

CLASSIFICAÇÃO DE POPULAÇÕES DE MILHO QUANTO A EFICIÊNCIA E RESPOSTA AO USO DE FÓSFORO EM SOLOS NATURAIS DE CERRADO

CORN POPULATION CLASSIFICATION AS TO EFFICIENCY AND RESPONSE TO PHOSPHORUS USE IN CERRADO NATURAL SOILS

Rodrigo Ribeiro FIDÉLIS¹; Flávio Sérgio AFFERRI¹; Joênes Mucci PELUZIO¹;
Gil Rodrigues dos SANTOS¹; Eduardo Andrea Erasmo LEMUS¹

1. Professor, Doutor, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO, Brasil. fidelisrr@uft.edu.br

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi selecionar genótipos mais eficientes na absorção e utilização de fósforo em solos naturais de cerrado. O ensaio foi constituído de quarenta e cinco tratamentos e foi conduzido na área Experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi. Para simular ambientes com baixo e alto nível de fósforo, foram utilizadas doses de 25 e 113 kg ha⁻¹ de P₂O₅ no plantio, respectivamente. Para identificar os cultivares adequados aos ambientes, utilizou-se a metodologia proposta por Fageria e Kluthcouski (1980), que sugerem a classificação dos cultivares quanto à eficiência no uso e resposta a aplicação do fósforo. Concluiu-se que os genótipos eficientes na absorção e utilização de fósforo e responsivos ao incremento de P foram UFVM77-0389, UFVM77-0365, UFVM77-0319, UFVM77-0329, UFVM77-0331 e UFVM77-0343.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*. Eficiência. Resposta.

INTRODUÇÃO

No Brasil, uma das opções do aumento da produção é a expansão da agricultura e o aumento da produtividade nos cerrados. Porém, nesta região os solos possuem limitações para produção agrícola devido à baixa fertilidade e elevada acidez associada a veranicos e à falta de água disponível na prolongada estação seca (FERNANDES; MURAOKA, 2002; MACHADO et al., 1999).

O fósforo é um dos macronutrientes mais limitantes à produtividade das lavouras de milho no Brasil, sendo comumente observadas suas respostas à adubação fosfatada (SMITH; CRAVO, 1990; RAUN; BARRETO, 1995). De acordo com Monteiro (1995), a eficiência ao uso de fósforo é de fundamental importância à cultura, por ser a mais plantada no país e ter a maior parte de sua produção oriunda de pequenas propriedades. Neste cenário, o milho tem grande importância social, econômica e cultural. É cultivado em larga escala, em aproximadamente 13.750 milhões de hectares, em sua maioria por pequenos e médios agricultores (GAMA, 2002; AGRIANUAL, 2003).

Em solos como os de cerrado, a correção normalmente se faz pela adição de altas doses de fertilizantes fosfatados, uma solução econômica e ambientalmente, de modo geral, insatisfatória. Alternativas têm sido sugeridas, entre elas o desenvolvimento de cultivares mais eficientes (FAGERIA; BALIGAR, 1997). A diversidade inter e intra-específica para a absorção, translocação, distribuição e uso de fósforo já foi observada para

grande parte das culturas, entre as quais o milho (SILVA; GABELMAN, 1992). A variabilidade genética representada por todo o germoplasma de milho hoje disponível é imensa, sendo grande os progressos alcançados mediante o melhoramento genético da cultura, com o desenvolvimento de materiais adaptados às condições adversas de clima e solo (MACHADO; MAGNAVACA, 1991). A eficiência é definida como a capacidade de determinado genótipo em adquirir o nutriente para incorporá-lo e utilizá-lo na produção de biomassa ou material vegetal de rendimento econômico (BLAIR, 1993), como os grãos, no caso específico dos cereais. Os critérios ou definições de eficiência são vários e, geralmente, dividem-se entre os que enfatizam a produtividade e aqueles que enfatizam o requerimento interno do nutriente na planta (GOURLEY et al., 1994), dependentes das características morfológicas, bioquímicas e fisiológicas dos vegetais.

No enfoque agroecológico da produção agrícola, a identificação de populações de plantas que possuem capacidade de absorver e utilizar o fósforo de forma eficiente é extremamente importante, pois possibilita a redução dos custos de produção, a utilização de menor quantidade de nutrientes e a conservação do agroecossistema (MACHADO, 1997; MACHADO et al., 1998a,b). Os melhores critérios para avaliar cultivares mais eficientes na absorção e utilização do nutriente têm sido aqueles que utilizam o crescimento e desenvolvimento das plantas em condições de baixo nível do nutriente, verificando se a resposta ao

nutriente é devida ao mecanismo de absorção e/ou de utilização do nutriente para produção de matéria seca (FLEMING, 1983 citado por FURLANI et al., 1985). No entanto, esta resposta não é aplicável ao melhoramento de plantas.

No melhoramento de plantas, para a identificação de cultivares eficientes na absorção e utilização do nutriente, é necessário estabelecer metodologias rápidas, de baixo custo e que permitam discriminar germoplasmas com alta repetibilidade dos resultados e avaliar grande quantidade de plantas, famílias ou populações.

Fageria e Kluthcouski (1980) e Fageria e Baligar (1993) desenvolveram metodologia específica para estresse mineral aplicáveis ao melhoramento de plantas, para a seleção de plantas eficientes quanto ao uso dos nutrientes e responsivas à sua aplicação. Assim, a eficiência na utilização do nutriente é definida pela média da produtividade de grãos em baixo nível do nutriente, sendo a resposta à sua utilização, obtida pela diferença entre a produtividade de grãos nos dois níveis do nutriente, dividida pela diferença entre as doses. Esta metodologia é adequada, pois os ensaios de campo fazem parte da rotina dos programas de melhoramento e têm se mostrado eficiente em condições de casa de vegetação.

Assim, o objetivo deste trabalho foi selecionar entre os germoplasmas avaliados, os mais eficientes na absorção e utilização de fósforo em solos naturais de cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a obtenção das combinações híbridas foram selecionados nove cultivares comerciais de milho, C 333 B, C 901, CO 32, DKB 350, P 3041, P 30F88, Z 8410, Z 8420 e Z 8480, oriundos de diferentes programas de melhoramento, com potencial produtivo satisfatório, e classificados como adaptados às condições de solos de cerrado. Os cultivares foram semeados no primeiro semestre de 2003 no Campo Experimental Professor Diogo Alves de Mello, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. Os cruzamentos foram feitos no esquema de fileiras pareadas, sendo realizados manualmente planta a planta, de maneira que cada combinação híbrida foi representada por pelo menos 50 espigas. Os tratamentos culturais consistiram de aplicação de herbicidas e inseticidas, com produtos recomendados para a cultura do milho.

O ensaio de avaliação das combinações híbridas foi conduzido na área Experimental da Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi, situada a 11° 43' de latitude sul e 49° 15' de longitude oeste, numa altitude de 300 m.

O solo onde se instalou o experimento é classificado como do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico e encontrava-se sob vegetação natural, ou seja, ainda não havia sido preparado para receber qualquer cultura. Os atributos químicos do solo encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química de solo da área do experimento. Gurupi-TO, 2004

Amostra (cm)	Ca	Mg	H+Al	K	P (Mel.)	MO	pH
	-----cmol _c dm ⁻³ -----			-----mg dm ⁻³ -----		(%)	CaCl ₂
0-20	1,8	0,9	4,5	91	0,7	3,1	4,7

O plantio foi realizado no dia 06 de fevereiro do ano agrícola de 2003/2004, época mais indicada para a semeadura na região sul do Estado do Tocantins, em solos de terras altas.

O ensaio foi constituído de quarenta e cinco tratamentos, correspondentes a trinta e seis híbridos interpopulacionais oriundos de um bloco de recombinação entre nove populações genitoras e de nove testemunhas. Além das populações genitoras citadas anteriormente outros oito híbridos interpopulacionais foram obtidos do cruzamento da população AG 9010 com C 333, C 901, DKB 350, P 3041, P 30F88, Z 8410, Z 8420 e Z 8480, sendo considerados testemunhas, por não apresentar todos os cruzamentos possíveis no dialelo. A outra

testemunha foi a variedade de milho denominada Nativo.

Foi utilizado o preparo convencional do solo, com uma aração e duas gradagens. A adubação de semeadura foi realizada utilizando-se 23 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio e 68 kg ha⁻¹ de K₂O. Para simular ambientes com baixo e alto níveis de fósforo, foram utilizadas as doses 25 e 113 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente. A adubação de cobertura utilizando 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de sulfato de amônio, parcelada em duas vezes, sendo a primeira no estágio fenológico de quatro e a segunda no de oito folhas completamente expandidas. Os tratamentos culturais foram realizados

sempre que necessário, de acordo com as recomendações técnicas para a cultura do milho.

Os experimentos foram conduzidos no delineamento em blocos ao acaso com duas repetições. Cada parcela experimental foi constituída por duas fileiras de 5,0 m de comprimento. O espaçamento entre fileiras foi de 0,90 m e na linha de 0,20 m entre plantas, sendo que o estande final estimado, após o desbaste, foi de 55.555 plantas ha⁻¹. Neste estudo, utilizou-se a produção de grãos das duas fileiras da parcela e a produtividade de grãos em kg ha⁻¹, com correção para 13% de umidade (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

Para identificar os cultivares adequados aos ambientes, utilizou-se a metodologia proposta por Fageria e Kluthcouski (1980) e Fageria e Baligar (1993), que sugerem a classificação dos cultivares quanto à eficiência no uso e resposta a aplicação do fósforo (eficiência e resposta - ER). A utilização do nutriente foi definida pela média de produtividade de grãos em baixo nível. A resposta à utilização do nutriente é obtida pela diferença entre a produtividade de grãos nos dois níveis dividida pela diferença entre as doses. Utilizou-se a representação gráfica no plano cartesiano para classificar os cultivares. No eixo das abscissas, encontra-se a eficiência na utilização do fósforo e no eixo das ordenadas, encontra-se a resposta à sua utilização. O ponto de origem dos eixos é a eficiência média e a resposta média dos cultivares. No primeiro quadrante são representados os cultivares eficientes

e responsivos; no segundo, os não eficientes e responsivos; no terceiro, os não eficientes e não responsivos e no quarto, os eficientes e não responsivos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia proposta por Fageria e Kluthcouski (1980), específica para estresse mineral, identificou como eficientes no uso de fósforo vinte e nove combinações híbridas de milho, pois apresentaram as maiores médias de produtividade de grãos em baixo fósforo e, portanto, estão representados no primeiro e quarto quadrantes da Figura 1. A eficiência desses genótipos em relação aos demais, na absorção e utilização de P na produção de grãos, permite inferir que os processos associados à absorção, translocação, assimilação e redistribuição de fósforo são mais eficientes do que nos demais genótipos. Características morfológicas, fisiológicas ou relacionadas à associação com fungos micorrízicos, não avaliadas neste trabalho, poderiam ter conferido a evidência da maior ou menor tolerância à deficiência de fósforo. Desta forma, estes genótipos podem vir a constituir um banco de germoplama visando à obtenção de fontes genéticas para maior eficiência ao nutriente. Estes resultados corroboram os obtidos por Fidelis (2003), utilizando a mesma metodologia, identificou materiais de milho eficientes quanto ao uso de Nitrogênio.

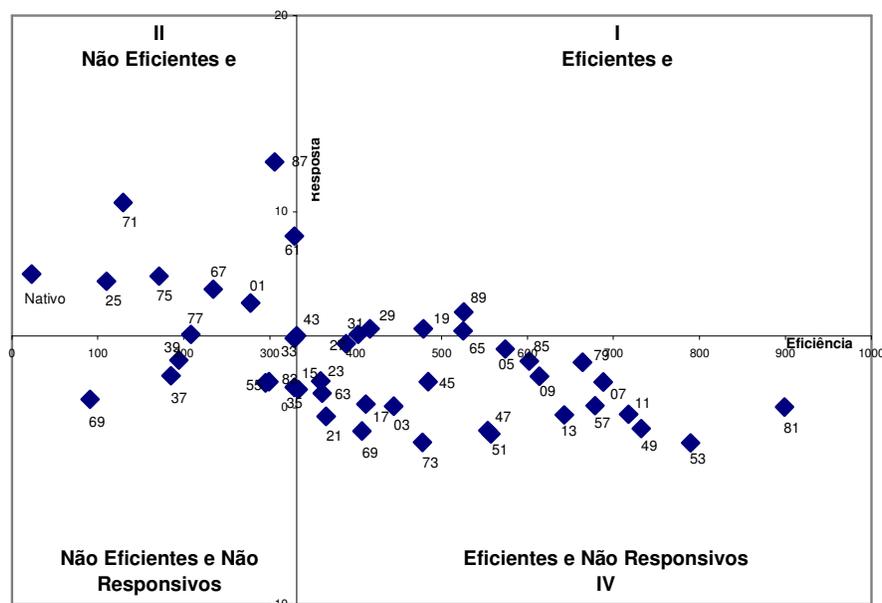


Figura 1. Eficiência no uso e resposta à aplicação de fósforo em cultivares de milho, pela metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980). Usou-se para discriminação dos genótipos na figura apenas os dois últimos números do código atribuído a cada material para não comprometer a visualização.

Diferença entre materiais avaliados em solo natural de cerrado quanto à eficiência na absorção de fósforo, através de seleção feita baseada na atividade específica de cada genótipo foi constatada por Fernandes e Muraoka (2002). Machado et al. (1999), conduzindo experimento em campo, também detectaram diferenças entre os genótipos avaliados para eficiência quanto ao uso do fósforo, com destaque para variedades locais e melhoradas. Furlani et al. (1985) comparando em solução nutritiva 40 linhagens de milho quanto à eficiência de absorção de P, selecionou 9 como não eficientes, com base na produção de matéria seca de parte aérea e raízes e absorção de P como características de avaliação.

Quanto a resposta à aplicação de fósforo, quinze genótipos destacaram-se por apresentarem os maiores índices, sendo quatorze combinações híbridas e uma testemunha (Nativo), estando portanto representados no primeiro e segundo quadrantes da Figura 1. Destes, somente os genótipos UFVM77-0387 e UFVM77-0371 apresentaram valores de índice de resposta acima de 10, refletindo um incremento maior da produção de grãos para cada crescimento de fósforo, caracterizando suas condições de materiais responsivos. Estes resultados corroboram os obtidos por Machado et al. (1999), que também detectaram em seu estudo diferentes magnitudes de resposta em função da concentração de P entre os genótipos avaliados, chamando a atenção para as variedades local Cravinho e Carioca, que se mostraram tão responsivas ao aumento de fósforo quanto os melhores híbridos. Fidelis (2003) também encontrou em seu estudo materiais de milho responsivos utilizando a mesma metodologia, porém quanto a aplicação de nitrogênio, com índice de resposta acima de 17. Machado et al., (2001) concluíram através de trabalhos de campo que, as variedades avaliadas apresentaram variabilidade quanto a eficiência no uso do fósforo.

Os genótipos UFVM77-0389, UFVM77-0365, UFVM77-0319, UFVM77-0329, UFVM77-0331 e UFVM77-0343, além de terem sido considerados responsivos, também foram apontados como os mais eficazes em utilizar o fósforo mesmo

em concentrações moderadamente baixas, demonstrando sua possível adaptação tanto a ambientes com deficiência como naqueles cujos níveis de disponibilidade de fósforo são ideais (primeiro quadrante da Figura 1).

Os genótipos UFVM77-0361, UFVM77-0387, UFVM77-0301, UFVM77-0377, UFVM77-0367, UFVM77-0375, UFVM77-0371, UFVM77-0325 e Nativo por terem apresentado baixo rendimento de grãos em ambiente com deficiência de fósforo foram considerados como não eficientes, porém tiveram caracterizado suas condições de materiais responsivos (segundo quadrante da Figura 1).

Os genótipos UFVM77-0369, UFVM77-0337, UFVM77-0339, UFVM77-0355, UFVM77-0383, UFVM77-0333 e UFVM77-0335, por terem apresentado baixo rendimento de grãos em ambiente com deficiência de fósforo (inferior a média dos genótipos, ou seja, 420,86 kg ha⁻¹) e também por terem apresentado baixos índices de resposta a aplicação de fósforo (inferior a 2,5) foram considerado como não eficientes e não responsivos (terceiro quadrante da Figura 1). Furlani et al. (1985) comparando em solução nutritiva 40 linhagens de milho quanto à eficiência de absorção de fósforo, selecionou 11 como não eficientes, com base na produção de matéria seca de parte aérea e raízes e absorção de fósforo como características de avaliação.

A metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980), específica para estresse mineral, foi adequada, pois identificou genótipos eficientes quanto ao uso do fósforo e responsivos à sua aplicação, já que a média geral da produtividade de grãos no ambiente de baixo nível de fósforo foi aproximadamente 34% inferior à do ambiente com alto nível de fósforo (Tabela 2). Ensaios de competição de cultivares fazem parte da rotina, são de baixo custo e permitem a avaliação de grande número de genótipos. No entanto, foi necessário dobrar o número de parcelas em avaliação e quantificar as doses de fósforo que discriminassem os genótipos para o local em que foram instalados os ensaios.

Tabela 2. Médias das características produção de grãos (PG) e dias para o florescimento feminino (DFF) em cultivares de milho cultivados em solos naturais de cerrado na Região Sul do Estado do Tocantins. Gurupi, TO, Safra 2003/2004

Germoplasma	PG (kg ha ⁻¹)		Eficiência	Resposta
	Alto P	Baixo P		
UFVM77-0387	1402,8 A	305,6 B	305,6	12,54

UFVM77-0361	1095,4 A	328,7 B	328,7	8,76
UFVM77-0371	1046,3 A	129,6 B	129,6	10,48
UFVM77-0389	953,7 A	525,9 A	525,9	4,89
UFVM77-0381	902,8 A	899,1 A	899,1	0,04
UFVM77-0379	868,5 A	663,9 A	663,9	2,34
UFVM77-0365	868,5 A	525,0 A	525	3,93
UFVM77-0305	837,0 A	574,1 A	574,1	3,01
UFVM77-0319	832,4 A	478,7 A	478,7	4,04
UFVM77-0385	811,1 A	601,9 A	601,9	2,39
UFVM77-0307	803,7 A	688,0 A	688	1,32
UFVM77-0329	770,4 A	416,7 B	416,7	4,04
UFVM77-0367	763,9 A	234,3 B	234,3	6,05
UFVM77-0375	759,3 A	171,3 B	171,3	6,72
UFVM77-0309	754,6 A	613,9 A	613,9	1,61
UFVM77-0301	745,4 A	277,8 B	277,8	5,34
UFVM77-0331	731,5 A	402,8 B	402,8	6,76
UFVM77-0357	689,8 A	678,7 A	678,7	0,13
UFVM77-0311	689,8 A	717,6 A	717,6	-0,32
UFVM77-0325	675,9 A	110,2 B	110,2	6,47
UFVM77-0327	675,9 A	388,9 B	388,9	3,28
UFVM77-0349	640,7 A	732,4 A	732,4	-1,05
UFVM77-0333	638,9 A	328,7 B	328,7	3,54
UFVM77-0353	634,3 A	789,8 A	789,8	-1,78
Nativo	620,4 A	23,2 B	23,2	6,83
UFVM77-0313	612,1 A	642,6 A	642,6	-0,35
UFVM77-0343	653,7 A	331,5 B	331,5	3,68
UFVM77-0345	601,9 A	484,3 A	484,3	1,34
UFVM77-0377	537,1 B	208,3 B	208,3	3,76
UFVM77-0323	478,7 B	359,3 B	359,3	1,37
UFVM77-0347	453,7 B	553,7 A	553,7	-1,14
UFVM77-0303	451,9 B	444,4 B	444,4	0,08
UFVM77-0351	440,7 B	557,4 A	557,4	-1,33
UFVM77-0317	429,6 B	412,0 B	412	0,2
UFVM77-0363	425,9 B	361,1 B	361,1	0,74
UFVM77-0335	421,3 B	328,7 B	328,7	1,06
UFVM77-0383	416,7 B	299,1 B	299,1	1,34
UFVM77-0315	415,7 B	333,3 B	333,3	0,94

UFVM77-0355	407,4 B	295,4 B	295,4	1,28
UFVM77-0339	407,4 B	194,4 B	194,4	2,43
UFVM77-0321	328,7 B	365,7 B	365,7	-0,42
UFVM77-0373	324,1 B	477,8 A	477,8	-1,76
UFVM77-0337	328,7 B	185,2 B	185,2	1,64
UFVM77-0359	304,6 B	407,4 B	407,4	-1,17
UFVM77-0369	129,6 B	90,7 B	90,7	0,44
Média	638,1	420,7		

Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas, nas colunas, pertencem ao mesmo grupo estatístico, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

Os genótipos eficientes na absorção e utilização de fósforo através da metodologia

específica para estresse mineral e responsivos ao incremento de fósforo foram UFVM77-0389, UFVM77-0365, UFVM77-0319, UFVM77-0329, UFVM77-0331 e UFVM77-0343.

ABSTRACT: This work aimed to select the most efficient genotypes in phosphorus absorption and utilization in cerrado natural soils. The essay was constituted of 45 treatments, and conducted at the Experimental Area of the Universidade Federal do Tocantins, Gurupi Campus. In order to simulate environments with high and low levels of phosphorus, doses of 25 and 113 kg ha⁻¹ of P₂O₅ were applied at sowing, respectively. To identify the cultivars adequate to the environments, the methodology proposed by Fageria and Kluthcouski (1980) was applied. These methodologies suggest cultivar classification should be conducted according to use efficiency and response to phosphorus application. It was concluded that the genotypes efficient in phosphorus absorption and utilization and responsive to P increase were UFVM77-0389, UFVM77-0365, UFVM77-0319, UFVM77-0329, UFVM77-0331 and UFVM77-0343.

KEYWORDS: *Zea mays*, efficiency, response.

REFERÊNCIAS

AGRIANUAL 2003. **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio; M&S Mendes & Scotoni. Editora Argos. 2003. 544p.

BLAIR, G. Nutrient efficiency what do we really mean? In: RANDALL, P. J.; DELHAITZE, E.; RICHARDS, R. A.; MUNNS, R. (Eds.). **Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. p. 205–213. (Developments in Plant and Soil Sciences, 50).

FAGERIA, N. D; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e feijão para condições adversas de solo**. Brasília: EMBRAPA/CNPAP, 1980. 22p.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Phosphorus-use efficiency by corn genotypes. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 20, n. 10, p. 1267-1277, 1997.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Screening crop genotypes for mineral stresses. In: **Proceedings of the workshop on adaptation of plants to soil stresses**. 1993. INTSORMIL. Publication n. 94-2. University of Nebraska, Lincoln, NE.

FERNANDES, C.; MURAOKA, T. Absorção de fósforo por híbridos de milho cultivados em solo de cerrado. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 4, p. 781-787, 2002.

- FIDELIS, R. R. **Metodologias de seleção para eficiência quanto ao uso e resposta à aplicação do nitrogênio em germoplasma de milho**. 2003. 37p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2003.
- FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; LIMA, M. Eficiência de linhagens de milho na absorção e utilização de fósforo em solução nutritiva. **Bragantia**, Campinas, v. 44, n. 1, p. 129-147, 1985.
- GAMA, E. E. G.; MARRIEL, I. E.; GUIMARÃES, P. E. O.; PARENTONI, S. N.; SANTOS, M. X.; PACHECO, C. A. P.; MEIRELES, W. F.; RIBEIRO, P. H. E.; OLIVEIRA, A. C.; Combining ability for nitrogen use in a selected set of inbred lines from a tropical maize population. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 3, p. 68-77, 2002.
- GOURLEY, C. J. P.; ALLAN, D. L.; RUSSELE, M. P. Plant nutrient efficiency: A comparison of definitions and suggested improvement. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 158, n. 1, p. 29-37, 1994.
- MACHADO, A. T. **Perspectiva do melhoramento genético em milho (*Zea mays* L.) visando eficiência na utilização do nitrogênio**. 1997. 219p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1997.
- MACHADO, A. T.; MAGNAVACA, R. **Estresse ambiental: o milho em perspectiva**. Rio de Janeiro, AS-PTA, 1991. 47p.
- MACHADO, A. T.; PEREIRA, M. B.; PEREIRA, M. E., MACHADO, C. T. T.; MÉDICE, L. O. Avaliação de variedades locais e melhoradas de milho em diferentes regiões do Brasil. In: _____. **Milho crioulo: conservação e uso da biodiversidade**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1998a, p.93-106.
- MACHADO, A. T.; SODEK, L.; DÖBEREINER, J.; REIS, V. M. Efeito da adubação nitrogenada e da inoculação com bactérias diazotróficas no comportamento bioquímico da cultivar de milho Nitroflint. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 6, p. 961-970, 1998b.
- MACHADO, C. T. T.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; MACHADO, A. T. Variabilidade entre genótipos de milho para eficiência no uso de fósforo. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 109-124, 1999.
- MONTEIRO, J. A. Estresse ambiental: considerações econômicas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ESTRESSE AMBIENTAL: O MILHO EM PERSPECTIVA, Belo Horizonte, 1992. **Anais...** Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, CIMMYT/UNDP, 1995. p. 13-40.
- RAUN, W. R.; BARRETO, H. J. Regional maize grain yield response to applied phosphorus in Central America. *Agronomy Journal*, Madison, v. 87, n. 1, p. 208-213, 1995.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Releigh, v. 30, n. 1, p. 507-512, 1974.
- SILVA, A. E. da; GABELMAN, W. H. Screening maize inbred lines for tolerance to low-P stress condition. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 146, n. 1, p. 181-187, 1992.
- SMITH, T. J.; CRAVO, M. S. Phosphorus management for continuous corn-cowpea production in a Brazilian Amazon Oxisol. *Agronomy Journal*, Madison, v. 24, n. 1, p. 305-309, 1990.
- VENCOVSKY, R; BARRIGA, P. Genética Biométrica no Fitomelhoramento. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, SP. 487 p, 1992.