

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE MILHO: EFEITO DA ADUBAÇÃO DE PLANTIO E DA ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA

Arnaldo Ferreira da Silva¹

José Carlos Cruz²

Luiz André Corrêa¹

RESUMO - Foi conduzido no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, um experimento de competição de cultivares de milho, no qual se estudou o comportamento da cultivar CMS 201 X, selecionada para cerrado, juntamente com as cultivares comerciais Ag 401 e C. 111, em três doses de adubação no plantio: 250 kg/ha, 500 kg/ha e 750 kg/ha da formulação básica 4-14-8 e três níveis de adubação nitrogenada: 200 kg/ha, 400 kg/ha e 600 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura. Esse experimento foi conduzido nos anos agrícolas de 1982/83 e 1983/84, utilizando um delineamento experimental de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, em três repetições. As adubações de plantio constituíram as parcelas e as interações de cultivar e adubação de cobertura, as subparcelas. Os resultados obtidos demonstram que houve efeito do ano agrícola sobre a produtividade das cultivares, evidenciando que a distribuição das chuvas influenciou o rendimento de grãos no solo de cerrado. Com distribuição regular de chuvas, a cultivar Ag 401 mostrou melhor comportamento que a CMS 201 X. Em 1982/1983, a resposta ao N em cobertura foi linear e ocorreu somente no ano de boa distribuição de chuvas. Somente a cultivar C. 111 respondeu à adubação de plantio, através de efeito quadrático da regressão que alcançou uma produção ótima econômica de 5.905 kg/ha de grãos, com a utilização de NPK no plantio.

EVALUATION OF CORN CULTIVARS: EFFECT OF NPK AT PLANTING AND NITROGEN TOP DRESSING FERTILIZATION

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the performance of the corn hybrid, CMS 201 X, selected for cerrado soils with predominately low phosphorus availability and low water retention capability compared with two commercial corn hybrids: Agroceres 401 and Cargill 111. The experiment was conducted during the 1982/83 and 1983/84 growing seasons at the Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, Brazil. The corn hybrids were evaluated in three NPK fertilization levels (250, 500 and 750 kg/ha of the commercial fertilizer formulation 4-14-8) and three nitrogen levels (200, 400 and 600 kg/ha of N as ammonium sulfate). The experiment was conducted in a split-plot randomized complete block design with three replications. The NPK levels were the whole plots and the combinations of hybrid and nitrogen levels were the sub-plots. The results indicated a significant effect of years and nitrogen levels for grain yield in cerrado soil. In 1982/83, the yield response to nitrogen was linear. The interaction for NPK level by cultivars was significant for grain yield. The grain yield of the cultivar Cargill 111 was the only cultivar significantly affected by the NPK level (5,905 kg/ha).

INTRODUÇÃO

Sabe-se que 25% do território brasileiro é constituído de solos sob vegetação de cerrado,

quase sempre caracterizados por baixa retenção de umidade, baixa disponibilidade de nutrientes e elevada toxicidade de alumínio.

As terras cultivadas com milho no Brasil ocupam uma área de cerca de 12 milhões de hectares, sendo a quase totalidade dessa área constituída por terras de mediana fertilidade natural. Somente a partir da última década, o solo sob vegetação de

¹ Eng. - Agr., M.Sc. EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

² Eng. - Agr., Ph.D., EMBRAPA/CNPMS.

cerrado passou a constituir uma alternativa viável à necessidade da expansão da fronteira agrícola brasileira.

Segundo o relatório técnico anual do CPAC (Relatório... 1978), a grande limitação da agricultura no cerrado está representada pela falta de precipitação durante a época seca e pela ocorrência de períodos de seca durante a estação chuvosa (veranicos). Também caracteriza-se essa região pela elevada radiação solar e baixa umidade relativa que determina alta evapotranspiração durante todo o ano.

Tem sido enfatizado que o alumínio é uma das principais causas da infertilidade dos solos com elevada acidez, sendo necessária a conjugação de práticas de correção parcial do solo, com adaptação de plantas mais tolerantes, pois as espécies e até mesmo as variedades diferem quanto ao grau de tolerância à acidez (Bahia Filho et al. 1978).

Furlani et al. (1977) demonstraram, através de trabalho com dois híbridos simples, haver diferenças genéticas na absorção de nutrientes e na eficiência da conversão dos elementos assimilados, em produção de grãos.

Andrade et al. (1975) afirmam que existe igualdade das cultivares comerciais de milho em acumular nutrientes, refletindo o modo de obtenção desses materiais, apenas em condições de alta fertilidade dos solos e com seleção das plantas mais produtivas.

Experimentos de competição de progênies de milho, conduzidos por Napolini Filho et al. (1980), mostraram que o progresso esperado na produção de grãos em solo de cerrado é três vezes menor que no solo fértil, devido à menor variação genética da progênie.

Dentro do enfoque de resistência ao déficit de água e tolerância à toxidez de alumínio, condições essas bem caracterizadas nos solos de cerrado, o Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) desenvolveu diversos trabalhos envolvendo a seleção e criação de híbridos adaptados a essas condições de clima e solo, constatando-se como alternativa mais viável e econômica, a conjugação de práticas de correção parcial dos solos e adaptação das plantas mais tolerantes (Relatório... 1980b).

O presente trabalho teve por objetivo avaliar

o comportamento da cultivar CMS 201 X, selecionada para solo de cerrado, em comparação com as cultivares comerciais de milho, 'Cargill 111' e 'Agrocerec 401', em três níveis de adubação de plantio e três níveis de adubação nitrogenada em cobertura.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), em Sete Lagoas, MG, nos anos agrícolas de 1982/83 e 1983/84, em um Latossolo Vermelho-Escuro, fase cerrado, anteriormente cultivado durante vários anos. A análise química, do solo encontra-se na Tabela 1.

TABELA 1. Características químicas do solo onde foi instalado o experimento; CNPMS, Sete Lagoas, MG, 1984*.

Amostra	Valores
pH em água	5,5
Al meq/100 cc	0,10
Ca meq/100 cc	4,37
Mg meq/100 cc	0,63
K ppm	99,00
P ppm	8,00
MO%	4,04
N total	0,20

* Análise efetuada pelo Laboratório de Solos do CNPMS, Sete Lagoas, MG.

Foi testada a cultivar CMS 201 X, selecionada pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, para solo de cerrado, e as cultivares comerciais de porte normal 'Agrocerec 401' e 'Cargill 111', em três níveis de adubação de plantio, nas doses de 250 kg/ha, 500 kg/ha e 750 kg/ha, da formulação básica 4-14-8 de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, e três níveis de adubação nitrogenada, nas doses de 200 kg/ha, 400 kg/ha e 600 kg/ha de sulfato de amônio, em cobertura, 45 dias após o plantio.

Foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, com parcelas subdivididas, em três repetições. As adubações de plantio constituíram as parcelas e as interações de cultivar com adubação nitrogenada em cobertura, as subparcelas.

As subparcelas constaram de quatro fileiras de 7 m de comprimento, espaçadas 1 m. Na colheita, foram utilizadas as duas fileiras centrais, com eliminação de 0,50 m nas extremidades, perfazendo uma área útil da subparcela de 12 m².

O plantio foi realizado no início do período chuvoso, distribuindo-se, um número maior de sementes por metro; 30 dias após o plantio, realizou-se o desbaste, deixando-se cinco sementes por metro linear.

Foram avaliados estatisticamente os parâmetros, produção de grãos, índice de espigas e população de plantas na colheita. Efetuou-se a análise de variância correspondente a cada ano agrícola, além da análise de variância conjunta dos dois anos experimentais. Procedeu-se ainda à análise de regressão dos variáveis adubação nitrogenada de cobertura e adubação de plantio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta de produção de grãos evidenciou que ocorreram diferenças significativas para o efeito do ano e adubação nitrogenada de cobertura. Também ocorreram diferenças significativas para as seguintes interações: ano x cultivar, ano x adubação nitrogenada, cultivar x adubação de plantio e ano x cultivar x adubação de plantio. Os efeitos isolados das variáveis cultivar e adubação de plantio, bem como das demais interações estudadas, não foram significativas ao nível de 5% de probabilidade.

A ausência de resposta à adubação de plantio foi, provavelmente, causada pelos teores de fósforo, potássio e matéria orgânica da área experimental (Tabela 1), classificada como de médio a alto teor, segundo Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (1978), podendo ser considerada como uma área de cerrado corrigido. Resultado semelhante foi encontrado por Kamprath (1967), que também não constatou resposta da adubação, em solos com P disponível (extrator Mehlich I), acima de 8,0 ppm. Todavia, trabalhando em um Latossolo Vermelho-Escuro do CNPMS, Vasconcelos et al. (1984) encontraram como ponto crítico econômico para o milho, o valor de 13,8 ppm de P disponível (extrator Mehlich I), indicando

que outros fatores não detectados podem influenciar a resposta à adubação de plantio.

Ocorreu efeito altamente significativo do ano agrícola sobre a produtividade de grãos, principalmente entre as cultivares e doses de adubação nitrogenada de cobertura (Tabelas 2 e 3). Esse efeito foi, provavelmente, devido à variação da ocorrência de chuvas nos dois anos agrícolas. Em 1982/83, houve regular distribuição de chuvas durante todo o ciclo da cultura, o que proporcionou uma produtividade média de grãos de 5.385 kg/ha. O ano de 1983/84, ao contrário, foi caracterizado por distribuição irregular das chuvas, com ocorrência de um veranico de 30 dias em janeiro de 1984. Além disso, foi tardio o início do período chuvoso, o que provocou atraso no plantio. A produção média de grãos naquele ano foi de 3.524 kg/ha.

O efeito significativo do ano agrícola sobre a produtividade das cultivares demonstrou que essas, independentemente das demais variáveis, comportaram-se de modo diferenciado para cada ano agrícola estudado. Dentro desse enfoque, constatou-se que a regularidade das chuvas, em 1982/83, possibilitou melhor desempenho da 'Ag 401', que superou estatisticamente a 'CMS 201 X' (Tabela 3). Em 1983/84, ano de irregular distribuição de chuvas, houve uma inversão de comportamento das cultivares. A 'CMS 201 X', selecionada para cerrado, e a 'C. 111', comprovadamente uma das mais adaptadas a esse tipo de solo, foram estatisticamente superiores em produtividade que a 'Ag 401' (Tabela 4). Resultados semelhantes foram constatados para 'C. 111' em solo de cerrado do Distrito Federal (Relatório... 1980a).

A resposta à adubação nitrogenada em cobertura ocorreu somente no ano agrícola de 1982/83, através da equação de regressão $Y = 4608,525 + 1,960x$ ($r^2 = 0,938$), ilustrada na Fig. 1. Esse efeito linear da adubação nitrogenada indica que doses maiores de sulfato de amônio em cobertura levariam a acréscimos na produtividade de grãos. Resultados obtidos por EMBRAPA (1980 b) indicaram que, após alguns anos de cultivo no cerrado, ocorreu uma produtividade de milho equivalente a 60% da produtividade máxima, através da utilização de 60 kg/ha de N. Esse mesmo trabalho demonstrou que, em anos chuvosos, como 1982/83, ocorreu maior perda do N, por efeito da lixi-

viação. Desse modo, o efeito linear do N, obtido no presente trabalho, leva à suposição que também houve efeito de perdas por lixiviação. Além disso, conforme relato de Grove et al. (1980), quando se aumenta a dose de N, ocorre um decréscimo no aproveitamento desse elemento, devido à diminuição da diferença efetiva entre as doses aplicadas.

Os resultados médios de produção de grãos da interação cultivar x adubação de plantio estão na Tabela 4. A análise estatística evidenciou que essa interação foi significativa em 1982/83. O seu desdobramento indicou que somente a cultivar C. 111 respondeu à adubação de plantio segundo a equação $Y = 1970,082 + 17,513x - 0,019x^2$; ($r^2 = 0,99$). Desse modo, ficou demonstrado que o híbrido C. 111, independente da adubação nitrogenada de cobertura, alcançou a produtividade física máxima (PFM) de 6.005 kg/ha, com a utilização, no plantio, de 461 kg/ha do adubo comercial 4-14-18 de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente.

Foi utilizada a formulação $\frac{dy}{dx} = \frac{Px(1+I)(1+J)}{Py(0,8)}$

para calcular a produtividade ótima econômica (POE), sendo:

Px = preço do 4-14-8 em Minas Gerais em outubro de 1983 (Cr\$ 156,12/kg);

I = inflação no período de outubro de 1983 a maio de 1984 (88,90%);

J = juros agrícola por seis meses (1,5%);

Py = preço do milho em maio de 1984 (Cr\$ 135,00/kg);

0,8 = fator de ajuste da produtividade ao nível de produtor, calculado em relação às produtividades obtidas no experimento.

Foi encontrado um valor de $x = 387,93$, que corresponde à utilização de 388 kg/ha, aproximadamente, de 4-14-8 para obter uma produtividade ótima econômica de 5.905 kg/ha de grão (Fig. 2).

TABELA 2. Produção de grãos de milho (kg/ha) sob o efeito de doses de sulfato de amônio em cobertura (kg/ha), nos anos agrícolas de 1982/83 e 1983/84, CNPMS, Sete Lagoas, MG, 1984.

Ano agrícola	Sulfato de amônio (kg/ha)			Média
	200	400	600	
1982/83	4.932 b	5.500 a	5.721 a	5.385 A
1983/84	3.502 a	3.617 a	3.453 a	3.524 B
Média	4.217	4.559	4.587	
CV (%)	16,92			

As médias seguidas da mesma letra não diferiram estatisticamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey. Letras minúsculas compararam na horizontal e maiúsculas na vertical.

TABELA 3. Produção de grãos de milho (kg/ha) sob o efeito de cultivar, nos anos agrícolas de 1982/83 e 1982/84, CNPMS, Sete Lagoas, MG, 1984.

Ano agrícola	Cultivares de milho			Média
	CMS 201X	C. 111	Ag 401	
1982/83	5.035 b	5.288 ab	5.831 a	5.385
1983/84	3.682 a	3.751 a	3.140 b	3.524
Média	4.359	4.519	4.485	
CV(%)	16,90			

Os tratamentos seguidos da mesma letra na horizontal não diferiram estatisticamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 4. Produção de grãos de milho (kg/ha) sob o efeito da interação de cultivar com doses de adubação de plantio (4-14-8 em kg/ha), nos anos agrícolas de 1982/83 e 1983/84, CNPMS, Sete Lagoas, MG, 1984.

Adubação de plantio	Cultivar de milho			Média
	CMS 201X	C. 111	Ag 401	
Ano agrícola de 1982/83				
250	5.063	5.140	5.659	5.287
500	5.337	5.907	5.418	5.554
750	4.705	4.816	6.515	5.312
Média	5.035 b	5.288 b	5.831 a	
CV (%)	16,90			
Ano agrícola de 1983/84				
250	3.635	3.515	3.089	3.413
400	3.491	3.791	3.057	3.446
750	3.921	3.946	3.273	3.714
Média	3.682 a	3.751 a	3.140 b	
CV (%)	15,76			

As médias seguidas da mesma letra não diferiram estatisticamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

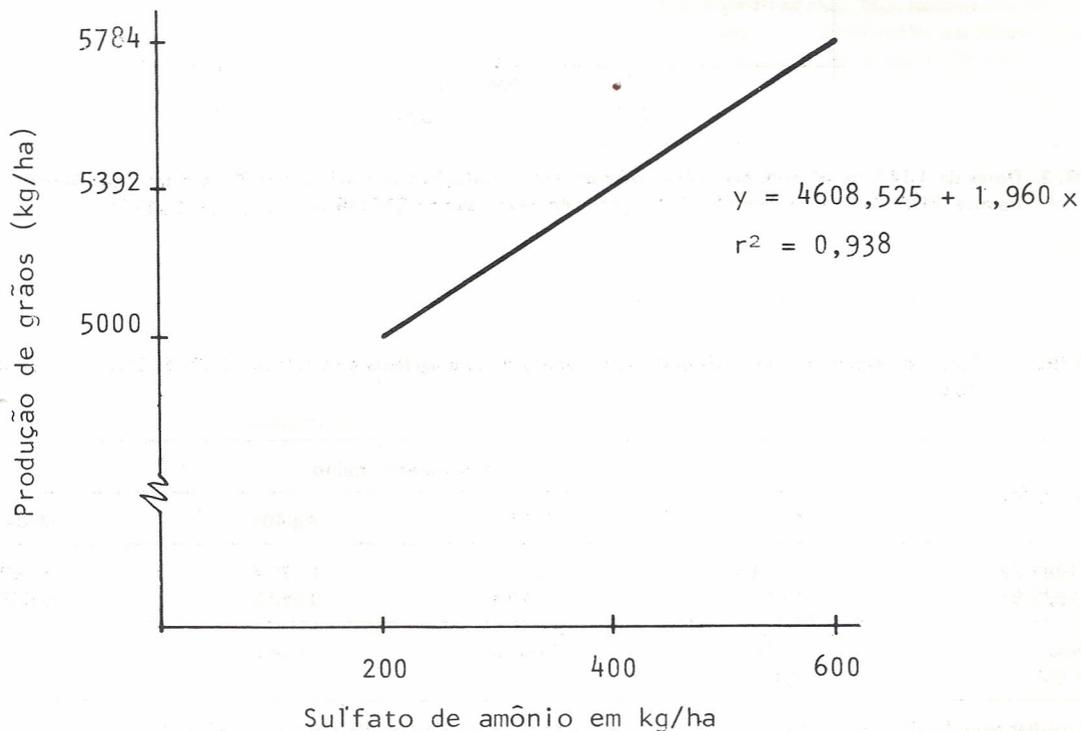


FIG. 1. Produção de grãos de milho (kg/ha) sob o efeito da adubação de cobertura em solo de cerrado do CNPMS, no ano agrícola de 1983/83, Sete Lagoas, MG, 1984.

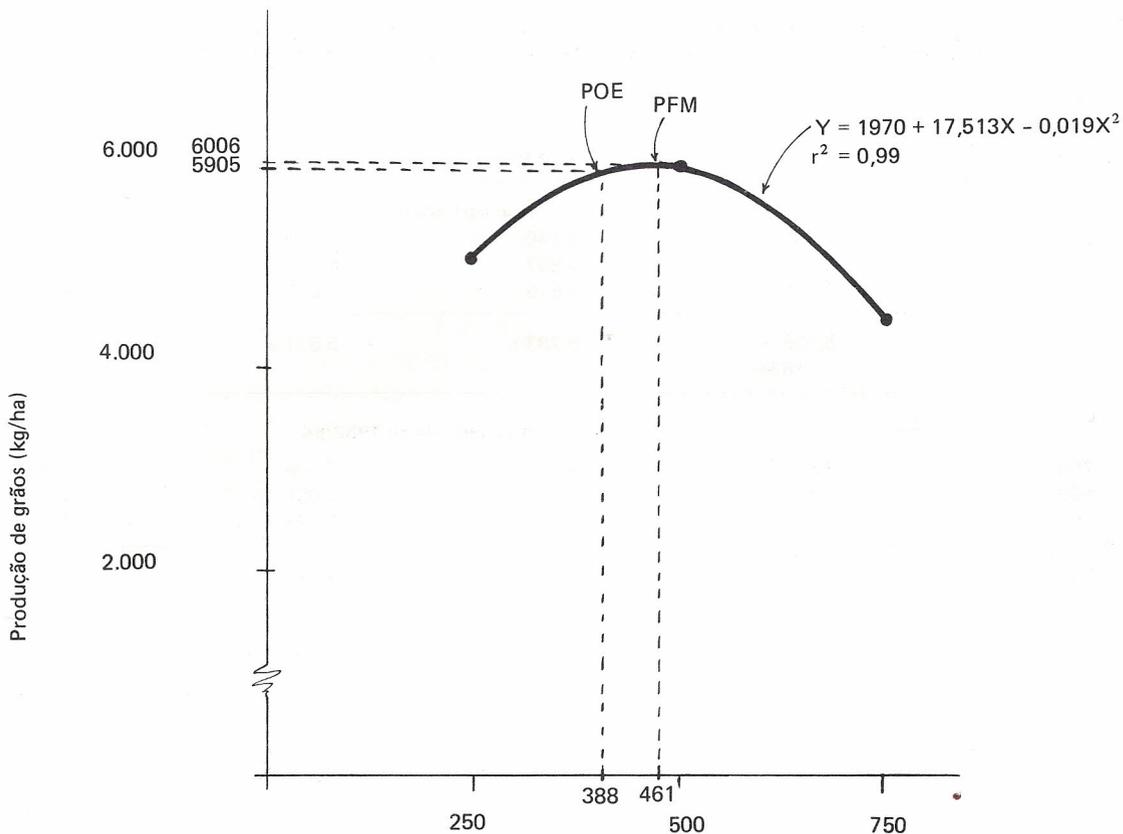


FIG. 2. Doses de 4-14-8 no plantio, necessárias para atingir a produção física máxima (PFM) e a produção ótima econômica (POE) da cultivar de milho C. 111, em solo de cerrado do CNPMS, Sete Lagoas, MG, 1984.

TABELA 5. Índice de espigas em valor absoluto sob o efeito do ano agrícola e da cultivar, CNPMS, Sete Lagoas, MG, 1984.

Ano agrícola	Cultivares de milho			
	CMS 201X	C. 111	Ag 401	Média
1982/83	1,134 a	1,061 a	1,075 a	1,090
1983/84	1,003 a	1,010 a	0,953 b	0,988
Média	1,068 a	1,036 ab	1,014 b	
CV (%)	9,45			

As médias seguidas da mesma letra não diferiram estatisticamente, ao nível de 5%, pelo teste de Tukey.

Desse modo, ficou constatada que para uma produtividade ótima econômica, praticamente, semelhante à produtividade física máxima, a cultivar C. 111, em solo de cerrado, possibilitou uma redução de 16% na quantidade de 4-14-8 utilizada no plantio.

Quanto ao índice de espigas, obtido através do quociente entre o número total de espigas e o número total de plantas por hectare, constatou-se, pela análise de variância conjunta, que houve efeito significativo desse parâmetro sobre o efeito do ano agrícola e de cultivar (Tabela 5). A análise de variância de cada ano, isoladamente, mostrou que o efeito de cultivar somente ocorreu em 1983/84, ocasião em que houve veranico, quando 'CMS 201 X' e C. 111' foram significativamente superiores a 'Ag 401', demonstrando maior prolificidade e, portanto, maior capacidade de adaptação e produtividade sob condições climáticas características de solo de cerrado.

CONCLUSÕES

1. Constatou-se que o ano agrícola influenciou significativamente a produtividade das cultivares no solo de cerrado. Em ano de regular distribuição de chuvas, 'Ag 401' apresentou melhor desempenho que 'CMS 201X'. Quando as chuvas foram irregulares, havendo inclusive ocorrência de veranico, as cultivares CMS 201 X e C. 111 suplantaram estatisticamente 'Ag 401'. Sob tais condições climáticas características do cerrado, constatou-se ainda maior prolificidade das cultivares CMS 201X e C. 111 e, conseqüentemente, maior capacidade de adaptação e produção de grãos dessas sobre 'Ag 401'.

2. Independente da cultivar e sob condição de boa regularidade das chuvas, ocorreu resposta linear para N em cobertura, indicando que doses maiores que 600 kg/ha de sulfato de amônio proporcionariam maiores produtividades em solo de cerrado.

3. A adubação de plantio no solo de cerrado, através do adubo comercial 4-14-8, evidenciou resposta quadrática da cultivar C. 111, com produção física máxima de 6.005 kg/ha, na dose de

461 kg/ha, e produção ótima econômica de 5.905 kg/ha, com a dose de 388 kg/ha da adubação de plantio. Portanto, uma redução de 16% na quantidade de adubo aplicado, para uma redução na produção máxima de 2%.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A.G.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D. & SARRUGE, I.R. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho (*Zea mays* L.). Acúmulo de nutrientes. *An. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz*, 32:115-49, 1975.
- BAHIA FILHO, A.F. de C.; FRANÇA, G.E. de; PITTA, G.V.E.; MAGNAVACA, R.; MENDES, J.F.; BAHIA, F.G.F.T. de C. & PEREIRA, P. Avaliação de linhagens de milho em condições de elevada acidez. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO S SORGO 2., Piracicaba, SP., 1976. *Anais...* Piracicaba, ESALQ, 1978. p.51-5.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte, MG. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais*; 3ª aproximação. Belo Horizonte, 1978. 80p.
- FURLANI, P.R.; HIROCE, R.; BATALIA, O.C. & SILVA, W.J. Acúmulo de micronutrientes, de silício e de matéria seca por dois híbridos simples de milho. *Bragantia*, 36(22):223-9, 1977.
- GROVE, T.L.; RITCHEY, D. & NADERMAN JÚNIOR, G.C. Nitrogen fertilization of maize on an oxisol of the cerrado of Brazil. *Agron. J.*, 72:261-5, 1980.
- KAMPURATH, E.J. Residual effect of large applications of phosphorus on high phosphorus fixing soils. *Agron. J.*, 59(1):25-7, 1967.
- NASPOLINI FILHO, V.; VIANNA, R.T.; GAMA, E.E.G. & VENCOSKY, R. Comportamento de progênies de milho sob condições de solo normal e de cerrado. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 13., Londrina, PR, 1980. *Resumos...* Londrina, IAPAR, 1980. p.18.
- RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO CENTRO DE PESQUISA DOS CERRADOS - 1978. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1978.
- RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO CENTRO DE PESQUISA DOS CERRADOS - 1980. Planaltina, EMBRAPA-CPAC, 1980a.

RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO - 1979. Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS, 1980b.

VASCONCELLOS, C.A.; SANTOS, H.L.; FRANÇA, G.E. de; BAHIA FILHO, A.F.C. & PITTA, G.V.E. Adubação fosfatada de correção e de manutenção na cultura do milho. s.n.t. Trabalho apresentado na XVI Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, Itabuna, BA, jul. 1984.