



FERTBIO 2012

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

Avaliação da eficiência agronômica de fontes e doses de nitrogênio na cultura do milho em região Semiárida

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

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

RESUMO – A adubação com nitrogênio incrementa a produção das culturas, sendo que o conhecimento da dinâmica deste nutriente é importante, principalmente em função dos insumos utilizados. Objetivou-se avaliar a eficiência agronômica de plantas de milho, fertilizada com nitrogênio em diferentes doses e adubos. 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⁻¹, aplicados 30 dias após o plantio. A variedade estudada foi o milho BRS Gorutuba, adaptado às condições Semiáridas. Avaliou-se a produção de grãos, a exportação de nitrogênio pelos grãos, o teor de proteína bruta e a eficiência agronômica. O uso de 45 kg ha⁻¹ de N pode ser boa opção para produção satisfatória de grãos de milho. O fertilizante uréia + NBPT apresentou maior eficiência agronômica.

Palavras-chave: *Zea mays*, fertilizantes revestidos, produção de grãos

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 NH₃ (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).

Assim, objetivou-se avaliar a aplicação de doses de N em cobertura, empregando-se fontes com tecnologias agregadas, na produção de grãos, exportação de N, proteína bruta e eficiência agronômica 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 Luvissole (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⁻¹ 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).

A produção foi mensurada coletando-se as espigas e debulhando os grãos por parcela e quantificando a massa, ainda realizou-se a análise de N nos grãos segundo Bataglia et al. (1983). De posse dos dados foram calculados o total exportado (massa de grãos x teor de N) e a proteína bruta, ainda, procedeu-se o cálculo de eficiência agrônômica segundo Fageria (1998).

Para avaliação 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 – Na Tabela 2 está apresentado os valores médios de produção, exportação de N pelos grãos, proteína bruta e eficiência agrônômica, sendo que houve significância entre doses e fontes para todas as variáveis. Para a comparação entre testemunha e os tratamentos houve diferença significativa para todas as variáveis, exceto eficiência agrônômica, a qual considera a testemunha nos cálculos, logo, os tratamentos foram superiores a testemunha.

Para produção de grãos houve diferença para as doses empregadas para todas as fontes exceto uréia + polímero, sendo que para uréia sem tecnologia agregada a menor dose (30 kg ha⁻¹ de N) apresentou maior valor de produção em relação à dose padrão (60 kg ha⁻¹ de N), para a uréia + NBPT a dose intermediária (45 kg ha⁻¹ de N) foi superior as demais, para a uréia + inibidor enzimático a dose de 45 kg ha⁻¹ de N foi superior a menor dose empregada e para a fonte uréia + capeamento com S elementar a dose padrão foi superior as demais (Tabela 3). Para fontes não houve diferença nas quantidades aplicadas.

Para a exportação de N pelos grãos, observa-se para doses que não houve diferença apenas para uréia + NBPT e uréia com capeamento com S elementar; para uréia sem tecnologia agregada os maiores valores foram para doses de 45 e 60 kg ha⁻¹ de N, para a uréia + polímero a dose padrão foi superior à dose de 30 kg ha⁻¹ de N e, para a uréia + inibidor enzimático as doses de 30 e 45 kg ha⁻¹ de N foram superiores a maior quantidade aplicada. Com relação aos fertilizantes, para a menor dose a uréia + NBPT e a uréia + inibidor enzimático foram superiores a fonte uréia sem tecnologia agregada, para a dose intermediária não houve diferenças entre os adubos e para a dose padrão a uréia + inibidor enzimático apresentou valor inferior às demais fontes (Tabela 4).

Para o fator doses para proteína bruta verifica-se que houve diferença estatística exceto para uréia + NBPT e a uréia com capeamento com S elementar, sendo que para a fonte uréia sem tecnologias agregadas as doses de 45 e 60 kg ha⁻¹ de N foram superiores em relação a menor dose estudada, para a fonte uréia mais polímero a dose padrão foi superior às demais e para a uréia + inibidor enzimático o resultado foi inverso, ou seja, as doses de 30 e 45 kg ha⁻¹ de N foram superiores a maior dose aplicada (Tabela 5).

Para eficiência agrônômica houve diferença para doses em todos os fertilizantes avaliados, para uréia sem

tecnologia agregada e uréia + polímero a menor dose apresentou maior eficiência em relação às demais e a dose intermediária foi superior a dose padrão; para a uréia + NBPT a maior eficiência foi obtida na dose intermediária; para a uréia + inibidor enzimático a menor dose foi superior a dose padrão; e para a uréia + capeamento com S elementar houve maior eficiência na dose padrão. Para os adubos empregados na dose de 30 kg ha⁻¹ de N a uréia + polímero foi superior às demais, e a uréia sem tecnologia agregada, uréia + NBPT e uréia + inibidor enzimático foram superiores a uréia com capeamento com S elementar. Na dose intermediária a uréia + NBPT foi superior às demais fontes, e a uréia + inibidor enzimático apresentou maior eficiência em relação à uréia com capeamento com S elementar. Na dose padrão a uréia agregada com S elementar foi superior aos demais fertilizantes avaliados, a uréia + NBPT e a uréia + inibidor enzimático foram superiores a uréia sem tecnologia agregada e a uréia com polímero (Tabela 6).

Silva et al. (2011) relatam que, a associação de uréia ao inibidor de uréase NBPT, reduz significativamente as perdas de N-NH₃ 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 - O uso de 45 kg ha⁻¹ de N pode ser boa opção para produção satisfatórias de grãos de milho. O fertilizante uréia + NBPT apresentou maior eficiência agrônômica.

AGRADECIMENTOS - À Embrapa/CNPC, 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 Agrônômico, 1983. 48p. (Boletim Técnico, 78).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FAGERIA, N.K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Rev. Bras. Eng. Agri. Ambient.**, 2: 6-16, 1998.

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 Agronômico, 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 Agronômico, 2001, 285p.

RAIJ, B.van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI, 2011. 420 p.

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 ⁻³	P (resina) mg dm ⁻³	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 produção de grãos, exportação de N em grãos, proteína bruta e eficiência agrônômica em plantas de milho.

Doses (D)	Produção	Exportação de N	PB	Eficiência Agrônômica
kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹		%	kg kg ⁻¹
30	4.762b ¹	71,5b	9,4a	63a
45	5.374a	81,5a	9,5a	63a
60	5.640a	84,1a	9,5a	47b
Teste F	8,25**	5,66**	0,10ns	32,62**
Fertilizantes (F)				
Uréia	4.514c	68,6b	9,3a	40d
Uréia + NBPT	7.110a	109,0a	9,8a	84a
Uréia + Polímero	4.702bc	70,6b	9,6a	55bc
Uréia + Inibidor enzimático	5.414b	79,3b	9,2a	60b
Uréia + Capeamento com S elementar	4.554c	67,7b	9,4a	47cd
Teste F	29,37**	23,14**	2,23ns	59,40**
D x F				
Teste F	19,09**	12,51**	5,06**	59,83**
Testemunha (T)	2.857	35,7	7,3	-
Contraste				
Trat vs T	22,20**	17,45**	8,06**	-
CV (%)	11,54	13,72	4,79	11,39

*, ** e ^{ns} – Significativo a 5 e 1% e não significativo respectivamente. ¹ As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Produção de grãos de plantas de milho em função de doses e fontes de fertilizantes nitrogenados

Doses	Uréia	Uréia + NBPT	Uréia + Polímero	Uréia + Inibidor enzimático	Uréia + Capeamento com S elementar
kg ha⁻¹	kg ha⁻¹				
30	5.217aA ¹	5.642bA	5.295aA	4.600bA	3.057bA
45	4.502abA	8.830aA	4.582aA	5.857aA	3.100bA
60	3.822bA	6.858bA	4.230aA	5.787abA	7.505aA

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

Tabela 4. Exportação de N em grãos de plantas de milho em função de doses e fontes de fertilizantes nitrogenados

Doses	Uréia	Uréia + NBPT	Uréia + Polímero	Uréia + Inibidor enzimático	Uréia + Capeamento com S elementar
kg ha⁻¹	kg ha⁻¹				
30	8,6bB ¹	10,1aA	9,1bAB	9,8aA	9,5aAB
45	9,6aA	9,4aA	9,6abA	9,4aA	9,0aA
60	9,8aA	9,8aA	10,1aA	8,4bB	9,6aA

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

Tabela 5. Proteína bruta de grãos de plantas de milho em função de doses e fontes de fertilizantes nitrogenados

Doses	Uréia	Uréia + NBPT	Uréia + Polímero	Uréia + Inibidor enzimático	Uréia + Capeamento com S elementar
kg ha⁻¹	%				
30	8,6bB ¹	10,1aA	9,1bAB	9,8aA	9,5aAB
45	9,6aA	9,4aA	9,6abA	9,4aA	9,0aA
60	9,8aA	9,8aA	10,1aA	8,4bB	9,6aA

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

Tabela 6. Eficiência agrônômica de plantas de milho em função de doses e fontes de fertilizantes nitrogenados

Doses	Uréia	Uréia + NBPT	Uréia + Polímero	Uréia + Inibidor enzimático	Uréia + Capeamento com S elementar
kg ha⁻¹	kg kg⁻¹				
30	57aB ¹	66bB	90aA	70aB	34bC
45	43bCD	133aA	45bBC	60abB	30bD
60	23cC	55bB	27cC	49bB	77aA

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