

Resistência a Doenças Foliares em Híbridos de Linhagens Endogâmicas de Milho Superdoce.

Maikon Guerith Baptistella da Silva⁽¹⁾; Jéssica Kelly Pestana⁽²⁾; Luis Fernando Almeida⁽²⁾; Aline Sekiya⁽³⁾; Rosângela Maria Pinto Moreira⁽⁴⁾; Josué Maldonado Ferreira⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Mestrando em Genética e Biologia Molecular; Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná; maikon.baptistella@gmail.com; ⁽²⁾ Estudantes de Agronomia; Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná; ⁽³⁾ Mestre em Genética e Biologia Molecular; Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná; ⁽⁴⁾ Docentes; Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Londrina, Paraná.

RESUMO: Os objetivos deste trabalho foram determinar o potencial de dez linhagens para síntese de híbridos de milho superdoce, com elevado padrão agronômico e resistência à doenças foliares, e determinar o tipo de ação gênica destas características. Os 45 híbridos obtidos pelos cruzamentos dialélicos entre dez linhagens S₆ de milho superdoce e três testemunhas (Tropical Plus, Balu 01 e Balu 34) foram avaliadas utilizando delineamento experimental em blocos ao acaso com três repetições, utilizando parcelas de uma fileira de 4,00 metros de comprimento, no espaçamento 0,80x0,20m. As linhagens L₅, L₉, L₁₀, L₈ e L₃ apresentaram as melhores estimativas de g_i e também contribuem para a redução das notas de severidade das doenças foliares. Os híbridos L₅xL₉, L₂xL₅, L₅xL₈, L₃xL₅, L₅xL₇ e L₇xL₁₀ apresentaram as maiores produtividades de espigas com palha e resistência ou moderada resistência para as doenças foliares. Houve correlação entre produtividade e resistência à *Puccinia polysora*, indicando um aumento da produtividade com o aumento do nível de resistência. Os efeitos aditivos foram os mais importantes para todas as características avaliadas, sendo os não aditivos significativos para produtividade e resistência à mancha branca e à *P. polysora*.

Termos de indexação: dialelo, capacidade combinatória, ação gênica.

INTRODUÇÃO

Por apresentar sabor adocicado, devido ao acúmulo de açúcar nos grãos, o milho superdoce é classificado no grupo saccharata (Aragão, 2002; Reis, 2009). Este tipo especial de milho é destinado ao consumo humano e pode ser utilizada para o consumo *in natura*, na forma de milho verde, ou

pelas indústrias de conservas: enlatados, congelados, desidratados e minimilhos (Oliveira Jr et al., 2006).

O melhoramento do milho superdoce deve considerar as características de produtividade, resistência à doenças, tolerância à pragas, sem esquecer das características sensoriais e de aparência, que atendam as exigências das indústrias de conservas e dos consumidores (Barbieri & Souza JR, 2008).

No Brasil, a produção de milho superdoce é destinada quase integralmente para a industrialização. Desta forma, os híbridos de linhagem são as cultivares que melhor atendem as necessidades de sanidade, padronização e uniformidade exigidas pela indústria.

Além de obter as linhagens com elevado desempenho individual para produção de sementes, é necessário identificar combinações destas que permitam a síntese de híbridos superiores para diferentes características. Para isto, normalmente, são realizados cruzamentos dialélicos que permitem estimar a capacidade combinatória das linhagens e os tipos preponderantes de ação gênica das características, de modo a direcionar os esforços de melhoramento.

A sanidade da planta é um dos componentes que interfere direta e indiretamente sobre a produtividade e qualidade final do produto. Contudo, poucos trabalhos são encontrados na literatura relacionando à produtividade de milho superdoce com reação as principais doenças foliares da cultura. Dentre eles podem-se citar os trabalhos de Pataky (1998) e Chandler & Tracy (2007).

Assim, os objetivos deste trabalho foram determinar o potencial de dez linhagens para síntese de híbridos de milho superdoce, com elevado padrão agronômico e resistência à doenças

foliares, e determinar o tipo de ação gênica destas características.

MATERIAL E MÉTODOS

Na safra 2014/15, foram combinadas dez linhagens endogâmicas (L_i) de milho superdoce, com seis ciclos de autofecundações (S_6), obtidas no Programa de Melhoramento Genético de Milho do Departamento de Biologia Geral da Universidade Estadual de Londrina, em um dialelo completo, segundo o método IV de Griffing (1956).

Os 45 híbridos experimentais e as testemunha Tropical Plus (Syngenta), Balu 01 e Balu 34 (Balú Sementes) foram avaliadas utilizando o delineamento em blocos completamente casualizados com três repetições, em parcelas de fileiras simples de 4,00 m de comprimento, no espaçamento de 0,80 x 0,20 m.

Os tratos culturais seguiram as recomendações técnicas para a cultura. A colheita foi realizada quando os grãos apresentaram aproximadamente 75% de umidade, entre 20 a 28 dias após o florescimento.

As características avaliadas foram: produtividade de espigas com palha em kg ha^{-1} (PE), corrigido para estande ideal, extrapolado para 62500 plantas ha^{-1} , e notas de severidade para as doenças foliares: Mancha branca (MB); *Puccinia polysora* (PP); *Physopella zae* (FB) e *Exserohilum turcicum* (ET) que foram avaliadas 30 dias após o florescimento, com o auxílio do Guia Agroceres de Sanidade, com notas de 1 (altamente resistente) a 9 (altamente suscetível).

A análise de variância com base em média de tratamentos foi realizada com decomposição dos efeitos de tratamentos em híbridos versus tratamentos (H vs T), testemunhas (T) e híbridos experimentais (H), empregando o Programa SAS (Statistical Analysis System). Os híbridos experimentais foram desdobrados em CGC e CEC, segundo o método IV de Griffing (1956). As médias de tratamentos foram agrupadas pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade, empregando o software GENES.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de variação revelam adequada precisão experimental (**Tabela 1**).

Houve efeitos significativos de tratamentos e dos híbridos experimentais para todos os caracteres, indicando diferentes desempenhos destes genótipos (**Tabela 1**). As testemunhas diferiram entre si apenas para produtividade de espigas e para

resistência a *P. polysora*, revelando um desempenho inferior do híbrido Tropical Plus para estas características.

O contraste das médias das testemunhas e dos híbridos experimentais foram significativos, onde o desempenho médio das testemunhas foi superior ao dos híbridos experimentais para a maioria das características. Contudo, doze híbridos experimentais não diferiram das duas melhores testemunhas para produtividade, sendo a maioria destes resistentes a mancha branca, *P. polysora*, *E. turcicum* e moderadamente resistente para *P. zae*.

Os híbridos $L_5 \times L_9$, $L_2 \times L_5$, $L_5 \times L_8$, $L_3 \times L_5$, $L_5 \times L_7$ e $L_7 \times L_{10}$ se destacaram com produtividades médias entre 17510 a 14917 kg ha^{-1} , apresentado-se de resistência a moderadamente resistentes para as principais doenças foliares.

Foram observados efeitos significativos de capacidade geral de combinação, em todas as características avaliadas, indicando assim que as linhagens diferiram na frequência de alelos favoráveis (**Tabela 2**). Neste contexto, as linhagens com melhores \hat{g}_i s para produtividade foram L_5 , L_9 e L_{10} , destacando-se a L_5 que se encontra em 83% dos híbridos promissores, podendo ser utilizada como linhagem testadora no programa de melhoramento de milho superdoce.

As linhagens L_5 , L_9 e L_{10} também se destacaram com estimativas de g_i s negativas para nota de severidade à *P. polysora* e, a linhagem L_{10} , apresentou ainda estimativas de g_i negativas para *E. turcicum* e *P. zae*, contribuindo para reduzir as notas de severidade destas doenças nos cruzamentos em que participaram.

Para a capacidade específica de combinação (s_{ij}) os efeitos foram significativos apenas para produtividade de espigas, mancha branca e *P. polysora* (**Tabela 2**), indicando que determinadas combinações híbridas apresentam comportamento diferente que não podem ser explicadas apenas pela média dos pais e suas \hat{g}_i s (Cruz et al., 2004). Dentre os híbridos citados anteriormente como os mais produtivos, as estimativas de s_{ij} variaram de 2409 a 397 kg ha^{-1} .

Os efeitos significativos de g_i e s_{ij} para produtividade, resistência a mancha branca e *P. polysora* demonstraram que tanto os efeitos aditivos e não aditivos foram importantes para estas características, semelhante ao encontrado por Lemos et al. (2002) e Teixeira et al. (2001) para produtividade de espiga com palha. Contudo, para resistência à *E. turcicum* e *P. Zae* somente forma observados efeitos significativos de g_i , indicando uma preponderância dos efeitos aditivos no controle destas características. Resultados semelhantes foram observados por Silva et al. (2001), Silva & Moro (2004), Brewbaker et al. (2011), Colombo et

al. (2014), que relataram a predominância dos efeitos aditivos para resistência as principais doenças foliares em milho comum. Entretanto, Nihei & Ferreira (2012) verificaram que os efeitos não aditivos foram mais importantes para resistência à *E. turcicum*, *P. polysora* e *P. zeae*, em milho comum, e Sanches et al. (2011) verificaram o mesmo para *P. zeae*, em milho pipoca.

Houve correlação significativa entre produtividade e nota de severidade à *P. polysora*, com valor igual a -0,31, indicando uma associação entre produtividade e a maior resistência à esta doença. A baixa correlação entre produtividade e resistência à doenças foliares é devida a colheita do milho superdoce ser realizada em estágio de milho verde, quando os danos causados pelos patógenos tem efeito menor. Contudo, genótipos com baixa resistência a doenças foliares poderão sofrer danos na produtividade com a ocorrência de epidemias durante ou logo após o florescimento.

CONCLUSÕES

As Linhagens L₅, L₉, L₁₀, L₈ e L₃ apresentam as melhores estimativas de g_i, contribuindo para o aumento da produtividade e da resistência as doenças foliares estudadas.

Os híbridos L₅xL₉, L₂xL₅, L₅xL₈, L₃xL₅, L₅xL₇ e L₇xL₁₀ apresentam desempenho superior para produtividades, sendo resistentes e moderadamente resistentes as doenças.

Existe associação significativa do aumento da resistência à *P. polysora* com o aumento da produtividade.

Os efeitos aditivos foram os mais importantes para todas as características avaliadas, sendo os não aditivos significativos para produtividade e resistência à mancha branca e à *P. polysora*.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual de Londrina e a CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, C.A. **Avaliação de híbridos simples de milho super doce (*Zea mays* L.) portadores do gene *shrunken-2*, utilizando o esquema dialélico parcial**. Botucatu, 2002, 101p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho.

BARBIERI, V.H.B; SOUZA JÚNIOR, C.L. Melhoramento genético do milho doce. Disponível em: <<http://www.genetica.esalq.usp.br/pub/seminar/VHBBarbi-eri-200801-Resumo.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

BREWBAKER, J.L.; KIM, S.K.; SO, Y.S.; LOGRONO, M.; MOON, H.G.; MING, R.; LU, X.W.; JOSUE, A.D. Partial Resistance in Maize to Southern Rust (*Puccinia polysora* Underw.). **Crop Science**. Vol. 51, No. 4, 2011

CHANDLER, M.A.; TRACY, W.F. Vegetative phase change among sweet corn (*Zea mays* L.) hybrids varying for reaction to common rust (*Puccinia sorghi* Schw.). **Plant Breeding**. 126, 569-573, 2007.

COLOMBO, G.A.; VAZ-DE-MELO, A.; TAUBINGER, M., TAVARE, R.C.; SILVA, R.R. Análise dialélica para resistência a ferrugem polissora em milho em diferentes níveis de adubação fosfatada. **Bragantia**, v. 73, n. 1, p. 65-71, 2014

GRIFFING, B.A. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal Biology Science**, East Melbourne, v.9, p.463-493, 1956.

LEMOES, M.A.; GAMA, E.E.G.; MENEZES, D.; SANTOS, V.F.; TABOSA, J.N. Avaliação de dez linhagens e seus híbridos de milho superdoce em um dialelo completo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 167-170, junho 2002.

NIHEI, T.H.; FERREIRA, J.M. Análise dialélica de linhagens de milho com ênfase na resistência a doenças foliares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.369-377, 2012.

OLIVEIRA JR, L.F.G.; PEREIRA, M.G.; BRESSAN-SMITH, R. Caracterização e avaliação agrônômica de híbridos e linhagens de milho doce (*su1*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 3, p. 283 - 288, 2006.

PATAKY, J.K., DU TOIT, L. J., REVILLA, P., TRACY, W. F. Reactions of open-pollinated sweet corn cultivars to Stewart's wilt, common rust, northern leaf blight, and southern leaf blight. **Plant disease**. v. 82, n. 8, p. 939-944, 1998.

REIS, S.R. **Desenvolvimento de genótipos de milho doce: avaliação de genitores e híbridos**. Campos dos Goytacazes, 2009, 64p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

SANCHES, R.E.; SCAPIM, C.A.; TESSMANN, D.J.; VIEIRA, R.A.; RODOVALHO, M.A.; MILANI, K.F. Genetic analysis of tropical rust resistance in popcorn lines. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 967-971, 2011

SILVA, H.P., BARBOSA, M.P.M., NASS, L.L., CAMARGO, L.E.A. Capacidade de combinação e heterose para resistência a *Puccinia polysora* Underw. em milho. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 4, p. 777-783, 2001.



SILVA, H.P.; MORO, J.R. Análise dialética da resistência a *Phaeosphaeria maydis* em milho. **Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)**, Piracicaba , v. 61, n. 1, p. 36-42, Feb. 2004 .

TEIXEIRA, F.F.; SOUZA, I.R.P.; GAMA, E.E.G.; PACHECO, C.A.P.; PARENTONI, S.N.; SANTOS, M.X.; MEIRELLES, W.F. Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.3, p.438488, 2001.

Tabela 1 - Quadrados médios com base em médias de tratamentos e de capacidade geral de combinação (CGC) e capacidade específica de combinação (CEC), níveis de significância e as médias das testemunhas e dos híbridos para as características peso de espigas com palha (PE, em kg ha⁻¹) e notas de severidade de Mancha branca (MB), *Puccinia polysora* (PP), *Exserohilum turcicum* (ET) e *Physopella zea* (PZ).

FV	GL	PE	MB ^τ	PP ^τ	ET ^τ	PZ ^τ
Quadrados Médios						
Híbridos Experimentais (H)	44	3076587,1 ^{**}	0,0581 ^{**}	0,0463 ^{**}	0,0608 ^{**}	0,0364 ^{**}
CGC	9	6893759,3 ^{**}	0,1940 ^{**}	0,1093 ^{**}	0,2162 ^{**}	0,1173 ^{**}
CEC	35	2095028,6 ^{**}	0,0231 ^{**}	0,0301 ^{**}	0,0208 ^{ns}	0,0157 ^{ns}
Testemunhas	2	6437118,0 ^{**}	0,0000 ^{ns}	0,4533 ^{**}	0,0239 ^{ns}	0,0062 ^{ns}
Testemunhas vs H	1	12966558,9 ^{**}	0,1141 ^{**}	0,0735 ^{**}	0,1267 ^{**}	0,0012 ^{ns}
Erro	88	928538,1	0,0092	0,0184	0,0131	0,0141
CV%		12,2	10,4	12,0	10,0	9,6
Médias						
Tropical Plus		13141b	2,0a	6,7a	2,7	4,7
Balu01		15537a	2,0a	2,0b	3,3	4,3
Balu34		18213a	2,0a	2,0b	3,7	5,0
Média dos Híbridos		13483	2,7	3,9	4,1	4,6
Máximo dos Híbridos		17510	5,0	5,7	6,7	6,7
Mínimo dos Híbridos		9289	2,0	2,0	2,7	3,0

ns, *, e **: não significativo e significativo em nível de 5% e 1%, respectivamente. τ: quadrados médios e coeficiente de variação (CV%) com base na análise de notas de severidade (x) transformadas para \sqrt{x} . Médias seguidas pelas mesmas letras pertencem ao mesmo agrupamento pelo teste de Scott & Knott, em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Estimativas do efeito da capacidade geral de combinação (g_i) para as características peso de espigas com palha (PE, em kg ha⁻¹) e notas de severidade de Mancha branca (MB), *Puccinia polysora* (PP), *Exserohilum turcicum* (ET) e *Physopella zea* (FB), e capacidade específica de combinação (s_{ij}) para PE, a partir do dialelo de dez linhagens (L_i) de milho superdoce.

L_i	Estimativas de g_i					Estimativas de s_{ij} para PE									
	PE	MB	PP	ET	FB	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8	L_9	L_{10}	
L_1	-1379	-0,2	0,3	1,0	0,5	-946	-832	308	-1052	1116	-1539	779	1013	1153	
L_2	-1022	-0,2	0,5	0,0	-0,2		676	1511	2104	526	-2929	-154	-1020	232	
L_3	155	-0,3	0,1	0,6	-0,8			1681	297	124	-1936	-1024	877	137	
L_4	-391	0,6	0,2	-0,9	-0,5				-2164	1547	1241	-876	-1927	-1320	
L_5	2065	0,1	-0,5	0,3	0,7					-1744	579	554	1494	-68	
L_6	-59	-0,1	0,0	0,4	0,1						611	1318	-1748	-1750	
L_7	-243	-0,5	0,6	-1,0	0,5							-213	1777	2409	
L_8	175	-0,7	0,1	-0,1	-0,3								-29	-356	
L_9	468	0,2	-0,3	0,4	0,3									-437	
L_{10}	231	1,2	-0,9	-0,8	-0,5										