

COMPETIÇÃO DE ADUBOS NITROGENADOS NA CULTURA DO MILHO  
(*Zea mays*, L.) cv. PIRANÃO, AVALIADA PELA PRODUÇÃO DE  
MATÉRIA SECA\*

Maria Domitila Thomazi\*\*  
Francisco de A. F. de Mello\*\*\*

RESUMO

Foi efetuado um ensaio de competição entre adubos nitrogenados fisiologicamente ácidos, em vasos, com a finalidade principal de se verificar o comportamento da uréia frente ao nitrato de amônio, sulfato de amônio, uréia + enxofre, este sob duas dormas: sulfato de potássio e sulfato de cálcio.

- 
- \* Parte da Dissertação de Mestrado em Solos e Nutrição de plantas apresentada pelo primeiro autor à E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, Piracicaba, S.P.
- \*\* Aluna do Curso de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP. Bolsista da CAPES.
- \*\*\* Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes, E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP.

A terra utilizada era de tabuleiro proveniente de Rio Largo, Alagoas, Brasil e o ensaio foi conduzido na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, localizada em Piracicaba, Brasil.

A planta teste foi o milho (Zea mays L.) cv. Piranão.

Resumindo, pode-se concluir que a dose de 240 kg N/ha foi excessiva em relação à de 120 kg N/ha. Doses menores que esta última devem ser experimentadas.

O nitrato de amônio superou os demais, na dose de 120 kg N/ha.

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui um parque industrial razoável de fertilizantes nitrogenados que, em 1982, foi responsável por 61,6% do total desses fertilizantes consumidos na lavoura nacional (ROCHA, 1983).

Embora a preços elevados, e sujeitos a aumentos contínuos, o consumo de adubos nitrogenados tem aumentando neste país nos últimos anos.

Esse aumento de produção se deve, indubitavelmente, a um incremento na produção de uréia.

Entretanto, muitos trabalhos de pesquisa realizados nos últimos anos, têm mostrado que a uréia aplicada no solo, ou via foliar, apresenta inconvenientes.

No segundo caso, estes são devidos ao biureto, quando presente em excesso.

No primeiro caso, o principal problema da uréia em relação a outros fertilizantes nitrogenados, talvez se deva a perdas de N por volatilização na forma amoniacal, conduzindo à produções menores.

Esses inconvenientes podem ser reduzidos através de um bom manejo desse fertilizante.

Para estudar esse aspecto, além de alguns outros problemas ligados à uréia fertilizante, em 1978 foi firmado um Protocolo entre Petrofértil/Nitrofértil-NE/Ultrafértil S.A./L.S.G.-ESALQ.

Esta dissertação é parte do referido protocolo e nela se pretendeu estudar, em condições de vasos, a competição entre adubos nitrogenados fisiologicamente ácidos, visando, sobretudo, o comportamento da uréia em relação a eles e tendo como parâmetros de avaliação a produção de massa vegetal e o acúmulo de N pelas plantas. Neste trabalho será tratado do aspecto produção de massa vegetal.

## REVISÃO DE LITERATURA

Muitos experimentos de competição entre adubos nitrogenados têm sido feitos em todo mundo, inclusive no Brasil.

A seguir serão feitas menções a alguns ensaios feitos no estrangeiro e, depois, a alguns efetuados no Brasil.

### Experimentos realizados no estrangeiro

DEVINE e HOLMES (1963 a) estudando a eficiência do nitrato de amônio, sulfato de amônio e uréia em pastagens de trevo, em solos variando de franco arenoso a franco argiloso, analisaram o rendimento em matéria seca em cortes sucessivos. Os menores rendimentos foram obtidos pela uréia, sendo esta relativamente menos eficiente que as outras duas fontes em um ou mais cortes. Acreditam os autores que a menor eficiência relativa da uréia foi devida à volatilização de  $\text{NH}_3$  oriundo da mesma.

WORKER (1976) comparou a eficiência da uréia em solos arenosos plantados com capim sudão, concluindo que a maior eficiência do sulfato de amônio para o desenvolvimento da grama foi devido à lixiviação da uréia da zona radicular, antes mesmo da sua amonificação.

MORRIS e JACKSON (1959), comparando três fontes de N com a uréia, em dose única ou parcelada, para produção de azevém em solo franco arenoso de pH 6,0, verificaram que ela foi tão eficiente quanto o nitrato de amônio, o nitrato de sódio e o sulfato de amônio como fonte de nitrogênio para a produção da forrageira.

DILZ e VAN BURG (1963), testando o efeito da uréia e nitrocálcio aplicados em solos argilosos e arenosos na produção de pastagem, verificaram ser a uréia menos eficiente em incrementar o rendimento de matéria seca e revelaram que a causa provável foi a evolução de  $\text{NH}_3$  da uréia, durante e após a hidrólise deste fertilizante.

SHENG (1964) estudou o efeito de diversas fontes de N para capim napier e concluiu que os fertilizantes cloreto de amônio, sulfato de amônio, uréia e nitrocálcio não diferiram significativamente entre si sobre a produção de matéria seca.

Comparando a eficiência da uréia recoberta com enxofre e sulfato de amônio, para produção de cana-de-açúcar em solo argiloso, DALAL e PRASAD (1975) encontraram que a uréia se mostrou inferior aos outros dois tratamentos, que não diferiram significativamente entre si. A uréia teve menor eficiência aplicada na superfície que quando aplicada a 10 cm de profundidade.

DU TOIT (1967) revisou os estudos sobre o uso e eficácia de diferentes formas de nitrogênio para cana-de-açúcar em diferentes climas e solos e constatou que na maioria dos países produtores dessa gramínea, os resultados médios obtidos para quantidades iguais de nitrogênio, aplicadas na forma de uréia e sulfato de amônio, foram praticamente idênticas.

ABRUÑA *et alii* (1962), comparando cinco fontes de nitrogênio com a uréia, aplicadas em solo argiloso, em um experimento de campo cultivado com café, constataram rendimentos mais baixos apenas para o nitrato de sódio, não havendo diferenças significativas de rendimento entre as outras fontes e a uréia.

Em um experimento em casa de vegetação com solo aluvial de pH 7,8, NARAIN e DATTA (1974), testando fontes de N e inibidores de nitrificação sobre o rendimento em peso da matéria seca de palha e grãos de trigo e arroz inundado, concluíram que a uréia e o sulfato de amônio foram igualmente eficientes e superiores ao nitrato de amônio para o arroz. Em relação ao trigo a uréia foi superior apenas à testemunha.

COURT *et alii* (1963), em um trabalho sobre os efeitos do nitrato de amônio e uréia no crescimento e produção da folhagem do milho, em 42 tipos de solos, constataram uma maior eficiência do nitrato de amônio em 90% dos solos examinados, tendo a uréia proporcionado maior rendimento em matéria seca apenas nos solos argilosos. Observaram também, que a uréia afetou negativamente várias fases

do desenvolvimento da planta em solos de textura arenosa, em maior proporção do que em solos argilosos, sendo possivelmente este, o motivo do menor rendimento com a uréia.

Testando a eficiência de diversas fontes de N na produtividade de cevada, em trabalhos instalados em solos barrentos, DEVINE e HOLMES (1963 b) concluíram pela menor eficiência da uréia e do nitrato de cálcio, em relação às outras fontes utilizadas. Constataram, também, que a uréia prejudicou mais a germinação que o sulfato e nitrato de amônio.

SAMUELS *et alii* (1960), comparando o sulfato de amônio e a uréia em condições de campo e seus efeitos na produção de tabaco, em solo argiloso de pH 5,5, não encontraram diferenças significativas entre as fontes em relação aos rendimentos obtidos.

ENYI (1965), em experimentos em casa de vegetação, comparou sulfato de amônio com uréia em solo argilo-arenoso, quanto ao rendimento em matéria seca de várias culturas (sorgo, milho, algodão, grão de bico, mamona). Concluiu que a eficiência da uréia sobre o rendimento e crescimento das plantas foi semelhante à do sulfato de amônio.

Em uma série de experimentos de campo, testando os efeitos de fontes de adubos nitrogenados sobre várias condições de clima e solos da Inglaterra, DEVINE e HOLMES (1963 c) concluíram que:

- 1) Na cultura de cevada os aumentos de rendimentos obtidos foram os mesmos com o emprego de uréia e de nitrato de amônio em solos ácidos. Em solos alcalinos, o nitrato de amônio foi mais eficiente que a uréia. Os autores não observaram influência da textura do solo ou da região.
- 2) Na cultura de beterraba, observaram as mesmas tendências obtidas com a cultura de cevada.
- 3) Para batata, o emprego da uréia resultou em menores

aumentos de produção que com o sulfato de amônio. Para esta cultura não se observou influência do pH do solo, textura do solo, região ou método de aplicação do adubo.

4) Trigo de inverno: na maioria dos experimentos realizados, a uréia não diferiu significativamente do nitrato de amônio e não foram observados efeitos de pH ou textura do solo.

5) Em pastagens, a resposta média à única aplicação de uréia foi inferior ao emprego de nitrato de amônio.

Esta inferioridade foi mais pronunciada em solos de pH maior que 7,0 e contendo bastante carbonato de cálcio, sendo menos marcante em solos ácidos. Os autores concluíram que na análise global para as culturas estudadas, a uréia proporcionou rendimentos significativamente menores que as outras fontes consideradas, em 28 dos 136 experimentos. Em casos isolados a uréia foi apenas 50 a 66% tão eficaz quanto as outras fontes em aumentar a produção, proporcionando significativamente maiores rendimentos em apenas 4 experimentos, 2 em batata e 2 com a cultura do trigo. Os autores acrescentaram que os menores rendimentos com a uréia nas várias culturas, podem ser explicados pela volatilização diferencial da amônia desta fonte em relação às outras fontes utilizadas.

#### Experimentos realizados no Brasil

ARRUDA (1960) não observou diferenças entre sulfato de amônio, uréia e nitrato de cálcio na produção de cana-de-açúcar, numa Terra Roxa.

Num ensaio de adubação nitrogenada em cana-de-açúcar, em Terra Roxa misturada, ALVAREZ *et alii* (1958) constataram que dos adubos empregados (salitre do Chile, sulfato de amônio, nitrocálcio, calciocianamida, uréia e torta de mamona) apenas a calciocianamida mostrou resultado inferior aos demais, sendo que estes não diferiram entre si.

BRASIL SOBRINHO *et alii* (1962) testaram os efei-

tos de diversos fertilizantes nitrogenados na cultura do abacaxi, durante duas produções consecutivas. Concluíram que, em ambas, nitrato de cálcio, uréia, nitrato de cálcio + enxofre e sulfato de amônio não diferiram entre si, mas foram superiores ao salitre do Chile no que concerne à produção de frutos.

Em dois ensaios de adubação do tomateiro, realizados em 1962-63, CAMPOS *et alii* (1963) não encontraram diferenças significativas entre salitre do Chile, sulfato de amônio, uréia e nitrocálcio.

GARGANTINI e OLIVEIRA (1972) estudaram, em vasos, os efeitos do salitre do Chile, sulfato de amônio e uréia, na produção de matéria seca da palha e de grãos de trigo. Verificaram que no primeiro caso, os três fertilizantes foram equivalentes e que na produção de grãos a ordem de eficiência foi: sulfato de amônio > uréia > salitre do Chile.

PEREIRA *et alii* (1976), estudando o efeito da uréia e do sulfato de amônio em solo de pH 8,0, sobre a produção de capim elefante, atribuíram a menor eficiência da uréia à perda de N por volatilização.

REIS *et alii* (1972) concluíram em seus estudos sobre efeitos de fontes, doses e épocas de aplicação de adubos nitrogenados na cultura do feijão que sulfato de amônio, salitre do Chile, uréia e fosfato de amônio eram igualmente eficientes; o cloreto de amônio foi inferior a todos eles.

Da revisão bibliográfica apresentada se constata que os valores fertilizantes dos adubos nitrogenados se equivalem, quando convenientemente utilizados, uma vez ou outra sobressaindo-se um ou outro fertilizante.



## MATERIAIS E MÉTODOS

A terra utilizada é de tabuleiro de Maceió (Rio Largo), Alagoas, e a planta teste foi o milho (Zea mays L.), cultivar Piranão.

As características físicas e químicas do solo se acham nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 - Características físicas da T.F.S.A. proveniente do solo empregado.

Características	Porcentagem
Areia total	49,1
Limo	8,3
Argila	42,6

Tabela 2 - Características químicas da T.F.S.A. provenientes do solo empregado.

Características	Valores	Interpretação
pH (relação 1:2,5)	4,90	baixo
C% <sup>3-</sup>	0,51	baixo
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> solúvel em H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,05N, e.mg/100 g de terra	0,02	baixo
K <sup>+</sup> trocável, e.mg/100 g de terra	0,03	baixo
Ca <sup>2+</sup> trocável, e.mg/100 g de terra	0,16	baixo
Mg <sup>2+</sup> trocável, e.mg/100 g de terra	0,32	baixo
Al <sup>3+</sup> trocável, e.mg/100 g de terra	0,76	alto
H <sup>+</sup> potencial, e.mg/100 g de terra	3,28	médio
N% total	0,05	baixo

Os métodos analíticos utilizados são os seguintes, sucintamente descritos:

- Análise mecânica - método da pipeta, usando calgon como dispersante;
- pH - potenciometricamente, com a relação terra-água igual a 1: 2,5;
- C% - oxidação com bicromato de potássio e redução do excesso deste por titulação com solução de sulfato ferroso;
- $PO_4^{3-}$  solúvel - método colorimétrico do molibdato de amônio extração com solução de  $H_2SO_4$  0,05 N e empregando ácido ascórbico como redutor;
- $K^+$  trocável - fotometria de chama; extração com solução de  $H_2SO_4$  0,05 N;
- $Ca^{++}$  e  $Mg^{++}$  trocáveis - quelatometria, extraíndo-os com solução de KCl N;
- N% total - método semi micro-Kjeldahl;
- $Al^{3+}$  trocável - extração com solução de KCl N e titulação do extrato ácido com solução 0,02 N em NaOH;
- $H^+$  potencial - extração com solução normal em acetato de cálcio e titulação do extrato ácido com solução 0,02 N em NaOH.

Os tratamentos utilizados são apresentados na Tabela 3.

O fósforo foi empregado como superfosfato triplo (45% de  $P_2O_5$ ); nos tratamentos 9 e 10, potássio e enxofre foram empregados com  $K_2SO_4$ ; nos demais tratamentos, potássio foi utilizado na forma de KCl; nos tratamentos 11 e 12, o enxofre foi aplicado na forma de gesso.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação. Foram utilizados vasos de 3,0 kg de terra submetidos aos tratamentos da Tabela 3, sendo os adubos bem misturados com a terra.

Tabela 3 - Tratamentos utilizados.

Tratamentos	Aubos	N - P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - K <sub>2</sub> O (kg/ha)
1	Testemunha absoluta	0 - 0 - 0
2	Testemunha sem nitrogênio	0 - 90 - 120
3	Uréia	120 - 90 - 120
4	Uréia	240 - 90 - 120
5	Nitrato de amônio	120 - 90 - 120
6	Nitrato de amônio	240 - 90 - 120
7	Sulfato de amônio	120 - 90 - 120
8	Sulfato de amônio	240 - 90 - 120
9	Uréia + S (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	120 - 90 - 120
10	Uréia + S (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	240 - 90 - 120
11	Uréia + S (gesso)	120 - 90 - 120
12	Uréia + S (gesso)	240 - 90 - 120

As terras foram umedecidas a 70% da capacidade de campo sendo, a seguir, colocadas 10 sementes de milho: dez dias após, fêz-se o desbaste, deixando-se 5 plantas por vaso.

A irrigação foi efetuada de acordo com as necessidades das plantas.

Deve-se acentuar que cerca de dois meses antes do plantio as terras receberam calagem. Na ocasião do mesmo, apresentavam pH em torno de 6,0.

A semeadura foi efetuada em 03/11/80 e a colheita em 29/12/80.

Na colheita foram separadas as partes aéreas das raízes. As raízes foram lavadas em água corrente, em solução de HCl a 0,2 e em água destilada. A seguir, partes aéreas e raízes foram secas em estufas a 60-70°C, pesadas e moídas para as análises químicas.

As determinações do N foram efetuadas pelo método semi micro-Kjeldahl.

Para a análise estatística dos resultados obtidos, estes foram, em todos os casos, reunidos em dois grupos: o primeiro formado pelos tratamentos que não receberam N, ou seja, pela testemunha absoluta 0-0-0 e pela testemunha sem N, 0-P-K; o segundo reúne os tratamentos que receberam N. As comparações entre tratamentos foram feitas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise de variância foi efetuada de acordo com o modelo seguinte:

## Modelo da análise de variância

Causa de variação	G.L.
Tratamento	11
Resíduo	36
Total	47
Grupo 1	1
Grupo 2	9
Grupo 1 X Grupo 2	1
Dose (D)	1
Adubo (A)	4
Inter. D X A	4
Doses d. Uréia	1
Doses d. nitrato de amônio	1
Doses d. Sulfato de amônio	1
Doses d. Uréia + $K_2SO_4$	1
Doses d. Uréia + $CaSO_4$	1
Adubos d. Dose 120	4
Adubos d. Dose 240	4

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

## Produção de matéria seca da parte aérea

O teste F revelou a existência de diferenças entre tratamentos porém, a adubação P K não afetou a produção de modo significativo, embora se trate de solo pobre em fósforo e em potássio. Contudo, numericamente, as produções nas parcelas que receberam P e K foram superiores às que não receberam.

Tratamento	Produção média, g/vaso	
0-0-0	3,680	a
0-P-K	8,465	a

A adubação nitrogenada aumentou significativamente a produção, como se observa a seguir:

Tratamento	Produção média, g/vaso	
Sem N	6,073	a
Com N	31,831	b (*)

isso revela que o nitrogênio é um elemento limitante da produção no solo utilizado.

Constata-se, também que houve efeito significativo de doses e de adubos nitrogenados. O efeito das doses é apresentado a seguir:

Dose	Produção média, g/vaso	
120	37,843	b
240	25,824	a

Observa-se que na dose mais elevada os adubos nitrogenados causaram menor produção em relação à dose de 120 kg N/ha. Embora o motivo desse comportamento não seja conhecido, pode-se pensar que se deva à maior redução do pH das terras, pois tratam-se de fertilizantes fisiologicamente ácidos, (NEVES *et alii*, 1960; MELLO E ANDRADE, 1973; MELLO *et alii*, 1980) ou à alimentação de luxo.

(\*) Em todas as comparações entre médias neste trabalho, letras iguais na mesma coluna significam que não há diferenças estatísticas entre as médias comparadas. Letras diferentes significam que há diferenças estatísticas entre as médias comparadas.

Resultado semelhante a esse foi constatado por MELLO e ARZOLLA ( no prelo ).

O efeito geral dos adubos nitrogenados é apresentado na Tabela 4.

Esses resultados esclarecem que a uréia aplicada isoladamente corresponde às menores produções e o nitrato de amônio, às maiores. Os demais tratamentos deram produções intermediárias.

Tabela 4 - Efeito geral dos adubos nitrogenados.

Adubo	Produção média, g/vaso	
Uréia	27,280	a
Uréia + CaSO <sub>4</sub>	30,809	ab
Sulfato de amônio	31,681	ab
Uréia + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	31,976	b
Nitrato de amônio	37,410	c

dms = 4,652

Em trabalho semelhante a este, MELLO e ARZOLLA (no prelo) verificaram a seguinte ordem de eficiência dos fertilizantes empregados: nitrato de amônio > uréia + gesso > uréia > sulfato de amônio.

A análise de variância revelou que houve efeito de doses dentro de adubos e de adubos dentro de doses. Os primeiros são apresentados na Tabela 5.

Pode-se constatar que apenas no caso do nitrato de amônio as produções correspondentes às doses de 120 kg N/ha e 240 kg N/ha não diferiram entre si. Nos demais casos, a dose 120 kg N/ha resultou em produções mais elevadas.



Tabela 5 - Efeito de doses dentro de adubos. Produção média, g/vaso.

Dose de N	Adubo				
	Uréia	Nitr. Am.	Sulf. Am.	Ur. + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ur. + CaSO <sub>4</sub>
120	34,588 b	40,440 a	37,788 b	37,790 b	38,610 b
240	19,973 a	34,380 a	25,575 a	26,163 a	23,008 a

dms = 9,339

No que concerne ao efeito de adubos dentro de doses os resultados estão contidos na Tabela 6.

Nota-se que na dose de 120 kg N/ha não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, o que concorda com MORRIS e JACKSON (1959), mas na dose de 240 kg N/ha houve. Neste caso, o nitrato de amônio causou a melhor produção. De um modo geral, a uréia determinou as produções mais baixas, o que pode ser devido à colatilização de N na forma amoniacal (MATOCHA, 1976; VOLK, 1959; RODRIGUES, 1983) tendo esse gás prejudicado o desenvolvimento das plantas, a absorção preferencial de N de outras fontes (SCARBROOK, 1970) ou à conhecida elevação inicial do pH do solo que pode ter sido suficientemente alta de modo a causar dano às raízes.

O teste F mostrou ter ocorrido diferenças entre tratamentos, sem efeito significativo da adição de fósforo e potássio, semelhante ao que foi observado no caso das partes aéreas, como aparece a seguir:

Tratamento	Produção média, g/vaso
0 - 0 - 0	3,613 a
0 - P - K	6,063 a

Entretanto, no caso das raízes, a falta de resposta à aplicação de fósforo e de potássio talvez possa, pelo menos em parte, ser atribuída à limitação de espaço imposta pelas paredes dos vasos.

De uma maneira geral, a dubação nitrogenada causou um aumento de produção de massa de matéria seca de raízes como se vê abaixo:

Tratamento	Produção média, g/vaso
Sem N	4,838 a
Com N	13,228 b

Também foi verificado um efeito de doses e de adu

Tabela 6 - Efeito de adubos dentro de doses.

Adubo	Dose	Produção média, g/vaso
Uréia	120 kg N/ha	34,588 a
Sulfato de amônio		37,788 a
Uréia + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		37,790 a
Uréia + CaSO <sub>4</sub>		38,610 a
Nitrato de amônio		40,440 a
Uréia	240 kg N/ha	19,973 a
Uréia + CaSO <sub>4</sub>		23,008 a
Sulfato de amônio		25,575 ab
Uréia + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		26,163 ab
Nitrato de amônio		34,380 b

dms = 9,339

bos nitrogenados.

No que concerne ao efeito das doses, constatou-se o que segue:

Dose	Produção média, g/vaso
120	15,866 b
240	10,589 a

Observa-se que a produção na dose de 240 kg N/ha foi menor que a observada na dose de 120 kg N/ha, de maneira semelhante à observada em relação à produção da parte aérea. Resultado idêntico já havia sido constatado por MELLO e ARZOLLA (no prelo).

No que tange ao efeito geral dos fertilizantes nitrogenados, os resultados estão expostos na Tabela 7.

Tabela 7 - Efeito geral dos adubos nitrogenados

Adubo	Produção média, g/vaso
Sulfato de amônio	10,801 a
Uréia + $K_2SO_4$	11,781 a
Uréia + $CaSO_4$	12,213 ab
Uréia	13,541 b
Nitrato de amônio	17,801 c

dms = 1,7540

Nota-se que, como aconteceu com a produção de parte aérea, o nitrato de amônio continuou a ser o tratamento mais eficiente. O sulfato de amônio e a uréia +  $K_2SO_4$  foram os tratamentos que determinaram as menores produções. Os tratamentos uréia +  $CaSO_4$  e uréia deram as produções intermediárias.

Sem fornecerem explicações, MELLO e ARZOLLA (no prelo) concluíram, em um ensaio realizado em vasos, que

a ordem de produção de raízes de milho era a seguinte, em relação aos adubos utilizados: nitrato de amônio > uréia + gesso > uréia > sulfato de amônio.

O efeito de dose dentro de cada adubo aparece na Tabela 8.

Os dados da Tabela 8 atestam que na dose de - 240 kg N/ha, as produções de raízes foram menores que na dose de 120 kg N/ha, possivelmente devido à redução de pH das terras, pois todos os fertilizantes nitrogenados empregados são fisiologicamente ácidos.

Verificou-se também, que houve efeito de adubos dentro de cada dose. Os resultados encontram-se na Tabela 9.

Os dados da Tabela 9 revelam que, nas duas doses utilizadas, o nitrato de amônio apresentou as maiores produções, os demais tratamentos não diferindo entre si.

A observação de que o sulfato de amônio, neste caso, apresentou-se como o tratamento menos eficiente, pode ser devido ao seu forte efeito acidificante, maior que os dos demais adubos utilizados no ensaio.

No que se refere à superioridade do nitrato de amônio em relação à uréia, esse fato também foi constatado por POWER *et alii* (1973) que o atribuíram às perdas de N da uréia por lixiviação (o que não ocorreu no presente trabalho) e volatilização na forma de  $NH_3$ .

Tabela 8 - Efeito de doses dentro de adubos. Produção média, g/vaso.

Dose de N	Adubo				
	Uréia	Nitr. Am.	Sulf. Am.	Ur. + K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ur. + CaSO <sub>4</sub>
120	17,865 b	18,348 b	13,168 b	14,695 b	15,255 b
240	9,218 a	17,255 b	8,435 a	8,868 a	9,170 a

dms = 3,5213

Tabela 9 - Efeito de adubos dentro de doses.

Adubo	Dose	Produção média, g/vaso
	120 kg N/ha	
Sulfato de amônio		13,168
Uréia + $K_2SO_4$		14,695
Uréia + $CaSO_4$		15,255
Uréia		17,865
Nitrato de amônio		18,348
	240 kg N/ha	
Sulfato de amônio		8,435
Uréia + $K_2SO_4$		8,868
Uréia + $CaSO_4$		9,170
Uréia		9,218
Nitrato de amônio		17,255

dms = 3,5213

## SUMMARY

This work was carried out in pots in order to study the fertilizer effect of urea in face of the ammonium sulphate and urea plus sulphur, being this last one under two forms: potassium sulphate and calcium sulphate.

A "tabuleiro" soil, from Rio Largo, State of Alagoas, Brazil, was used. The experiment took place at the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", University of São Paulo, located in Piracicaba, State of São Paulo, Brasil.

Corn plant (Zea mays L.) c.v. Piranão was used as test plant.

The evaluation parameters were production of dry matter.

In what concerns to the dry matter production, ammonium nitrate surpassed all the others in the rate of 120 kg N/ha.

In a general way the rate of 240 kg N/ha was excessive and injurious.

## LITERATURA CITADA

ABRUÑA, F.; J. VICENTE e S. SILVA, 1962. Efecto de várias fuentes de nitrogênio sobre los rendimientos de café cultivado intensamente. TurrialbaTurrialba, 12:97.

ALVAREZ, R.; A.L. SEGALLA e R.A. CATANI, 1958. Adubação da cana-de-açúcar. III - Fertilizantes nitrogenados.



Bragantia. Campinas, 17:141-155.

ARRUDA, H.V., 1960. Adubação nitrogenada de cana-de-açúcar. Bragantia. Campinas, 19:1105-1110.

BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; F.A.F. MELLO; H.P. HAAG; S. ARZOLLA e E.R. OLIVEIRA, 1962. Competição de adubos nitrogenados no abacaxizeiro. Boletim Técnico-Científico, ESALQ. Piracicaba, 12, 10 p.

CAMPOS, H.R.; L.S. CAMARGO; O.T. PRADO e S. ALVES, 1963. Adubação do tomateiro - Ensaio com diversos adubos nitrogenados. Bragantia. Campinas, 22:759-764.

COURT, M.N.; J.C. DICKINS; R.C. STEPHEN e J.S. WAID, - 1963. The influence of soil type on the response of maize to urea in glass-house experiments. Journal of Soil Science. Oxford, 14:247-255.

DALAL, R.C. e M. PRASAD, 1975. Comparison on sulphur - coated urea and ammonium sulphate amended with N-serve as sources of nitrogen for sugar cane. J. Agric. Sci. Cambridge, 85:427-433.

DEVINE, J.R. e M.R.J. HOLMES, 1963 a. Field experiments comparing ammonium nitrate, ammonium sulphate and urea applied repetitively to grassland. J. Agric. Sci. Cambridge, 60:297-304.

DEVINE, J.R. e M.R.J. HOLMES, 1963 b. Field experiments comparing ammonium sulphate, ammonium nitrate, calcium nitrate and urea combinedrilled with spring barley. J. Agric. Sci. Cambridge, 61:381-390.

DEVINE, J.R. e M.R.J. HOLMES, 1963 c. Field experiments on the value of urea as a fertilizer for barley, sugar beer, potatoes, winter wheat and grassland in Great Britain. J. Agric. Sci. Cambridge, 61:391-396.

- DILZ, I.K. e P.F.G. VAN BURG, 1963. Nitrogen fertilization of grassland. Stkstof. Gravenhage, 7:66-71.
- ENYI, B.A.C., 1965. The efficiency of urea fertilizer under tropical conditions. Plant and Soil. The Hague, 23:385-396.
- MATOCHA, J.E., 1976. Ammonia volatilization and nitrogen utilization from sulphur-coated urea and conventional nitrogen fertilizers. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Madison, 40:597-601.
- MELLO, F.A.F. e R.G. ANDRADE, 1973. A influência de alguns adubos nitrogenados sobre o pH do solo. Rev. Agric. Piracicaba, 48:68-78.
- MELLO, F.A.F.: S. ARZOLLA; J.C. KIEHL; M.O.C. BRASIL SOBRINHO; A. COBRANETO e R.I. SILVEIRA, 1980. Efeito da uréia e do sulfato de amônio sobre a acidez de um solo. In: XIV Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo. Cuiabá, 1980. S.B.C.S. p. 44.
- MORRIS, H.D. e J.E. JACKSON, 1959. Source and time of application of nitrogen for rye forage. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. Madison, 23:305-307.
- NARAIN, P. e N.P. DATTA, 1974. Comparative efficacy of nitrogenous fertilizers applied in conjunction with "N-serve", lindane and aldrin for rice and wheat. Indian J. Agric. Sci. New Delhi, 44:339-344.
- NEVES, O.S.; G.P. VIÉGAS e E.S. FREIRE, 1960. Efeito do uso contínuo de certos adubos azotados sobre o pH do solo. Bragantia. Campinas, 19:CXXV-CXXXII (nota 25).
- PEREIRA, J.R.; M.A.A. CAVALCANTE e F. LOPES FILHO, 1976. Perdas e nitrificação do nitrogênio em um Vertissolo do Médio São Francisco. In: Anais do 3º Seminário Nacional de Irrigação e Drenagem. Fortaleza, DNOCS.

4:353-359.

REIS, M.C.; C. VIEIRA e J.M. BRAGA, 1972. Efeito de fontes ; doses e épocas de aplicação de adubos nitrogenados sobre a cultura do feijão (Phaseolus vulgaris L.). Revista Ceres. Viçosa, 19:25-42

ROCHA, M., 1983. Produção e consumo de fertilizantes Informações Agronômicas Instituto Internacional de Potassa, Piracicaba, 22:3-5

RODRIGUES, M.B., 1983. Volatilização, distribuição e nitrificação da amônia proveniente da uréia aplicada em amostras de solo. Piracicaba, ESALQ/USP, 84 p. (Dissertação de mestrado)

SCARBROOK, C.E., 1970. Regression of nitrogen uptake on nitrogen added from four sources applied to grass. Agron. Journal. Madison, 62:618-620

SHENG, C.Y., 1974. Studies on the optimum amount and sources of fertilizers elements for napier grass. Soil and Fert. in Twain Taipei, 68

VOLK, G.A., 1959. Volatile loss of ammonia following surface application of urea to turf or bare soils. Agron. Journal. Madison, 51:746-749.

WORKER, Jr. G.G., 1976. Effect of urea and ammonium sulphate applied before sowing on sudam grass seedlings. J. Agric. Sci. Cambridge, 86:17-21.