZEIGER, 2003; KANT et al., 2007).

Estes resultados concordam em parte com os encontrados por Muniz et al. (2009), que trabalhando com crisântemos, verificaram o maior acúmulo de matéria nas plantas que receberam a maior parte do N-total aplicado na forma amoniacal. Oliveira et al. (2008), trabalhando diferentes relações nitrato/amônio no desenvolvimento inicial do milho pipoca, verificaram maior desenvolvimento quando o suprimento de nitrogênio foi realizado com aplicação deste nutriente na forma amoniacal.

Trabalhos realizados com o intuito de avaliar resposta das plantas ao fornecimento de nitrato e/ou amônio tem-se encontrado resultados distintos para as diferentes espécies estudadas. Barbosa et al. (2005) avaliando o efeito do fornecimento de nitrogênio sob diferentes relações nitrato/amônio, verificaram adequada concentração de N, P, K, Ca, Mg e S para o pleno desenvolvimento das plantas de crisântemo quando a relação  $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$  de 50/50, aumentando assim a eficiência na utilização de N. No entanto, Carvalho et al. (2006) trabalhando com *Verninia herbácea* (Vell.) Rusby sob diferentes relações dessas fontes de N não verificaram preferência para as fontes nitrogenadas, podendo seu cultivo ser realizado sob qualquer uma dessas fontes.

A matéria seca do quibeiro foi distribuída de forma diferente de acordo com as doses e formas de nitrogênio. A matéria seca das raízes apresentou valores médios de 21,3% e 22,7% nas doses de 50 e  $100 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente. Para maior dose de N as porcentagens variaram 18% a 24,5%, para as relações  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  de 100/0 e 0/100, respectivamente (Figura 1A), enquanto que na menor dose de N, foram observados os valores mínimos de 16,6% encontrados na relação 75/25 ( $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ ) e máximos de 27,1% na relação 0/100 (Figura 1B). Para matéria seca do caule foram encontrados valores médios de 34% para ambas as doses de N, sendo verificada ainda a maior porcentagem da matéria seca do caule na maior concentração de amônio para menor dose de N, e, quando se aplicou igualmente amônio e nitrato na maior dose de N (Figura 1B). O maior desenvolvimento das folhas foi encontrado na relação  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  de 50/50 (50,7%) para dose de  $100 \text{ mg kg}^{-1}$ , no entanto, para a dose de  $50 \text{ mg kg}^{-1}$ , o maior valor foi encontrado na relação  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  75/25 (Figura 1B).



**Figura 1.** Distribuição de matéria seca do quiabeiro fertilizado com diferentes doses de nitrogênio (100 mg kg<sup>-1</sup> (1A) e 50 mg kg<sup>-1</sup> (1B)) e diferentes relações  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ , razão de área foliar (1C) e área foliar específica (1D) do quiabeiro fertilizado com diferentes doses de nitrogênio em diferentes relações  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ .

Estudos realizados com *Vernonia herbácea* (Vell.) Rusby, uma Asteraceae perene de Cerrado, mostraram que as plantas acumulam mais matéria seca aérea e subterrânea quando recebem soluções enriquecidas com nitrato (CUZZUOL et al., 2005). Jacob Neto (1998) observou efeito benéfico do íon  $\text{NH}_4^+$  sobre o crescimento de *Acacia mangium*, refletindo positivamente na acumulação de matéria seca da parte aérea, sendo observado crescimento cerca de 40% menor, quando utilizou nitrogênio na forma nítrica.

A razão de área foliar (RAF) foi pouco influenciada pelos tratamentos avaliados, com os valores variando entre 45,6 e 66,0 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> nas relações  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$  de 75/25 e 0/100, respectivamente, para a dose 50 mg kg<sup>-1</sup> de solo, enquanto que para a dose de 100 mg kg<sup>-1</sup>, foi verificado uma variação de 39,9 a 53,64 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>, sendo verificado ainda que na maioria das relações  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ , os maiores valores foram obtidos com a dose de 50 mg kg<sup>-1</sup> (Figura 1C). A razão de área foliar (RAF) é um componente morfológico do crescimento que representa a superfície assimilatória por unidade de matéria seca total, os valores de RAF normalmente decrescem com a ontogenia das plantas.

Os maiores valores da área foliar específica (AFE) foram encontrados na maior dose de N (100 mg kg<sup>-1</sup> de solo), independente da relação  $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ , com as maiores diferenças entre as doses sendo observadas quando se aumentou a participação do nitrato. Pode-se observar que nas maiores proporções de nitrato ocorreu uma redução da AFE, independente das doses de nitrogênio (Figura 1D).

Segundo Claussen & Lens (1999) a resposta fotossintética das plantas ao suprimento de nitrogênio nas formas de nitrato e/ou amônio depende da espécie estudada. Lasa et al. (2001) trabalhando com girassol e espinafre, verificaram que as plantas supridas apenas com amônio apresentaram menor taxa de fotossíntese, quando comparadas àquelas supridas apenas com nitrato. De modo semelhante, Cramer e Lewis (1993) observaram redução da taxa fotossintética em plantas de milho cultivadas com amônio, sendo verificado ainda uma redução da concentração interna de CO<sub>2</sub>, e conseqüentemente, o fechamento estomático das plantas. Raab & Terry (1994) verificaram maior taxa fotossintética quando as plantas foram supridas com nitrogênio na forma amoniacal, em decorrência da manutenção da condutância

estomática e do aumento da concentração de enzimas relacionadas com a bioquímica da fotossíntese.

Mota et al. (2008) avaliando a composição mineral dos frutos de quatro cultivares de quiabeiro verificaram que o nitrogênio é o mineral mais abundante, verificaram ainda que das frações de nitrogênio que constituem o nitrogênio total, foi observado teor mais elevado para o nitrogênio orgânico amônio com 18,7 g kg<sup>-1</sup> em relação ao nitrato com 0,6 g kg<sup>-1</sup>, para valores médios entre as quatro cultivares estudadas.

## CONCLUSÕES

1. Houve interação significativa entre doses e forma de nitrogênio em todos os parâmetros biométricos de crescimento avaliados.
2. O maior desenvolvimento das plantas foi observado com a maior dose de nitrogênio, na maior participação da forma amoniacal.

## REFERÊNCIAS

BARBER, K. L.; PIERZYNSKY, G. M. Ammonium and nitrate source: Effects on field crops. *J. Fert. Issues, St. Louis* 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. 2005. Concentração de macronutrientes em crisântemo de vaso, cultivado sob diferentes relações NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. *Acta Scientiarum Agronomy, Maringá*, v.27, n.3, p.387-394, 2005.

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

CARVALHO, P. G.; AIDAR, M. P. M.; ZAIDAN, L. B. P.; CARVALHO, M. A. M. Aspectos do crescimento e atividade da redutase do nitrato em plantas de *vernonia herbacea* (Vell.) Rusby submetidas a diferentes fontes de nitrogênio. *Hoehnea, São Paulo*, v.33, p.:89-97, 2006.

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, n.1, p.95-102, 1999.

CRAMER, M. D.; LEWIS, O. A. M. The influence of nitrate and ammonium nutrition on the growth of wheat (*Triticum aestivum*) and Maize (*Zea mays* L.) plant. *Annals of Botany*, v.72, n.4, p.359-365, 1993.

CRUZ, J. L.; PELACANI, C. R.; ARAÚJO, 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.

CUZZUOL, G. R. F.; CARVALHO, M. A. M.; ZAIDAN, L. B. P. Growth, photosynthase partitioning and fructan accumulation in plants of *Vernonia herbacea* (Vell.) Rusby under two nitrogen levels. *Brazilian Journal of Plant Physiology, Pelotas*, v.17, n.4, p.273-281, 2005.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212p.

Filgueira, F. A. R. Novo manual de olericultura. Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV. 2003. 412p.

JACOB NETO, J.; GOI, S. R.; SPRENT, J. I. Efeito de diferentes formas de nitrogênio na nodulação e crescimento de *Acacia mangium*. *Floresta e Ambiente, Seropédica*, v.5, n.1, p.104-110, 1998.

KANT, S.; KANT, P.; LIPS, H.; BARAK, S. Partial substitution of NO<sub>3</sub><sup>-</sup> by NH<sub>4</sub><sup>+</sup> fertilization increases ammonium assimilating enzyme activities and reduces the deleterious effects of salinity on the growth of barley. *Journal of Plant Physiology*, v.164, n.3, p.303-311, 2007.

LASA, B.; FRECHILLA, S.; LAMSFUS, C.; APARICIO-TEJO, P. M. The sensitivity to ammonium nutrition is related to nitrogen accumulation. *Scientia Horticulturae, Amsterdam*, n.91, n.1/2, p.143-152, 2001.

Marschner, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2. ed. New York: Academic Press. 1995. 889p.

Mota, W. F.; Figer, F. L.; Casali, V. W. D. Olericultura: Melhoramento genético do Quiabeiro. Viçosa: UFV. 2000. 144p.

Mota, W. F.; Finger, F. L.; Silva, D. J. H.; Corrêa, P. C.; Firme, L. P.; Ribeiro, R. A. Composição mineral de frutos de quatro cultivares de quiabeiro. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v.32, n.3, p.762-767, 2008.

Muniz, M. A.; Barbosa, J. G.; Grossi, J. A.; Orbes, M. Y.; Sá, P. G. Produção e qualidade de crisântemos de vaso fertirrigados com diferentes relações nitrato/amônio. *Bioscience Journal, Uberlândia*, v.25, n.1, p.75-82, 2009.

*Artigo Científico*

Oliveira, F. A.; Medeiros, J. F.; Maracajá, P. B.; Oliveira, M. K. T. O.; Guimarães, I. P. Desenvolvimento inicial do milho pipoca cultivado sob diferentes relações  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ . Revista Caatinga, Mossoró, v.21, n.5, p.179-201, 2008.

Raab, T. K.; Terry, N. Nitrogen-source regulation of growth and photosynthesis in *Beta vulgaris* L. Plant Physiology, Bethesda, v.105, n.4, p.1159–1166, 1994.

Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia Vegetal. Trad. Eliane Romanato Santarém (et al.). 3. ed. Porto Alegre: Artemed.Editora, 2003. 719p.

Vose, P. B. Plant nutrition relationships at the wholeplant level. In: BALIGAR, V. C.; DUNCAN, R. R. (eds.). Crops as enhancers of nutrient use. Academic Press, San Diego, p. 65-80. 1990.

Recebido em 10/12/2010

Aceito em 20/04/2011