

DESENVOLVIMENTO INICIAL DO MILHO PIPOCA CULTIVADO SOB DIFERENTES RELAÇÕES $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$

Francisco de Assis de Oliveira

Engº Agrº Mestrando em Irrigação e Drenagem, Bolsista Capes, UFERSA, Mossoró - RN.
E-mail: thikaoamigao@bol.com.br

José Francismar de Medeiros

Engº Agrº, D. Sc. Bolsista de Pesquisa CNPq, Deptº Ciências Ambientais, UFERSA, Mossoró - RN.
E-mail: jfmedeir@ufersa.edu.br

Patrício Borges Maracajá

Engº. Agrº. D.Sc., UFERSA, Departamento de Ciências Vegetais, Mossoró - RN.
E-mail: patricio@ufersa.edu.br

Mychelle Karla Teixeira de Oliveira

Engª Agrª Mestranda em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró - RN.
E-mail: mychellekarla.oliveira@bol.com.br

Isaias Porfírio Guimarães

Engº Agrº Mestrando em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró - RN.
E-mail: mychellekarla.oliveira@bol.com.br

Resumo – A cultura do milho pipoca apresenta-se como uma cultura promissora para região do nordeste brasileira, no entanto ainda são escassos estudos que viabilizem a expansão desta cultura, especialmente quanto a fertilização. Este experimento foi realizado no departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes relações amônio:nitrato no desenvolvimento inicial do milho pipoca. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, com os tratamentos sendo constituídos de diferentes relações $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ (0/100, 25/75, 50/50, 75/25 e 100/0) e a unidade experimental representada por uma planta/vaso. Aos 45 DAS as plantas foram coletadas e avaliadas, quanto à altura, número de folhas, área foliar, diâmetro o colmo e matéria seca total. Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam que plantas de milho pipoca apresentam um maior desenvolvimento quando o suprimento de nitrogênio é realizado com aplicação deste nutriente na forma amoniacal.

Palavras-chave: *Zea mays everta*, nitrogênio, nitrato, amônio.

INITIAL DEVELOPMENT OF POP CORN CULTIVATED UNDER DIFFERENT $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ RATIO

Abstract - The culture of the popcorn comes as a promising culture for region of the Brazilian northeast, however they are still scarce studies to make possible the expansion of this culture, especially as the fertilization. This experiment was accomplished in the department of Environmental Sciences of the Rural Federal University of the Semi-arid (UFERSA), Mossoró, RN, with the objective of evaluating the effect in different ammonium:nitrate ratios in the initial development of the popcorn. The design was used randomized entirely with five treatments and four repetitions, with the treatments being constituted of ratios different $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ (0/100, 25/75, 50/50, 75/25 and 100/0) and the experimental unit acted by a plant/vase. To the 45 DAS the plants were collected and appraised, as for the height, number of leaves, leave area, diameter the stem and matter total dry. The results obtained in this work evidence that plants of popcorn present a larger development when the supply of nitrogen is accomplished with application of this nutritious one in the form ammonium.

Keywords: *Zea mays everta*, fertirrigation, nitrogen, nitrate, ammonium.

INTRODUÇÃO

O milho-pipoca se caracteriza por possuir grãos pequenos e duros que têm a capacidade de estourar

quando aquecidos em torno de 180 °C, diferenciando-se, deste modo, do milho comum, o entanto, pertence à mesma espécie botânica (*Zea mays* L.). O consumo nacional desse produto está em torno de 80 mil toneladas,

sendo que 75%, desse mercado, é proveniente do milho importado, principalmente da Argentina (SAWAZAKI, 2001).

A cultura do milho-pipoca pode ser uma boa alternativa para os pequenos produtores do Nordeste brasileiro, no entanto são indispensáveis estudos que possibilitem o manejo adequado dessa cultura, principalmente no tocante a nutrição.

Ferreira (1997) relata que dentre os macronutrientes essenciais para a cultura de milho, o nitrogênio é considerado um dos elementos fundamentais para obtenção de aumento na produtividade, uma vez que apresenta suma importância no metabolismo das plantas, participando como constituinte de moléculas de proteínas, coenzimas, ácidos nucléicos, citocromos e de moléculas de clorofila.

Segundo Cobucci (1991), o nitrogênio é um dos nutrientes que apresentam os maiores efeitos no aumento de produtividade da cultura de milho, sendo que, aplicações de nitrogênio podem interferir em diversas características da planta relacionadas ao crescimento e desenvolvimento que afetam a produtividade.

Para Barber & Mills (1980), além da quantidade de nitrogênio disponível, um fator que pode alterar o crescimento das plantas é a proporção $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ presente no solo.

As plantas superiores podem adquirir o nitrogênio (N) como NH_4^+ e NO_3^- que são as formas mais comuns encontradas na solução do solo. Em comparação com o suprimento de nitrato, a utilização de NH_4^+ pode oferecer vantagens energéticas (RAVEN et al., 1992). De forma geral, as plantas são hábeis em absorver NO_3^- . Todavia, 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.

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).

Cruz et al. (2006) avaliando a nutrição nitrogenada com diferentes relações nitrato/amônio na cultura da mandioca, cultivada em solução nutritiva, verificaram que a eficiência de absorção de N foi maior para os tratamentos que receberam as duas maiores proporções de NH_4^+ . Verificaram ainda, que as plantas que receberam apenas NH_4^+ foi 70% superior à eficiência obtida pelas plantas que receberam apenas o NO_3^- . Nas plantas supridas apenas com nitrato, verificou-se redução de aproximadamente 10% no número de folhas e de 15% na área foliar; já o amônio proporcionou reduções de 21% e 31%, respectivamente.

Apesar da grande importância sobre a nutrição das plantas, ainda são escassos estudos científicos sobre a melhor a nutrição nitrogenada para diferentes culturas, em especial quanto à forma de nitrogênio visando aumentar assim a eficiência na produtividade das culturas, assim, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes relações nitrato/amônio no acúmulo

de matéria seca e nutrição do milho pipoca.

MATERIAL E MÉTODOS

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

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, sendo os tratamentos compostos por diferentes relações $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ (0/100, 25/75, 50/50, 75/25 e 100/0), a unidade experimental representada por uma planta/vaso.

As fontes de nutrientes utilizadas foram: Sulfato de amônio, Nitrato de cálcio, Cloreto de cálcio, Cloreto de potássio e superfosfato simples. Foram aplicados em cada vaso 100, 200 e 100 mg kg de solo, para N, P e K, respectivamente. O fornecimento dos nutrientes foi realizado em dose única, aplicado ao solo e homogeneizado, ficando incubado ainda por um período de 15 dias, quando foi efetuada a semeadura.

O trabalho foi conduzido em vasos plásticos com capacidade de 12 kg de solo, sendo os vãos perfurados no fundo para facilitar a drenagem. Foram utilizadas amostras da camada de 0-20 cm de um Argissolo de textura arenosa, coletado no campus da UFERSA. O solo coletado foi seco ao ar e em seguida tamizado em malha de 4 mm, sendo retirada uma amostra para fins de análise físico-química, apresentando as seguintes características pH=6,9; CE=0,7 dS m⁻¹; Ca²⁺=4,1; Mg²⁺=2,0; K⁺=0,27; Na⁺=0,11; Al³⁺=0,05; cmo_c dm⁻³ e P=35,61 mg dm⁻³. O substrato utilizado neste trabalho foi obtido com a mistura de solo com esterco bovino curtido (3:1).

Foram semeadas cinco sementes por vaso, deixando duas plantas em cada vaso após o desbaste, realizado aos 6 dias após a emergência. Foi utilizada semente de milho pipoca, híbrido 'Zélia', por ser um dos genótipos mais cultivados no Brasil. É um híbrido triplo que em culturas bem conduzidas, produz grãos tipo pérola de cor laranja com boa qualidade de pipoca, sendo um dos genótipos mais produtivos (COIMBRA, 2000).

Durante o período experimental a umidade do solo foi mantida em 70% da capacidade máxima de retenção de água do solo, com reposição da água evapotranspirada mediante a diferença da pesagem diária dos vasos.

As plantas foram coletadas 40 dias após a semeadura, quando foram observados os primeiros primórdios do florescimento. As plantas foram cortadas rente ao solo, em seguida foram ensacadas e transportadas para ao laboratório de Irrigação e Drenagem do Departamento de Ciências Ambientais da UFERSA, onde foram separadas em colmo, folhas.

As variáveis analisadas foram: altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro do colmo (DC) e matéria seca total (MST). Para o número de folhas foram consideradas apenas as folhas ativas; na determinação da área foliar foi utilizando o integrador modelo LI-3100, da Licor; a altura foi determinada através de uma trena, com as plantas colocadas sobre a bancada e o diâmetro do colmo com um paquímetro. Para determinação da matéria seca total (g) as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e postas para secar em estufa de circulação forçada, à temperatura de 70 °C ±1 °C, até atingir peso constante, em seguidas foram pesadas em balança analítica de precisão 0,01g. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste F, para

avaliar os efeitos dos fatores estudados com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizada a análise de variância verifica-se que não ocorreu efeito significativo dos tratamentos para altura das plantas, no entanto foram observados respostas significativas para o número de folhas e matéria seca total ($p < 0,01$), para área foliar, e diâmetro do colmo ($p < 0,05$), demonstrando assim que a cultura do milho pipoca responde as diferentes formas de nitrogênio (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro do colmo (DC) e matéria seca total (MST) do milho pipoca fertilizado com nitrogênio em diferenças relações $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$. UFERSA, Mossoró, 2007

Fonte de variação	GL	----- Quadrados médios -----				
		ALT	NF	AF	DC	MST
Tratamentos	4	0,014 ^{ns}	3,43**	151633,73*	0,015*	13,44**
Resíduo	15	0,004	0,35	36695,68	0,003	2,56
C.V. (%)		6,59	4,70	15,89	6,0	19,17
Média geral		1,06	8,45	1205,70	0,98	8,36

*Significativo a 0,01 de probabilidade, ** Significativo a 0,05 de probabilidade, ^{ns} Não significativo.

Não foi observada resposta significativa para altura das plantas, com os valores variando de 0,98 m a 1,13 m, no entanto, pode-se observar que os maiores valores foram encontrados nos tratamentos com maior participação do nitrogênio amoniacal (Figura 1A). Para o número de folhas, foi observado diferença significativa entre os tratamentos, com os maiores valores sendo encontrados nos tratamentos com as maiores relações de nitrato ou amônio, enquanto que o menor desempenho foi encontrado quando se aplicou o nitrogênio em igual proporção amônio e nitrato (50/50), enquanto que os demais tratamentos não diferiram entre si (Figura 1B). De acordo com Below (1995), embora o aumento no suprimento de NH_4^+ nos solos possa melhorar a performance da planta, numerosas espécies têm mostrado absorver mais N e crescer mais rapidamente quando supridas com misturas de NO_3^- e NH_4^+ que quando adubadas somente com NO_3^- .

Semelhante aos resultados encontrados para o número de folhas, os maiores valores da área foliar foram encontrados nos tratamentos com as maiores relações de nitrato ou amônio, enquanto que o menor desempenho foi observado para o tratamento com igual relação NO_3^- e NH_4^+ (50/50), apresentando área foliar de 965,9 cm² (Figura 1C). para os demais tratamentos, embora não se tenha encontrado diferença significativa, se pode observar que os maiores valores foram obtidos nas maiores participações do nitrogênio amoniacal (25/75 e 0/100), com valores de 1312,0 cm² e 1431,9 cm², respectivamente (Figura 1C).

Dentre os principais parâmetros estudados para o desenvolvimento das plantas, a área foliar destaca-se por determinar a acumulação de matéria seca, o metabolismo vegetal, a capacidade fotossintética potencial, o rendimento e qualidade da colheita (JORGE & GONZÁLEZ, 1997). Cramer & Lewis (1993) observaram redução da taxa fotossintética em plantas de milho cultivadas com amônio, sendo verificado ainda uma redução da concentração interna de CO_2 , e conseqüentemente, o fechamento estomático das plantas. No entanto, 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.

Para o diâmetro do colmo foi encontrado efeito significativo dos tratamentos avaliados, com incremento à medida que se aumentou a participação do amônio (Figura 1D), com os valores encontrados variando de 0,94 cm (0/100) a 1,09 cm (100/0), no entanto, apenas o tratamento na relação $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ de 100/0 diferiu dos demais. O acúmulo de matéria seca total também foi influenciado pelas diferentes relações $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$ e, com os maiores valores sendo encontrados nas maiores concentrações de amônio (Figura 1E). Sun et al. (1992) observaram efeito benéfico do íon 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 o nitrato foi à fonte de nitrogênio utilizado.

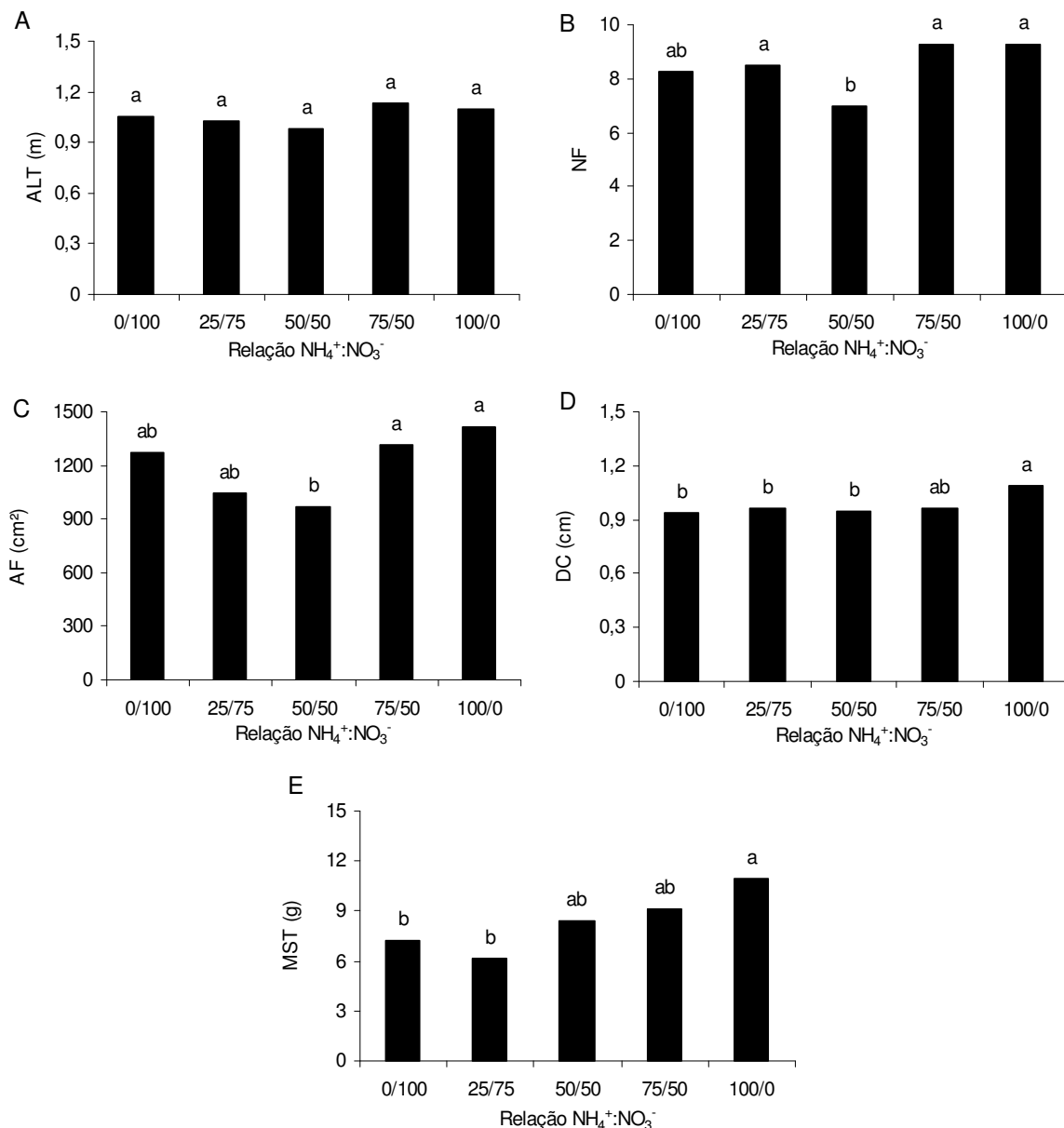


Figura 1. Valores médios para altura (A), número de folhas (B), área foliar (C), diâmetro do colmo (D) e matéria seca total (E) do milho pipoca fertilizado com nitrogênio em diferenças relações $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$. UFERSA, Mossoró, 2007

De acordo com Lemos (1996), as taxas de absorção relativas de nitrato e amônio pelas plantas superiores são influenciadas por fatores como: a proporção de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ no meio, pH, temperatura, intensidade luminosa, concentração de carboidratos nas raízes, entre outros. O autor comenta ainda que algumas espécies tendem a absorver o nitrato mais rapidamente do que o amônio, enquanto outras agem justamente ao contrário, preferindo absorver o amônio. Em adição à absorção diferencial, o uso do nitrogênio absorvido também pode variar em função da proporção de $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$ no meio de cultivo, pois, o nitrato para ser utilizado necessita ser reduzido, em um processo dependente de energia e mediado pelas enzimas redutase do nitrato e

redutase do nitrito, enquanto o amônio dispensa essa etapa para ser assimilado (TAIZ & ZEIGER, 1998).

A partir dos resultados encontrados neste trabalho, pode-se verificar que, em relação às formas dos adubos, o milho prefere os fertilizantes nitrogenados de formas amoniacais. Segundo Warncke & Barber (1973), o íon amônio (NH_4^+) é utilizado preferencialmente nos primeiros estádios de desenvolvimento e o íon nitrato (NO_3^-) nos estádios finais.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho evidenciam que a cultura do milho pipoca apresenta um maior desenvolvimento quando o suprimento de nitrogênio é realizado com aplicação deste nutriente na forma amoniacal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBER, K.L.; PIERZYNSKY, G.M. Ammonium and nitrate source. Effects on field crops. **J. Fert. Issues**, Manchester, v. 8, p. 57-62, 1993.
- BARKER, A.V.; MILLS, H.A. Ammonium and nitrate nutrition of horticultural crops. **Horticultural Review**, Westport, v.2, p.395-423, 1980.
- BELOW, F.E. Physiology, nutrition, and nitrogen fertilization of corn in the United States. In: SIMPÓSIO SOBRE FISIOLOGIA, NUTRIÇÃO, ADUBAÇÃO E MANEJO PARA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL DE CITROS, Piracicaba, 2000. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 2000. (CD-ROM).
- CARMO FILHO, F.; OLIVEIRA, O.F. **Mossoró: um município do semi-árido nordestino, caracterização climática e aspecto florístico**. Mossoró:ESAM, 1995. 62p. (Coleção Mossoroense, série B).
- COBUCCI, T. **Efeitos de doses e épocas de aplicação do adubo nitrogenado no consórcio milho-feijão**. Viçosa, 1991. 94p. Dissertação (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.
- 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**, London, v.72, p.359-365, 1993.
- 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.
- FERREIRA, A.C.B. **Efeitos da adubação com N, Mo e Zn sobre a produção, qualidade de grãos e concentrações de nutrientes no milho**. Viçosa, 1997. 73p. Tese (Mestrado) – Universidade federal de Viçosa.
- FERREIRA, D.F. **Manual do sistema SISVAR para análises estatísticas**. Lavras: UFV, 2000, 66p.
- JORGE, Y.; GONZÁLEZ, F. 1997. Estimación del área foliar en los cultivos de ají y tomate. **Agrotecnia de Cuba**, Havana, v.27, n.1, p.123-126.
- LE MOS, G.B. de **Crescimento e atividade das enzimas de assimilação do nitrogênio em plantas jovens de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) cultivadas com diferentes relações de nitrato e amônio**. Lavras:UFLA. 1996. 56p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- RAAB, T.K.; TERRY, N. Nitrogen-source regulation of growth and photosynthesis in *Beta vulgaris* L. **Plant Physiology**, Bethesda, v.105, p.1159-1166, 1994.
- RAVEN, J.A.; WOLLENWEBER, B. HANDLEY, L.L.A. comparison of ammonium and nitrate as nitrogen sources for photolithotrophs. **New Phytol.**, 1992. 121:19-31.
- SAWAZAKI, E. A cultura do milho pipoca no Brasil. **O Agrônomo**, Campinas, v.53, n.2, p.11-13, 2001.
- SUN, J. S.; SANDS, R.; SIMPSON, R. J.; 1992. Genotypic variation in growth and nodulation by seedlings of *Acacia* species. **For. Ecol. Manag.**, v.55, p.209-223.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 2003. Trad. Eliane Romanato Santarém (et al.). 3. ed. Porto Alegre: Artemed.
- WARNCKE, D.; BARBER, S. Ammonium and nitrate uptake by corn (*Zea mays*, L.) as influenced by nitrogen concentrations and NH₄⁺/NO₃⁻ ratio. **Agronomy Journal**, v.65, p.950-954, 1973.