

DOSES, EFICIÊNCIA E USO DE NITROGÊNIO POR SEIS CULTIVARES DE MILHO

FLÁVIA CARVALHO SILVA FERNANDES^{1*}; SALATIÉR BUZETTI²; ORIVALDO ARF³; JOÃO ANTONIO DA COSTA ANDRADE⁴.

¹Pós-Graduada do Depto. de Solos e Nutrição de Plantas – ESALQ-USP, C.P 09 – CEP: 13418-340 Piracicaba-SP,

²Prof. Titular do Depto. de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos - FEIS/UNESP.

³Prof. Titular do Depto. de Fitotecnia, Sociologia e Sócio Economia - FEIS/UNESP.

⁴Prof. Dr. do Depto. de Biologia e Zootecnia - FEIS/UNESP.

*Autor correspondente sbuzetti@agr.feis.unesp.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.4, n.2, p.195-204, 2005

RESUMO: O nitrogênio é o nutriente mais exigido pela cultura do milho e, no solo, sofre várias transformações, sendo que espécies e cultivares respondem diferentemente à sua aplicação. O presente trabalho teve por objetivo estudar doses de N em seis cultivares de milho e a eficiência de uso desse nutriente pela cultura, em região de cerrado, no município de Selvíria-MS, em latossolo vermelho, textura argilosa, hipodistrófico, álico. Utilizou-se espaçamento entre linhas de 0,80 m e cinco plantas por metro de sulco, após o desbaste. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, arranjado em esquema fatorial 4 x 6 (quatro doses de N e seis cultivares de milho), em 6 repetições. O N foi aplicado nas doses de 0, 30, 90 e 180 kg ha⁻¹, sendo 30 kg ha⁻¹ aplicados na semeadura, quando pertinente e, o resíduo em cobertura, no estágio de 6 a 8 folhas. Avaliaram-se o número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, diâmetro do colmo, tamanho de espiga, número de espigas em 10 m, massa de 100 grãos, massa seca das plantas no florescimento e na maturação fisiológica, produtividade de grãos e eficiência de uso do nitrogênio, através da relação produtividade de grãos pela quantidade de N aplicada. Avaliaram-se também os componentes da eficiência de N. Houve diferença de produtividade entre as cultivares e a dose estimada de N que propiciou a máxima produtividade de grãos foi de 110 kg ha⁻¹. A eficiência do uso de nitrogênio de todos os híbridos diminuiu quando se aumentou a dose de N aplicada e, para todas as doses de N, o híbrido DKB 333B foi o que apresentou maior eficiência de uso e as variedades BR 106 e Sol da Manhã apresentaram menor eficiência.

Palavras-chave: doses de N, cultivares, N-planta, adubação nitrogenada.

NITROGEN DOSES, USE AND EFFICIENCY IN SIX CORN CULTIVARS

ABSTRACT: Corn needs high amount of nitrogen and this element in soil shows fluctuation due to humidity degree. In addition, cultivars show different performance to N supply. This work aimed to study nitrogen doses, use and efficiency in six corn cultivars, cropped in a cerrado soil vegetation area, Selvíria-MS, in a clayey, hipodistrophic, alic, red latosol (Haplustox). The plots were constituted of six 5-meter-long lines spaced 0.80 m, with 5 plants per meter. It was used a completely randomized block design in a factorial scheme with 4 nitrogen rates and 6 cultivars in 6 replications. N was applied at rates of 0, 30, 90 and 180 kg ha⁻¹, to 30 kg ha⁻¹ at sowing (control did not receive N) and the rest

in side-dressing at 6-8 leaf stage. It was evaluated the number of lines per ear and grains per ear line, diameter of colm, size of ear, number of ear per 10 m, mass of 100 grains, dry mass of plant at flowering and physiological maturation, grain yield and use and efficiency of N, obtained by relation between grain yield and N applied to soil, besides the components of N efficiency. The cultivars showed statistical difference among them and the highest estimated yield was reached with 110 kg ha⁻¹ of nitrogen. The N use efficiency decreased every time there was a dose increase. The DKB 333B hybrid showed the highest efficiency and the BR 106 and the Sol da Manhã hybrids the lowest one.

Key works: N rates, cultivars, N-plant, nitrogen fertilization.

O nitrogênio é o nutriente absorvido em maiores quantidades pela cultura do milho e o que tem maior influência na produtividade, com inúmeras funções relevantes nas suas atividades fisiológicas. Sua disponibilidade afeta diretamente a área foliar, a taxa de fotossíntese, o crescimento do sistema radicular, o tamanho de espigas, o número e a massa de grãos e a sanidade de grão (Pionner, 1995). O aumento da dose aplicada de N, na maioria das vezes, proporciona aumento no rendimento da cultura (Lantmann *et al.*, 1986). Pesquisas com adubação nitrogenada em milho mostraram efeito positivo sobre a produtividade, no índice de área foliar, na massa de 100 sementes, no número de sementes/espigas, na altura da planta, bem como no rendimento de biomassa e índice de colheita (Ulger *et al.* 1995). Boquet *et al.* (1988) afirmaram que o rendimento, massa de grãos individual, massa específica, número de grãos, massa/espiga e conteúdo de proteína no grão de milho aumentaram com o aumento da dose de N aplicada (0-250 kg ha⁻¹) e que a dose ótima para todas as densidades testadas foi estimada em 100 kg ha⁻¹. Entretanto, Costa (2000) trabalhou com três doses de nitrogênio na semeadura (30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de N) e três doses de nitrogênio em cobertura (30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de N) e demonstrou que as diferenças entre tratamentos não foram significativas para: diâmetro da espiga, tamanho da espiga, número de fileiras por espiga, massa de 100 grãos, altura

de plantas, altura de inserção da primeira espiga, teor de nitrato, nitrogênio total e matéria seca total e foram significativas para diâmetro do colmo e produtividade. Observou-se que a aplicação de 30 kg ha⁻¹ na semeadura e 90 kg ha⁻¹ em cobertura proporcionou maior produtividade, sendo essa a melhor estratégia de parcelamento da adubação nitrogenada.

Os diversos híbridos e variedades requerem quantidades diferentes de nitrogênio, de acordo com seu potencial de produtividade. Belasque Júnior (2000) avaliou os efeitos de doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre componentes fenológicos e produtivos e na diagnose foliar e conteúdo de nutrientes nos grãos de dois híbridos de milho cultivados na “safrinha”. Verificou que a resposta da cultura à adubação nitrogenada variou com as condições ambientais e com os híbridos, ocorrendo alterações no diâmetro do colmo, na altura da inserção da espiga, nas massas de 100 grãos e de grãos/espiga, no índice de colheita e na produtividade de grãos. Fernandes *et al.* (1998) citaram que menos da metade do fertilizante aplicado é utilizado pelas plantas e grande parte do nitrogênio residual é incorporada à matéria orgânica do solo. Em experimento em que foi estudada a resposta do milho a diferentes doses de N, em dois locais, Liang & Mackenzie (1994) verificaram que a eficiência de utilização do nitrato de amônio – ¹⁵N, na dose de 170 kg ha⁻¹ de N, foi de 22 a 30% nos dois

locais em estudo. Quando utilizaram dose maior que 400 kg ha⁻¹ de N, a eficiência de utilização variou entre 9 e 22%, para os dois locais. Nos anos subseqüentes, houve aumento na eficiência de utilização do fertilizante, uma vez que os restos de cultura permaneceram no local do experimento. Os autores concluíram que a eficiência de utilização de nitrogênio, avaliada através do uso do ¹⁵N, variou com o ano, com o local, com a dose aplicada e foi altamente dependente da produtividade da cultura. Ressalta-se, porém, que a resposta da cultura está relacionada ao histórico da área, ao tipo de solo, às condições climáticas e aos híbridos utilizados, etc.

O presente trabalho teve como objetivo analisar o efeito de doses de N e a eficiência e uso desse nutriente em seis cultivares de milho (*Zea mays* L.), cultivados em solo de cerrado, no município de Selvíria, MS.

Material e Métodos

O experimento foi semeado em 13 de dezembro de 2000, em condições de campo, em um solo de textura argilosa (latossolo vermelho, textura argilosa, hipodistrófico, álico – Haplustox). A área do experimento está localizada na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira - SP, UNESP, situada no município de Selvíria, MS, cujas coordenadas geográficas são 51°22' W e 20°22' S, com aproximadamente 335 m de altitude. A precipitação média anual é de aproximadamente 1370 mm, a temperatura média anual ao redor de 23,5° C e uma umidade relativa média de 64,8% (Hernandez *et al.*, 1995).

O solo amostrado na camada de 0-0,20 m apresentava as seguintes características químicas: pH (CaCl₂): 5,4; P-resina: 22; MO - 20 g.dm⁻³; K: 2,2; Ca: 20; Mg: 10; H+Al: 38 mmol/dm³. Foi aplicado calcário dolomítico para se

atingir 70% de saturação por bases, dois meses antes da semeadura. A adubação básica, no sulco de semeadura foi: 90 e 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e K₂O (superfosfato simples e cloreto de potássio), respectivamente, aplicada manualmente no sulco de semeadura, junto com 30 kg ha⁻¹ de N, exceto na testemunha, que não recebeu esse nutriente. Os fertilizantes foram misturados com a terra do sulco de semeadura, para se evitar o contato direto com as sementes. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com 24 tratamentos e seis repetições, dispostos em um esquema fatorial 6x4, sendo: seis cultivares: híbrido simples 9010 (super precoce), híbrido triplo CO 32 (precoce), híbrido duplo XB 8010 (precoce), híbrido simples DKB 333 B (semiprecoce), variedade BR 106 (semiprecoce) e C₆ – variedade Sol da Manhã (precoce) e quatro doses de nitrogênio (0, 30, 90 e 180 kg ha⁻¹), incluindo a aplicação na semeadura, quando pertinente. Cada parcela constou de 6 linhas, espaçadas em 0,80m, de 7m de comprimento, tendo sido consideradas para as avaliações apenas as 4 linhas internas, desprezando-se 1m de cada extremidade. A semeadura foi manual, deixando-se a cada 0,20 m duas sementes, desbastando-se para uma planta, uma semana após a emergência. No sulco de semeadura, foi aplicado o furadan, na dose de 20 kg ha⁻¹. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada quando as plantas se encontravam no estágio de seis a oito folhas (Rajj *et al.*, 1997), utilizando-se como fonte a uréia, a qual foi aplicada manualmente e incorporada com enxada. Durante o período de cultivo, houve controle de pragas, sempre que necessário, e controle de plantas daninhas.

Foram realizadas as seguintes avaliações: número de fileiras/espiga e número de grãos/fileira - através da contagem em cinco espigas de cada parcela; diâmetro do colmo a 0,20

m do solo, por ocasião da colheita; número de espigas na área útil da parcela, totalizando 10 m; massa de 100 grãos a 13% de umidade, de cada parcela, com posterior pesagem em balança de precisão; massa seca da planta nos estádios de florescimento e maturação fisiológica, em cinco plantas das duas linhas externas às duas linhas centrais e produtividade de grãos – em que as espigas das duas linhas internas, desprezando-se 1m de cada extremidade, foram debulhadas manualmente, os grãos foram pesados e os dados transformados em kg ha⁻¹ (13% base úmida). Foram estudados também a eficiência de uso do nitrogênio, que é a relação produtividade de grãos/dose de N aplicada ao solo, e seus componentes: produtividade de grãos/quantidade de N na planta (eficiência de utilização), N total na planta/quantidade de N aplicada ao solo (eficiência de absorção), N absorvido após o florescimento/N total absorvido, N nos grãos/N total absorvido, N nos grãos/N absorvido após o florescimento e produtividade de grãos/N nos grãos; conforme descrito em Moll *et al.* (1982). A

análise de variância, o teste de Tukey, aplicado para cultivares, e a análise de regressão, aplicada para doses de N, foram desenvolvidos de acordo com o descrito em Zonta e Machado (1986).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, encontram-se as médias referentes ao número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, diâmetro do colmo, tamanho de espiga e número de espigas/10m de linha. Para o número de fileiras de grãos por espiga, o híbrido Dow CO 32 apresentou maior valor, diferindo significativamente apenas da variedade Sol da Manhã. Para o número de grãos por fileira, o híbrido Dow CO 32 também teve uma maior média, assim como o XB 8010, diferindo significativamente das variedades BR 106, Sol da Manhã e do híbrido AG 9010. Belasque Júnior (2000), avaliando doses e épocas de aplicação de nitrogênio em dois híbridos de milho, também observou que o número de grãos/fileira e o número de fileiras/espiga apresentaram diferenças significativas somente entre híbridos. Um

TABELA 1. Médias e teste de Tukey referentes a número de fileiras/espiga, número de grãos/fileira, diâmetro do colmo (mm), tamanho de espiga (cm), número de espigas/10m, em função de cultivares e doses de N.

TRATAMENTOS	Avaliações					
	Fileiras/espiga	Grãos/fileira	Diâmetro do colmo	Tamanho de espiga	No. espigas/10m	
Cultivares	AG 9010	13,88 ab	34,79 b	18,89	16,72 c	40,88 cd
	CO 32	14,17 a	37,71 a	18,02	17,32 bc	40,58 d
	XB 8010	13,71 ab	38,17 a	18,95	17,70 abc	47,92 a
	DKB 333B	13,92 ab	36,38 ab	18,10	16,88 c	43,54 bc
	BR 106	13,46 ab	34,13 b	18,96	18,48 a	44,71 b
	Sol da Manhã	13,42 b	34,79 b	19,81	18,43 ab	45,96 ab
Doses de N (kg ha ⁻¹)	0	13,78	35,42	18,60	17,46	42,00
	30	13,67	35,75	18,56	17,58	44,89
	90	13,89	36,50	18,93	17,59	44,67
	180	13,69	36,31	19,05	17,71	44,17

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, ao nível de significância 5%, pelo teste de Tukey.

maior número de grãos por espiga pode levar a uma maior produtividade de grãos, entretanto, a massa de 100 grãos também é fator a influenciar a produtividade da cultura. Bortolini *et al.* (2000), avaliando diferentes doses e épocas de aplicação de N, também verificaram que o número de grãos por espiga foi o componente mais associado ao rendimento de grãos. Maior comprimento de espiga foi apresentado pela variedade BR 106, embora não tenha diferido significativamente da variedade Sol da Manhã e do híbrido XB 8010. O valor médio de espigas/10m foi maior para o híbrido XB 8010, que não diferiu da variedade Sol da Manhã, sendo superior às outros cultivares. Não houve efeito das doses de N em relação ao número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira e comprimento de espiga. A ausência de resposta do comprimento de espigas às doses de N era esperada, pois essas características são de alta herdabilidade e menos dependentes do ambiente.

Na Tabela 2, constam as médias referentes à massa de 100 grãos, massa seca de plantas no florescimento, massa seca de plantas na maturação fisiológica e produtividade de grãos. Para a massa de 100 grãos, observou-se a maior média no híbrido XB 8010, que não diferiu significativamente do híbrido DKB 333B. Para as doses de N, os dados ajustaram-se a uma equação quadrática (Figura 1a). Sangoi *et al.* (2000) obtiveram resultados semelhantes, testando diferentes níveis do nutriente, verificando que o maior rendimento de grãos dos híbridos modernos deveu-se ao maior número de grãos por espiga, assim como, à produção de grãos mais pesados. Sangoi & Almeida (1994) observaram correlação linear entre dose de nitrogênio e massa de mil grãos, atribuindo tal efeito à manutenção da atividade fotossintética por um maior período, com conseqüente maior aporte de nitrogênio para a cultura. Para a massa da matéria seca

no florescimento, não houve diferença significativa entre as cultivares e para os níveis de N testados houve ajuste a uma função quadrática (Figura 1b). Duete (2000) obteve resultados, ajustando as doses testadas (0, 55, 95, 135 e 175 kg ha⁻¹ de N) a um modelo linear. Para a massa seca das plantas na maturação fisiológica, a variedade Sol da Manhã apresentou o maior valor, diferindo significativamente de todas as cultivares. Para as doses de N testadas, a massa seca de plantas na maturação fisiológica se ajustou a uma função linear crescente (Figura 1c). Para a produtividade de grãos, o maior valor, foi observado para o híbrido DKB 333B (6660 kg ha⁻¹), o qual diferiu significativamente da maioria das cultivares, exceto do híbrido Dow CO 32. O menor valor foi observado quando se utilizou a variedade BR-106, seguida pela variedade Sol da Manhã. Isto era esperado, já que as variedades têm menor potencial de produtividade, quando comparadas aos híbridos. Quanto às doses de N testadas, em relação à produtividade de grãos, os dados se ajustaram a uma função quadrática (Figura 1d) e a máxima produtividade foi alcançada com a dose estimada em 110 kg ha⁻¹. Cardoso & Melo (1998) também conseguiram um ajuste quadrático testando cinco doses de N (0, 80, 120, 160 e 200 kg ha⁻¹), sendo 1/3 na semeadura e o restante por volta dos 40 dias após a emergência das plantas, verificando que a produtividade máxima obtida (5.713 kg ha⁻¹) correspondeu à dose de 107 kg ha⁻¹. Fernandes *et al.* (1998), trabalhando com três sistemas de preparo e quatro doses de N em cobertura (0, 60, 120 e 240 kg ha⁻¹), verificaram que os dados de produtividade de grãos se ajustaram a funções quadráticas em relação às doses de N e que doses de 147 a 168 kg ha⁻¹ de N, dependendo do sistema (plantio direto, aiveca ou arado de disco), atingiriam produtividades de 4.176 a 5.559 kg ha⁻¹ de grãos.

TABELA 2. Médias e teste de Tukey referentes à massa de 100 grãos (g), massa seca de plantas no florescimento ($Mg\ ha^{-1}$), massa seca de plantas na maturação fisiológica ($Mg\ ha^{-1}$) e produtividade de grãos ($kg\ ha^{-1}$), em função de cultivares e doses de N.

TRATAMENTOS		Avaliações			
		Massa de 100 grãos	Massa seca no florescimento	Massa seca na maturação fisiológica	Prod. de grãos
Cultivares	AG 9010	27,51 b	8,23 a	16,46 bc	6000 b
	CO 32	27,27 b	7,49 a	15,28 cd	6263ab
	XB 8010	28,59 a	8,38 a	14,19 d	6044 b
	DKB 333B	27,77 ab	7,52 a	15,80 bcd	6660a
	BR 106	23,39 c	8,12 a	17,20 b	3769 d
	Sol da Manhã	26,91 b	8,33 a	19,41 a	4405 c
Doses de N ($kg\ ha^{-1}$)	0	25,98 ^(a)	7,17 ^(b)	15,55 ^(c)	4975 ^(d)
	30	27,20	8,16	16,21	5582
	90	27,44	8,84	16,83	5909
	180	27,00	7,88	16,98	5628

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si, ao nível de significância 5%, pelo teste de Tukey. (a), (b), (c) e (d) se referem às equações constantes nas figuras 1A, 1B, 1C e 1D.

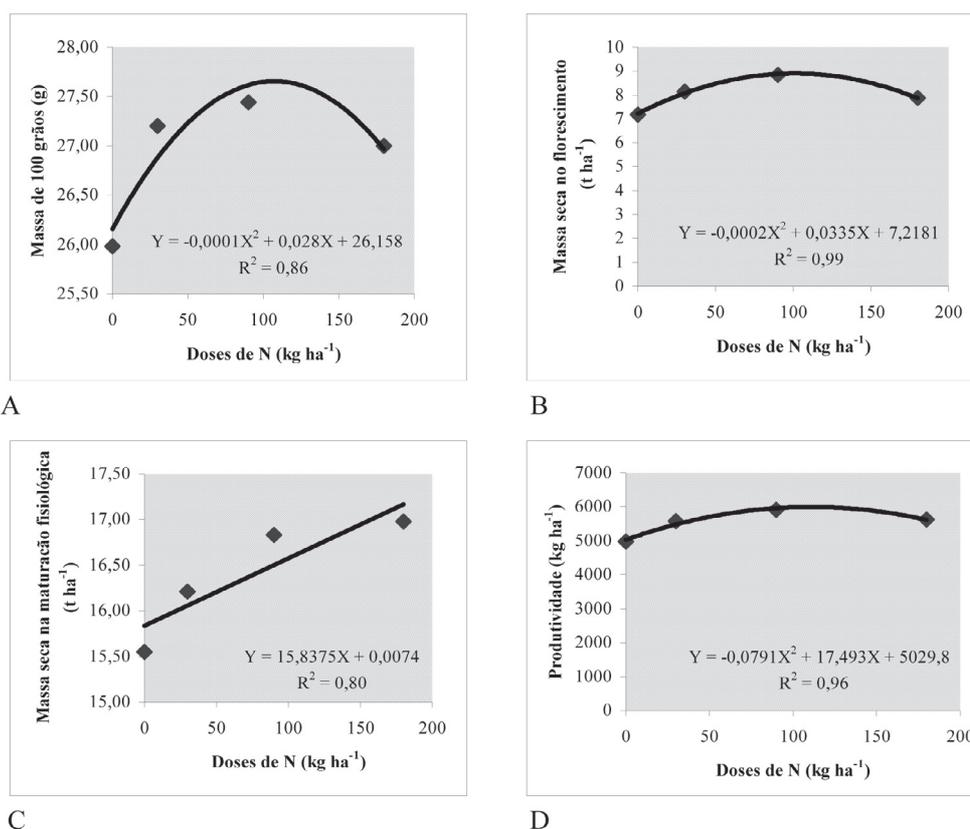


FIGURA 1. Massa de 100 grãos (a), massa seca da planta no florescimento (b), massa seca da planta na maturação fisiológica (c) e produtividade de grãos (d), em função de cultivares e doses de N.

A eficiência de uso do nitrogênio (Gw/Ns) e componentes da eficiência do nitrogênio estão apresentados na Tabela 3. Verifica-se que não foi calculada a eficiência do uso do nitrogênio (Gw/Ns) para cultivares, quando não se aplicou N, já que a eficiência de uso do N leva em consideração o N aplicado ao solo e, nesse caso, tal não ocorreu. Com o aumento da dose de N aplicada, a eficiência do uso de nitrogênio de todas as cultivares diminuiu, concordando

TABELA 3. Eficiência de uso do nitrogênio (Gw/Ns) e componentes da eficiência do nitrogênio: Gw/Nt (eficiência da utilização); Nt/Ns (eficiência de absorção); Na/Nt (N absorvido após o florescimento/N total absorvido); Ng/Nt (N nos grãos/ N total absorvido); Ng/Na (N nos grãos/ N absorvido após florescimento); Gw/Ng (produção de grãos/N nos grãos).

TRATAMENTOS		Avaliações						
Doses de N (kg ha ⁻¹)	Cultivares	Gw/Ns	Gw/Nt	Nt/Ns	Na/Nt	Ng/Nt	Ng/Na	Gw/Ng
0	AG 9010	-	40,85	-	0,03	0,46	16,35	88,51
	Dow CO 32	-	33,36	-	0,28	0,40	1,44	83,66
	XB 8010	-	33,53	-	0,07	0,37	5,60	90,46
	DKB 333B	-	34,19	-	0,13	0,46	3,43	75,06
	BR 106	-	19,67	-	0,18	0,28	1,51	70,74
	Sol da Manhã	-	32,68	-	-0,24	0,49	-2,01	67,07
30	AG 9010	207,88	49,70	4,18	-0,15	0,58	-3,86	85,58
	DOVY CO32	212,14	41,16	5,15	-0,02	0,49	-26,84	84,50
	XB 8010	196,22	37,00	5,30	-0,02	0,43	-20,91	86,73
	DKB 333B	225,95	41,25	5,48	0,03	0,56	17,30	73,13
	BR 106	127,67	24,41	5,23	-0,15	0,33	-2,24	74,64
	Sol da Manhã	146,59	31,21	4,70	-0,19	0,44	-2,33	71,29
90	AG 9010	69,98	43,94	1,59	-0,12	0,54	-4,74	80,55
	DOVY CO32	74,09	38,12	1,94	-0,12	0,48	-3,98	79,21
	XB 8010	72,19	35,55	2,03	-0,07	0,43	-6,49	82,90
	DKB 333B	78,47	41,03	1,91	0,09	0,61	6,61	67,26
	BR 106	44,16	21,44	2,06	-0,02	0,31	-18,40	69,88
	Sol da Manhã	51,34	30,06	1,71	-0,06	0,45	-8,15	66,54
180	AG 9010	32,01	39,76	0,81	-0,41	0,53	-1,30	75,20
	DOVY CO32	33,89	33,99	1,00	0,08	0,43	5,12	79,69
	XB 8010	34,23	34,08	1,01	0,21	0,43	2,05	79,64
	DKB 333B	39,01	29,61	1,32	0,31	0,43	1,37	69,69
	BR 106	21,88	21,14	1,04	0,13	0,32	2,35	67,31
	Sol da Manhã	25,66	29,83	0,86	0,03	0,44	15,92	68,48

Ng = N nos grãos (g/pl), Nt = N na planta inteira (g/pl), Ns = g/pl de N aplicado, Gw = g/pl de grãos produzidos, Na = N (g/pl) na planta do florescimento à maturação, Nv = N (g/pl) no florescimento

com os dados de Moll *et al.* (1982), os quais observaram que híbridos foram menos eficientes no uso do N em altos níveis de suplemento nitrogenado. Geralmente, os aproveitamentos de N decrescem com o aumento das doses aplicadas, em vista de o suprimento de N exceder as necessidades da cultura; tais decréscimos têm como conseqüências as perdas de amônia, que aumentam com a dose de aplicação, e esse aumento pode ser linear ou exponencial. Reddy & Reddy (1993) obtiveram resultados semelhantes à eficiência no uso do fertilizante nitrogenado na região Piedmont, de North Carolina (USA), variando de 43 a 57%. O N perdido (não explicado) foi aproximadamente três vezes maior quando a dose aplicada do fertilizante N foi aumentada de 100 para 200 kg ha⁻¹ de N. Verifica-se, também, que, para todas as doses de N aplicadas, o híbrido DKB 333B foi o que apresentou maior eficiência de uso e as variedades BR 106 e Sol da Manhã apresentaram menor eficiência. Essa pode ser uma das causas que explicam a menor produtividade dessas variedades em relação aos híbridos. Para a eficiência de utilização, avaliada através da relação produtividade de grãos e N na planta, verificase que o híbrido AG 9010 foi o mais eficiente e as variedades BR 106 e Sol da Manhã os materiais menos eficientes, independentemente da quantidade de N aplicada ao solo. Na eficiência de absorção (Nt/Ns), as cultivares (híbridos e variedades) alcançaram melhores resultados quando se utilizou a dose de 30 kg ha⁻¹ de N e foi diminuindo quando a dose de N foi aumentada, devido às maiores perdas de N, nas doses mais elevadas, e à própria capacidade de absorção das cultivares.

Em referência à relação Na/Nt, ou seja, a quantidade absorvida pela planta após o florescimento, relacionada ao N na planta na

maturação, verifica-se que o híbrido Dow CO 32 apresentou absorção de 28% após o florescimento, ao passo que a variedade Sol da Manhã apresentou taxa negativa de 24%, ou seja, houve perda de N após o florescimento, quer seja através de lixiviação das folhas pela irrigação ou águas das chuvas ou perdas gasosas, quando da não aplicação de N ao solo. Nas doses de 30 e 90 kg ha⁻¹ de N aplicado, apenas o híbrido DKB 333B apresentou valor positivo, 3 e 9% respectivamente. Na dose de 180 kg ha⁻¹, as maiores diferenças ocorreram entre o híbrido DKB 333B, com 31% de absorção, após o florescimento e perdas de 41%, para o híbrido AG 9010, mostrando o quão diferentes se mostram os materiais de milho utilizados, justificando, assim, o estudo intenso das doses de N aplicadas, assim como épocas de aplicação e eficiência de uso frente a vários materiais.

Para Ng/Nt, quando não se aplicou N, a variedade Sol da Manhã foi bem mais eficiente na translocação do N para os grãos, quando comparada à variedade BR 106. Os outros materiais tiveram comportamentos intermediários. Quando foram utilizadas as doses de 30 e 180 kg ha⁻¹ de N, o híbrido AG 9010 foi o mais eficiente e, independente da dose (30, 90 ou 180 kg ha⁻¹ de N), a variedade BR 106 foi a menos eficiente na translocação.

No que se refere à translocação de N para os grãos (Ng/Na), N esse absorvido após o florescimento, foram encontrados valores extremos entre o híbrido AG 9010 e a variedade Sol da Manhã. Já onde foram aplicados 30 e 90 kg ha⁻¹ de N, o híbrido DKB 333B foi a única cultivar em que houve tal translocação. Na dose 180 kg ha⁻¹, o híbrido AG 9010 teve translocação negativa, ou seja, houve perda de N após o florescimento e um alto valor para a variedade Sol da Manhã. A relação grãos produzidos/N nos

grãos tendeu a decrescer com o aumento das doses, assim como as diferenças entre os materiais. Isto mostra que há uma concentração ótima nos grãos relacionada à máxima produtividade de grãos.

Conclusões

1. As doses de N influenciaram a massa de 100 grãos e a produtividade de grãos.
2. A máxima produtividade foi alcançada com a estimativa de 110 kg ha⁻¹, com a produtividade de 6.000 kg ha⁻¹ de grãos.
3. A eficiência do uso de nitrogênio de todos os híbridos diminuiu quando se aumentou a dose de N aplicada e, para todas as doses de N aplicadas, o híbrido DKB 333B foi o que apresentou maior eficiência de uso e as variedades BR 106 e Sol da Manhã apresentaram menor eficiência.

Literatura Citada

BELASQUE JÚNIOR, J. **Doses e épocas de aplicação de nitrogênio sobre dois híbridos de milho cultivados na “safrinha”**. 2000. 80 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.

BOQUET, D. J.; COCO, A. B.; JOHNSON, C. C. Response of corn to plant density and nitrogen rate. **Annual Progress Report Northeast Research Station and Macon Ridge Research Station**, Winnsboro, p.63-65, 1988.

BORTOLINI, C. G. et al. Adubação nitrogenada em pré-semeadura e seus efeitos sobre o rendimento do milho em sucessão a aveia preta. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia. **A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos**

mercados globalizados: resumos. Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p. 250.

CARDOSO, M. J.; MELO, F.B. Influência de níveis de nitrogênio na produtividade de grãos de milho In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23, REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7 SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5, REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., 1998, Caxambu. **FertBio 98**: interrelação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas: consolidando um paradigma: resumos. Lavras: UFLA, 1998. p. 166.

COSTA, A. M. **Adubação nitrogenada na cultura do milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto**. 2000. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.

DUETE, R. C. D. **Estudo de doses, parcelamento e formas de nitrogênio na adubação de milho usando ¹⁵N**. 2000. 152 F. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear da Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E.; VASCONCELOS, C. A.; GUEDES, G. A. A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade de milho em latossolo sob vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v. 22, p. 247-254, 1998.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS, 1995. 45 p. (Série irrigação, 1)

- LANTMANN, A. F et al. Adubação nitrogenada no Estado do Paraná. In: SANTANA, M. B. M. (Coord). **Adubação nitrogenada no Brasil**. Ilhéus: CEPLAC, 1986. p. 19-46.
- LIANG, B. C.; MACKENZIE, A. F. Corn yield, nitrogen uptake and nitrogen use and efficiency as influenced by nitrogen fertilization. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v. 74, n. 2, p. 235-40, 1994.
- MOLL, R. H.; KAMPRATH, E. J.; JACKSON, W.A. . Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, p. 562-564, 1982.
- PIONNER. Efeitos do nitrogênio: doses. **Revista Área Polo**, São Paulo, v. 5, n. 11, p. 12-6, 1995.
- REDDY, G. B.; REDDY, K. R. Fate of nitrogen-15 enriched ammonium nitrate applied to corn. **Soil Science Society of the America Journal**, Madison, v. 57, p. 111-115, 1993.
- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J, A.; FURLANI, M. A. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. rev. atual. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285 p.
- SANGOI, L. et al. Os híbridos modernos de milho usam o nitrogênio mais eficientemente para alcançarem rendimento de grãos elevados, CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia. **A inovação tecnológica e a competitividade no contexto dos mercados globalizados**: resumos. Sete Lagoas: ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p. 246.
- SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 1, p. 13-24, 1994.
- ULGER, A. C.; BECKER, A. C.; KANT,G. Response of various maize inbred line and hybrids to increasing rates of nitrogen fertilizer. **Journal of Agronomy and Crop Science**. Andac, v. 159, n. 3, p. 157-63, 1995.
- ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores-SANEST**. Pelotas: UFPel, 1986. 150 p.