

Avaliação Da Capacidade Combinatória De Milho Branco Para Canjica Na Região Noroeste Do Paraná

Lucas Souto Bignotto¹, Vitor Hugo Domenes Tolentino², Lucas Rafael de Souza Camacho³, José Lidércio Matias Junior⁴, Renato da Rocha⁵, Marlon Matias Dacal Coan⁶, Thiago Hideyo Nihei⁷ e Klayton Flávio Milani⁸.

^{1,2,3,4,5,6,7,8} Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR. lucas_bignotto@hotmail.com¹, vitortolentino@hotmail.com², lucascamacho88@gmail.com³, jr_lidercio@hotmail.com⁴, ato.d.rocha@gmail.com⁵, marloncoan@gmail.com⁶, thiagonihei@hotmail.com⁷, kf_milani@hotmail.com⁸.

RESUMO - O mercado para uso do milho é diverso. Entre as possibilidades, o uso do milho para canjica mostra-se de forma eficaz para pequenos produtores que precisam agregar valores a seu produto. No entanto, poucos materiais comerciais para a produção de canjica estão disponíveis para o produtor brasileiro. Este trabalho teve como principal objetivo produzir informações para fomentar o desenvolvimento de novos genótipos superiores. Para isso, 28 híbridos resultantes de um dialelo completo 8 x 8, com os genitores e sem os recíprocos, foram avaliados no delineamento de blocos com os tratamentos casualizados com três repetições nas safras de verão 2009/2010 e 2010/2011. Nestes experimentos foram aferidas cinco características: rendimento de grãos, rendimento de canjica, rendimento de canjiquinha, resíduo da canjica e depressão por endogamia. Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta para verificar a existência de diferenças significativas entre os tratamentos, as capacidades gerais e específicas de combinação e os efeitos de heterose foram estimados. As informações obtidas permitem recomendar os híbridos IAC Nelore x HD 332, IPR 119 x HT 392 e IAC Nelore x HT 932 para rendimento de grãos; os híbridos IPR 119 x HT 9332, HT 932 x HT 392 e IPR 119 x HD 332 para rendimento de canjica e para extração de linhagens; e os genitores HT 9332 e HD 332 para fazer parte de combinações híbridas ou a formação de compostos.

Palavras-chave: milho canjica, rendimento de canjica, canjiquinha, capacidade geral de combinação, capacidade específica de combinação, heterose.

Introdução

A transformação do milho em diversos derivados possibilita o uso desse cereal como excelente fonte de matéria-prima para a indústria de alimentos. Do milho, obtêm-se em torno de noventa derivados diferentes, entre esses, os principais são: grits, fubá, canjica, óleo, amido, amilose, amilopectina, zeína e fibras. Uma das principais aplicações do milho na indústria de alimentos é o uso do grão degerminado e moído para a produção de “fastfood” em forma de alimentos extrudados conhecidos como “snacks” (GONÇALVES et al., 2003).

A canjica de milho é definida como sendo os grãos ou pedaços de grãos de milho - provenientes da espécie *Zea mays*, L. que apresentam ausência parcial ou total do gérmen, em função do processo de escarificação mecânica ou manual (degerminação). O processo ocorre por meio do sistema de degerminação, em que o grão do milho é quebrado e separado em três

partes: endosperma (canjica), gérmen (parte do grão se encontra o embrião) e pericarpo (pele que envolve o grão).

Os objetivos foram avaliar, por meio de cruzamentos dialélicos, as capacidades gerais e específicas de combinação de oito genitores oriundas de germoplasma adaptados (híbridos comerciais), utilizando a metodologia de Griffing (1956); avaliar detalhadamente o efeito da heterose, pela metodologia de Gardner e Eberhart (1966) e estimar a depressão por endogamia dos genitores utilizados.

Material e Métodos

Os cruzamentos para obtenção das combinações híbridas foram realizados na safreinha 2009; as avaliações experimentais dos genitores, suas autofecundações e as combinações híbridas produzidas foram realizadas na safra agrícola 09/10 e 10/11, todos na Fazenda Experimental de Iguatemi – FEI.

Para a avaliação dos genitores, foi conduzido um experimento em delineamento experimental blocos completos com tratamentos ao acaso, com três repetições.

Cada unidade experimental foi constituída por duas fileiras de quinze metros, com espaçamento de 0,20 m entre as plantas dentro da fileira e 0,90 m de espaçamento entre as fileiras, sendo a posição de cada tratamento devidamente sorteada conforme as premissas deste delineamento; com área útil de 27 m². Foram coletados os dados das características: rendimento de grão (RG), utilizando a correção para a umidade de 13%; rendimento de canjica (RQ), que se divide em rendimento de canjica (CA), rendimento de canjiquinha (CQ) e resíduo da canjica (RS), adaptando o procedimento proposto por Gonçalves et al. (2003); e depressão por endogamia.

A partir das características mensuradas nos oito genitores, 28 F₁'s e oito S₁'s, as análises de variância foram processadas individualmente no esquema de blocos com os tratamentos casualizados, de acordo com Cruz e Regazzi (2001).

A análise de variância conjunta para os ambientes em relação às características avaliadas foi realizada considerando-se como fixo os genótipos e os ambientes, por meio do modelo genético-estatístico, conforme Hallauer e Miranda Filho (1981).

As análises dialélicas foram obtidas a partir das médias de cada local, segundo os modelos estatísticos de Griffing (1956), Método 2 (genitores e F₁'s), adaptados por Cruz e Regazzi (2001).

As estimativas das somas de quadrados da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação e dos efeitos de média, efeitos da CGC e efeitos da CEC e, variâncias destes

efeitos proposta por Griffing (1956), foram obtidas de acordo com adaptação proposta por Cruz e Regazzi (2001).

A metodologia de Gardner e Eberhart (1966), desenvolvida para estudo dos parâmetros de heterose, foi adaptada por Cruz e Regazzi (2001).

Resultados e Discussão

Na análise conjunta do dialelo pelo método de Gardner e Eberhart (1966), o efeito de tratamento de 36 genótipos avaliados (os indivíduos autofecundados não são utilizados nesta análise) apresentou como significativo para todas as variáveis respostas utilizadas. Resultado idêntico foi obtido para o efeito de Variedade, ou seja, pode-se afirmar que todas as características apresentam efeitos aditivos, ao passo que somente CA e RS não apresentaram efeitos não-aditivos significativos.

Embora a variável CA não apresente efeitos significativos para a fonte de variação Heterose, ressalta-se a interação Variedade x Ambiente e Heterose x Ambiente. Esta interação pode ser explicada pela alternância da diferença significativa entre as fontes Variedades e Heterose ao longo dos anos.

Com relação a análise de variância do dialelo, para cada ano, conforme Gardner e Eberhart (1966), nota-se que a Heterose foi significativa, a 5% de probabilidade, no Ano 2 e não significativa no Ano 1, ocorrendo o inverso com os efeitos aditivos dos Parentais. Este efeito significativo é justificado pela alta variância da Heterose Específica no Ano 2 para CA, capaz de induzir a significância da Heterose Específica na Análise Conjunta. Todavia, este efeito poderá ser considerado na ausência de Heterose Média somente caso a variável apresente dominância bidirecional.

A variável RG apresentou efeitos significativos, a 5% de probabilidade, para Heterose Média, Varietal e Específica. Este resultado indica que a variância das frequências gênicas entre os genitores é alta em locos com dominância. A significância dos efeitos de Heterose Varietal e Específica sugere que os genitores diferem significativamente tanto nas suas respectivas frequências gênicas médias quanto no seu grau de dispersão.

Conforme a Tabela 1, as variáveis CA e RS apresentaram sensível predominância dos efeitos aditivos no primeiro ano com inversão da predominância no segundo ano, sendo que a variável CQ apresentou inexpressiva predominância dos aditivos no primeiro ano e expressiva predominância dos efeitos não-aditivos no segundo ano. Embora mais estudos sejam necessários, é possível pressupor que, pela alta influência do ambiente e pela ligação desta variável com a variável resposta RG, os efeitos de dominância expressaram-se somente no

segundo ano, o qual apresentou temperaturas noturnas e regime de chuvas mais favorável que o primeiro.

Na Tabela 2, nota-se que há uma inversão do efeito do genitor IPR 119 ao longo dos dois anos para a variável resposta CA. O genitor IPR 127 foi o que mais contribuiu no primeiro ano para o acréscimo de Canjica e não foi inferior ao IPR 119. Todavia, considerando o primeiro ano como atípico, recomenda-se os genitores HT 9332 e HT 392 para o incremento do caractere CA.

Para a variável CQ, ocorre uma redução da diferença entre os genitores, acompanhada de uma redução da variância. Entretanto, não há uma alteração drástica no *rank* dos genitores, uma vez que o genitor IPR 127 continua sendo o genitor que mais contribui numericamente para a redução desta variável (o que é desejado). Os genitores IPR 119 (1,0748) e HT 5392 (0,8435) se mantiveram entre os que mais contribuem para o incremento de CQ nos cruzamentos.

Considerando as variâncias apresentadas em cada ano para cada uma das variáveis respostas, os genitores mais recomendados para os próximos cruzamentos e para um trabalho de extração de linhagens pela maior quantidade de alelos favoráveis são os genitores IPR 127, HT 9332, HT 392 e IPR 119, sendo o último recomendado apenas para ambientes de alta qualidade.

Quanto a variável RG, é possível selecionar genitores superiores, tanto para a extração de linhagens (utilizando v_j), quanto para cruzamentos aproveitando o efeito heterótico do genitor (h_j). Recomenda-se os genitores HD 332, HT 5392 e HT 9332, com os respectivos valores de v_j 1,0111, 0,7284 e 0,7139, para a extração de linhagens de alto RG. Caso o objetivo seja o desenvolvimento de híbridos a partir destes genitores, os materiais HT 392 e IAC Nelore, com os respectivos valores de h_j 0,4274 e 0,9568, passam a ser altamente recomendados.

Portanto, considerando simultaneamente o incremento de canjica e rendimento grãos, recomenda-se os genitores HT 9332 e HT 5392 para a extração de linhagens. Para o cruzamento e obtenção de híbridos a partir dos genitores, utilizando h_j , recomenda-se o genitor do IAC Nelore pela alta Heterose de Variedade.

Em relação ao estudo dos efeitos s_{ij} no primeiro ano, nota-se que para a característica RG, os genitores IAC Nelore e HT 392 apresentaram as estimativas dos efeitos negativos (-0,623 e -0,110, respectivamente), indicando desvios de dominância no sentido de aumentar os valores da característica. Os demais genitores apresentaram estimativas dos efeitos

positivos. Estes genitores apresentaram estimativas de efeitos positivos em relação a g_i , tendo o progenitor IAC Nelore a mais alta divergência genética, compatível com as estimativas dos efeitos de g_i para RG.

Para a característica CA, observa-se que os genitores IPR 119 (-1,641), HD 332 (-0,290) e HT 9332 (-0,929) apresentaram as estimativas dos efeitos negativos e os demais genitores apresentaram estimativas dos efeitos positivos.

Para as características CQ e RS, o objetivo é de que essas estimativas sejam positivas, pois indica desvios de dominância no sentido de diminuir os valores da característica para aumentar o CA. Observa-se que os genitores IPR 119 (CQ = 0,040 ; RS = 1,271) e HT 9332 (CQ = 0,307 ; RS = 1,067) são os que satisfazem essa condição.

Ao se analisar conjuntamente as características RG e aquelas relacionadas ao CA, nota-se que o progenitor HT 9332 apresenta estimativas positivas de s_{ij} e também os melhores resultados em relação às características de CA, objetivo deste programa.

Em relação à característica RG, assim como no primeiro ano, o genitor IAC Nelore (-0,623) apresentou desvios médios positivos pela estimativa negativa.

Quando combinadas as características alto RG e CA, com base nos resultados obtidos a partir do segundo ano agrícola, realizou-se a recomendação do genitor IAC Nelore para a extração de linhagens (RG = -0,378 ; CA = -0,773), pela sua capacidade de favorecer o híbrido oriundo de seus cruzamentos.

Os híbridos IAC Nelore x HD 332, IPR 119 x HT 392 e IAC Nelore x HT 932 para RG e os híbridos IPR 119 x HT 9332, HT 932 x HT 392 e IPR 119 x HD 332 para CA, podem ser fonte para a extração de linhagens para a continuidade do programa de melhoramento da Universidade Estadual de Maringá.

Fez-se também, uma análise de variância dos tratamentos utilizados para estimar a depressão por endogamia. Constatou-se diferenças significativas entre os tratamentos para RG, pelo teste F, em 5% de probabilidade. A significância dos quadrados médios para a maioria das características estudadas revelou a presença de diferenças genéticas entre os genótipos. Neste caso, a diferença genética entre genitores e suas autofecundações deve-se a depressão provocada pela endogamia nesses genitores.

Ao se analisar as estimativas de quadrado médio dos genitores e de suas autofecundações, nota-se que existem diferenças significativas, a 5% de probabilidade, na característica RG e para as variáveis envolvendo o CA, não houve diferenças significativas. Na primeira geração de autofecundação houve diferenças significativas para todas as características avaliadas, exceto CQ; o que evidencia as diferenças genéticas entre os

genitores com o avanço de uma geração de autofecundação, principalmente para as variáveis relacionadas com o CA.

Quando confrontadas as duas gerações, verificou-se uma interação significativa entre as gerações e os anos de cultivo para o RG. Entretanto, o efeito significativo do desdobramento entre parentais e autofecundados no primeiro ano pode ser explicado pela alta associação entre as características industriais com o RG.

As estimativas médias da depressão por endogamia nos caracteres RG e RS apresentaram valores positivos, indicado que com o decorrer das gerações de autofecundação as médias tenderão a diminuir. Por outro lado, para as variáveis CA e CQ, as estimativas tiveram valor negativo, sugerindo que suas médias aumentarão com a autofecundação.

Em relação ao RG, a porcentagem da depressão endogâmica em cada progenitor, na primeira safra, varia de 37% (IAC Nelore) até 71% (HT 932). O material com menor depressão por endogamia foi o IAC Nelore que, por ser um híbrido intervarietal, apresenta maior estabilidade em relação ao rendimento de grãos.

Em relação ao CA, todos os materiais S_1 's foram superiores aos seus genitores tanto para CA como para CQ, exceto para o material HT 5392. As magnitudes nos valores de depressão por endogamia para esta característica são bem inferiores aos encontrados para RG.

Na segunda safra, os genitores apresentaram depressão mais intensa, exceção foi o genitor IAC Nelore, que, pela sua composição gênica apresenta uma redução na depressão por endogamia frente ao ano favorável. Este comportamento é explicado pelo melhor desenvolvimento dos parentais frente aos respectivos autofecundados no segundo ano.

Literatura Citada

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, 390p., 2001.

GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. Biometrics, North Carolina, v.22, p.439- 452. 1966.

GONÇALVES, R. A.; dos SANTOS, J. P.; TOMÉ, P. H. F.; PEREIRA, R. G. F. A.; ASCHERI, J. L. R.; de ABREU, C. M. P.; Rendimento e composição química de cultivares de milho em moagem a seco e produção de grits. Ciênc. Agrotec., Lavras. V.27, n.3, p.643-650, mai/jun., 2003.

GRIFFING, B. A concept of general and specific combining ability in relation to diallelcrossing systems. AustralianJournalofBiologicalSciences, EastMelbourn, v. 9, p. 463-493, 1956.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press, Ames. 468p., 1981.

Tabela 1. Componentes quadráticos por ano.

Ano 1 (2009/2010)				
Componentes Quadráticos	CA	CQ	RS	RG
C.G.C	1,2182	0,1506	0,7514	0,0481
C.E.C	-0,0436	0,1407	0,0188	0,2967
C.E.C/C.G.C	-27,9194	1,0703	39,9634	0,1620
Ano 2 (2010/2011)				
Componentes Quadráticos	CA	CQ	RS	RG
C.G.C	-0,1688	0,0088	0,8033	-0,0246
C.E.C	3,0683	0,0470	2,6071	0,7124
C.E.C/C.G.C	-0,0550	0,1867	0,3081	-0,0345

Tabela 2. Estimativas do Efeito v_j para as variáveis CA, CQ e RS.

Genitor	Estimativas do Efeito v_j					
	2009/2010			2010/2011		
	CA (%)	CQ (%)	RS (%)	CA (%)	CQ (%)	RS (%)
1: IPR 119	-2,6295	1,0748	3,4275	2,1742	0,1602	-0,1937
2: IPR 127	4,5945	-1,5159	-2,9165	0,2808	-0,5038	-3,4837
3: IAC Nelore	-0,7808	-0,9152	0,5282	0,3542	-0,2765	0,5796
4: HT 932	2,0678	-0,4145	-1,6118	-1,8658	-0,0245	-1,2937
5: HD 332	-0,0375	0,2481	-0,8831	-3,8125	0,0262	4,6563
6: HT 9332	-0,0055	0,3715	-0,1958	1,6875	-0,0505	2,2696
7: HT 5392	-2,7748	0,8435	1,3881	-0,5625	0,4575	-1,2137
8: HT 392	-0,4341	0,3075	0,2635	1,7442	0,2115	-1,3204
VAR(v_j)	0,8514	0,1072	0,6066	2,9976	0,0296	5,2595