

POTENCIAL GENÉTICO DAS POPULAÇÕES DE MILHO UFVM 100 E UFVM 200 AVALIADAS EM SOLOS COM DEFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO

Ricardo Gonçalves Silva

Prof. Adjunto. Universidade Federal do Maranhão, UFMA, Centro de Ciências Agárias e Ambientais
E-mail: rgoncalves@ufma.br

Glauco Vieira Miranda

Universidade Federal de Viçosa Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia da UFV
E-mail: glauco@ufv.br

Cosme Damião Cruz

Professor Titular do Departamento de Biologia Geral da UFV Universidade Federal de Viçosa
E-mail: cosme@ufv.br

João Carlos Cardoso Galvão

Professor Adjunto do Departamento de Fitotecnia Universidade Federal de Viçosa
E-mail: jgalvao@ufv.br

Débora Gonçalves Silva

Acadêmica do 8º período do Curso de Agronomia da UFV Universidade Federal de Viçosa
E-mail: debegoncalves@yahoo.com.br

Resumo: Com o objetivo de estimar o potencial genético de duas populações de milho, a fim de verificar seu potencial genético em dois sistemas de produção, com e sem estresse de nitrogênio, foram tomadas, ao acaso, 49 famílias de meios-irmãos (FMI) da população UFVM 100 e 49 FMI da população UFVM 200. Utilizou-se o delineamento em látice 7 x 7, com duas repetições. O nível alto de nitrogênio foi estabelecido com a adubação de plantio mais duas adubações em cobertura, totalizando 120 kg/ha de N (40 kg/ha de N na adubação de plantio; 40 kg/ha de N aos 15 dias após a emergência – DAE; 40 kg/ha de N aos 30 DAE). O nível baixo de nitrogênio foi somente 20 kg/ha de N na adubação de plantio. A parcela experimental foi constituída por uma fileira de cinco metros de comprimento, com espaçamento de 0,90 m entre fileiras e 0,20 m entre plantas dentro de fileiras. Todos os experimentos foram submetidos ao déficit hídrico (suspensão da irrigação) na fase de florescimento, durante um período de sete dias, até que o potencial hídrico do solo ficasse entre $-0,09$ e $-0,1$ MPa. Avaliou-se a produção de grãos, em cada parcela. Realizou-se a análise de variância relativa às 49 FMI de cada população, em cada sistema de produção, conforme recomendação de Cochran and Cox (1957), bem como as estimativas dos parâmetros genéticos, segundo o método 1 apresentado por Silva et al. (1999), considerando experimentos em látice. Após as análises individuais, selecionou-se, em cada sistema de produção, as 15% FMI mais produtivas a fim de estimar o ganho de seleção esperado ao recombiná-las. Constatou-se que, apenas, a população UFVM 100 apresenta variabilidade genética a ser explorada pela seleção, baseada em famílias de meio-irmãos, para a produção de grãos, em condições de baixa disponibilidade de nitrogênio; as estimativas de parâmetros genéticos, relativas à produção de grãos, foram similares em alto e baixo nitrogênio; a consistência do grau de concordância entre o desempenho das famílias em baixa e alta disponibilidade de N foi baixa, indicando a necessidade de condução de programa de melhoramento específico, quando o objetivo é obter material adaptado a condições de estresse de nitrogênio.

Palavras-chave: *Zea mays* L., estresse mineral, nitrogênio.

GENETIC POTENTIAL OF THE MAIZE POPULATIONS UFVM 100 AND UFVM 200 EVALUATED IN SOILS WITH LOW NITROGEN AVAILABILITY

Abstract: The objective of this study was to estimate the genetic potential of two maize populations, in order to verify their genetic potential under two production systems (with and without nitrogen stress). So, 49 half-sib families (FMI) of the population UFVM 100 and 49 FMI of the population UFVM 200 were randomly taken. The 7 x 7 lattice design was used, with two replicates. The high nitrogen level was established with planting fertilization more two side-dressing fertilizations, so totaling 120 kg/ha N (40 kg/ha N in planting fertilization; 40 kg/ha N at the 15 days after emergency - DAE; 40 kg/ha N at 30 DAE). The low nitrogen level was only 20 kg/ha N in planting fertilization. The experimental

plot consisted of one row with 5m length and 0.90m spacing between rows and 0.20m among plants inside the rows. All experiments were subjected to water deficit (irrigation interruption) at flowering stage, during 7-day period, until soil water potential was between -0.09 to -0.1 MPa. The grain yield was evaluated in each plot. The variance analysis relative to those 49 FMI of each population in each production system was accomplished according to recommendation by Cochran and Cox (1957), whereas the estimates of the genetic parameters were performed according to method 1 presented by Silva et al. (1999), when considering the lattice experiments. After the individual analyses, those 15% more productive FMI were selected in each production system to estimate the expected selection gain when recombining them. It was found that only the population UFVM 100 shows genetic variability to be explored by selection based on half-sib families, for grain production under low N availability conditions; the estimates of the genetic parameters associated to grain yield were similar as for high and low nitrogen; the consistence of the agreement level between the families' performances under low and high availability of nitrogen was low, therefore pointing out the need for conducting a specific improvement program when the objective is to obtain material adapted to nitrogen stress conditions.

Key words: *Zea mays* L., mineral stress, nitrogen.

INTRODUÇÃO

Grande parte das lavouras de milho está localizada na região dos Cerrados, onde é comum a ocorrência de estiagens durante duas a três semanas, na estação chuvosa, quando o milho é cultivado. A alta demanda evapotranspirativa durante essas estiagens, aliada à baixa retenção de água dos solos de cerrado, provoca decréscimos na produtividade do milho.

O manejo da adubação nitrogenada, também, influi na intensidade dos efeitos da deficiência hídrica na cultura do milho. A aplicação de dose de N relativamente alta no plantio, geralmente, aumenta o crescimento vegetativo e o índice de área foliar, ocasionando aumento no uso da água (Fagade e De Datta, 1971), o que pode acentuar os efeitos da deficiência hídrica na fase reprodutiva da cultura (Ward et al., 1973).

Neste contexto, a obtenção de genótipos que utilizem eficientemente os nutrientes é muito importante (Ceccarelli, 1996). Para a cultura do milho, esta necessidade agrava-se por que os solos das áreas de Cerrado são deficientes em nutrientes, sobretudo nitrogênio (N) e fósforo (P).

Os programas tradicionais de melhoramento, geralmente, não efetuam seleção em ambientes pobres em N, pois, nesta situação, a variação ambiental é muito alta e, conseqüentemente, reduz a herdabilidade do caráter produção (Blum, 1988). Esta é a principal razão pela qual a seleção tem sido efetuada em condições ótimas, mas não é consenso. Clark e Duncan (1991) argumentam que esta pode não ser a melhor estratégia para selecionar materiais, com especificidade para ambientes que têm limitação de N.

Segundo relatos disponíveis na literatura, existe variação genética entre linhagens avaliadas sob baixas condições de N no solo (Balko e Russel, 1980), entre os cultivares tropicais (Thiraporn et al., 1987) e mesmo

dentro de cultivares (Lafitte e Edmeades, 1994). Há também evidências experimentais, em que a seleção em uma população de milho tropical foi eficiente em condições de estresse de N, mas ineficiente para produção de grãos em altos níveis de N (Muruli e Paulsen, 1981).

O melhoramento de populações de milho, para solos com baixo nitrogênio, tem sido obtido com a seleção simultânea de famílias produtivas sob estresse (Lafitte et al., 1996). Os ganhos obtidos por meio desses critérios, aplicados em populações no CIMMYT, após cinco ciclos de seleção de famílias de irmãos completos, foram de 84 kg de grãos/ha/ano (4,5% por ano), em solos com baixo N e 120 kg/ha/ano (2,3% por ano) em solos com alto N.

Neste trabalho, objetivou-se avaliar o potencial genético de duas populações de milho, em dois sistemas de produção, com alta e baixa disponibilidade de nitrogênio, enfatizando o caráter peso de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram tomadas, ao acaso, 49 famílias de meios-irmãos (FMI) da população UFVM 100 e 49 FMI da população UFVM 200, para serem avaliadas quanto à eficiência no uso de nitrogênio, com a utilização de dois conjuntos de experimentos, representando dois níveis de aplicação de nitrogênio no solo (alta e baixa disponibilidade de nitrogênio).

Os experimentos foram instalados em março de 2005, num solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (Embrapa, 1999), no Campus Experimental Morada Nova, pertencente à Faculdade de Ciências e Tecnologia de Unai (FACTU) no município de Unai – MG, com latitude de 16°22'45"S, longitude de 46°53'45"O e altitude de 576m. Os dados climáticos, referentes aos meses de março a agosto de 2005, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Precipitação total, insolação média diária, evaporação média diária, temperatura média diária e umidade relativa média nos meses de março a agosto do ano de 2005 em Unaí - MG

	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto
Precipitação total (mm)	195,9	83,8	28,0	8,7	6,4	13,5
Insolação média (horas)	5,9	7,2	7,0	7,0	6,7	5,0
Evaporação média (mm)	2,8	3,3	3,3	3,3	4,0	5,0
Temperatura média (°C)	24,0	23,6	21,0	19,3	19,1	21,0
Umidade relativa média (%)	73,0	70,0	68,0	63,0	58,0	52,0

Fonte: Estação Climatológica de Unaí - MG.

A composição granulométrica do solo na camada de 0 a 0,20 m era 16% de areia, 17% de silte e 67% de argila. As características químicas do solo, na mesma profundidade, antes da instalação dos experimentos, são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Atributos químicos do Latossolo Vermelho distrófico da área experimental antes da instalação do ensaio, em Unaí, MG

Profundidade	pH	Ca	Mg	K	P	M.O.
	H ₂ O	----- mg/dm ³ -----				(dag/Kg)
0-20 cm	4,8	0,8	0,6	221	0,8	2,0

No mês anterior à instalação dos experimentos, foi aplicada e incorporada 1,0 t/ha de calcário dolomítico, cuja necessidade de calagem foi determinada por meio do método da neutralização do Al³⁺ e da elevação dos teores de Ca²⁺ + Mg²⁺ (Alvarez e Ribeiro, 1999).

Utilizou-se o delineamento experimental em látice 7 x 7, com duas repetições. A parcela experimental foi constituída por uma fileira de cinco metros de comprimento, espaçamento de 0,90 m entre fileiras e 0,20 m entre plantas dentro de fileiras, representando uma população de 55.000 plantas por hectare, aproximadamente.

O alto nível de nitrogênio (sem estresse) foi estabelecido com a adubação de plantio (500 kg/ha da fórmula 08-28-16 + Zn) mais duas adubações em cobertura, totalizando 120 kg/ha de N (40 kg/ha de N na adubação de plantio; 40 kg/ha de N aos 15 dias após a emergência - DAE; 40 kg/ha de N aos 30 DAE). O baixo nível de nitrogênio (com estresse) foi de apenas 40 kg/ha de N na adubação de plantio, utilizando-se a fórmula 08-28-16 + Zn.

Durante o cultivo, foram realizadas práticas recomendadas para condução da lavoura, tais como o controle de plantas daninhas por meio de capinas manuais, o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e irrigação suplementar.

Para o monitoramento da umidade do solo, utilizaram-se tensiômetros de coluna de mercúrio, cujas leituras foram utilizadas para definir o momento de irrigar. As irrigações foram feitas, sempre que o potencial da água no solo a 0,20 m de profundidade era de -0,05 MPa.

Todos os experimentos foram submetidos ao déficit hídrico (suspensão da irrigação) na fase de florescimento masculino, durante sete dias, até que o potencial da água no solo ficasse entre -0,09 e -0,1 MPa.

A produção de grãos foi avaliada em cada parcela. Realizou-se a análise de variância relativa às 49 FMI de cada população, em cada sistema de produção e de acordo com a recomendação de Cochran e Cox (1957), sendo as estimativas dos parâmetros genéticos feitas segundo o método 1, apresentado por Silva et al. (1999), considerando experimentos em látice. Para a análise intrabloco do látice, foi considerado o seguinte modelo:

$$y_{il(j)} = \mu + t_i + r_j + (b/r)_{l(j)} + e_{il(j)}$$

em que $y_{il(j)}$ é o valor observado do tratamento i ($i = 1, 2, \dots, v = k2$), no bloco incompleto l ($l = 1, 2, \dots, k$), da repetição j ($j = 1, 2, \dots, r$); μ é uma constante inerente a todas as observações; t_i é o efeito do tratamento i ; r_j é o efeito da repetição j ; $e_{il(j)}$ é o erro aleatório associado à observação $y_{il(j)}$.

Após as análises individuais foram selecionadas, em cada sistema de produção, as 15% FMI mais produtivas, a fim de verificar a repetibilidade entre o alto N (sem estresse) e baixo N (com estresse), bem como para estimar o ganho de seleção esperado ao recombiná-las. O ganho de seleção esperado foi determinado a partir do seguinte estimador: $GS = i \cdot p \cdot \sigma_A \cdot h$, em que GS é o ganho genético esperado com a seleção de 15% entre famílias de meio-irmãos em kg/ha; i é a intensidade de seleção; p é o controle parental; σ_A é o desvio-padrão aditivo; e h é a raiz quadrada da herdabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3, são apresentados os resumos das análises de variância relativa a cada ensaio, em ambientes com alta e baixa disponibilidade de nitrogênio. O teste F revelou significância a 5% de probabilidade, apenas, para

as famílias de meio-irmãos da população UFVM 100 submetidas a ambientes com alta e baixa disponibilidade de N, indicando haver variância genética na população sob seleção. Os coeficientes de variação experimental foram altos, em todos os ensaios. Nos ensaios conduzidos com alta disponibilidade de N, tal fato pode ser explicado em razão do estresse hídrico, ocorrido durante o florescimento (Santos et al., 1998). Nos ensaios

conduzidos com baixa disponibilidade de N, valores desta natureza são normais (Blum, 1988), sendo que resultados similares ou mais altos têm sido encontrados em ensaios submetidos a estresses ambientais (Machado et al., 1992; Parentoni et al., 1992). O delineamento em látice mostrou-se adequado, pois, sua eficiência em relação aos blocos completos casualizados variou de 8,7 a 21,3%.

Tabela 3 – Valores e significância dos quadrados médios (QM) da produtividade de grãos (kg/ha) nas análises individuais, considerando as famílias de meio-irmãos oriundas das duas populações (UFVM 100 e UFVM 200) submetidas aos dois manejos de nitrogênio, alto e baixo

F.V.	G.L.	UFVM 100		UFVM 200	
		Alto N	Baixo N	Alto N	Baixo N
Famílias	48	1.508.642,00*	1.387.552,57*	2.404.142,29 ^{n.s.}	1.197.033,12 ^{n.s.}
Erro efetivo	36	779.139,39	702.817,21	1.575.740,89	900.669,62
CVe (%)		19,0	35,3	22,8	24,0
Eficiência do látice (%)		108,7	121,3	114,4	113,5

* Significativo e ^{n.s.} Não Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

No ensaio com as FMI tomadas ao acaso da população UFVM 100, submetidas à alta disponibilidade de N, a produtividade variou de 2.936 a 7.112 kg/ha, enquanto, em baixa disponibilidade de N, foi de 432 a 4.378 kg/ha. Para as FMI tomadas ao acaso da população UFVM 200, submetidas à alta disponibilidade de N, a

amplitude de variação da produtividade foi de 2.539 a 8.637 kg/ha, enquanto, em baixa disponibilidade de N, foi de 1.884 a 5.803 kg/ha. As médias de produtividade de grãos das 15% famílias mais produtivas de cada população, em alta e baixa disponibilidade de N, são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Valores médios obtidos, considerando a produtividade de grãos (kg/ha) em 15% das famílias de meio-irmãos mais produtivas, oriundas das populações UFVM 100 e UFVM 200, submetidas ao alto e baixo nível de nitrogênio, em comparação com a média geral do ensaio, em Unai – MG

----- UFVM 100 -----				----- UFVM 200 -----			
Alto N		Baixo N		Alto N		Baixo N	
Famílias	Kg/ha	Famílias	kg/ha	Famílias	kg/ha	Famílias	kg/ha
42	7.112	8	4.378	34	8.637	49	5.803
49	6.993	1	3.322	27	7.633	13	5.746
35	6.242	2	4.140	29	6.977	15	5.294
19	6.230	7	3.690	49	6.967	21	5.144
43	6.061	33	3.428	15	6.962	47	5.089
47	5.790	27	3.426	46	6.828	42	5.080
34	5.661	32	3.362	35	6.778	1	4.925
Média*	4.645	Média	2.374	Média	5.511	Média	3.943

* Média das 49 FMI avaliadas

Observou-se que, para a população UFVM 100, não há famílias comuns aos dois níveis de adubação nitrogenada, alta e baixa disponibilidade de N. A média geral das famílias, avaliadas em alta disponibilidade de N, foi de 4.645 kg/ha, mas em baixa disponibilidade de N foi de 2.374 kg/ha, constatando-se uma redução de 49% na produtividade, em baixa disponibilidade de N, semelhante ao encontrado por Lafitte e Edmeades (1994), quando avaliaram famílias de irmãos germanos em solos com baixa e alta disponibilidade de N.

Para os ensaios em que foram utilizadas as FMI, oriundas da população UFVM 200, observou-se que duas

famílias, dentre as sete selecionadas, são comuns aos dois níveis de adubação nitrogenada, o que representa 29% das famílias. A média geral das famílias avaliadas em alto N foi de 5.511kg/ha e, em baixo N, de 3.943 kg/ha, constatando-se uma redução na produtividade de 28,4%. Este valor é bem próximo àquele encontrado por Resende (1989), ao avaliar famílias em solos contrastantes para alumínio, bem como àquele encontrado por Santos et al. (1998), quando avaliaram famílias de meio-irmãos em ambientes de baixa e alta disponibilidade de nitrogênio. O comportamento distinto das famílias, oriundas das duas populações, em relação à redução da produtividade em

baixo N, ou seja, maior redução na produtividade das FMI oriundas da população UFVM 100, em comparação com as FMI da população UFVM 200, pode estar relacionado ao fato de a população UFVM 200 ter passado por seleção para sincronia de florescimento masculino e feminino, uma vez que esta característica está associada à quantidade de biomassa da espiga (Edmeades et al., 1993).

Em trabalho realizado por Santos et al. (1998), que avaliaram a produtividade média da variedade BR 106, submetida a ambientes contrastantes quanto à disponibilidade de N, foi observado que, em baixa disponibilidade de N, houve redução de 65,8% na produtividade, em relação ao alto N. Ainda que as produções sejam mais baixas em baixo N, conforme se observa na Tabela 4, o menor custo de produção neste sistema pode compensar a desvantagem, tornando-se viável, principalmente, para pequenos produtores de baixo poder aquisitivo. Esta viabilidade tem sido comprovada, quando a produtividade da lavoura oscila entre 1.000 e 1.500 kg/ha (Agrianual, 2004).

Para as famílias oriundas da população UFVM 200, verifica-se que a seleção sob estresse de N não reduziu o potencial genético das famílias, quando avaliadas sem o estresse de nitrogênio, contrariando o que

constatado por Muruli e Paulsen (1981), mas corroborando com os resultados obtidos por Clark e Duncan (1991), Lafitte e Edmeades (1994), Resende (1989) e Santos et al. (1998).

Para que um programa de melhoramento tenha sucesso, é necessário que exista variabilidade genética na população. Na Tabela 5, são apresentadas as estimativas dos parâmetros genéticos, obtidas no caráter produtividade de grãos (kg/ha), considerando-se os ensaios conduzidos sob alta e baixa disponibilidade de N. Para as FMI oriundas da população UFVM 100, a estimativa da variância genética aditiva em alto N foi de 416.858,635 (kg/ha)² e, em baixo N, 391.277,35 (kg/ha)². Quanto ao coeficiente de herdabilidade no sentido restrito, as estimativas foram 47,8% e 47,7% nos ensaios conduzidos sob alta e baixa disponibilidade de N, respectivamente. A estimativa da variância aditiva, para as FMI oriundas da população UFVM 200 em alto N foi de 1.893.488,92 (kg/ha)² e em baixo N foi de 677.402,28 (kg/ha)², e o coeficiente de herdabilidade no sentido restrito submetidas à alta e baixa disponibilidade de N foi de 33,0 % e 32,6%, respectivamente. Como a variância genética entre as médias de famílias é nula, este valor de herdabilidade reflete, unicamente, o grau moderado do controle ambiental sob a característica avaliada.

Tabela 5 – Estimativa dos parâmetros genéticos da produtividade de grãos (kg/ha) considerando as famílias de meio-irmãos, oriundas das populações UFVM 100 e UFVM 200, submetidas ao alto e baixo nível de nitrogênio, em Unai – MG

Estimador ¹	UFVM 100		UFVM 200	
	Alto N	Baixo N	Alto N	Baixo N
$\hat{\sigma}^2$	779.139,39	702.817,21	1.575.740,89	900.669,62
$\hat{\sigma}_F^2$	873.241,31	820.624,13	1.422.394,36	722.563,28
$\hat{\sigma}_G^2$	416.858,63*	391.277,35*	473.372,23 ^{n.s.}	169.350,57 ^{n.s.}
$\hat{\sigma}_A^2$	1.667.434,52	1.565.109,40	1.893.488,92	677.402,28
h_r^2 %	47,8	47,7	33,0	32,6
CVg / CVe	0,73	0,75	0,55	0,43
GS (kg/ha)	1.387,4	1.342,7	1.228,4	730,3
GS%	29,9	56,5	22,3	18,5
$\bar{X}_{preditiva}$	6.032,4	3.716,7	6.739,4	4.673,3

¹ $\hat{\sigma}^2$ = Variância ambiental entre as parcelas; $\hat{\sigma}_F^2$ = Variância fenotípica entre as médias das famílias; $\hat{\sigma}_G^2$ = Variância genética entre as famílias; $\hat{\sigma}_A^2$ = Variância genética aditiva, h_r^2 = Herdabilidade no sentido restrito; CVg / CVe = Índice de variação; GS (kg/ha) = Ganho genético esperado com a seleção de 15% entre famílias em kg/ha; GS (%) = Ganho genético esperado com a seleção de 15% entre famílias em%; $\bar{X}_{preditiva} = \bar{X}_0 + GS$; * significativo ao nível de 5% de significância; ^{n.s.} não significativo ao nível de 5% de significância.

As estimativas de h^2 para UFVM 100 podem ser consideradas como médias a altas, corroborando com os trabalhos realizados por Santos et al. (1998); entretanto, não concordam com a hipótese de Blum (1988) e indicam que a seleção entre famílias de meios irmãos é mais eficiente que a seleção massal.

Para as FMI oriundas da população UFVM 100, as estimativas do ganho genético esperado com seleção das 15% mais produtivas foram de 1.387 kg/ha (29,9%) em alto N e de 1.343 kg/ha (56,5%) em baixo N. As FMI oriundas da população UFVM 200 apresentaram estimativas do ganho genético esperado com a seleção das

15% mais produtivas de 1.228 kg/ha (22,3%) em alto N e de 730 kg/ha (18,5%) em baixo N. Na população UFVM 200, o ganho é nulo, pois, apresentou variância genética

entre médias de família (σ_G^2) igual à zero, isto é, não significativa. Resultados semelhantes foram observados por Resende (1989), embora com valores bem mais baixos de variância genética aditiva, herdabilidades e progresso genético. Este fato pode ter ocorrido por que no ciclo original de seleção, como é o caso em questão, toda variabilidade genética livre é liberada (Ramalho, 1977), enquanto a população trabalhada por Resende (1989) já havia passado por ciclos de seleção. Valores mais altos de variância genética aditiva foram, também, encontrados em populações nos ciclos iniciais de seleção (Goodman, 1965; Subandi e Compton, 1974), mostrando a quantidade de variação genética, que podia ser explorada nos programas de melhoramento.

Em geral, as estimativas das variâncias genéticas aditivas têm sido utilizadas para comparar a variabilidade entre populações. Entretanto, as diferenças observadas entre populações com diferentes ciclos, entre densidades de plantio e entre os diferentes ambientes de avaliação, além de outros, podem ser altas ou baixas e interferir nas conclusões.

Para solucionar o problema, Vencovsky (1978) propôs a utilização do índice CVg/CVe , que dá a proporção da variância genética em relação ao erro residual, não havendo, portanto, influência da média populacional. Observando a Tabela 5, para as FMI oriundas da população UFVM 100, nota-se que o valor do índice CVg/CVe no ambiente de alto N foi de 0,73, enquanto em baixo N foi 0,75, indicando variabilidade genética a ser aproveitada com a seleção. Estes resultados estão de acordo com aqueles apresentados por Carvalho et al. (1994), Ramalho (1977) e Santos et al. (1998). As FMI da população UFVM 200 apresentaram o valor do índice CVg/CVe no ambiente de alto N de 0,55, enquanto em baixo N foi de 0,43, indicando pouca variabilidade genética para ser aproveitada com a seleção.

Em geral, todas as estimativas foram menores nos ensaios, conduzidos sob baixa disponibilidade de N, em decorrência do estresse ambiental e menor produtividade das famílias avaliadas; entretanto, detectou-se suficiente variabilidade genética para se obter progresso nos ciclos posteriores de seleção na população UFVM 100. Os resultados confirmam a existência de variabilidade genética para o milho, em condições de baixo N no solo e são coerentes com aqueles apresentados por Balko e Russel (1980), Lafitte e Edmeades (1994), Santos et al. (1998) e Thiraporn et al. (1987).

CONCLUSÕES

A população UFVM 100 conta com variabilidade genética para produtividade de grãos a ser explorada pela seleção, baseada em famílias de meio-irmãos.

As estimativas de parâmetros genéticos, associados à produção de grãos, foram similares com alto e baixo nitrogênio.

A concordância entre o desempenho das famílias em baixa e alta disponibilidade de N foi baixa, indicando a necessidade de condução de programa de melhoramento específico, quando o objetivo é obter material adaptado a condições de estresse de nitrogênio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL, **Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2004. p.373-395.

ALVAREZ, V.H.; RIBEIRO, A.R. Calagem. In: RIBEIRO, A.R., GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (eds.) **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.43-60.

BALKO, L.G.; RUSSEL, W.A. Effects of rates of nitrogen fertilizer no maize inbred lines and hybrids progeny. I. Prediction of yield response. **Maydica**, v.25, p.65-79, 1980.

BLUM, A. **Plant breeding for stress environments**. Boca Raton: CRC Press, 1988, 223p.

CARVALHO, H.W.L.; PACHECO, C.A.P.; SANTOS, M.X.; GAMA, E.E.G.; MAGNAVACA, R. Três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na população de milho BR 5028-São Francisco no Nordeste Brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1727-1733, 1994.

CECCARELLI, S. Adaptation to low/high input cultivation. **Euphytica**, v.92, p.03-214, 1996.

CLARK, R.B.; DUNCAN, R.R. Improvement of plant mineral nutrition through breeding. **Field Crops Research**, v.27, p.219-240, 1991.

COCHRAN, G.W.; COX, C.M. **Experimental designs**. 2.ed. New York: J. Wile, 1957. 611p.

EDMEADES, G.O.; BOLANOS, J.; HERNANDEZ, M.; BELLO, S. Causes for silk delay in lowland tropical maize. **Crop Science**, v.33: 1029-1035, 1993.

EMBRAPA, **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

FAGADE, S.O.; DE DATTA, S.K. Leaf area index, tillering capacity and grain yield of tropical rice as

- affected by plant density and nitrogen level. **Agronomy Journal**, v.63, p.503-506, 1971.
- GOODMAN, M.M. Estimates of genetic variance in adapted and exotic population of maize. **Crop Science**, v.5, p.87-90, 1965.
- LAFITTE, H.R.; BÄNZIGER, M.; EDMEADES, G.O. Maize population improvement for low soil nitrogen. In: EDMEADES, G.O.; LAFITTE, H.R. (eds.) **Proceedings of the Drought and Low N-Tolerant Maize**. El Batan: CIMMYT, 1996. p. 85-102
- LAFITTE, H.R.; EDMEADES, G.O. Improvement for tolerance to low soil nitrogen in tropical maize. I. Selection criteria. **Field Crop Research**, v.39, p.1-14, 1994.
- MACHADO, A.T.; MAGALHÃES, J.R.; MAGNAVACA, R.; SILVA, M.R.; PESQUERO, J.L. Determinação da atividade de enzimas envolvidas no metabolismo do nitrogênio em diferentes genótipos de milho. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1988-1991**, Sete Lagoas, v.5, p.134-135, 1992.
- MURULI, B.I.; PAULSEN, G.M. Improvement of nitrogen use efficiency and its relationship to other traits in maize. **Maydica**, v.26, p.63-73, 1981.
- PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G. e; MAGNAVACA, R.; LOPES, M.A.L.; SANTOS, M.X.; MAGALHÃES, P.C.; PAIVA, E.; BAHIA FILHO, A.F.C. Melhoramento do Composto de milho CMS 54. **Relatório Técnico Anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo 1988/1991**, Sete Lagoas, v.5, p.139-140, 1992.
- RAMALHO, M.A.P. **Eficiência relativa de alguns processos de seleção intra populacional no milho baseados em famílias não endógamas**. 1977. 122p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1977.
- RESENDE, M.D.V. **Seleção de genótipos de milho em solos contrastantes**. 1989. 212 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1989.
- SANTOS, M.X.; GUIMARÃES, P.E.O.; PACHECO, C.A.P.; FRANÇA, G.E.; PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G.; LOPES, M.A. Melhoramento intrapopulacional no Sintético Elite Nt para solos pobres em nitrogênio. I. Parâmetros genéticos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.29-34, 1998.
- SILVA, H.D.; REGAZZI, A.J.; CRUZ, C.D.; VIANA, J.M.S. Análise de experimentos em látice de quadrado com ênfase em componentes de variância. I. Análises individuais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, p.1811-1822, 1999.
- SUBANDI, W.; COMPTON, W.A. Genetic studies in an exotic population of corn grown under two plant densities. I. Estimates of genetic parameters. **Theoretical and Applied Genetics**, v.44, p.153-159, 1974.
- THIRAPORN, R.; GEISLER, G.; STAMP, P. Effects of nitrogen fertilization on yield and yield components of tropical maize cultivars. **Agronomy Journal**, v.159, p.9-14, 1987.
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba: USP-ESALQ, 1978. p.122-201.
- WARD, R.C.; WHITNEY, D.A.; WESTFALL, D.G. Plant analysis as an aid in fertilizing small grains. In: WARD, R.C.; WHITNEY, D.A.; WESTFALL, D.G. **Soil testing and plant analysis**. [S.l.]: American Society of Agronomy, 1973. p.329-348.