

FORMAS DE NITROGÊNIO NA NUTRIÇÃO MINERAL DO MILHO

C.A. Vasconcellos, V. M. C. Alves, S. N. Parentoni, M. X. dos Santos, C. A. P. Pacheco, I. E. Marriel

CNPMS/Embrapa. C. P. 151. 35 701 970. Sete Lagoas. MG.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio tanto pode ser absorvido na forma de N-NO₃ como na forma de N-NH₄. Todavia, a predominância de uma forma na absorção iônica acarreta problemas nutricionais diversos, principalmente no acúmulo diferencial de cátions e de ânions. No solo, o íon NH₄ é relativamente imóvel pois sofre a atração pelas cargas negativas do solo. O nitrato é um ânion móvel, movimentando-se com a água (solução do solo) motivo pelo qual ajusta-se como a forma mais disponível.

Chevalier & Sharader (1977), mencionaram que a capacidade da planta em absorver NH₄ e NO₃ pode variar durante o ciclo da cultura deixando evidência da importância da predominância do NH₄ após o pendoamento. Scharader et alii (1972), mencionaram a necessidade de haver, para a máxima produtividade, tanto o NH₄ como o NO₃ devendo haver, com frequência, maior concentração de NH₄. Este acúmulo de N após o pendoamento pode ser característica de milho temperado (Osaki, 1995) e, a forma preferencial de N, da sua quantidade (Xu et al 1992) durante o desenvolvimento da cultura, e do genótipo de milho (Smiciklas & Below, 1992).

O objetivo do presente trabalho, portanto, foi o de avaliar a influência da relação entre o N-NO₃ e o N-NH₄ em onze diferentes cultivares de milho procurando evidenciar materiais mais adaptados às condições de solos ácidos, quando há predominância do N-NH₄ e menores teores de cátions trocáveis.

Material e Métodos

Onze linhagens de milho de diferentes origens de seleção (L1- L37; L2- L 502020; L3- L 5185 02-11; L4- L 45 611; L5- L 845; L6- L51 28 41 28 91; L7- L10 17; L8- L 1154; L9- L 28 41; L10- L 724; L11- L 161-1) foram colocadas para germinar em papel toalha colocados em vasos com água destilada sob arejamento contínuo. Sete dias após, quatro plântulas de cada genótipo foram transplantadas para solução nutritiva completa, variando a relação N-NO₃ , N-NH₄ em 0,082, 0,33, 0,66 e 1:1. Semanalmente, as soluções foram trocadas e o pH ajustado a 6,0. As concentrações dos diferentes elementos, em todas as soluções de trabalho foram as constantes seguindo as recomendações de Foy et al (1967). O volume de solução consistia em 240mL por planta, e o total de 10,56 L. O teor de fósforo (%) destas sementes foram L1= 0,26; L2= 0,22; L3= 0,28; L4= 0,25; L5= 0,24; L6= 0,21; L7= 0,30; L8= 0,27;L9= 0,29; L10= 0,22; L11= 0,18.

Vinte e um dias após o transplantes das plântulas para a solução de trabalho, as plantas foram colhidas, separando-se a parte aérea do sistema radicular, colocados para secar a 75° C por 48 horas e determinado o peso seco. Seguiu-se a moagem e análise de P, Ca e Mg após a digestão nitro perclórica conforme descrito por Sarruge (1974).

O delineamento adotado foi o de parcelas subdivididas, quatro repetições, tendo-se as relações entre as formas de N nas parcelas e as linhagens nas sub parcelas. As análises estatísticas foram efetuadas através do programa MSTATC, desenvolvido pela Michigan State University.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na TABELA 1 tem-se as características influenciadas apenas pelo genótipo de milho. O teor inicial de P nas sementes não influenciou o peso seco final da parte aérea e das raízes, contudo, correlacionou-se positiva e significativamente com o percentual de P na parte aérea, $R_2 = 0,41\%$.

A eficiência nutricional para P, Ca e Mg não apresentou interação significativa com as relações entre as formas de N, todavia, foram influenciadas por estas relações.

Entre os genótipos, a linhagem 5 apresentou maior produção de parte aérea, produção total (parte aérea e raiz) e maiores quantidades de P absorvido. Em contraste, a Linhagem 4 apresentou menores produções e menores quantidades de P absorvido. Não houve correlação entre a matéria seca (M.S.) da parte aérea e a % de P nas raízes e na parte aérea, todavia, esta correlação da M.S. foi significativa e positiva com o P total acumulado nas raízes ($r = 0,90$) e na parte aérea ($r = 0,93$), ou seja, o P pode acumular-se nas raízes (e mesmo na parte aérea) em quantidades consideradas como consumo de luxo. Neste caso, o P acumulado não se transforma em massa vegetal. O percentual aumenta sem haver a contrapartida da produção de massa.

A eficiência nutricional, ou seja, a quantidade de massa produzida por unidade de nutriente absorvido não seguiu a mesma ordem para o P, o Ca e o Mg. Assim, para cada nutriente, uma linhagem específica apresentou-se melhor do que as demais. Para fósforo, a maior produção de massa por unidade de P foi obtida com os genótipos 2 e 10; para cálcio, destacou-se a linhagem 9 e, para Magnésio, as linhagens 2, 7, 8, e 9.

Dentre o complexo nutricional de solos ácidos, com baixos teores de P, de Ca e de Mg, a linhagem 9 é o mais adequado. Este genótipo, contudo, apresentou um dos menores acúmulo de P, tanto nas raízes como na parte aérea. Esta fato pode estar associado, tanto à sua capacidade de absorver o nutriente como à sua exigência. São dois aspectos contrastantes no complexo de solos ácidos. No primeiro, seria um genótipo inadequado; no segundo, adequado.

Este raciocínio também é válido para as linhagens com alta acúmulo de P (genótipo 5).

Quanto à sua capacidade de absorver, seria um genótipo adequado; quando à sua exigência, inadequado.

Na TABELA 2 estão os dados da eficiência nutricional para P, Ca e Mg e a sua dependência da relação entre as formas de N. As maiores eficiências para Ca e Mg foram obtidas quando houve a predominância da forma $N-NO_3$ sobre a forma $N-NH_4$. Para P, as maiores eficiências obtidas com a predominância de $N-NH_4$. Anderson et al. (1991) determinaram que, na predominância de $N-NH_4$, permanecendo o pH próximo a 6,0, obteve raízes mais grossas, maior peso e maior número de raízes nodais. Estes autores inferem que a anatomia do sistema radicular é dependente das formas de N e que, a presença de maiores teores de $N-NH_4$ traria o engrossamento das raízes.

O sistema radicular variou com as linhagens de milho e com as relações entre as formas de N. Apenas a linhagem 2 apresentou maior peso de raízes quando houve maiores valores de $N-NH_4$. As linhagens 1, 3, 4, 6, 7, 8, e 9 não apresentaram diferenças significativas para o peso de raízes entre as relações. As linhagens 5 e 10 apresentaram maior peso de raízes quando na presença de maiores valores de $N-NO_3$. Este fato demonstra a importância do genótipo nestes estudos de variação ambiental. Anderson et al (1991), por exemplo, apresentaram resultados com genótipos de milho com maior acúmulo de massa seca no sistema radicular na presença de $N-NH_4$.

Na presença de maiores teores de $N-NO_3$ houve redução no percentual de cálcio nos

genótipos 1,2,3,4,5,6,7 e 8. Nos genótipos 9, 10 e 11 não houve diferença significativas com a variação da relação entre as formas de N.

Quanto ao total de cálcio acumulado, contudo, apenas as linhagens 1,5 e 6 apresentaram maiores quantidades de Ca na parte aérea. Desta forma, a predominância do N-NH₄ apesar de favorecer aumentos no percentual de Ca na parte aérea, não houve efetividade em aumentar a produção de massa vegetal.

O percentual de Ca nas raízes de todos as linhagens aumentou linearmente com o aumento da proporção de N-NH₄ na solução nutritiva. O estudos destas regressões ajustadas determinou que as linhagens 1,2,4,7,8,9 e 10 apresentaram acúmulos semelhantes cuja equação linear foi $Y (\% \text{ de Ca}) = 0,37 + 0,47X$ (relação N-NH₄ /N-NO₃, $r = 0,99$). O aumento do percentual de cálcio nos genótipos 3 e 6 foi representado pela equação $Y = 0,30 + 0,78X$, $r = 0,99$; a do genótipo 6 por $Y = 0,32 + 1,02X$, $r = 0,98$ e a do genótipo 11, $Y = 0,53 + 0,67x$, $r = 0,98$.

Os demais genótipos, todavia, apresentaram menores valores , demonstrando haver acúmulo diferencia de Ca no sistema radicular com o aumento do N-NH₄.

O % de Mg na parte aérea foi influenciado pela proporção entre as formas N-NO₃ e N-NH₄ . O total de Mg na parte aérea foi maior nos genótipos 1, 5 e 6 quando houve aumento nos teores da forma N-NH₄, justificando a interação significativa entre genótipos e a relação entre a formas de N. O percentual de Mg nas raízes aumentou com os teores de N-NH₄. Este aumento foi diferenciado pelos genótipos, todavia, os maiores valores sempre foram obtidos na presença de maiores teores de N-NH₄.

CONCLUSÕES

Houve absorção diferenciada de Ca e de Mg quando se variou a proporção de N-NO₃ e N-NH₄. Esta variação foi dependente do genótipo. A proporção entre as formas de N influenciou a eficiência nutricional para P, Ca e Mg. A maior eficiência para P foi obtida quando houve equivalência entre a formas de N; as maiores eficiências para Ca e Mg foram obtidas quando houve maiores teores de N-NO₃

BIBLIOGRAFIA CITADA

ANDERSON, D.S.; TEYKER, R.H.; RAYBURN, A. L. Nitrogen form effects on early corn root morphological and anatomical development. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.14, p.1255-1266, 1991.

CHEVALIER,P.; SCHARADER, L.E. Genotypic differences im maize. **Crop Science**, Madison, v.17, p. 897-901, 1977.

Foy,C.D.; Fleming, A. F.; Burns, G.R.; Armingner, W.H. Characterization of differential tolerance among varieties os Wheat and barley. **Soil Science Society America Proceeding** , Madison, v.31, p.513-518, 1967.

Osaki, M. Comparison of productivity between tropical and temperate maize. I. Leaf senescence and productivity in relation to nitrogen nutrition. **Soil Science and Plant Nutrition**, Tokyo, v. 41,p.439-450, 1995.

Sarruge, J.R.; Haag, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974

scharader, L. E.; DOMSKA, D.; JUNG, JR, P.E.; PETERSON, L.A. Uptake and assimilation of ammonium-N and nitrate -N and their influence on the growth of corn (*Zea mays*, L) .**Agronomy Journal**, Madison, v. 64, p.690-695, 1972.

Smiciklas, K.D.; Below, F. E. Role of nitrogen form in determining yield of field-grown maize. **Crop Science**, Madison,. v.32, n.5, p.1220-1225, 1992.

Xu, Q. F; Tsai, C .L; Tsai, C.Y Interaction of potassium with the form and amount of nitrogen nutrition on growth and nitrogen uptake of maize. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 15, p.23-33, 1992.

TABELA 1. Características influenciadas apenas pelas linhagens:

Linhagens	Peso da P. aérea (g)* ¹	% de P P. aérea	% de P raiz	% de Mg P. aérea	Eficiência nutricional		
					Unidade de M.S./ unidade de nutriente		
					P	Ca	Mg
1	1,1de	0,64c	0,33a	0,32a	181de	170cd	306cd
2	1,9b	0,47f	0,31ab	0,25d	231a	150ef	402a
3	1,5c	0,70ab	0,34a	0,29abc	163ef	133e	336bc
4	1,2d	0,75a	0,31ab	0,29bcd	155f	146ef	359b
5	2,6a	0,65bc	0,33a	0,27ab	174def	172cd	357b
6	1,6c	0,62c	0,29b	0,30d	192cd	133f	298d
7	0,9e	0,54de	0,34a	0,25d	201bc	179cd	400a
8	0,9e	0,50ef	0,31ab	0,26cd	218ab	165de	409a
9	1,5c	0,52def	0,29b	0,21e	214ab	246a	431a
10	0,9e	0,50ef	0,28b	0,27bcd	227a	220b	358b
11	1,9b	0,56d	0,28b	0,26cd	203bc	188c	329bcd
Dms	0,28	0,05	0,04	0,05	19	19	35
C.V%	15,4	8	8,7	7,5	8,5	9,6	8,2

*¹ Dados relativos a quatro plantas. Médias seguidas pelas mesmas letras não apresentam diferenças significativas pelo Teste de Tukey a 5%.

TABELA 2 . Influência das formas de N na eficiência nutricional de P, Ca e Mg.

Relação entre as formas de N	Eficiência nutricional		
	Unidade de matéria seca/unidade de nutriente		
	P	Ca	Mg
0,082	193b	202a	398a
0,33	189b	181b	392a
0,66	191b	169c	337b
1,00	212a	139c	322b
Dms. Tukey a 5%	9	9	16

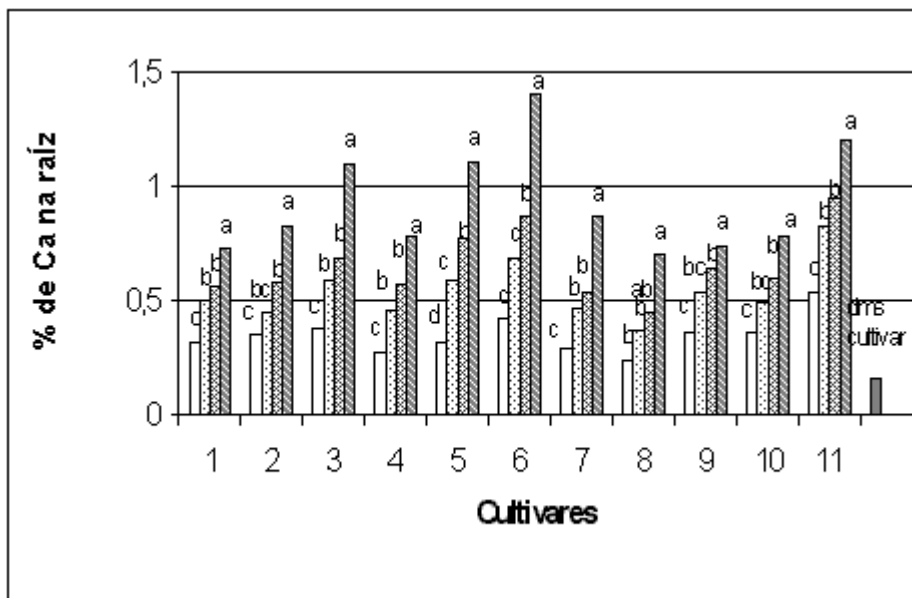
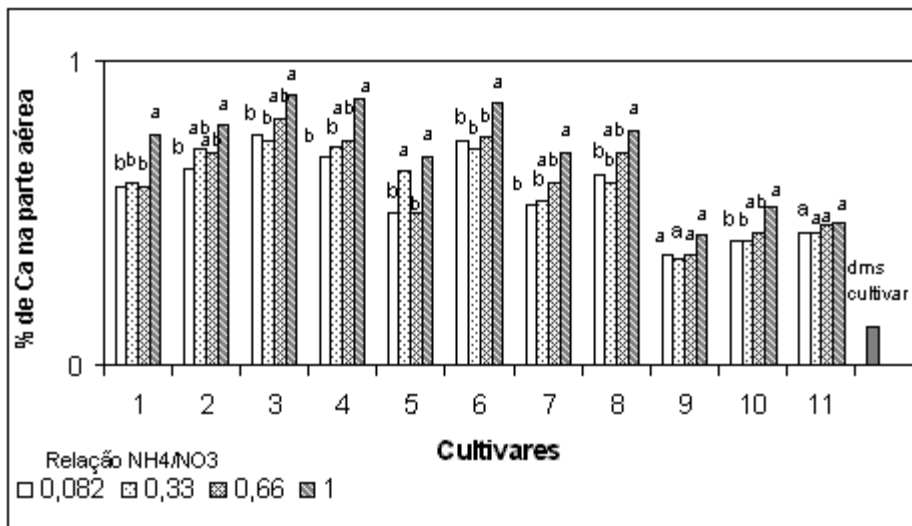


Figura 1. Variações do cálcio no sistema radicular e na parte aérea de diferentes genótipos de milho em função da relação N-NO₃/N-NH₄