

Dialelo Parcial entre Linhagens Endogâmicas dos Sintéticos ST06 e ST20

Thiago Pablo Marino¹, Heitor Augusto Carvalho Dias¹, Andressa Camila Seiko Nakagawa¹, Karla Bianca Lopes¹, Paulo Gabriel Dalto¹, Matheus Dalsente Krause¹, Alana Pádua Cavalcante¹, Alessandra Koltun¹, Robson Rockembacher¹, Manoel Ronaldo Carvalho Paiva¹, Rosângela Maria Pinto Moreira¹ e Josué Maldonado Ferreira²

^{1,2} Departamento de Biologia Geral/CCB, Universidade Estadual de Londrina, Cx Postal 6001, CEP 86051-990, Londrina – PR, Brasil. e-mail: josuemf@uel.br

RESUMO – Para a formação de híbridos superiores são utilizadas linhagens endogâmicas, que quando cruzadas expressam alto vigor. Os objetivos deste trabalho foram determinar o potencial genético de 22 linhagens endogâmicas S₇ extraídas do sintético ST20 em cruzamento com três linhagens S₉ elites obtidas do ST06, identificar combinações híbridas superiores e selecionar linhagens elites do sintético ST20. Dos 66 híbridos experimentais possíveis de serem obtidos neste dialelo parcial, foram avaliados 51 híbridos e uma testemunha comercial (30F53H), utilizando o delineamento em blocos completos casualizados, com duas repetições. As características avaliadas foram: produtividade de grãos; comprimento e diâmetro de espiga; diâmetro de sabugo; número de fileiras; dias para florescimento; altura da planta e relação entre peso de grãos por espiga. Houve efeito significativo da capacidade geral de combinação para as linhagens dos dois sintéticos para a maioria das características, e efeitos significativos da capacidade específica de combinação para número de fileiras na espiga. As linhagens L₁₀, L₇, L₂, L₁₄ e L₉ do sintético ST20, assim como os testadores T₂ e T₃ do sintético ST06 apresentam elevado potencial genético para o desenvolvimento de híbridos de alta produtividade. As melhores combinações híbridas foram L₇xT₃, L₁₄xT₃, L₁₀xT₂, L₇xT₂ e L₁₁xT₃.

Palavras-chave: *Zea mays* L., linhagens elites; capacidade geral de combinação; análise dialélica.

Introdução

Nos programas de melhoramento de híbridos é importante cruzar linhagens de grupos diferentes, para que os efeitos genéticos de heterose sejam maximizados. Os dialelos parciais envolvem dois grupos distintos de parentais e seus respectivos cruzamentos. Adaptações do modelo de dialelos completos de Griffing (1956), para os dialelos parciais, têm possibilitado maximizar as informações sobre os grupos estudados, com um número menor de cruzamentos (CRUZ e REGAZZI, 1994).

O desempenho de um híbrido é resultado da capacidade de combinação das linhagens envolvidas nos cruzamentos. A capacidade geral de combinação (CGC) é associada principalmente a efeitos aditivos dos genes, enquanto a capacidade específica de combinação (CEC) é determinada por efeitos de dominância e epistasia (SPRAGUE e TATUM, 1942). O presente trabalho utilizou o esquema de dialelo parcial com o objetivos de determinar o potencial genético de 22 linhagens endogâmicas S₇ extraídas do sintético ST20 em

cruzamento com três linhagens S₉ elites obtidas do ST06, identificar combinações híbridas superiores e selecionar linhagens elites do sintético ST20.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na área experimental da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR (23°19'35"S, 51°11'59"W e 591 m de altitude), durante a safra agrícola 2011/2012. A partir do sintético ST20, desenvolvidos pelo Programa de Melhoramento Genético de Milho, lotado no Departamento de Biologia Geral da UEL, foram extraídas 22 linhagens endogâmicas S₇, que foram cruzadas com três linhagens S₉ extraídas do ST06. Estas linhagens foram combinadas seguindo o método de dialelo parcial, segundo a metodologia adaptada de Griffing (1956). Dos 66 cruzamentos possíveis foram obtidos 51, caracterizando assim um dialelo parcial incompleto.

O experimento para a avaliação deste dialelo foi constituído de 52 tratamentos (51 híbridos experimentais e uma testemunha comercial (30F53H da Pioneer). O delineamento empregado foi o de blocos completos casualizados, com duas repetições. As parcelas foram constituídas por uma fileira de 4 metros de comprimento, no espaçamento de 0,80 m entre as fileiras e 0,20 m entre plantas na fileira, visando um estande de 20 plantas por fileira. Os tratos culturais, como adubação, controle de plantas indesejáveis e pragas foram feitos de acordo com as recomendações técnicas e indicações mínimas de cultivo.

As características avaliadas foram: produtividade de grãos em t ha⁻¹, corrigido para uma umidade de 13,5% e estande ideal, segundo a metodologia de covariâncias apresentada por Vencovsky e Barriga (1992); comprimento de espiga (cm); diâmetro de espiga (cm); diâmetro de sabugo (cm); número de fileiras; dias para florescimento (obtido pela média de dias para florescimento masculino e feminino); altura da planta (cm); relação entre peso de grãos por espiga.

As análises de variâncias foram realizadas com a decomposição dos efeitos de tratamentos em efeitos de híbridos experimentais (H) e no contraste testemunha vs H. Os graus de liberdade de híbridos experimentais foram desdobrados por meio da análise dialélica, segundo o método proposto por Griffing (1956), de acordo com o modelo: $Y_{ij} = m + g_i + g_j + s_{ij} + \bar{e}_{ij}$, onde: Y_{ij} é o valor médio da combinação híbrida da linhagem L_i com a linhagem testadora T_j; m é a média geral das combinações híbridas; g_i e g_j são os efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) da i-ésima linhagem (L_i) e j-ésima linhagem (T_j),

respectivamente; s_{ij} é o efeito da capacidade específica de combinação (CEC) para os cruzamentos entre os genitores de ordem i e j ; e $\bar{\epsilon}_{ij}$ é o erro experimental médio.

A análise de variância do dialelo e as estimativas de g_i , g_j e s_{ij} foram realizadas por meio de álgebra de matrizes, empregando o modelo matricial $Y = X\beta + \epsilon$, onde: Y é o vetor dos dados de médias observadas para os híbridos experimentais; X é a matriz das constantes com valores de 0 e 1 relacionados aos parâmetros m , g_i , g_j , e s_{ij} ; β é vetor dos parâmetros m , g_i , g_j , e s_{ij} e ϵ é o vetor representando o erro associado às médias (\bullet_{ij}).

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o programa do *Statistical Analysis System* (SAS) e o teste de médias foi realizado segundo o método de Scott-Knott, em nível de significância de 5%, por meio do programa GENES.

Resultados e Discussão

O experimento apresentou coeficientes de variação (CV%) variando de 13,4% para produtividade de grãos a 2,2% para dias para florescimento (Tabela 1), indicando boa precisão experimental (SCAPIM et al., 1995).

A análise de variância revela que houve diferença entre tratamentos, assim como entre híbridos experimentais, para a maioria das características avaliadas, exceto para diâmetro de espiga e florescimento, mostrando que os híbridos experimentais não diferiram entre si para estas características assim como não diferiram da testemunha (Tabela 1).

Os desdobramentos para a fonte de variação dos híbridos experimentais mostraram efeitos significativos de CGC das linhagens do sintético ST20 (CGC-ST20) e do sintético ST06 (CGC – ST06) para a maioria das características. Contudo, para a CEC, houve diferença significativa apenas para números de fileiras (Tabela 1).

As linhagens L_{10} , L_7 , L_2 , L_{14} e L_9 do sintético ST20 foram as que se destacaram, apresentando estimativas de g_i para produtividade de grãos variando de 2,17 t ha⁻¹ a 0,70 t ha⁻¹. Estas linhagens também foram as que mais contribuíram para números de fileiras, com estimativas de CGC de 1,34 a 0,27 fileiras de grãos na espiga (Tabela 2). As linhagens T_2 e T_3 do sintético ST06, utilizadas como testadoras, apresentaram as melhores estimativas de g_j para produtividade e comprimento de espigas (Tabela 2).

O contraste testemunha vs híbridos experimentais revelou uma superioridade da média da testemunha, em relação à média dos híbridos, da ordem de 1,9 t ha⁻¹ para produtividade de grão, 0,19 cm de diâmetro de sabugo e 0,8 fileiras a mais por espiga. Contudo, os híbridos

resultantes dos cruzamentos das linhagens $L_7 \times T_3$, $L_{14} \times T_3$, $L_{10} \times T_2$, $L_7 \times T_2$ e $L_{11} \times T_3$ apresentaram 6,66% a 0,72% mais produtivos que a testemunha (Tabela 3), mas não diferiram da testemunha pelo teste de médias utilizado, sendo também competitivos para as demais características avaliadas.

Mesmo não tendo sido detectados efeitos significativos de CEC, as melhores estimativas ocorreram para os cruzamentos das linhagens com maiores estimativas de CGC (L_{10} , L_7 , L_2 , L_{14} e L_9) assim como os melhores testadores (T_2 e T_3), com valores variando de $1,32 \text{ t ha}^{-1}$ a $0,01 \text{ t ha}^{-1}$ para os híbridos $L_7 \times T_3$, $L_{14} \times T_3$, $L_{10} \times T_2$, $L_7 \times T_2$, $L_{11} \times T_3$ e $L_9 \times T_3$. Normalmente, interessam ao melhorista combinações híbridas que apresentem elevada CEC, com pelo menos um dos genitores apresentando elevada estimativa de CGC para o caráter (CANÇADO, 2002).

Na análise dialélica, os desdobramentos das análises de CGC e CEC, indicaram predominância de efeitos aditivos na maioria das características agrônômicas avaliadas. A predominância de efeitos gênicos aditivos também foram obtidos por Ferreira et al., (2010).

Conclusões

As linhagens L_{10} , L_7 , L_2 , L_{14} e L_9 do sintético ST20, assim como os testadores T_2 e T_3 do sintético ST06 apresentam elevado potencial genético para o desenvolvimento de híbridos de alta produtividade. As melhores combinações híbridas foram $L_7 \times T_3$, $L_{14} \times T_3$, $L_{10} \times T_2$, $L_7 \times T_2$ e $L_{11} \times T_3$.

O método de dialelo parcial foi eficiente para determinar o potencial genético das linhagens.

Literatura Citada

CANÇADO, G. M. Avaliação de nove linhagens de milho em cruzamentos dialélicos quanto à tolerância ao alumínio. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, abril 2002.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1994. 390 p.

FERREIRA, E. A.; ASA, K. P.; BENATI, K. R.; VILELA, E. S.; BRANDÃO, F. A. L.; GOMES, M. S.; COSTA - NETO, A. P.; GUIMARÃES, P. S.; SOUZA, J. C.; Potencial de híbridos comerciais de milho para a extração de linhagens. **Revista Biociências**, UNITAU. v. 16, p 123-131, 2010.

GRIFFING, J.B. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. **Heredity**, London, v.10, p.31-50, 1956.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. de P. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Editora da UFG, 1993. 271p.

SCAPIM, C.A.; CARVALHO, C.G.P; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para cultura do milho. **Pesquisa agropecuária Brasileira** 30: p.683-686, 1995.

SPRAGUE, G.F.; TATUM, L.A. **General vs. specific combining ability in single crosses of corn**. Journal of American Society of Agronomy, Madison, v.34, n.10, p.923-932, 1942.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto: **Revista Brasileira de Genética**, 1992. 496p.

Tabela 1 - Quadrados médios com base em totais de tratamentos e seus desdobramentos nos efeitos dos híbridos experimentais (H), capacidade geral de combinação das linhagens (CGC-L) e dos testadores (CGC-T), capacidade específica de combinação (CEC) e o contraste Testemunha vs Híbridos experimentais, coeficiente de variação (CV%) e médias para produtividade de grãos (PG, em t ha⁻¹); comprimento de espiga (CE, em cm); diâmetro de espiga (DE, em cm); diâmetro de sabugo (DS, em cm); número de fileiras (NF); dias para florescimento (FL); altura de planta (AP, em cm) e posição relativa da espiga na planta (PRE) avaliadas em Londrina, safra 2011/2012.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios							
		PG	CE	DE	DS	NF	FL	AP	PRE ^φ
Bloco	1	0,9236ns	0,0318ns	0,0475ns	0,0023ns	0,6275ns	0,0392ns	272,11ns	2,6716ns
Tratamentos	50	3,4754*	2,3126*	0,0404ns	0,0547*	2,8203*	2,7109ns	302,95*	20,624*
Híbridos exp. (H)	49	3,3892*	2,3404*	0,0408ns	0,0541*	2,8082*	2,7653ns	308,48*	20,877*
CGC- ST20	21	3,6332*	3,4202*	0,0607*	0,0565*	3,1860*	3,2163ns	357,01*	34,661*
CGC- ST06	2	21,532*	9,1923*	0,0380ns	0,5353*	20,446*	1,9705ns	1298,2*	46,695*
CEC	26	1,7966ns	0,9411ns	0,0249ns	0,0151ns	1,1462*	2,4622ns	193,16ns	7,7530ns
Testemunha vs H	1	7,6988*	0,9498ns	0,0212ns	0,0856*	3,4165*	0,0441ns	31,924ns	8,2476ns
Erro	50	1,8059	1,0486	0,0283	0,0130	0,5859	2,3042	114,63	5,5407
CV%		13,4	5,4	3,4	3,7	4,5	2,2	4,9	3,8
Média		10,01	18,8	5,0	3,1	17,1	68,9	218,1	0,62

* e ns: significativo e não significativo em nível de 5% de probabilidade, respectivamente.

^φ: Quadrados médios multiplicados por 10⁻⁴.

Tabela 2 – Estimativas de médias (m) e de capacidades geral de combinação das linhagens do sintético ST20 (g_{Li}) e das linhagens testadoras oriundas do sintético ST06 (g_{Tj}) para as características produtividade de grãos (PG, em t ha⁻¹); comprimento de espiga (CE, em cm); diâmetro de sabugo (DS, em cm); número de fileiras (NF); altura de planta (AP, em cm) e posição relativa da espiga na planta (PRE) avaliadas em Londrina, safra 2011/2012.

Estimativas	PG	CE	DS	NF	AP	PRE
m	10,05	18,93	3,09	17,06	218,33	0,62
g _{L1}	-1,17	0,81	0,15	-0,40	-0,55	-0,04
g _{L2}	0,90	1,13	0,17	0,95	-1,84	-0,04
g _{L3}	0,49	0,32	0,03	0,39	-3,16	0,01
g _{L4}	0,26	-0,69	0,11	-1,20	-12,23	-0,02
g _{L5}	-0,44	-1,16	0,06	0,74	-2,22	0,03
g _{L6}	-0,73	2,83	0,05	0,75	-10,14	-0,04
g _{L7}	1,14	0,57	0,06	1,34	1,12	0,02
g _{L8}	0,27	0,05	0,09	-0,39	-4,22	0,00
g _{L9}	0,70	-0,18	0,10	0,27	7,50	0,04
g _{L10}	2,17	0,20	0,10	1,23	25,07	0,03
g _{L11}	-0,03	0,44	-0,17	-0,26	5,85	0,03
g _{L12}	-0,16	0,11	-0,08	0,60	6,67	-0,04
g _{L13}	-0,60	-1,09	0,10	0,07	-8,03	0,03
g _{L14}	0,79	-0,43	0,04	0,77	-15,40	0,01
g _{L15}	-0,22	0,37	-0,04	0,07	-3,63	0,02
g _{L16}	0,69	1,07	-0,08	-1,33	0,40	0,02
g _{L17}	-0,15	-1,08	-0,01	-0,41	7,64	-0,03
g _{L18}	-0,91	-1,12	-0,33	-1,53	17,50	-0,01
g _{L19}	-1,46	0,00	-0,02	0,03	-16,18	0,00
g _{L20}	-1,40	-0,59	-0,06	-0,86	-5,57	-0,01
g _{L21}	0,43	-0,73	-0,18	-0,60	4,18	-0,01
g _{L22}	-0,58	-0,83	-0,12	-0,20	7,22	-0,01
g _{T1'}	-0,95	-0,64	0,01	0,94	-1,82	0,00
g _{T2'}	0,24	0,30	0,13	-0,33	-5,83	-0,01
g _{T3'}	0,70	0,34	-0,15	-0,61	7,66	0,01

Tabela 3 – Média dos tratamentos para produtividade de grãos (PG, em t ha⁻¹), comprimento de espiga (CE, em cm), diâmetro de sabugo (DS, em cm), número de fileiras (NF), altura de planta (AP, em cm) e posição relativa da espiga na planta (PRE) avaliadas em Londrina, safra 2011/2012.

Tratamentos	PG	CE	DS	NF	AP	PRE
L ₇ xT ₃	12,75a	20,4a	3,0c	17b	225a	0,66a
L ₁₄ xT ₃	12,74a	19,1a	2,9c	17b	227a	0,64a
L ₁₀ xT ₂	12,48a	19,4a	3,3a	19a	253a	0,64a
L ₇ xT ₂	12,14a	19,8a	3,3a	19a	212a	0,63a
L ₁₁ xT ₃	12,04a	20,3a	2,8c	17b	243a	0,63a
30F53H	11,95a	19,5a	2,9c	18a	214a	0,60b
L ₉ xT ₃	11,91a	18,9b	3,1b	17b	238a	0,68a
L ₂ xT ₃	11,65a	20,4a	3,1b	17b	224a	0,59b
L ₁₀ xT ₁	11,27a	18,5b	3,2b	19a	226a	0,65a
L ₁₆ xT ₃	10,86a	20,2a	2,8c	15c	223a	0,65a
L ₈ xT ₂	10,83a	19,4a	3,3a	16c	213a	0,59b
L ₂₁ xT ₁	10,75a	16,9b	2,9c	17b	223a	0,60b
L ₈ xT ₃	10,74a	19,2a	3,0c	16b	217a	0,65a
L ₁₂ xT ₃	10,74a	19,9a	2,9c	17b	226a	0,58b
L ₁₂ xT ₂	10,70a	19,1a	3,2b	17b	223a	0,59b
L ₄ xT ₃	10,65a	18,1b	3,0b	15c	220a	0,61b
L ₂₁ xT ₃	10,47a	18,7b	2,9c	16c	239a	0,62a
L ₁₆ xT ₁	10,38a	19,5a	3,1b	17b	220a	0,64a
L ₁ xT ₃	10,34a	19,6a	3,1b	15c	221a	0,60b
L ₄ xT ₂	10,33a	18,4b	3,4a	16c	196a	0,58b
L ₂₁ xT ₂	10,22a	19,0a	3,0c	16c	205a	0,62a
L ₂₂ xT ₃	10,09a	17,4b	2,8c	17b	230a	0,62a
L ₁₅ xT ₁	10,07a	18,5b	3,1b	19a	222a	0,66a
L ₁₁ xT ₂	10,05a	20,7a	2,9c	16c	215a	0,66a
L ₁₃ xT ₂	10,05a	18,5b	3,5a	18a	213a	0,67a
L ₆ xT ₃	10,02a	22,1a	3,0c	17b	216a	0,59b
L ₁₃ xT ₃	10,01a	18,0b	3,0c	17b	214a	0,66a
L ₄ xT ₁	9,95a	18,2b	3,2b	17b	203a	0,60b
L ₁₅ xT ₂	9,89a	19,9a	3,2b	16c	208a	0,62a
L ₅ xT ₃	9,82a	18,3b	3,0c	17b	217a	0,67a
L ₅ xT ₁	9,81a	17,4b	3,2b	18a	228a	0,66a
L ₃ xT ₁	9,59a	18,6b	3,1b	18a	213a	0,64a
L ₂₂ xT ₂	9,57a	18,2b	3,1b	17b	221a	0,58b
L ₁₅ xT ₃	9,54a	19,5a	2,8c	16c	214a	0,63a
L ₁₉ xT ₂	9,46a	18,9b	3,1b	16c	189a	0,58b
L ₁₈ xT ₂	9,38a	18,1b	2,9c	15c	230a	0,60b
L ₉ xT ₁	9,35a	18,3b	3,1b	18a	220a	0,66a
L ₅ xT ₂	9,21a	17,6b	3,3a	18a	204a	0,64a
L ₂₀ xT ₂	9,09a	18,2b	3,2b	16b	212a	0,57b
L ₁₇ xT ₁	8,96a	17,2b	3,1b	18a	224a	0,59b
L ₂₂ xT ₁	8,75a	18,7b	2,9c	17b	226a	0,62a
L ₁₄ xT ₁	8,68a	17,6b	3,2b	19a	185a	0,64a
L ₇ xT ₁	8,67a	18,3b	3,1b	19a	222a	0,64a
L ₂₀ xT ₁	8,61a	17,6b	3,0c	17b	209a	0,63a
L ₁ xT ₂	8,30a	19,5a	3,3a	16c	208a	0,55b
L ₁₃ xT ₁	8,28a	17,0b	3,1b	17b	203a	0,64a
L ₂₀ xT ₃	8,25a	19,2a	3,0c	15c	218a	0,63a
L ₁₂ xT ₁	8,23a	18,1b	3,0c	19a	226a	0,57b
L ₁ xT ₁	8,00a	20,1a	3,4a	18a	225a	0,60b
L ₁₁ xT ₁	7,95a	17,1b	3,0c	18a	214a	0,67a
L ₁₉ xT ₁	7,02a	18,6b	3,2b	19a	208a	0,65a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de média de Scott & Knott, em nível de 5% de probabilidade.