

Adaptabilidade e Estabilidade de Linhagens Derivadas da População CMS 28 Contrastantes na Eficiência de Uso de Nitrogênio em Diferentes Ambientes

LAURO J. M. GUIMARÃES¹, GLAUCO V. MIRANDA¹, SIDNEY N. PARENTONI², CLAUDIA T. GUIMARÃES², CLESO A. P. PACHECO², ELTO E. G GAMA² e IVANILDO E. MARRIEL²

¹UFV/DFT, Departamento de Fitotecnia, 36570-000, Viçosa-MG; ²Embrapa Milho e Sorgo, 35700-000, Sete Lagoas-MG; e-mail: imarriel@cnpms.embrapa.br

Revisão de Literatura

Em países em desenvolvimento, uma grande proporção de agricultores não utiliza insumos químicos e não promovem uma adequada fertilização e correção de seus solos (Atlin e Frey, 1889). A exploração de áreas com limitações nutricionais, com altos níveis de elementos tóxicos, sujeitas a secas e altas temperaturas ou outros tipos de estresses abióticos são mais comuns do que o cultivo em áreas sem problemas. Ribeiro e Ramalho (1999) cita que 89% das propriedades brasileiras que cultivam milho, não fazem uso de grandes quantidades de insumos, e representam uma grande diversidade de condições ambientais.

Neste contexto o nitrogênio é um dos nutrientes que mais limitam a produtividade de milho no Brasil, pois além de escasso na maioria dos solos, este elemento é exigido em grandes quantidades (França et al., 1986). Além disso, vários trabalhos demonstram a existência de interações entre doses de N e resposta de genótipos, dificultando a recomendação de cultivares para ampla utilização. Assim, o comportamento dos genótipos deve ser avaliado em termos de adaptabilidade e estabilidade e em termos de eficiência de uso e responsividade ao nitrogênio (Cantarella e Duarte, 2004) para melhor recomendação e escolha de genitores em programas de melhoramento.

Segundo Ceccarelli (1989), diferentes genes são expressos em ambientes contrastantes e a atividade de alguns genes é modulada pelo ambiente, entretanto, são raros os trabalhos de avaliação de linhagens de milho em diferentes níveis de N (Silva Filho et al, 2001). A escolha de linhagens para produção de híbridos, visando eficiência e resposta ao N, fazendo-se uso de informações de adaptabilidade e estabilidade e da interação GxA, permite o melhoramento para máxima produção e estabilidade dentro de ambientes deficientes em nitrogênio.

Este trabalho foi realizado com objetivo de se investigar o comportamento de linhagens, derivadas da população CMS-28, contrastantes no uso de N, e estimar parâmetros genéticos e de adaptabilidade e estabilidade em ambientes com alta e baixa aplicação de nitrogênio.

Material e Métodos

Neste estudo, seis linhagens, em S₆, previamente testadas quanto à eficiência de uso de nitrogênio, derivadas da população CMS 28 foram avaliadas em dois anos e dois níveis de nitrogênio. As linhagens L1, L2 e L3 são classificadas como eficientes no uso de N, enquanto as linhagens L4, L5 e L6 são ineficientes.

Os experimentos de avaliação das linhagens foram montados em blocos casualizados com três repetições em ambientes contrastantes quanto a adubação nitrogenada, sendo que no baixo N foram aplicados 12 kg.ha⁻¹ e no alto N 120 kg.ha⁻¹ deste nutriente. As linhagens foram avaliadas, quanto à produtividade de grãos por ha (PG/ha⁻¹), em kg.ha⁻¹, corrigido para 13% de umidade nos grãos, nos anos agrícolas de 2003/04 e 2005/06 em áreas pertencentes à Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas MG, em época apropriada para o cultivo de milho na região. Os experimentos do ano agrícola 2003/04 foram conduzidos em solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico – fase Cerrado, de textura muito argilosa, e, receberam, como adubação de plantio, 250 kg.ha⁻¹ da fórmula 05-20-20, como fontes de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Os ensaios conduzidos no ano agrícola de 2005/06 foram alocados em solo de melhor fertilidade natural, e receberam 300 kg.ha⁻¹ da fórmula 04-30-16 como adubação de plantio. O restante do nitrogênio (108 kg.ha⁻¹), nos experimentos com alto N, foi, aplicado em duas coberturas, utilizando-se uréia. A unidade experimental foi constituída por uma linha de 5 metros de comprimento, com plantio de 5 sementes por metro e espaçamento de 0,8 m entre linhas.

Além das análises de variâncias preliminares, em blocos casualizados, foram realizadas estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade segundo o modelo de Eberhart e Russel (1966). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se do Programa Genes (Cruz, 2005), considerando todos os fatores como fixos.

Resultados e Discussões

Para os ensaios de avaliação das seis linhagens, as análises de variâncias individuais, nos dois níveis de adubação nitrogenada e nos dois anos de avaliação, mostraram que existe variabilidade suficiente entre as linhagens para que o teste F apresentasse significância ao nível de 1% de probabilidade (Tabela 1), mesmo sendo estes genótipos derivados de uma mesma população base.

Tabela 1 – Análises de variâncias individuais e estimativas de parâmetros genéticos para PG/ha, em cada ambiente

Ano	Nível de nitrogênio	QM(Blocos)	QM(Trat)	QM(Res)	F
2003/04	Baixo N	80937,5	348416,7	53479,17	6,5**
2003/04	Alto N	299201,4	646805,6	49826,39	12,9**
2005/06	Baixo N	243722,9	5459700	96484,16	56,5**
2005/06	Alto N	106679,4	6262048	395472,1	15,8**
G.L.		2	5	10	
Parâmetros genéticos					
Ano	Nível de nitrogênio	Média	C.V. (%)	ϕ_G	h^2
2003/04	Baixo N	441,66	52,3	98312,50	0,8465
2003/04	Alto N	605,55	36,8	198993,06	0,923
2005/06	Baixo N	3142,44	9,8	1787738,55	0,9823
2005/06	Alto N	3488,38	18,0	1955525,18	0,9368

**: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Na análise de variância conjunta, para produtividade de grãos, houve significância a 1% de probabilidade para os efeitos de genótipos, anos e para a interação entre genótipos e anos. Os

efeitos de níveis de nitrogênio foram significativos a 5% de probabilidade. Não foram significativas, a 5% de probabilidade, as interações entre genótipos e níveis de N, anos e níveis de N, nem a interação tripla GxLxA, corroborando com os resultados encontrados por Silva Filho et al (2001), demonstrando que o comportamento das linhagens foi coincidente entre os níveis de nitrogênio testados (Tabela 2).

A média de produtividade na análise conjunta foi de 1.919,51 kg.há⁻¹ de grãos, sendo verificado valor alto para o coeficiente de determinação genotípico (0,98), apesar do coeficiente de variação experimental ter sido de 20,09%, considerado de médio a alto para experimentação agronômica com milho, mas consistentes com valores observados na literatura, para avaliação de linhagens em condições de estresses.

Tabela 2 - Análise de variância conjunta para a característica produtividade de grãos por ha

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
(B/L)/A	8	1461082,333	182635,2917	
Genót. (G)	5	45133273,07	9026654,614	60,6 ^{**}
Anos (A)	1	140295208,7	140295208,7	768,1 ^{**}
Níveis de N (N)	1	1169685,125	1169685,125	6,4 [*]
GxA	5	16229806,4	3245961,281	21,8 ^{**}
GxN	5	1158270,625	231654,125	1,5 ^{ns}
AxN	1	149149,0139	149149,0139	0,8 ^{ns}
GxAxN	5	1063498,403	212699,6806	1,4 ^{ns}
Resíduo	40	5952618,333	148815,4583	
Parâmetros Genéticos				
Média: 1919,51		CV(%): 20,09		h^2 (média): 0,98

O comportamento produtivo das seis linhagens demonstra a superioridade dos genótipos selecionados como eficientes (L1, L2 e L3) em relação aos ineficientes (L4, L5 e L6), tanto em ambientes com baixo N como em alto N, nos dois anos de avaliação (Figura 1). Além disso, percebe-se que a interação entre genótipos e níveis de nitrogênio (não significativa) representa apenas 6,28% do total da interação GxAmb, enquanto que, a interação entre genótipos e anos representou 87,95% da interação total GxAmb e provocou mudança na classificação relativa das linhagens em diferentes anos, sendo que a linhagem L2 mostrou-se como a segunda mais produtiva no ano agrícola de 2003/04, onde os estresses ambientais foram mais pronunciados, enquanto que, no ano de 2005/06 a linhagem L3 a superou, mostrando maior resposta à melhoria do ambiente, como pode ser visualizado no Figura 1.

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade, para PG/ha 13%U, pelo método de Eberhart e Russel (Tabela 4), revelam que, dentro do grupo de genótipos eficientes todas as linhagens apresentaram β_0 alto e as linhagens L1 e L3 mostram β_1 significativamente maior que 1 ($p < 0,01$), sendo, portanto classificadas como de adaptação a ambientes favoráveis, respondendo bem às melhorias ambientais. A linhagem L2, por outro lado, apresentou β_1 , estatisticamente, igual a 1, ao nível de 5% de probabilidade, demonstrado comportamento de adaptabilidade geral, sendo que a resposta à melhoria ambiental foi mais pronunciada em relação ao ano e não ao nível de nitrogênio aplicado, como visualizado na Figura 1.

Pelo método de Eberhart e Russel (1966), a estabilidade de produção é tida como medida de previsibilidade de comportamento dos genótipos frente às variações impostas pelos ambientes

testados. Desta forma, a não significância para os desvios (S^2d) e altos valores dos coeficientes de determinação (R^2) das regressões de cada genótipo em relação aos ambientes indicam alta previsibilidade de comportamento.

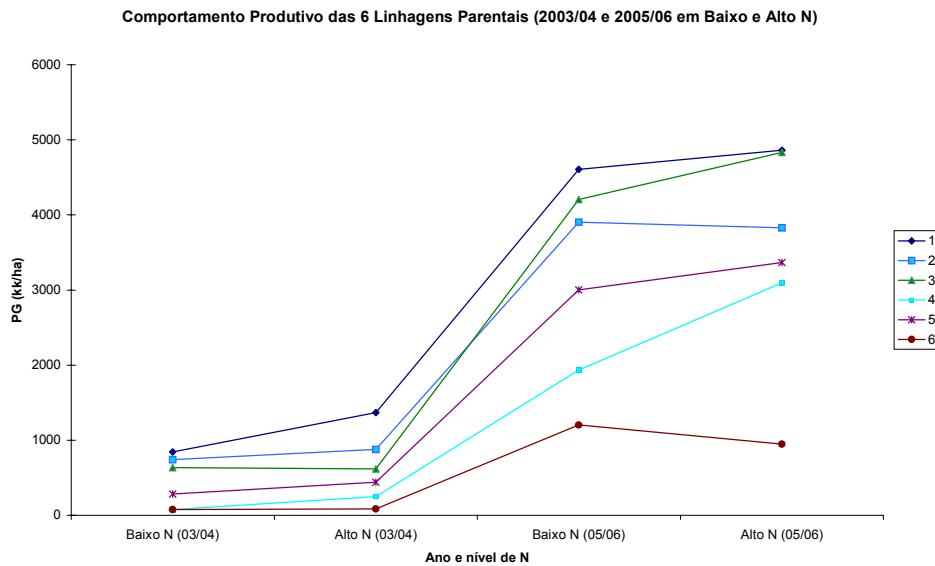


Figura 1: Comportamento produtivo das 6 linhagens, em cada ano e nível de nitrogênio

As linhagens L4, L5 e L6, pertencentes ao grupo ineficiente no uso de N, apresentaram baixas produtividades (β_0 's baixos). Para as linhagens L4 e L5 as estimativas de β_1 não diferiram de 1, a 5% de probabilidade, sendo de adaptação ampla, mas de pouca utilidade prática, devido ao baixo potencial produtivo. A linhagem L6, além de pouco produtiva, apresentou β_1 menor que 1 ($p < 0,01$), não apresentando resposta desejável com a melhoria do ambiente.

Tabela 4 - Adaptabilidade e estabilidade pelo método de Eberhart e Russell (1966)

Genótipo	Média(B0) em kg.ha ⁻¹	Parâmetros de adaptabilidade		
		B1	t (B1 = 1)	Probab(%)
L1	2919,5	1,299	3,768	0,06**
L2	2336,8	1,084	1,062	29,49 ^{ns}
L3	2572,0	1,395	4,979	0,00**
L4	1339,0	0,862	-1,733	8,70 ^{ns}
L5	1773,5	1,011	0,138	88,59 ^{ns}
L6	576,8	0,348	-8,215	0,00**

Genótipo	Média em kg.ha ⁻¹	Parâmetros de estabilidade		
		S ² d	Probab(%)	R ² (%)
L1	2919,5	-15816,050	100 ^{ns}	99,4937
L2	2336,8	1764,750	36,43 ^{ns}	98,9016
L3	2572,0	-29490,398	100 ^{ns}	99,7381
L4	1339,0	139058,735	3,07*	93,9416
L5	1773,5	-49562,124	100 ^{ns}	99,9989
L6	576,8	-13484,026	100 ^{ns}	92,9421

** e * : Significância a 1 e 5% de probabilidade; e, ^{ns}: não significativo a 5% de probabilidade

Quanto à estabilidade de produção apenas a linhagem L4 demonstrou pouca previsibilidade de comportamento ($p < 0,05$), sendo que todas as linhagens eficientes mostraram-se de boa estabilidade (tabela 4).

Conclusões

Linhagens da população CMS-28 selecionadas para eficiência de uso de nitrogênio apresentam adaptabilidade a ambientes favoráveis, sendo portanto responsivas, e de alta previsibilidade de comportamento produtivo.

Linhagens ineficientes foram também não responsivas, sendo de adaptação geral ou a ambientes desfavoráveis, apresentando ainda, pouca estabilidade para um genótipo.

Os efeitos de anos foram mais pronunciados que os efeitos de doses de nitrogênio para a significância da interação entre genótipos x ambientes.

A escolha de linhagens eficientes no uso de nitrogênio garante maior sustentabilidade de produção em ambientes com baixa disponibilidade de N e melhor resposta em ambientes favoráveis, sendo, portanto, parentais ideais para produção de híbridos com estas características.

Literatura Citada

- Atlin, G.N.; Frey, K.J. Breeding crop varieties for low-input agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture*, v.4, n.2, p. 53-58, 1989.
- Cantarella, H e Duarte, A. P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: Galvão, J. C. C. e Miranda, G. V. (Ed.). *Tecnologias de produção do milho*. Editora UFV, Viçosa -MG. 2004. p. 139 – 182.
- Ceccarelli, S. Wide adaptation: How wide? *Euphytica*, v. 40: 197 – 205 p, 1989.
- Cruz, C. D. Programa GENES: Aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG. UFV. Versão 2005.
- Eberhart, S.A., Russel, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, Madison, v.6, p36-40, 1966.
- França, G.E. de; bahia filho, A.F.C.; Vasconcelos, C.A.; Santos, H.L. Adubação no Estado de Minas Gerais. In: Santana, M.B.M. (Coord.). *Adubação nitrogenada no Brasil*. Ilhéus: CEPLAC, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.107-124. 1986.
- Ribeiro, P. H. E.; Ramalho, M. Ver P. R.; Ferreira, D. F., Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho em diferentes condições ambientais do estado de Minas Gerais. In: Reunión Latinoamericana Del Maíz, 18. 1999. Sete Lagoas – MG. Memórias..., Sete Lagoas –Embrapa – CNPMS/CIMMYT, 1999. 684 p.
- Silva Filho, J. L.; Carvalho, S. P. e Ramalho, M. A. P. Comportamento de famílias endógamas de três populações de milho ao nitrogênio em cobertura. *Ciência Agrotécnica*. Lavras – MG. v25, n1, p14-22. 2001.