

Análise biométrica de famílias de meios-irmãos de milho verde visando a eficiência no uso de nitrogênio

Juliana Bezerra Martins^{1*} (IC), Felipe Ribeiro Ilaria¹ (IC), Carla Mariane Machado dos Santos¹ (IC), Ayure Gomes da Silva¹ (PG), Matheus Alves Maciel¹ (IC), Neftali Fonseca Silva¹ (IC), Fabrício Rodrigues¹ (PQ),

¹Universidade Estadual de Goiás (UEG), Rodovia GO-330, Km 241, Anel Viário, Ipameri, GO, CEP: 75780-000. *E-mail: juliana_agro26@hotmail.com

Resumo: Com o intento de selecionar progênies superiores para a efetiva concentração de alelos favoráveis em uma população de segundo ciclo de seleção recorrente intrapopulacional em famílias de meios-irmãos de milho verde, visando a eficiência no uso de nitrogênio (N), foram avaliadas 64 famílias, em delineamento látice 8x8. O experimento foi conduzido durante a safra 2016/17, na safra de verão, sob estresse de N, com a aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 90 kg ha⁻¹ de K₂O. As variáveis analisadas foram altura de planta (ALTP), altura de planta de espiga (ALTE), índice de clorofila Falker (ICF), diâmetro de espigas (DIAM), comprimento de espigas (COMP), produtividade de espigas empalhadas (PEE), produtividade de espigas despalhadas (PED), produtividade de espigas comerciais (PEC), na maturação fisiológica, com a utilização de diferentes índices de seleção. A intensidade de seleção foi mantida (20%), com o intuito de manter a variabilidade do programa e continuar os ciclos seletivos. Assim, conclui-se que existe variabilidade para dar continuidade aos ciclos seletivos e que o índice REML/BLUP foi o que apresentou maiores ganhos simultâneos nas diferentes variáveis visando o uso eficiente de nitrogênio em milho verde.

Palavras-chave: *Zea mays* L. Seleção recorrente. Intrapopulacional. Eficiência nutricional.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é uma das gramíneas que mais se destaca no Brasil, sendo a segunda cultura mais produzida, atrás somente da soja. Esse cereal é importante pela sua capacidade de produção, composição química e valor nutritivo. É possível sua utilização de variadas formas, tanto na indústria, como na alimentação humana e animal.

O cultivo dessa espécie é encontrado em todos os estados brasileiros, sendo a produtividade crescente com o desenvolvimento das tecnologias inseridas no mercado (ARAÚJO et. al., 2015). Quanto ao Centro-Oeste, Goiás se apresenta como o principal produtor da região, obtendo aumento de 5,5% quando comparado

ao ano de 2016, saindo de 246,4 mil hectares para 260 mil (CONAB, 2017).

O milho é exigente nutricionalmente, principalmente quanto ao uso de nitrogênio (N), pois, é absorvido em maior quantidade e o que mais influencia na produtividade, porém, esse fator é o que eleva os custos de produção na agricultura moderna (MELO et. al., 2011).

As plantas que apresentam deficiência em N, visualmente, se mostram com amarelecimento das folhas mais velhas, seguidas de clorose generalizada e perda foliar. Em alguns casos, podem ser observadas deformações nas pontas das espigas, interferindo na sua comercialização *in natura* (SUBEDI et al., 2009), além do seu tombamento.

A seleção recorrente é um método cíclico, capaz de aumentar a frequência dos alelos desejáveis, sem a perda da variabilidade genética com o decorrer das seleções. O processo é realizado em várias etapas, inicialmente com a obtenção de progênies, seguido da avaliação, seleção das que sobressaírem e, para completar o ciclo, cruzamento das melhores famílias, para restaurar o equilíbrio. O procedimento é repetido até que a população tenha um resultado satisfatório (BORÉM & MIRANDA, 2009).

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar famílias de meios-irmãos de milho verde, visando a eficiência no uso de N e identificar o melhor índice de seleção com base em diferentes variáveis.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Goiás, localizada no município de Ipameri, Goiás (17° 43' 19" S e 48° 10' 35" W, Alt. 773 m) durante a safra 2016/17, na safra de verão. O solo cultivado foi o Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2013), de textura argilosa, adubado de acordo com resultados das análises de solo, porém, com redução da quantidade de nitrogênio (50% do recomendado). Ou seja, foram 60 kg ha⁻¹ de N (ureia), 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 90 kg ha⁻¹ de K₂O, conforme Pereira Filho (2003), para uma produtividade média entre 15 e 17 toneladas de espigas empalhadas por hectare, com exceção do N.

O delineamento experimental utilizado foi o látice 8x8, totalizando 64 progênies de meios-irmãos, provenientes da população melhorada MelhorVe-003 (MV003), o qual foi selecionada por dois ciclos para produtividade de espigas empalhadas, diâmetro e comprimento de espigas (*pre-breeding*).

Foram avaliadas as características de altura de planta (ALTP) – medida referente à altura da planta, em cm, do solo ao ápice da planta (pendão); altura de planta (ALTE) – medida referente à altura da planta, em cm, do solo até a espiga principal; índice de clorofila falker (ICF) – medidos através do aparelho CFL1030 (SN0359), expressos em unidades falker, a partir de 3 folhas totalmente abertas na porção mediana das plantas, no florescimento; diâmetro médio de espigas (DIAM) – medida referente ao diâmetro médio de cinco espigas representativas da parcela, na porção mediana da espiga, em mm; comprimento de espigas (COMP) - medida referente ao comprimento médio de 5 espigas representativas da parcela, da base da espiga ao ápice, em cm; produtividade de espigas empalhadas (PEE) - no qual foi obtida pela soma do peso das espigas empalhadas de cada parcela, posteriormente, transformados para quilos por hectare; produtividade de espigas despalhadas (PED) - no qual foi obtida pela soma do peso das espigas despalhadas de cada parcela, posteriormente, transformados para quilos por hectare; produtividade de espigas comerciais (PEC) - no qual foi obtida pela soma do peso das espigas despalhadas maiores que 15 cm e com diâmetro superior a 3 cm e, também, isentas de pragas e doenças, posteriormente, transformados para quilos por hectare.

As análises estatísticas serão inicialmente análise de variância, com o auxílio do programa computacional GENES (CRUZ, 2013). Posteriormente, utilizados os índices de seleção baseados na PEC (direto), de Mulamba e Mock, Smith e Hazel, Willians, sem a utilização de pesos, no programa GENES e, o REML/BLUP, conforme Resende (2007), no programa Selegen.

Resultados e Discussão

Observa-se, conforme Tabela 1, que existe diferença significativa a 1% para todas as variáveis analisadas, confirmadas pela variância fenotípica e genética apresentada. Além disso, o pequeno efeito da variância ambiental sobre a fenotípica, representando em média apenas 28,5% da variância fenotípica observada. Os valores variaram de 19,9% (ALTE) a 47,3% (PEC), sendo este valor relacionado a diferença de descarte e a diferença no ataque de pragas entre as famílias.

Tabela 1. Resumo da análise de variância e estimativas de parâmetros genotípicos e fenotípicos das variáveis índice de clorofila falker (IRC), altura de planta (ALT), altura de espiga (ALTE), diâmetro de espigas (DIAM), comprimento de espigas (COMP), produtividade de espigas empalhadas (PEE), produtividade de espigas despalhadas (PED) e produtividade de espigas comerciais (PEC). Ipameri, GO, 2017.

FV	GL	IRC (falker)	ALT (cm)	ALTE (cm)	DIAM (cm)
Família	32	71,79**	546,02**	315,59**	0,63**
Bloco	2	9,35	2570,04	87,41	0,67
Erro	64	23,69	194,73	103,60	0,22
Variância fenotípica (média)		50,48	276,44	224,01	0,17
Variância Ambiental (média)		10,29	102,49	44,52	0,04
Variância Genética (média)		40,20	173,95	179,49	0,13
Herdabilidade (%)		79,62	62,93	80,13	74,40
CVg (%)		16,86	6,85	15,22	8,01
CVg/Cve		1,14	0,75	1,16	0,98
CV (%)		10,55	7,12	10,29	9,56
FV	GL	COMP (cm)	PEE (kg ha ⁻¹)	PED (kg ha ⁻¹)	PEC (kg ha ⁻¹)
Família	32	9,17**	5948284,82**	4295034,77**	2641354,41**
Bloco	2	1,11	413770,57	999000,44	1519672,65
Erro	64	3,15	1913749,42	1364008,19	877847,42
Variância fenotípica (média)		3,41	3187091,76	2451755,56	1081530,98
Variância Ambiental (média)		0,78	894371,40	720029,74	511267,77
Variância Genética (média)		2,63	2292720,36	1731725,82	570263,21
Herdabilidade (%)		77,11	71,94	70,63	52,73
CVg (%)		12,57	32,18	34,01	30,11
CVg/Cve		1,06	0,92	0,90	0,61
CV (%)		11,35	27,84	28,13	30,77

** - Significativo a 1% pelo teste F, sendo o Látice não eficiente; CVg – coeficiente de variação genética; CVg/Cve – razão entre a variação genética e ambiental; CV (%) – coeficiente de variação genética.

Nota-se que a herdabilidade foi elevada, variando de 52,7%, para a variável PEC, a 80,1% para a variável ALTE, indicando que existe possibilidade de ganhos elevados com a seleção (Tabela 1). Fato este não esperado, pois, as produtividades normalmente apresentam valores mais baixos. É importante relatar que o programa está em fase inicial e que estas herdabilidade podem estar relacionadas a maior variabilidade existente no início da seleção recorrente. Porém, os valores foram

inferiores aos observados por Rodrigues et al. (2011), o qual estudou parâmetros genotípicos e fenotípicos em híbridos de milho verde.

A razão CVg/Cve é outro fator importante, sendo utilizado para medir a chance de sucesso na seleção de diferentes variáveis. Os maiores valores foram obtidos nas variáveis IRC, ALTE e COMP, confirmando a possibilidade de sucesso com a seleção (Tabela 1).

Tabela 2. Estimativas de ganhos percentuais com base na seleção direta na produtividade de espigas comerciais (direto), em Mulamba e Mock (M&M), Smith e Hazel (S&H), Willians (WL), sem a utilização de pesos e, no REML/BLUP. Ipameri, GO, 2016.

Variável	Índices de seleção				REML/ BLUP
	Direto	M&M	S&H	WL	
IRC (falker)	2,46	10,63	4,16	4,38	6,39
ALT (cm)	0,76	1,58	1,20	0,22	1,00
ALTE (cm)	1,36	3,75	2,46	-0,32	1,96
DIAM (cm)	1,89	4,74	2,23	2,23	3,07
COMP (cm)	5,66	8,85	7,86	7,84	8,18
PEE (kg ha ⁻¹)	27,89	21,35	31,35	29,52	27,41
PED (kg ha ⁻¹)	28,07	24,28	32,11	29,92	28,77
PEC (kg ha ⁻¹)	16,23	15,19	18,82	21,08	18,36

Nota-se que os ganhos apresentam enorme variação, como por exemplo, o IRC, que varia de 2,46 a 10,63%, nos índices direto e de Mulamba e Mock, conforme Tabela 2. O ideótipo seria aquele que apresenta maior IRC, pois estaria relacionado a melhor eficiência no uso de N. Entretanto, não relacionado aos maiores ganhos em produtividade, principalmente a PEC, o qual quase não existe diferença entre os as duas.

Detecta-se que o programa deverá priorizar um tipo de venda da espiga, pois quando se considera a venda na forma empalhada o melhor índice é o de Smith e Hazel, porém, se consideramos a venda na forma de bandejas seria o de Willians. Outro entrave seria a distribuição dos ganhos em outras variáveis, como o BLUP, entretanto, poderia diminuir os ganhos e aumentar o número de ciclos necessários para alcançar maiores produtividades. O mesmo foi observado por Freitas et al. (2013), o qual o ganho poderia ser reduzir se houvesse a intenção de ganhos mais

distribuídos em outras variáveis, sendo o BLUP o único que apresenta aumento para tombamento, mas com maior capacidade de expansão nos grãos.

O REML/BLUP é mais indicado por aumentar variáveis como COMP e DIAM, responsáveis pela aceitação do produto comercial e por elevar o índice relativo de clorofila e pouco alterar na altura, já considerada adequada para a colheita manual e aumento na produtividade.

Considerações Finais

Conclui-se que existe variabilidade para dar continuidade aos ciclos seletivos e que o índice REML/BLUP foi o que apresentou maiores ganhos simultâneos nas diferentes variáveis visando o uso eficiente de nitrogênio em milho verde.

Agradecimentos

Agradecemos a UEG por conceder a bolsa PIBIC/UEG à aluna Juliana Bezerra Martins.

Referências

ARAÚJO, G. L. MANTOVANI, E. C. VIEIRA, G. H. S. COSTA, M. S. Modelos para a estimativa da produção de biomassa aplicados à cultura do milho. **Revista da Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu** n. 1, v. 12, p. 43-56, 2015.

BORÉM, A., MIRANDA, G. V. **Melhoramento de Plantas**. Ed. UFV, 2009. 5º ed: Viçosa, MG. 529p.

CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2016/2017 – 8º Levantamento** – safra 2016/17 - Grãos. Disponível em: <
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_12_10_37_57_boletim_graos_mai_2017.pdf>. Acesso: 02 junho. 2017

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

EMPRAPA. **Classificação Brasileira de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 3. Ed. Rio de Janeiro, 2013, 286p.

MELO, F. B. CORA, J. E. CARDOSO, M. J. Fertilização nitrogenada, densidade de plantas e rendimento de milho cultivado no sistema plantio direto. **Revista de Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 27-31, 2011.

PEREIRA FILHO, I. A. **O cultivo do milho verde**. EMBRAPA Milho e Sorgo, Sete Lagoas, Brasil. 2003. 217p.

SUBEDI, K. D.; MA, B. L. Assessment of some major yield-limiting factors on maize production in a humid temperate environment. **Field Crops Research**, v. 110, n. 1, p. 21-26, 2009.

RODRIGUES, F.; VON PINHO, R. G.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; VON PINHO, E. V. R.; GOULART, J. C. Índice de seleção e estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos para características relacionadas com a produção de milho-verde. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 2, p. 278-286, 2011.