



# FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola  
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

## Estado nutricional de plantas de milho submetidas a fontes e doses de nitrogênio em região Semiárida

**Henrique Antunes de Souza<sup>(1)</sup>, Ana Clara Rodrigues Cavalcante<sup>(1)</sup>, Roberto Cláudio Fernandes F. Pompeu<sup>(1)</sup>, Rafael Gonçalves Tonucci<sup>(1)</sup>, Viviane Cristina Modesto<sup>(2)</sup>, William Natale<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Pesquisador Embrapa Caprinos e Ovinos, henrique@cnpc.embrapa.br; anaclara@cnpc.embrapa.br; rpompeu@cnpc.embrapa.br; rgttonucci@cnpc.embrapa.br; <sup>(2)</sup> Pós-graduanda; Departamento de Solos e Adubos; FCAV/UNESP – Campus Jaboticabal, vivianemodesto@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Professor Adjunto Departamento de Solos e Adubos, FCAV/UNESP – Campus Jaboticabal, Bolsista PQ/CNPq, natala@fcav.unesp.br

**RESUMO** – O correto manejo da adubação nitrogenada e o emprego de tecnologias agregadas, aliados a cultivares adaptados a determinadas condições edafoclimáticas visam o melhor aproveitamento do N pelas plantas, em especial a cultura do milho. Assim, objetivou-se avaliar o estado nutricional de plantas de milho, em função da aplicação de fertilizantes nitrogenados em diferentes doses. O estudo foi conduzido no campo experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa/CNPQ) em Sobral-CE. Os tratamentos consistiram de cinco fontes de nitrogênio: uréia; uréia + NBPT; uréia + polímero; uréia + inibidor enzimático + B + Cu; e uréia + capeamento com S elementar, em três níveis de adubação nitrogenada em cobertura: 60, 45 e 30 kg ha<sup>-1</sup>, aplicados 30 dias após o plantio. A variedade estudada foi o milho BRS Gorutuba, adaptado às condições Semiáridas. Quando as plantas apresentavam-se 50% pendoadas, foram avaliadas quanto ao estado nutricional para macro e micronutrientes coletando-se a folha diagnóstica. Pode-se constatar que para N e S houve diferença dos tratamentos em relação à testemunha. A menor dose empregada, de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, para os adubos uréia + NBPT, uréia + polímero e uréia + inibidor enzimático promoveu adequado estado nutricional em N.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, fertilizantes revestidos, diagnose foliar

**INTRODUÇÃO** – O milho, devido ao seu alto potencial produtivo, composição química e valor nutricional, possui importante papel na economia e desenvolvimento social em várias regiões do país, como por exemplo, na região do Semiárido brasileiro.

Ainda, dentre os nutrientes essenciais ao crescimento e desenvolvimento das plantas, destaca-se o papel que o N desempenha nas plantas, o nitrogênio é constituinte de proteínas, das quais muitas têm funções enzimáticas e regulatórias importantes em todo o metabolismo da planta, ácidos nucleicos, fitocromos e clorofila. Ainda, afeta as taxas de iniciação e expansão foliar, o tamanho final e a intensidade de senescência das folhas (Malavolta, 2006). Entretanto, esse macronutriente é o que tem o

manejo e a recomendação de adubação mais complexos (Raij, 2011).

A uréia é o fertilizante nitrogenado mais utilizado no país devido ao seu baixo custo em relação às outras fontes de N, porém, quando aplicada ao solo, sem incorporação, pode levar a perdas de N para a atmosfera sob a forma de NH<sub>3</sub> (Silva et al., 2011), reduzindo sua eficácia, causando perdas em produtividade.

O emprego de fontes com tecnologias agregadas visa evitar essas perdas através do recobrimento dos fertilizantes tradicionais por substâncias orgânicas, inorgânicas ou resinas sintéticas, influenciando no mecanismo e na intensidade do processo de liberação do nutriente (Queiroz et al., 2011).

Diante da importância do manejo da adubação nitrogenada, objetivou-se avaliar a aplicação de doses de N em cobertura, empregando-se fontes com tecnologias agregadas, no estado nutricional na cultura do milho em região Semiárida.

**MATERIAL E MÉTODOS** - O experimento foi conduzido no campo experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa/CNPQ), situada no município de Sobral - CE, a 3° 41'S e 40° 20'W. O clima da região é do tipo BShw, segundo a classificação de Köppen, com estação chuvosa de janeiro a junho. A temperatura média anual é de 28°C e a precipitação média de 759 mm por ano.

O solo coletado na camada de 0-20 cm foi classificado como Luvissolo (EMBRAPA, 2006). As análises químicas para fins de fertilidade do solo foram realizadas segundo Raij et al., (2001), e encontram-se na Tabela 1. A variedade de milho utilizada foi a BRS Gorutuba, de ciclo superprecoce e adaptada às condições edafoclimáticas do Semiárido. O ensaio foi conduzido na safra 2010/2011.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com os tratamentos distribuídos às unidades experimentais segundo um arranjo fatorial 5 x 3 + 1, resultantes da combinação de cinco fontes de nitrogênio: uréia (45% de N); uréia + NBPT (45% de N); uréia + polímero (43% de N); uréia + inibidor enzimático (44,6% de N + 0,4% de B + 0,5% de Cu); e uréia + capeamento

com enxofre elementar (37% de N) em três níveis de adubação nitrogenada em cobertura 100%, 75% e 50% da dose recomendada para a cultura que foi de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N (Raij e Cantarella, 1997), os quais foram aplicados em cobertura, 10cm ao lado das plantas, 30 dias após o plantio, sem incorporação. Os demais nutrientes, aplicados no plantio, seguiram as recomendações de Raij e Cantarella (1997).

No estágio VT (pendoamento) (Ritchie et al, 1993), foram coletadas folhas para avaliação do estado nutricional segundo Cantarella et al. (1997), ou seja, o terço central das folhas da base da espiga. Os procedimentos de análise de macro e micronutrientes foram realizados segundo Bataglia et al. (1983).

De posse dos dados foi realizada a análise de variância e, quando significativo, executado os desdobramentos, além de contraste ortogonal entre os tratamentos e a testemunha, com auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2008).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO** – Com relação à diagnose foliar para macronutrientes observa-se resultado significativo para a interação doses versus adubos nitrogenados somente para N. Para magnésio e enxofre houve resultado significativo apenas para as fontes estudadas, em que para Mg a uréia com capeamento com S elementar apresentou superioridade em relação à uréia com polímero e, para S a mesma fonte foi superior à uréia com NBPT. Para o contraste, apenas o N e o S apresentaram diferença entre os tratamentos e a testemunha, sendo que as doses e fontes obtiveram teores maiores (Tabela 2). Para os macronutrientes exceto o S, todos estiveram dentro das faixas consideradas adequadas segundo Cantarella et al. (1997), o teor de N para a testemunha esteve abaixo em relação aos tratamentos empregados e fora da zona de suficiência.

O teor de nitrogênio na folha diagnóstica variou significativamente apenas para os adubos uréia, uréia + inibidor enzimático e uréia + capeamento com enxofre elementar para doses. A uréia e a uréia + capeamento com enxofre elementar apresentaram maiores valores para as doses 45 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de N em relação à menor dose e, para a uréia + inibidor enzimático a dose de 30 kg ha<sup>-1</sup> foi superior em relação à dose padrão (Tabela 3). Em função dos fertilizantes para a menor dose empregada os adubos uréia + polímero e uréia + inibidor enzimático foram superiores as fontes uréia sem tecnologia agregada e uréia com capeamento com S elementar e, uréia + NBPT foi superior à uréia + capeamento com S elementar. Na dose intermediária não houve diferenças para os adubos trabalhados e, para a dose padrão (60 kg ha<sup>-1</sup>) a uréia + polímero e a uréia com capeamento com S elementar foram superiores a uréia com inibidor enzimático (Tabela 3).

Entre os micronutrientes houve resultado significativo apenas para o fator fertilizantes para cobre, sendo que a uréia + NBPT foi superior a uréia + inibidor enzimático (Tabela 4). Para os micronutrientes todos apresentam valores dentro das faixas de teores adequados segundo Cantarella et al. (1997).

Silva et al. (2011) relatam que, a associação de uréia ao inibidor de uréase NBPT, reduz significativamente as

perdas de N-NH<sub>3</sub> por volatilização, proporcionando maior produtividade e acúmulo de N nos grãos, quando comparada à uréia não tratada. No entanto, a eficiência agrônômica do milho pode ser reduzida quando se aplica doses elevadas de adubo nitrogenado. Souza et al. (2011) verificaram que o fertilizante nitrogenado com inibidor de uréase promoveu maiores teores de N em plantas de milho em relação à uréia.

**CONCLUSÕES** - Para N e S houve diferença dos tratamentos em relação à testemunha. A menor dose empregada, de 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, para os adubos uréia + NBPT, uréia + polímero e uréia + inibidor enzimático promoveu adequado estado nutricional em N.

**AGRADECIMENTOS** - À Embrapa/CNPQ, à FUNCAP e a Rede FertBrasil pelo auxílio financeiro e na condução do ensaio.

#### REFERÊNCIAS

- BATAGLIA, O.C.; FURLANI, A.M.C.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; GALLO, J.R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B.van; CAMARGO, C.E.O. Cereais. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1997, 285 p. (Boletim Técnico, 100).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: um programa para análises e ensino estatístico. **R. Cient. Symposium**, Lavras, 6:36-41, 2008.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 2006. 638p.
- QUEIROZ, A.M.; SOUZA, C.H.E.; MACHADO, V.J.; LANA, R.M.Q.; KORNDORFER, G.H.; SILVA, A.A. Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, 10: 257-266, 2011.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. 1997. Milho para grãos e silagem. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1997, 28p. (Boletim Técnico, 100).
- RAIJ, B.van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solo tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001, 285p.
- RAIJ, B.van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2011. 420 p.
- RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J. & BENSON. G.O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, 1993. 21p.

SILVA, D.R.G.; PEREIRA, A.F.; DOURADO, R.L.; SILVA, F. P.; ÁVILA, F.W.; FAQUIN, V. Productivity and efficiency of nitrogen fertilization in maize under different levels of urea and NBPT-treated urea. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, 35:516-523, maio/jun., 2011.

SOUZA, J.A.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; ANDREOTTI, M.; SÁ, M.E.; ARF, O. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. *Bragantia*, Campinas, 70: 447-454, 2011.

**Tabela 1.** Propriedades químicas do solo da área experimental antes da implantação do ensaio

pH	M.O. g dm <sup>-3</sup>	P (resina) mg dm <sup>-3</sup>	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
5,3	12	5	1,5	31	19	25	51,5	76,5	67
B	Cu	Fe	Mn	Zn	S-SO4	Al			
0,14	0,5	35	9,8	0,2	2	0			

**Tabela 2.** Médias dos tratamentos, valor de F e coeficiente de variação para macronutrientes na folha diagnóstica de plantas de milho.

Doses (D)	N	P	K	Ca	Mg	S
kg ha <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>					
30	25,8b <sup>1</sup>	2,8	21	2,4	1,8	1,1
45	27,4a	2,8	22	2,4	1,8	1,1
60	27,1ab	2,7	21	2,4	1,7	1,2
Teste F	4,12*	0,23 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>
<b>Fertilizantes (F)</b>						
Uréia	26,4ab	2,6	21	2,3	1,8ab	1,1ab
Uréia + NBPT	26,1b	2,8	20	2,5	1,8ab	0,9b
Uréia + Polímero	28,4a	2,9	22	2,3	1,5b	1,1ab
Uréia + Inibidor enzimático	26,7ab	2,7	22	2,3	1,6ab	1,2ab
Uréia + Capeamento com S elementar	26,4ab	2,8	21	2,5	2,0a	1,3a
Teste F	2,85*	0,81 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>ns</sup>	4,29**	3,72*
<b>D x F</b>						
Teste F	77,59**	1,21 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>	2,00 <sup>ns</sup>
<b>Testemunha (T)</b>	21,7	2,8	20,0	2,2	1,9	0,7
<b>Contraste</b>						
Trat vs T	2,36*	0,95 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	1,78 <sup>ns</sup>	2,96**
CV (%)	6,29	17,34	6,48	21,90	17,60	17,08

\*, \*\* e <sup>ns</sup> – Significativo a 5 e 1% e não significativo respectivamente. <sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

**Tabela 3.** Teor de N em folhas de plantas de milho em função de doses e fontes de fertilizantes nitrogenados

Dose	Uréia	Uréia + NBPT	Uréia + Polímero	Uréia + Inibidor enzimático	Uréia + Capeamento com S elementar
kg ha <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>				
30	23,1bCB <sup>1</sup>	26,6aAB	29,1aA	28,7aA	21,4bC
45	27,4aA	25,2aA	28,0aA	27,1abA	28,6aA
60	28,5aAB	26,4aAB	28,3aA	24,26bB	29,2aA

<sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

**Tabela 4.** Médias dos tratamentos, valor de F e coeficiente de variação para micronutrientes na folha diagnóstica de plantas de milho.

<b>Doses (D)</b>	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>
<b>kg ha<sup>-1</sup></b>		<b>mg kg<sup>-1</sup></b>			
<b>30</b>	12	7	84	17	28
<b>45</b>	12	9	90	16	39
<b>60</b>	12	8	87	16	22
<b>Teste F</b>	0,07 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>
<b>Fertilizantes (F)</b>					
<b>Uréia</b>	11	8ab <sup>1</sup>	87	17	19
<b>Uréia + NBPT</b>	13	9a	93	15	32
<b>Uréia + Polímero</b>	11	8ab	88	16	26
<b>Uréia + Inibidor enzimático</b>	12	7b	77	16	54
<b>Uréia + Capeamento com S elementar</b>	12	8ab	89	16	18
<b>Teste F</b>	1,79 <sup>ns</sup>	2,53*	0,23 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>ns</sup>	1,63 <sup>ns</sup>
<b>D x F</b>					
<b>Teste F</b>	1,64 <sup>ns</sup>	1,01 <sup>ns</sup>	1,16 <sup>ns</sup>	0,61 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>ns</sup>
<b>Testemunha (T)</b>	11	5	42	12	24
<b>Contraste</b>					
<b>Trat vs T</b>	1,32 <sup>ns</sup>	1,94 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>	0,94 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>
<b>CV (%)</b>	15,81	22,74	42,02	18,60	112,51

\*, \*\* e <sup>ns</sup> – Significativo a 5 e 1% e não significativo respectivamente. <sup>1</sup> As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.