

Heterose para resistência a mancha-de-phoma em híbridos de mamoeiro obtidos a partir de cruzamentos entre e dentro de grupos heteróticos

Marcelo Vivas², Silvaldo Felipe da Silveira¹, Deisy Lúcia Cardoso², Antonio Teixeira do Amaral Júnior², Messias Gonzaga Pereira²

¹Laboratório de Entomologia e Fitopatologia, ²Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, CEP 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil
Autor para correspondência: Marcelo Vivas (mrclvivas@hotmail.com)
Data de chegada: 29/07/2014. Aceito para publicação em: 03/11/2014.

10.1590/0100-5405/2017

RESUMO

Vivas, M.; Silveira, S.F.; Cardoso, D.L.; Amaral Júnior, A.T.; Pereira, M.G.. Heterose para resistência a mancha-de-phoma em híbridos de mamoeiro obtidos a partir de cruzamentos entre e dentro de grupos heteróticos. *Summa Phytopathologica*, v.40, n.4, p.318-322, 2014.

A hibridação é uma estratégia eficiente de se obter ganhos genéticos seletivos visando ao controle de doenças em plantas. Na cultura do mamoeiro, trabalhos comprovam que a resistência genética a mancha-de-phoma pode ser incrementada via hibridação, entretanto, há necessidade de estudo sobre a manifestação da heterose em híbridos provenientes de cruzamentos de genitores entre e dentro de grupo heterótico. Neste trabalho, objetivou-se avaliar híbridos de mamoeiro provenientes de cruzamentos em dialelo completo, envolvendo oito genitores elite, sendo quatro do grupo heterótico 'Solo' e quatro do grupo 'Formosa'. O experimento foi conduzido em lavoura comercial, segundo delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições e quantificou-se

em duas épocas, março e maio de 2010, a severidade da mancha-de-phoma na folha, com auxílio de escala diagramática. Com a média de cada tratamento foi estimada a heterose e heterobeliose. Os híbridos 'Waimanalo x Golden', 'Golden x Maradol', 'Golden x Waimanalo', 'Golden x Sunrise Solo 72/12', 'Golden x São Mateus', 'Sunrise Solo 72/12 x Waimanalo', 'Sunrise Solo 72/12 x Golden' foram os que mais se destacaram, com estimativas negativas de heterose e heterobeliose para redução da severidade da doença, nas duas épocas de avaliação. Vislumbrou-se a seleção de híbridos provenientes tanto de cruzamentos dentro do grupo 'Solo' quanto entre grupos heteróticos ('Solo' x 'Formosa'), visando o controle genético da mancha-de-phoma em mamoeiro.

Palavras-chave adicionais: *Stagonosporopsis caricae*, *Carica papaya*, hibridação, dialelo.

ABSTRACT

Vivas, M.; Silveira, S.F.; Cardoso, D.L.; Amaral Júnior, A.T.; Pereira, M.G.. Heterosis for resistance to phoma leaf spot in papaya hybrids obtained from crosses between and within heterotic groups. *Summa Phytopathologica*, v.40, n.4, p.318-322, 2014.

Hybridization is an efficient strategy to achieve selective genetic gains to control plant diseases. For papaya crop, studies have confirmed that genetic resistance to phoma leaf spot can be increased via hybridization; however, there is the need to study the manifestation of heterosis in hybrids from crosses between and within heterotic groups. This study aimed to evaluate papaya hybrids from complete diallel crosses, involving eight elite parents, four of the heterotic group 'Solo' and four of the heterotic group 'Formosa'. The experiment was conducted in a commercial field, according to a randomized block design, using four replicates, and the severity of phoma leaf spot was quantified in two

seasons, March and May 2010, employing a diagrammatic scale. The average of each treatment was used to estimate heterosis and heterobeliosis. The hybrids 'Waimanalo x Golden', 'Golden x Maradol', 'Golden x Waimanalo', 'Golden x Sunrise Solo 72/12', 'Golden x São Mateus', 'Sunrise Solo 72/12 x Waimanalo', 'Sunrise Solo 72/12 x Golden' presented the best results; they had negative estimates of heterosis and heterobeliosis for the disease severity reduction in both evaluation periods. Selection of hybrids from crosses either within the group 'Solo' and between the heterotic groups ('Solo' x 'Formosa') can be performed to genetically control phoma leaf spot in papaya plants.

Additional keywords: *Stagonosporopsis caricae*, *Carica papaya*, hybridization, diallel.

A podridão-peduncular, causada pelo fungo *Stagonosporopsis caricae* (Sydow & P. Sydow) Aveskamp, Gruyter & Verkley [= *Phoma caricae-papayae* (Tar) Punith.], é considerada a segunda doença mais importante do mamoeiro que incide em pós-colheita no Brasil (1, 16). Na fase vegetativa da planta, o fungo provoca manchas foliares necróticas, resultando em significativa perda de área fotossintética e, devido aos danos crescentes, tem-se exigindo mudanças nas técnicas de produção do mamoeiro, bem como na gama de fungicidas pulverizados na lavoura (19). Epidemias durante o crescimento vegetativo e na

fase de frutificação geram inóculo que passa das folhas para os frutos, promovendo a incidência da podridão-peduncular em pós-colheita. Como medida de controle complementar a pulverização com fungicidas e visando evitar a infecção dos frutos, recomenda-se a remoção das folhas inferiores doentes na cultura do mamoeiro (19). A incidência da podridão-peduncular em frutos pode chegar a 100% na ausência de medidas de controle, tanto durante a condução da lavoura quanto nos frutos em pós-colheita (10).

Acredita-se que a seleção de materiais genéticos resistentes à

mancha-de-phoma seja uma estratégia promissora para o controle desta doença, uma vez que trabalhos anteriores comprovam a existência de variabilidade genética (17, 20). Entretanto, na cultura do mamoeiro, há carência de trabalhos visando à obtenção de cultivares resistentes a doenças e, até o presente, não há variedades de mamoeiro disponíveis, que apresentem níveis de resistência que possibilitem controle mais amigável da mancha-de-phoma, bem como redução nas pulverizações fungicidas (17, 20, 24).

Sanchez et al. (17), observaram resistência à mancha-de-phoma na espécie *Vasconcella goudotiana* Triana & Planch [= *Carica goudotiana* (Triana & Planch.) Solmssem], tanto em condições de campo quanto em pós-colheita. Vivas et al. (20), apontaram os genótipos 'Maradol', 'Maradol GL', 'Papaya 46', 'Tailândia', 'SH 15-04', 'Americano' e 'Baixinho de Santa Amália' como promissores "per se", por apresentarem médias menores de severidade e de incidência da mancha-de-phoma em folhas. Os mesmos autores aventaram a possibilidade de ocorrência de heterose para resistência a mancha-de-phoma na cultura do mamoeiro.

Heterose é termo usado para descrever o vigor híbrido apresentado por indivíduos heterozigotos, derivados de cruzamento entre indivíduos geneticamente divergentes (7, 8). Borém & Miranda (2) relatam que do ponto de vista acadêmico, o híbrido expressa heterose quando é superior à média dos genitores e, do ponto de vista comercial, quando é superior ao melhor genitor, sendo esta última também chamada de heterobeltiose. Apesar dos melhoristas explorarem a heterose, mesmo antes Shull propor o conceito do termo em 1952 (14). Em mamoeiro, no passado, houve muito pouco interesse em híbridos F1 de mamoeiro. Citando com exceção os trabalhos de Chang & Wu (5) e Subramanyam & Iyer (18) que demonstrou heterose acentuada no cruzamento entre as variedades de mamoeiro. Nas últimas décadas, porém, o interesse em mamão híbrido foi retomado. Sendo a heterose relatada para característica morfo-agronômicas (4, 12), qualidade fisiológica de sementes (13) e resistência a doenças (9, 21, 22). Entretanto, para resistência a mancha-de-phoma, não há trabalho precedente. Por conseguinte, nada se sabe sobre os efeitos da heterose em híbridos obtidos a partir de cruzamentos entre e dentro de grupos heteróticos de mamoeiro ('Solo' e 'Formosa'). Como até o momento, não se encontrou genótipo que confere imunidade à mancha-de-phoma na cultura do mamoeiro, aventa-se a possibilidade de que genes menores agindo de forma independente possam conferir maior resistência parcial, que resulte em menores valores de severidade da doença no campo.

Neste trabalho, avaliaram-se híbridos de mamoeiro e quantificaram-se os efeitos da heterose e de heterobeltiose em cruzamentos entre e dentro dos diferentes grupos heteróticos ('Solo' e 'Formosa') de mamoeiro, visando o controle da mancha-de-phoma em folhas. Estas estimativas permitiram indicar híbridos de mamoeiro com valores mais baixos de severidade de mancha-de-phoma, em condições de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

No ano de 2009, em lavoura da empresa Caliman Agrícola S/A, em Linhares, estado do Espírito Santo, foi implantado experimento em esquema dialelo completo, envolvendo oito genitores, sendo quatro do grupo 'Formosa' ('Maradol', 'JS12-N', 'JS12-4' e 'Sekati') e quatro do grupo 'Solo' ('Waimanalo', 'Golden', 'Sunrise Solo 72-12' e 'São Mateus'). Os genitores pertencem ao banco de germoplasma da UENF, mantido em parceria com a empresa Caliman Agrícola. Excetuando-se a cultivar 'Golden', os demais genitores são linhagens elites, não cultivados comercialmente no Brasil.

Ao todo, foram avaliadas as 56 combinações híbridas (F1's e recíprocos) e seus respectivos genitores. Para tanto, utilizou-se delineamento estatístico em blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo cada parcela composta de 10 plantas (duas fileiras de cinco plantas cada uma), em espaçamento de 2,0 x 1,8 m. Entre tratamentos, lateralmente, adotou-se o espaçamento de 3,6 m. A parcela útil para avaliações de doença consistiu das três plantas centrais de cada fileira (total de 6 plantas por parcela). A irrigação, do tipo microaspersão, e os demais tratos culturais foram conforme recomendado para a cultura do mamoeiro (11). A severidade do mancha-de-phoma em folha foi estimada, em março e maio de 2010, utilizando escala diagramática adotada por Vivas et al. (20).

Foi conduzida análise de variância conjunta, considerando-se também a época de avaliação como fonte de variação. Quando constatado efeito significativo da interação genótipo x época, foram conduzidas análises separadas para cada época, sendo as médias comparadas pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade. As análises foram feitas utilizando-se o programa genes (6).

Com a média de cada tratamento efetuou-se também a estimativa de heterose e heterobeltiose para cada época avaliada.

A heterose foi calculada conforme expressão: $Hmp = \left(\frac{MH-MP}{MP} \right) * 100$
 $Hmp = \left(\frac{MH-MP}{MP} \right) * 100$, onde, Hmp = heterose ou heterose média dos pais, MH = média do híbrido, e MP = média dos pais. Já, a heterobeltiose foi calculada pela expressão: $Hps = \left(\frac{MH-PS}{PS} \right) * 100$
 $Hps = \left(\frac{MH-PS}{PS} \right) * 100$, onde, Hps = heterobeltiose ou heterose pai superior, MH = média do híbrido, e PS = média do pai superior (2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito significativo das fontes de variação testadas (genótipo, época de avaliação e interação genótipo x época). Como houve efeito da interação genótipo x época, procederam-se análises separadas, para cada época de avaliação, sendo observado efeito significativo da fonte de variação genótipo para as duas épocas, viabilizando a condução de testes comparativos de média. Pelo teste Scott-Knott a 0,05 de probabilidade, observou-se que na primeira época de avaliação houve a formação de dois grupos, enquanto na segunda observou-se a formação de três grupos quanto às médias de severidade da mancha-de-phoma em folhas (Tabela 1).

Os genitores 'Maradol', 'JS 12-N', 'JS 12-4' e 'São Mateus' ficaram alocados no grupo com menores médias, considerando as duas épocas de avaliação, enquanto 'Golden', apresentou a maior média de severidade da doença, nas duas épocas de avaliação (Tabela 1). Os resultados obtidos no presente estudo estão em consonância com os obtidos por Vivas et al. (20) e permitem apontar os genitores 'Maradol', 'JS 12-N', 'JS 12-4' e 'São Mateus' como genótipos em potencial para obtenção de cultivares com maiores níveis de resistência a mancha-de-phoma. Porém, neste trabalho, além do seu potencial *per se*, avaliou-se o potencial destes genitores em combinações híbridas.

Os híbridos que apresentaram alocados no grupo com as menores médias nas duas épocas de avaliação foram 'São Mateus x Waimanalo', 'Golden x JS 12-N', 'São Mateus x JS 12-4', 'Golden x Waimanalo', 'Waimanalo x JS 12-4', 'JS 12-4 x Waimanalo', 'Maradol x Sunrise Solo 72/12', 'Waimanalo x São Mateus', 'Sekati x Waimanalo', 'Maradol x São Mateus', 'JS 12-4 x JS 12-N', 'JS 12-N x São Mateus', 'Golden x Maradol', 'Golden x São Mateus', 'São Mateus x JS 12-N', 'Golden x JS 12-4', 'JS 12-4 x Maradol', 'JS 12-N x JS 12-4', 'Sekati x Maradol', 'JS 12-N x Sekati', 'Sekati x JS 12-4' e 'Sekati x JS 12-N'.

Tabela 1. Teste de agrupamento de média para a severidade mancha-de-phoma em folha avaliadas em março e maio de 2010, em Linhares, ES.

CRUZAMENTOS / GENITORES	Severidade (%)				CRUZAMENTOS / GENITORES	Severidade (%)			
	Março		Maio			Março		Maio	
‘São Mateus x Waimanalo’	1,96	B*	1,21	C	‘Golden x Maradol’	1,32	B	0,11	C
‘Waimanalo x Maradol’	2,15	A	0,08	C	‘Golden x Sekati’	3,12	A	0,54	C
‘Golden x JS 12-N’	1,17	B	0,39	C	‘SS 72/12 x Sekati’	2,59	A	0,68	C
‘SS 72/12 ¹ x Waimanalo’	2,61	A	1,53	B	‘Golden x São Mateus’	0,82	B	0,62	C
‘São Mateus x Maradol’	2,24	A	0,33	C	‘São Mateus x JS 12N’	1,58	B	0,08	C
‘SS 72/12 x Golden’	2,29	A	1,14	C	‘Sekati x São Mateus’	2,98	A	0,47	C
‘Waimanalo x SS 72/12’	3,19	A	2,87	A	‘Maradol x Golden’	3,07	A	0,97	C
‘São Mateus x JS 12-4’	1,08	B	0,54	C	‘São Mateus x Golden’	3,29	A	0,35	C
‘SS 72/12 x JS 12-4’	2,84	A	0,47	C	‘JS 12-4 x São Mateus’	3,55	A	0,57	C
‘Waimanalo x Golden’	2,13	A	1,69	B	‘Golden x JS 12-4’	1,53	B	0,98	C
‘Golden x Waimanalo’	1,94	B	1,34	C	‘São Mateus x Sekati’	2,14	A	0,41	C
‘Maradol x Waimanalo’	2,78	A	0,57	C	‘Maradol x JS 12-N’	2,64	A	0,25	C
‘SS 72/12 x JS 12-N’	3,05	A	0,63	C	‘JS 12-4 x Golden’	2,74	A	1,17	C
‘Waimanalo x JS 12-4’	1,63	B	0,94	C	‘JS 12-N x Maradol’	2,45	A	0,16	C
‘JS 12-4 x Waimanalo’	0,69	B	0,84	C	‘JS 12-4 x Maradol’	1,11	B	0,26	C
‘JS 12-N x SS 72/12’	2,79	A	0,47	C	‘JS 12-N x JS 12-4’	1,32	B	1,18	C
‘SS 72/12 x Maradol’	2,34	A	0,67	C	‘Sekati x SS 72/12’	2,83	A	1,20	C
‘SS 72/12 x São Mateus’	3,59	A	0,41	C	‘Waimanalo x Sekati’	2,05	B	1,93	B
‘Maradol x SS 72/12’	1,87	B	0,51	C	‘Sekati x Maradol’	0,84	B	0,54	C
‘Waimanalo x São Mateus’	1,99	B	0,74	C	‘Maradol x Sekati’	2,46	A	0,24	C
‘São Mateus x SS72 /12’	3,09	A	0,41	C	‘JS 12-N x Sekati’	1,50	B	0,55	C
‘Sekati x Waimanalo’	1,26	B	0,29	C	‘Sekati x JS 12-4’	1,15	B	0,93	C
‘Sekati x Golden’	3,32	A	0,22	C	‘Sekati x JS 12-N’	1,70	B	0,70	C
‘JS 12-N x Waimanalo’	1,16	B	3,68	A	‘JS 12-4 x Sekati’	1,12	B	1,66	B
‘Maradol x São Mateus’	0,92	B	0,33	C	‘Waimanalo’	3,05	A	2,45	B
‘Golden x SS 72/12’	2,66	A	1,34	C	‘JS 12-N’	0,31	B	0,70	C
‘JS 12-4 x JS 12-N’	1,21	B	0,36	C	‘JS 12-4’	0,29	B	0,99	C
‘Maradol x JS 12-4’	2,49	A	0,59	C	‘Golden’	4,48	A	4,42	A
‘JS 12-N x Golden’	2,92	A	0,57	C	‘SS 72/12’	2,75	A	1,65	B
‘Waimanalo x JS 12-N’	2,54	A	1,67	B	‘Maradol’	1,85	B	0,33	C
‘JS 12-4 x SS 72/12’	1,53	B	2,03	B	‘São Mateus’	1,44	B	0,69	C
‘JS 12-N x São Mateus’	1,84	B	1,08	C	‘Sekati’	2,19	A	0,26	C

* Para uma mesma época, médias seguidas pela mesma letra constituem um grupo homogêneo pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade; ¹SS = Sunrise Solo.

(Tabela 1). Observa-se que, com a exceção de ‘Golden x Waimanalo’ e ‘Sekati x Waimanalo’, os demais híbridos apresentavam ao menos um dos genitores destacado como promissor, ou seja, ‘Maradol’, ‘JS 12-N’, ‘JS 12-4’ e ‘São Mateus’. Pelos resultados obtidos, deduz-se que tais genitores, além de apresentarem baixos valores de severidade, também podem contribuir para a redução da doença na composição dos híbridos. Vivas et al. (20), avaliando a reação de germoplasma e híbridos de mamoeiro à mancha-de-phoma em condições de campo, observaram combinações promissoras provenientes de cruzamentos

tanto dentro, quanto entre grupos heteróticos.

As combinações híbridas que apresentaram destacadamente estimativas negativas de heterose nas duas épocas de avaliação foram: ‘Maradol x Golden’ (-3,00; -59,16), ‘Maradol x Sunrise Solo 72/12’ (-18,70; -48,48), ‘Maradol x São Mateus’ (-44,07; -35,29), ‘JS 12-4 x Waimanalo’ (-58,68; -51,16), ‘Sekati x Waimanalo’ (-51,91; -78,60), ‘Sekati x Golden’ (-0,45; -90,60), ‘Waimanalo x Maradol’ (-12,24; -94,24), ‘Waimanalo x JS 12-4’ (-2,40; -45,35), ‘Waimanalo x Golden’ (-43,43; -50,80), ‘Waimanalo x São Mateus’ (-11,36; -52,87), ‘Golden x

Maradol' (-58,29; -95,37), 'Golden x JS 12-N' (-51,15; -84,77), 'Golden x JS 12-4' (-35,85; -63,77), 'Golden x Sekati' (-6,45; -76,92), 'Golden x Waimanalo' (-48,47; -60,99), 'Golden x Sunrise Solo 72/12' (-26,42; -55,85), 'Golden x São Mateus' (-72,30; -75,73), 'Sunrise Solo 72/12 x Waimanalo' (-10,00; -25,37), 'Sunrise Solo 72/12 x Golden' (-36,65; -62,44), 'São Mateus x Waimanalo' (-12,69; -22,93).

Dos híbridos até então apresentados, 70% são oriundos de cruzamentos entre os grupos heteróticos 'Solo' e 'Formosa', enquanto os outros 30% foram obtidos a partir de cruzamentos dentro do grupo 'Solo'. Estes resultados evidenciam a possibilidade de obtenção de

híbridos dentro do grupo 'Solo' e em cruzamentos entre o grupo 'Solo' e 'Formosa'. Considerando que a heterose é função das diferenças de frequências alélicas entre as linhagens e do nível de dominância dos alelos que controlam a característica e que há maior diversidade dentro do grupo 'Formosa', comparado ao grupo 'Solo' (3, 15), esperava-se que os cruzamentos entre os grupos heteróticos e dentro do grupo 'Formosa' apresentassem melhores estimativas de heterose para resistência a mancha-de-phoma. No entanto, contrariamente ao esperado, mas em consonância com os resultados obtidos por Vivas et al. (22) para resistência a pinta-preta, combinações híbridas dentro do

Tabela 2. Estimativa de heterose para severidade de mancha-de-phoma avaliada em folha em duas épocas (Março e Maio de 2010), em híbridos de mamoeiro derivados de cruzamentos entre genitores do grupo 'Solo' e 'Formosa', em esquema de dialelo completo, Linhares, ES.

ÉPOCA (GENITOR)	Grupo 'Formosa'				Grupo 'Solo'				
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Março	(1)	--	144,44	132,71	21,78	13,47	-3,00	-18,70	-44,07
	(2)	126,85	--	340,00	20,00	-30,95	21,92	82,35	110,29
	(3)	3,74	303,33	--	-9,68	-58,68	14,88	0,66	310,40
	(4)	-58,42	36,00	-7,26	--	-51,91	-0,45	14,57	64,19
	(5)	-12,24	51,19	-2,40	-21,76	--	-43,43	10,00	-11,36
	(6)	-58,29	-51,15	-35,85	-6,45	-48,47	--	-26,42	-72,30
	(7)	1,74	99,35	86,84	4,86	-10,00	-36,65	--	71,36
	(8)	36,17	80,57	24,86	17,91	-12,69	11,15	47,49	--
Maio	(1)	--	-51,46	-10,61	-18,64	-58,99	-59,16	-48,48	-35,29
	(2)	-68,93	--	39,64	14,58	133,65	-77,73	-60,00	55,50
	(3)	-60,61	-57,40	--	165,60	-51,16	-56,75	53,79	-32,14
	(4)	83,05	45,83	48,80	--	-78,60	-90,60	25,65	-1,05
	(5)	-94,24	6,03	-45,35	42,44	--	-50,80	40,00	-52,87
	(6)	-95,37	-84,77	-63,77	-76,92	-60,99	--	-55,85	-75,73
	(7)	-32,32	-46,38	-64,39	-28,80	-25,37	-62,44	--	-64,96
	(8)	-35,29	-88,49	-35,71	-13,68	-22,93	-86,30	-64,96	--

1 = 'Maradol'; 2 = 'JS 12-N'; 3 = 'JS 12-4'; 4 = 'Sekati'; 5 = 'Waimanalo'; 6 = 'Golden'; 7 = 'Sunrise Solo 72-12'; e, 8 = 'São Mateus'.

Tabela 3. Estimativa de heterobeltiose (Heterose Pai Superior) para severidade de mancha-de-phoma avaliada em folha nas duas épocas (Março e Maio de 2010), em híbridos de mamoeiro derivados de cruzamentos entre genitores do grupo 'Solo' e 'Formosa', em esquema de dialelo completo, Linhares, ES.

ÉPOCA (GENITOR)	Grupo 'Formosa'				Grupo 'Solo'				
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Março	(1)	--	751,61	758,62	32,97	50,27	65,95	1,08	-36,11
	(2)	690,32	--	355,17	383,87	274,19	841,94	800,00	493,55
	(3)	282,76	317,24	--	286,21	137,93	844,83	427,59	1124,14
	(4)	-54,59	448,39	296,55	--	-42,47	51,60	29,22	106,94
	(5)	16,22	719,35	462,07	-6,39	--	-30,16	16,00	38,19
	(6)	-28,65	277,42	427,59	42,47	-36,39	--	-3,27	-43,06
	(7)	26,49	883,87	879,31	18,26	-5,09	-16,73	--	149,31
	(8)	55,56	409,68	272,41	48,61	36,11	128,47	114,58	--
Maio	(1)	--	-24,24	78,79	-7,69	72,73	193,94	54,55	0,00
	(2)	-51,52	--	68,57	111,54	425,71	-18,57	-32,86	56,52
	(3)	-21,21	-48,57	--	538,46	-15,15	18,18	105,05	-17,39
	(4)	107,69	169,23	257,69	--	11,54	-15,38	361,54	80,77
	(5)	-75,76	138,57	-5,05	642,31	--	-31,02	7,25	7,25
	(6)	-66,67	-44,29	-1,01	107,69	-45,31	--	-18,79	-10,14
	(7)	103,03	-10,00	-52,53	161,54	-7,27	-30,91	--	-40,58
	(8)	0,00	-88,41	-21,74	57,69	75,36	-49,28	-40,58	--

1 = 'Maradol'; 2 = 'JS 12-N'; 3 = 'JS 12-4'; 4 = 'Sekati'; 5 = 'Waimanalo'; 6 = 'Golden'; 7 = 'Sunrise Solo 72-12'; e, 8 = 'São Mateus'.

grupo 'Solo' apresentaram valores absolutos de heterose (negativos) maiores. Reforça-se assim, a possibilidade de se explorar a heterose tanto em híbridos obtidos entre genitores do grupo-Solo quanto em cruzamentos destes com genitores do grupo 'Formosa'.

Para heterobeliose, as combinações híbridas que se destacaram incluem: 'Waimanalo x Golden' (-30,16; -31,02), 'Golden x Maradol' (-28,65; -66,67), 'Golden x Waimanalo' (-36,39; -45,31), 'Golden x Sunrise Solo 72/12' (-3,27; -18,79), 'Golden x São Mateus' (-43,06; -10,14), 'Sunrise Solo 72/12 x Waimanalo' (-5,09; -7,25), 'Sunrise Solo 72/12 x Golden' (-16,73; -30,91), com estimativas de heterobeliose nas duas épocas de avaliação (Tabela 3). Ressalta-se também que os híbridos 'Golden x Maradol', 'Golden x Waimanalo' e 'Golden x São Mateus' também apresentaram médias menores de severidade de mancha-de-phoma nas duas épocas de avaliação da doença (Tabela 1).

Vale ressaltar, ainda, que é possível combinar nestes híbridos características de interesse para cultura, como exemplo resistência a múltiplas doenças. Vivas et al. (22), recomendam o híbrido 'Golden x Sunrise Solo 72/12' que apresentou estimativas desejáveis de heterose, heterobeliose e capacidade específica de combinação para resistência a pinta-preta em folha e fruto. Já, o híbrido 'Golden x São Mateus' apresentou potencial para redução da severidade de oídio em folha (23). A avaliação dessas e outras características em conjunto, possibilitarão, em futuro próximo, a indicação de cruzamentos visando à produção de sementes de mamão híbrido geneticamente superiores e resistentes a múltiplas doenças.

Híbridos provenientes dos cruzamentos tanto dentro do grupo 'Solo' quanto entre genótipos do grupo-solo e do grupo-formosa foram os que expressaram maiores estimativas de heterose, visando o controle da mancha-de-phoma do mamoeiro.

Os híbridos 'Waimanalo x Golden', 'Golden x Maradol', 'Golden x Waimanalo', 'Golden x Sunrise Solo 72/12', 'Golden x São Mateus', 'Sunrise Solo 72/12 x Waimanalo', 'Sunrise Solo 72/12 x Golden', se destacam pelas magnitudes das estimativas de heterose e heterobeliose nas duas épocas de avaliação, para redução da severidade da mancha-de-phoma do mamoeiro.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e a Caliman Agrícola S/A pelo suporte financeiro e logístico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aveskamp, M.M.; Gruyter, J.; Woudenberg, J.H.C.; Verkley, G.J.M.; Crous, P.N. Highlights of the *Didymellaceae*: A polyphasic approach to characterise *Phoma* and related *pleosporalean* genera. **Studies in Mycology**, Utrecht, v.65, n.1, p.1-60, 2010.
2. Borém, A.; Miranda, G.V. **Melhoramento de plantas**. 6. ed. Viçosa: Editora UFV. 2013. 523p.
3. Cardoso, D.L.; Silva, R.F.; Pereira, M.G.; Viana, A.P.; Araújo, E.F. Diversidade genética e parâmetros genéticos relacionados à qualidade fisiológica de sementes em germoplasma de mamoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v.56, n.5, p.572-579, 2009.
4. Chan, Y.K. Heterosis in Eksotika x Sekaki papaya hybrids. **Journal of Tropical Agriculture and Food Science**, Kuala Lumpur, v.29, n.2, p.139-144, 2011.
5. Chang, C.C.; Wu, C.C. Trials of Hawaiian papaya varieties in Taiwan and the performance of F1 hybrids. **Journal of Taiwan Agricultural Research**, Taichung, v.23, n.3, p.273-283, 1974.
6. Cruz, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.35, n.3, p.271-276, 2013.
7. Fu, D.; Xiao, M.; Hayward, A.; Fu, Y.; Liu, G.; Jiang, G.; Zhang H. Utilization of crop heterosis: a review. **Euphytica**, Wageningen, v.197, n.2, p.161-173, 2014.
8. Hallauer, A.R.; Carena, M.J.; Miranda Filho, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 3. ed. New York: Springer, 2010. 663p.
9. Hafisah, S.; Sastrosumarjo, S.; Sujiprihati, S.; Sobir, S.; Hidayat, S.H. Daya Gabung dan Heterosis Ketahanan Pepaya (*Carica papaya* L) terhadap Penyakit Antraknosa. **Buletin Agronomi**, Indonésia, v.35, n.3, p.197-204, 2007.
10. Liberato, J.R.; Costa, H. Incidência de antracnose e podridão peduncular em frutos de mamoeiro em Linhares - ES. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.22, supl., p.276-276, 1997. (Resumo).
11. Marin, S.L.D.; Gomes, J.A.; Salgado, J.S.; Martins, D.S.; Fullin, E.A. **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado do Espírito Santo**. Vitória: EMCAPA. 1995. 57p. (Circular Técnica, 3).
12. Marin, S.L.D.; Pereira, M.G.; Amaral Júnior, A.T.; Martelleto, L.A.P.; Ide, C.D. Heterosis in papaya hybrids from partial diallel of 'Solo' and 'Formosa' parents. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.6, n.1, p.24-29, 2006.
13. Martins, G.N.; Pereira, M.G.; Silva, R.F.; Oliveira, A.C.S.; Silva F. Efeito do pólen nas características físicas e fisiológicas de sementes de mamão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.31, n.2, p.19-26, 2009.
14. Paterniani, M.E.A.G.Z. Use of heterosis in maize breeding: history, methods and perspectives - A Review. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.1, n.2, p.159-178, 2001.
15. Quintal, S.S.R.; Viana, A.P.; Gonçalves, L.S.A.; Pereira, M.G.; Amaral Júnior, A.T. Divergência genética entre acessos de mamoeiro por meio de variáveis morfoagronômicas **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.1, p.131-142, 2012.
16. Rezende, J.A.M.; Martins, M.C. Doenças do mamoeiro. In: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A.; Rezende, J.A.M. (Eds.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Ceres, 2005. v.2, p.435-443.
17. Sanchez, M.; Dianese, J.C.; Costa, C.L. Fatores determinantes do dano de *Phoma caricae-papayae* ao fruto do mamoeiro (*Carica papaya*) e detecção de resistência ao fungo em *Carica gaudotiana*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.16, n.1, p.121-129, 1991.
18. Subramanyam, M.D.; Iyer, C.P.A. Exploitation of heterosis in papaya. **Indian Journal of Horticulture**, New Delhi, v.41, n.1, p.40-46, 1984.
19. Suzuki, M.S.; Zambolim, L.; Liberato, J.R. Progresso de doenças fúngicas e correlação com variáveis climáticas em mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.33, n.2, p.167-177, 2007.
20. Vivas, M.; Silveira, S.F.; Terra, C.E.P.S.; Pereira, M.G. Reação de germoplasma e híbridos de mamoeiro à mancha-de-phoma (*Phoma caricae-papayae*) em condições de campo. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.35, n.5, p.323-328, 2010.
21. Vivas, M.; Silveira, S.F.; Terra, C.E.P.S.; Pereira, M.G. Testers for combining ability and selection of papaya hybrids resistant to fungal diseases. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.11, n.1, p.36-42, 2011.
22. Vivas, M.; Silveira, S.F.; Cardoso, D.L.; Pereira, M.G.; Santos, P.H.D.; Ferregueti, G.A. Capacidade combinatória e heterose para resistência a pinta-preta em mamoeiro por meio de análise dialélica. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.37, n.5, p.326-332, 2012.
23. Vivas, M.; Silveira, S.F.; Cardoso, D.L.; Pereira, M.G.; Vivas, J.M.S.; Ferregueti, G.A. Capacidade combinatória em mamoeiro para resistência a oídio. **Bragantia**, Campinas, v.71, n.4, p.455-459, 2012.
24. Vivas, M.; Silveira, S.F.; Pereira, M.G.; Cardoso, D.L.; Ferregueti, G.A. Análise dialélica em mamoeiro para resistência a mancha-de-phoma. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.6, p.945-950, 2013.