

DESEMPENHO DE HÍBRIDOS F1 DE CAFÉ ARÁBICA COM RESISTÊNCIA SIMULTÂNEA A FERRUGEM, MANCHA AUREOLADA E BICHO MINEIRO

Elder Andreazi¹, Gustavo Hiroshi Sera², Ricardo Tadeu de Faria³, Tumoru Sera⁴,
Luciana Harumi Shigueoka⁵, Filipe Gimenez Carvalho⁶, Fernando César Carducci⁷,
Daniel Chamlet⁸

(Recebido: 06 de outubro 2014 ; aceito: 05 de fevereiro de 2015)

RESUMO: O objetivo deste estudo foi selecionar híbridos F1 com alta produtividade, elevado vigor vegetativo e com resistência simultânea à ferrugem, mancha aureolada e ao bicho-mineiro. Os experimentos foram instalados em três diferentes municípios do estado do Paraná: Londrina, na estação experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR); Congonhinhas e Itaguajé. Foram avaliadas as características produtividade e vigor vegetativo, além da resistência à ferrugem, mancha aureolada e bicho mineiro, em 13 híbridos e em quatro cultivares comerciais do tipo linhagem, usadas como controle. Produtividade relativa, em relação à média da melhor testemunha foi estimada para todos os híbridos. Os híbridos 7, 11 e 12 apresentaram produtividade média significativamente maior do que as testemunhas em todos os locais. Os híbridos 6 e 9 foram simultaneamente resistentes à ferrugem, mancha aureolada e ao bicho- mineiro. O híbrido 12 foi resistente à ferrugem e à mancha aureolada. Os híbridos 6, 7, 9, 11 e 12 têm potencial para se tornarem cultivares de café.

Termos para indexação: *Coffea arabica*, *Leucoptera coffeella*, *Hemileia vastatrix*, *Pseudomonas syringae*, clonagem.

PERFORMANCE OF F1 HYBRIDS OF ARABICA COFFEE WITH SIMULTANEOUS RESISTANCE TO LEAF RUST, BACTERIAL BLIGHT AND LEAF MINER

ABSTRACT: The aim of this study was to select F1 hybrids with high yield, high vegetative vigor and simultaneous resistance to coffee leaf rust, bacterial blight and leaf miner. The experiments were set up in three different Paraná State municipalities: Londrina, at the experimental station of the Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR); Congonhinhas and Itaguajé. Yield and plant growth traits were assessed, as well as resistance to coffee leaf rust, bacterial blight and leaf miner in 13 F1 hybrids and four commercial cultivars type pure lines used as control. Relative yield in relation to the mean value of the best line was estimated for all the hybrids. In all locations, hybrids 7, 11 and 12 had average yield significantly higher than the controls. Hybrids 6 and 9 were simultaneous resistant to leaf rust, bacterial blight and leaf miner. Hybrid 12 was resistant to leaf rust and bacterial blight. The hybrids 6, 7, 9, 11 and 12 have potential to become coffee cultivars.

Index terms: *Coffea arabica*, *Leucoptera coffeella*, *Hemileia vastatrix*, *Pseudomonas syringae*, cloning.

1 INTRODUÇÃO

O melhoramento genético de café arábica está mais direcionado para a obtenção de cultivares do tipo linhagem com características homogêneas (geneticamente estáveis), onde esses cafeeiros são avançados até gerações como F5, F6 ou mais (MEDINA FILHO; BORDIGNON; CARVALHO, 2008). A multiplicação desses cafeeiros é feita via sementes, uma vez que a espécie *Coffea arabica* L. multiplica-se, predominantemente, por autopolinização na natureza e, assim, com baixo custo de produção das sementes.

Após sucessivas gerações de autofecundações ou retrocruzamentos, ocorre a perda do vigor híbrido, expressando genes deletérios, os quais provocam diminuição na

produtividade (BORÉM; MIRANDA, 2009). Existem muitos relatos da exploração de heterose em híbridos de *C. arabica*, com aumentos de produtividade significativos, quando comparados com a média dos parentais e do melhor parental (BERTRAND et al., 2005, 2011; FONTES et al., 1999; SRINIVASAN; VISHVESHWARA, 1978; VOSSEN; WALYARO, 1981).

Além da heterose, outra vantagem da utilização de híbridos é a resistência simultânea ou múltipla para pragas e doenças. É possível obter, já na geração F1, plantas com resistência simultânea à ferrugem, bicho- mineiro, nematoides e mancha aureolada através da hibridação entre genótipos, complementares para essas características (ITO et al., 2004; SERA et al., 2005b). Além disso, o uso de híbridos seria uma estratégia para se obterem

^{1,3,5,6} Universidade Estadual de Londrina - UEL - Departamento de Agronomia - Cx. P. 10.011 - 86.057-970 - Londrina - PR elderfsp@gmail.com, faria@uel.br, lucianashigueoka@yahoo.com.br, filipegarvalho@hotmail.com

^{2,4,7,8} Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR - Área de Melhoramento Genético - Rodovia Celso Garcia Cid, km 375 Três Marcos - 86047-902 - Londrina - PR - gustavosera@iapar.br, tsera@uol.com.br, fernando.carducci@hotmail.com, danielchamlet@gmail.com

cultivares com resistência durável à ferrugem, pois facilmente é possível a combinação de diferentes genes de resistência (SERA et al., 2005a), buscando sustentabilidade e preservação ambiental com redução do uso de agrotóxicos. Além disso, a obtenção de uma cultivar do tipo linhagem pode consumir cerca de 30 anos de pesquisa. O uso de cultivares híbridas F1 possibilitaria a diminuição no tempo de obtenção de cultivares de *C. arabica*, para cerca de 10 anos (CAIXETA et al., 2008).

A exploração de cultivares híbridas de *C. arabica* pressupõe o domínio de uma metodologia de multiplicação clonal em alta escala, que possa ser viabilizada comercialmente. Nos últimos anos, com o desenvolvimento de processos de clonagem via embriogênese somática, está se tornando possível a multiplicação de híbridos dessa espécie (CAIXETA et al., 2008; ETIENNE; BERTRAND, 2001).

Objetivou-se, no presente trabalho, identificar híbridos de café arábica com elevado potencial produtivo, de alto vigor vegetativo e com resistência simultânea de ferrugem, mancha aureolada e ao bicho-mineiro.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliados três experimentos com 13 híbridos F1 (Tabela 1) e quatro cultivares controle do tipo linhagem pura, sendo elas IAPAR 59, Tupi IAC 1669-33, Catuaí Vermelho IAC 99 e Mundo Novo IAC 376-4, todas provenientes de estaquia. O primeiro foi instalado na estação experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) em Londrina, em maio de 2006, no espaçamento de 2,5 x 1,0 m, delineamento estatístico de blocos ao acaso, com três repetições e três plantas por parcela. O segundo experimento foi instalado em Congonhinhas, em março de 2006, no espaçamento de 2,5 x 1,0 m, delineamento estatístico de blocos ao acaso com três repetições e uma planta por parcela. E o terceiro instalado em Itaguajé, em março de 2006 no espaçamento de 3,0 x 1,0 m, no delineamento estatístico de blocos ao acaso, com três repetições e uma planta por parcela.

Em Londrina (latitude 23°22'S / longitude 51°10'W), a altitude local é de 585 m e a média histórica de temperatura é de 20,8 °C. Em Congonhinhas (latitude 23°33'S / longitude 50°33'W), a altitude é de 753 m e a média de temperatura é de 20 °C. Em Itaguajé (latitude 22°37'S / longitude 51°57'W), a altitude é de 349 m e a temperatura média é de 23 °C. A umidade relativa do ar está entre 75 a 80% em Londrina e Congonhinhas, enquanto que, em Itaguajé, varia

de 65 a 70%. As médias anuais de precipitação variam de 1400 a 1600 mm/ano, em Londrina e Congonhinhas, enquanto que em Itaguajé variam de 1200 a 1400 mm/ano.

Todas as avaliações foram efetuadas em plantas individuais. As características de produção e vigor vegetativo foram avaliadas em quatro safras, no quadriênio 2008 a 2011. As avaliações de resistência à ferrugem, mancha aureolada e bicho-mineiro foram realizadas apenas nos anos de elevada intensidade das doenças e infestação de insetos. Resistência à ferrugem foi avaliada, em 2011 em Londrina e Itaguajé e, em 2008 em Congonhinhas. Resistência à mancha aureolada foi avaliada em 2008 e resistência ao bicho-mineiro em 2009, ambas em Congonhinhas. O controle químico contra pragas e doenças foi realizado normalmente, exceto nos anos em que foram avaliadas resistência à ferrugem e bicho-mineiro.

A produtividade foi avaliada com base no volume, em litros, de “café da roça” por planta. Esses dados foram convertidos para saco de 60 kg de café beneficiado, por hectare, (sc/ha), com base no espaçamento entre plantas, utilizando-se a seguinte fórmula: $P = VN / 500$, em que “P” representa a produtividade em sc/ha, “V” o volume médio de “café da roça” por planta (litros) e “N” o número de plantas por hectare, calculado com base no espaçamento entre plantas. Nesta fórmula, é utilizado o fator 500, pois de acordo com Bartholo et al. (1989) 450 a 500 litros de café cereja representam uma saca de 60Kg de café beneficiado. A produção em sacas de café beneficiado foi convertida em quilogramas de café beneficiado. Foi estimada a produção, comparando os híbridos, com a melhor cultivar padrão de cada experimento, utilizando a seguinte fórmula $PR = (PH/PL) * 100$, onde PR, PH e PL representam, respectivamente, produção relativa, produção dos híbridos e produção da melhor cultivar padrão de cada experimento.

Para a avaliação do vigor vegetativo dos cafeeiros foram atribuídas notas de 1 a 10, das mais depauperadas para as plantas com melhor desenvolvimento, respectivamente. Essas notas são baseadas no aspecto vegetativo geral das plantas utilizando critérios como altura da planta e diâmetro dos ramos e copa, enfolhamento, ramificações plagiotrópicas secundárias e terciárias, coloração e espessura das folhas.

TABELA 1 - Genealogia dos híbridos F1 avaliados no estado do Paraná, Brasil. 2008 a 2011.

Nº	Híbrido	Genitor Feminino ⁽¹⁾	Genitor Masculino ⁽²⁾
1		(‘PR 0604-1’ x Etiópia 1-3)	‘Sarchimor 77028 C3P2’
2		(‘PR 0604-2’ x Etiópia 1-3)	‘Sarchimor 77028 C1P2’
3		‘IAPAR 59’	[(<i>C. arabica</i> x <i>C. racemosa</i>) x ‘Tupi IAC 1669-33’]
4		‘Icatu vermelho p 116’	‘Sarchimor 9702-3-1-9’
5		(‘PR 0604-6’ x Etiópia 1-1)	‘Sarchimor 77028 C3P2’
6		‘Tupi IAC 1669-33’	[(<i>C. arabica</i> x <i>C. racemosa</i>) x ‘Tupi IAC 1669-33’] ⁽³⁾
7		‘PR 0604-8’	‘Sarchimor 88480-8’
8		‘IAPAR 59’	[(<i>C. arabica</i> x <i>C. racemosa</i>) x ‘Tupi IAC 1669-33’]
9		‘Tupi IAC 1669-33’	[(<i>C. arabica</i> x <i>C. racemosa</i>) x ‘Tupi IAC 1669-33’] ⁽⁴⁾
10		‘Mundo Novo IAC 376-4’	‘F3 de IAPAR 59 x Mundo Novo IAC 376-4’
11		(‘PR 0604-12’ x Etiópia 1-1)	‘Sarchimor 88480-8 L3-C3’
12		(‘PR 0604-13’ x Etiópia 1-1)	‘Sarchimor 9702-3-1-9’
13		‘PR 0604-14’	‘Sarchimor 88480-8’

⁽¹⁾ Etiópia: *Coffea arabica* da Etiópia

⁽²⁾ *C.* = *Coffea*

⁽³⁾ E0008/6-1-16-1

⁽⁴⁾ E0008/6-1-20-1

Plantas com notas de 1 a 3 são plantas pequenas, raquíticas, com pouco enfolhamento e pouca ramificação plagiotrópica, ramos plagiotrópicos muito finos e folhas com coloração amarelada. Notas de 4 a 6 são plantas de porte menor que o normal, pouco enfolhamento e pouca ramificação plagiotrópica, e folhas com coloração amareladas a verde-amarelada. Notas 7 a 8 são cafeeiros de porte normal, com intensidade média de enfolhamento e ramificação plagiotrópica e coloração das folhas verde-amarelada a verde-clara. Notas 9 a 10 são atribuídas para os cafeeiros mais vigorosos que apresentam tamanho maior do que o normal, com intensidade alta de enfolhamento e ramificação plagiotrópica, além de apresentarem folhas espessas e de coloração verde-escura (SHIGUEOKA et al., 2014).

A avaliação da resistência à ferrugem, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix* Berk et. Br, foi feita através de escala de notas variando de 1 a 5, baseadas na severidade, para o qual: nota 1 = plantas sem lesões cloróticas nas folhas; 2 = plantas com lesões que variam de “flecks” a cloroses na área infectada, mas sem a formação de uredosporos; nota 3 = pústulas uredospóricas em pequenas quantidades (1-25% das folhas), geralmente no terço inferior, com menor severidade no terço médio; nota 4 = pústulas uredospóricas em 26 - 50% das folhas, geralmente

no terço inferior e médio, com início de queda de folhas; nota 5 = pústulas uredospóricas em mais de 50% das folhas, desde o terço inferior até o terço superior, com elevada intensidade de queda de folhas (SHIGUEOKA et al., 2014). ‘IAPAR 59’ foi utilizado como controle resistente à ferrugem, enquanto que, ‘Catuaí Vermelho IAC 99’ e ‘Mundo Novo IAC 376-4’ foram utilizados como controles suscetíveis.

Para avaliação da resistência à mancha aureolada, causada pela bactéria *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*, foi adotada uma escala de notas variando de 1 a 5, sendo 1 = ausência de lesões necróticas com halo amarelado; 2 = 1 a 10% de folhas com lesões; 3 = 11 a 25% de folhas com lesões; 4 = 26 a 40% de folhas com lesões e 5 = mais de 40% de folhas com lesões e apresentando seca de ponteiros (ITO et al., 2008). ‘Catuaí Vermelho IAC 99’ e ‘Mundo Novo IAC 376-4’ foram usados como controles suscetíveis à mancha aureolada.

Na avaliação da resistência ao bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*), as lesões foram classificadas em pequenas (de 0,3 a 0,6 centímetros de diâmetro); médias (cerca de 0,6 a 1,2 cm de diâmetro) e grandes (acima de 1,2 cm de diâmetro), sendo adotada a escala de 1 a 5, para o qual: 1 = plantas com menos de 1% de folhas com lesões pequenas.

As plantas mais resistentes, com pequenas lesões, como pontos; 2 = plantas com 2% a 4% de folhas com lesões. Normalmente, a maioria das lesões são pequenas e médias. Algumas lesões grandes podem ser encontradas nas folhas mais velhas; 3 = plantas com 5% a 19% de folhas com lesões (pequenas, médias e grandes); 4 = plantas com 20% a 35% de folhas com lesões (pequenas, médias e grandes); e 5 = plantas com 36% a 100% das folhas com lesões (pequenas, médias e grandes). Todas as cultivares de linhagem pura foram usadas como controle suscetível ao bichomineiro (SERA et al., 2009).

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de agrupamento de médias de Scott Knott, ao nível de significância de 0,05, através do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em Londrina, apenas os híbridos 1, 10 e 13 apresentaram produção significativamente inferior às cultivares padrões Tupi IAC 1669-33, IAPAR 59, Mundo Novo IAC 376-4 e Catuaí Vermelho IAC 99. Em Congonhinhas, a exceção foi para os híbridos 1, 2 e 5. Já em Itaguajé nove (1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10 e 13) dos 13 híbridos, não superaram estatisticamente as cultivares controle, comparativas (Tabela 2). Somente os híbridos 7, 11 e 12 apresentaram produção estatisticamente superior às testemunhas, em todos os locais.

A produção relativa dos híbridos, em relação à cultivar linhagem pura mais produtiva variou de 113,19 à 184,05%, em Londrina. Em Congonhinhas, essa variação foi de 50,80 à 181,15%, sendo inferiores a 100% os híbridos 1, 2 e 5. Em Itaguajé, a variação foi de 79,15 à 158,30%, sendo que os híbridos 1, 4, 6, 10 e 13 apresentaram menos que 110% de produção relativa (Tabela 2).

Neste estudo, a produção relativa dos híbridos, estimada com base na cultivar linhagem mais produtiva, foi desde valores inferiores a 50,80% até 184,05%, dependendo do local. Em Londrina, todos os híbridos apresentaram médias de produção superiores aos da melhor cultivar padrão. Em Congonhinhas, apenas três deles tiveram médias inferiores e em Itaguajé, dois híbridos apresentaram menores médias que a melhor cultivar padrão (Tabela 2).

Na América Central (Costa Rica, El Salvador e Honduras), foi observado que híbridos F1 de *C. arabica* propagados via embriogênese

somática e testados em ensaios de campo foram mais produtivos que cultivares do tipo linhagem, tanto em sistema agroflorestal, quanto a pleno sol. A superioridade na produtividade dos híbridos em relação às linhagens variou de 8 a 127%. Em altitudes entre 750 a 880 m, as diferenças não foram uniformes, com extremos variando de 16 a 127% e média de 52%, para um grupo de quatro ensaios. Em altitudes de 1,000 a 1,340 m, onde predomina a maioria das áreas de café na América Central, a superioridade média dos híbridos foi substancial, variando de 11 a 121%, com média de 48%. Já em altitudes acima de 1,400 m, as diferenças na produtividade variaram de 8 a 95%, com média de 33%. Os híbridos foram significativamente mais produtivos em 14 dos 15 experimentos realizados. O melhor híbrido F1 (cultivar Centroamerica) produziu de 14 a 243% a mais do que a melhor linhagem, dependendo do experimento de campo (BERTRAND et al., 2011).

Considerando que Catuaí é, ainda, uma das cultivares mais produtivas não só a nível nacional, mas, mundial e que as outras cultivares usadas como padrão em nosso estudo foram, de maneira geral, equivalentes ou superiores a ela, os resultados obtidos para híbridos avaliados podem ser considerados altamente satisfatórios. Os melhores híbridos conseguiram superar em até 84, 81 e 58% as melhores testemunhas em Londrina, Congonhinhas e Itaguajé, respectivamente.

No estado de Minas Gerais (Brasil), híbridos derivados do cruzamento entre linhagens de Catuaí e Híbrido de Timor apresentaram produção relativa superior à cultivar linhagem padrão Catuaí, e heterose em relação a médias dos parentais, chegando a 377% (FONTES et al., 1999).

Em um estudo de heterose realizado no Quênia foi observado que híbridos de *C. arabica* foram cerca de 15% mais produtivos do que o melhor parental (VOSSSEN; WALYARO, 1981).

Já na Costa Rica, foram identificados híbridos de café arábica com produtividade média 22 a 47% superiores à média dos parentais (BERTRAND et al., 2005).

Esses resultados corroboram com os encontrados nesse estudo, mostrando que o ambiente interfere de forma considerável no desempenho dos híbridos. Já a diferença entre os híbridos pode ser um efeito não apenas ambiental, mas também de uma melhor combinação entre os parentais.

TABELA 2 - Produtividade média em sacas/ha (P), produção relativa (PR) e vigor (V) de híbridos e linhagens puras avaliados em Londrina, Congonhinhas e Itaguajé (Paraná, Brasil).

Nº ⁽¹⁾	Londrina			Congonhinhas			Itaguajé		
	P ⁽²⁾	PR ⁽³⁾	V ⁽²⁾	P ⁽²⁾	PR ⁽³⁾	V ⁽²⁾	P ⁽²⁾	PR ⁽³⁾	V ⁽²⁾
11	48.0 a	184,05	7,55 a	40.3 a	115,86	8,33 b	57.2 a	158,30	9,38 b
12	42.7 a	163,80	8,28 a	41.2 a	118,39	9,00 a	54.7 a	151,48	8,92 c
7	41.8 a	160,12	8,03 a	63.0 a	181,15	8,79 a	50.3 a	139,11	9,29 b
9	40.8 a	156,44	8,33 a	49.0 a	140,69	9,17 a	43.1 b	119,19	9,50 b
4	39.0 a	149,69	7,92 a	48.0 a	137,93	9,09 a	38.1 b	105,35	9,25 b
5	37.8 a	145,09	7,79 a	31.7 b	91,03	8,01 b	45.3 a	125,28	8,96 c
6	37.8 a	145,09	8,36 a	47.0 a	134,94	9,54 a	36.1 b	100,00	9,92 a
8	36.2 a	138,65	8,08 a	42.0 a	120,69	9,25 a	40.7 b	112,73	9,25 b
2	34.7 a	133,13	7,78 a	24.8 b	71,26	7,00 c	42.5 b	117,71	9,17 b
3	33.9 a	130,06	7,53 a	52.0 a	149,43	8,92 a	40.6 b	112,36	9,29 b
1	30.4 b	116,56	7,08 b	17.7 b	50,80	6,08 d	28.6 b	79,15	8,00 e
13	29.8 b	114,42	7,19 b	49.4 a	142,07	8,08 b	29.2 b	80,81	8,54 d
10	29.5 b	113,19	6,99 b	45.2 a	129,89	8,04 b	37.3 b	103,14	8,54 d
Tupi	26.1 b	100,00	7,00 b	17.6 b	50,57	6,01 d	36.1 b	100,00	8,59 d
IAPAR 59	25.5 b	97,85	6,61 b	25.4 b	72,87	7,15 c	31.5 b	87,08	8,50 d
M. Novo	23.1 b	88,65	6,58 b	28.6 b	82,30	6,88 c	32.8 b	90,77	7,59 f
Catuaí	22.7 b	87,12	6,67 b	34.8 b	100,00	7,84 b	32.4 b	89,67	8,23 d
CV%	19,65		6,20	28,82		5,63	16,68		2,06

⁽¹⁾ Híbridos ordenados decrescentemente pela maior produtividade em Londrina, Paraná, Brasil. Tupi = ‘Tupi IAC 1669-33’; Catuaí = ‘Catuaí Vermelho IAC 99’; M. Novo = ‘Mundo Novo IAC 376-4’.

⁽²⁾ Dados obtidos pela média dos anos de 2008, 2009, 2010 e 2011. O vigor foi avaliado segundo escala de notas variando de 1 (baixo vigor) a 10 (alto vigor).

⁽³⁾ PR = PH/ PL*100, onde PR, PH e PL representam, respectivamente, produção relativa, produção dos híbridos e produção da melhor cultivar padrão do tipo linhagem pura.

Em resumo, pode-se dizer que o desempenho dos híbridos está relacionado à capacidade de combinação dos parentais para características de interesse, sendo a principal a produtividade, e sua melhor adaptação a diferentes condições ambientais.

Quanto ao vigor, em todos os locais, a maioria dos híbridos foram estatisticamente superiores às testemunhas (Tabela 2).

A severidade da ferrugem nos híbridos 2, 3 e 12 não diferiu estatisticamente do controle resistente ‘IAPAR 59’, em nenhum dos locais. Esses híbridos apresentaram resistência completa à ferrugem (plantas sem esporulação, notas 1 e 2), com nota média inferior a 2,00 (Tabela 3).

Neste estudo, as fontes de resistência à ferrugem para os híbridos foram IAPAR 59, Tupi IAC 1669-33 e outros genótipos “Sarchimor”. No

Brasil, várias cultivares de café do germoplasma Sarchimor têm mostrado resistência completa à ferrugem, como é o caso das cultivares IAPAR 59, IPR 98, IPR 104 e Tupi IAC 1669-33 (DEL GROSSI et al., 2013; SERA et al., 2007, 2010a; SHIGUEOKA et al., 2014).

Os polinizadores dos híbridos 4 e 7 foram genótipos “Sarchimor”. Esses híbridos foram resistentes à ferrugem em Congonhinhas e Itaguajé, porém, suscetíveis em Londrina (Tabela 3), indicando que é possível existirem raças de ferrugem com mais genes de virulência em Londrina que estejam quebrando a resistência completa. Em outros estudos, a quebra de resistência em genótipos derivados de “Sarchimor” (SERA et al., 2007, 2010a, 2010b) e “Catimor” (COSTA et al., 2007; VÁRZEA; MARQUES, 2005) tem sido observada.

TABELA 3 - Notas médias de severidade de ferrugem, mancha aureolada e bicho- mineiro em Londrina, Congonhinhas e Itaguajé (Paraná, Brasil).

Nº (1)	Londrina	Congonhinhas			Itaguajé
	F(2)	F(3)	MA(3)	BM(4)	F(2)
3	1,78 b	1,00 b	3,33 a	2,00 c	1,00 d
Tupi	1,78 b	1,00 b	3,67 a	5,00 a	1,67 c
1	1,89 b	1,00 b	3,00 a	5,00 a	2,00 c
2	1,89 b	1,00 b	3,67 a	5,00 a	1,00 d
12	1,89 b	1,00 b	1,00 b	5,00 a	1,00 d
IAPAR 59	1,92 b	1,00 b	3,33 a	5,00 a	1,17 d
11	2,06 b	1,00 b	3,33 a	5,00 a	2,00 c
8	2,11 b	1,00 b	3,33 a	2,00 c	1,00 d
9	2,33 b	1,00 b	1,00 b	2,00 c	1,00 d
5	2,44 b	1,00 b	3,33 a	5,00 a	1,00 d
6	2,44 b	1,00 b	1,00 b	2,00 c	1,00 d
13	2,55 b	1,00 b	4,00 a	5,00 a	1,00 d
10	2,66 b	4,00 a	3,67 a	5,00 a	2,67 b
7	3,00 a	1,00 b	3,33 a	4,33 b	1,67 c
4	3,22 a	1,00 b	3,67 a	5,00 a	1,00 d
Catuai	3,52 a	4,17 a	3,83 a	4,17 b	4,50 a
Mundo Novo	3,78 a	4,00 a	4,67 a	5,00 a	5,00 a
CV%	25,01	10,44	15,02	3,57	20,06

(1) Híbridos ordenados pelas menores notas de ferrugem em Londrina, Paraná, Brasil. Tupi = ‘Tupi IAC 1669-33’; Catuai = ‘Catuai Vermelho IAC 99’; Mundo Novo = ‘Mundo Novo IAC 376-4’.

(2) F=Ferrugem: causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*. Dados obtidos em 2011.

(3) MA=Mancha aureolada: causada por *Pseudomonas syringae* pv. *garcae*. Dados obtidos em 2008.

(4) BM=Bicho Mineiro (*Leucoptera coffeella*). Dados obtidos em 2009.

As avaliações feitas em Congonhinhas para mancha aureolada (Tabela 3) indicaram que os híbridos 6, 9 e 12 apresentaram resistência completa e diferiram estatisticamente dos demais genótipos de café. A resistência à mancha aureolada do híbrido 12, provavelmente, tem origem de *C. arabica* da Etiópia. Em outros estudos, acessos de *Coffea arabica* da Etiópia, portadores do gene *SH1*, foram resistentes à esta bacteriose (MORAES et al., 1975). A resistência dos híbridos 6 e 9, provavelmente, originou-se do híbrido interespecífico entre *C. arabica* e *C. racemosa* Ruiz&Pav., uma vez que, ‘Tupi IAC 1669-33’ exibiu suscetibilidade. No entanto, são necessários mais estudos para verificar se a resistência é originária de *C. arabica* ou de *C. racemosa*.

De maneira geral, todas as cultivares, variedades botânicas ou introduções da espécie *C. arabica* são suscetíveis ao dano provocado pelo bicho-mineiro, enquanto que *C. racemosa* é resistente (GUERREIRO FILHO; MEDINA FILHO; CARVALHO, 1991). Pela avaliação da resistência ao bicho-mineiro, realizada em Congonhinhas (Tabela 3), foi possível observar que os híbridos 3, 6, 8 e 9 foram resistentes, sendo a fonte de resistência desses cafeeiros, a espécie *C. racemosa*.

O alto desempenho já alcançado no processo de propagação *in vitro* por embriogênese somática oferece a possibilidade de propagação em massa de híbridos superiores de café (BERTRAND et al., 2005; CARVALHO et al., 2011, 2013; MENÉNDEZ-YUFFÁ et al., 2010). No entanto, o custo da muda varia de duas a três vezes o valor da muda convencional produzida via semente (CARVALHO et al., 2013).

Por isso, um híbrido comercial deve ser altamente produtivo, quando comparado às cultivares tradicionais do tipo linhagem, além de possuir resistência a, pelo menos, uma das principais pragas ou doenças do cafeeiro, para justificar sua utilização.

Dessa forma, podemos destacar neste estudo, os híbridos 7, 11 e 12 que apresentam produtividade e vigor vegetativo superiores às testemunhas linhagens, em todos os locais estudados (Tabela 2). O híbrido 12 também apresentou resistência completa à ferrugem nos três locais (Tabela 3) e resistência completa à mancha aureolada. Os híbridos 6 e 9 foram, estatisticamente, mais produtivos em Londrina e Congonhinhas e não diferiram, estatisticamente, da testemunha padrão em Itaguajé. Esses dois híbridos apresentaram maior vigor vegetativo nos três locais avaliados e apresentaram resistência simultânea à mancha aureolada e bicho-mineiro, entretanto, foram parcialmente resistentes à ferrugem, em Londrina (Tabela 3).

Os híbridos 6, 7, 9, 11 e 12 têm potencial para se tornarem cultivares propagadas via embriogênese somática e serem disponibilizados aos produtores, uma vez que a alta produtividade e/ou a resistência simultânea às doenças e pragas aumentaria a renda e diminuiria perdas e custos no processo produtivo, compensando o alto valor das mudas desenvolvidas por micropropagação.

4 CONCLUSÕES

Os híbridos 7, 11 e 12 são estatisticamente mais produtivos do que a melhor testemunha em todos os locais, sendo o híbrido 12 simultaneamente resistente à ferrugem e à mancha aureolada. Da mesma forma, esses híbridos foram mais vigorosos que as cultivares linhagens usadas como padrão em todos os locais, com exceção do híbrido 11 em Congonhinhas, que foi similar à melhor testemunha.

Os híbridos 6 e 9 são mais produtivos em Londrina e Congonhinhas e similares à melhor testemunha em Itaguajé, além de apresentarem, simultaneamente, resistência parcial à ferrugem e resistência completa à mancha aureolada e bicho-mineiro. Foram também mais vigorosos em todos os locais.

O desempenho geral dos híbridos 6, 7, 9, 11 e 12 foi notadamente superior a quatro das principais cultivares linhagem, plantadas no Brasil.

5 AGRADECIMENTOS

Ao apoio financeiro do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Consórcio Pesquisa Café / Embrapa Café e Universidade Estadual de Londrina.

6 REFERÊNCIAS

BARTHOLO, G. F. et al. Cuidados na colheita, no preparo e no armazenamento do café. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 162, p. 33-44, 1989.

BERTRAND, B. et al. *Coffea arabica* hybrid performance for yield, fertility and bean weight. **Euphytica**, Dordrecht, v. 141, n. 3, p. 255-262, Jan. 2005.

_____. Performance of *Coffea arabica* F1 hybrids in agroforestry and full-sun cropping systems in comparison with American pure line cultivars. **Euphytica**, Dordrecht, v. 181, n. 2, p. 147-158, Sept. 2011.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. Endogamia e heterose. In: _____. **Melhoramento de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2013. p. 344-366.

CAIXETA, E. T. et al. Biotecnologia aplicada ao melhoramento genético do cafeeiro. In: CARVALHO, C. H. S. de. (Ed.). **Cultivares de café: origem, características e recomendações**. Brasília: EMBRAPA Café, 2008. v. 1, p. 101-125.

CARVALHO, C. H. S. et al. Características agronômicas e morfológicas de cafeeiro Catuaí Vermelho propagado por embriogênese somática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 4, p. 378-383, abr. 2011.

_____. **Custo de produção de mudas clonais de café arábica produzidas por embriogênese somática**. Brasília: EMBRAPA Café, 2013. 10 p. (Circular Técnica, 3).

COSTA, M. J. N. et al. Resistência de progênies de café Catimor à ferrugem. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 2, p. 121-130, mar./abr. 2007.

DEL GROSSI, L. et al. Rust resistance in Arabic Coffee cultivars in northern Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 56, n. 1, p. 27-33, Feb. 2013.

- ETIENNE, H.; BERTRAND, B. Trueness to type and agronomic characteristics of *Coffea arabica* trees micropropagated by the embryogenic cell suspension technique. **Tree Physiology**, Victoria, v. 21, n. 14, p. 1031-1038, Sept. 2001.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.
- FONTES, J. R. M. et al. Study of combining ability and heterosis in coffee. In: SERA, T. et al. (Ed.). **Coffee biotechnology and quality**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1999. p. 113-121.
- GUERREIRO FILHO, O.; MEDINA FILHO, H. P.; CARVALHO, A. Fontes de resistência ao bicho mineiro, *Perileucoptera coffeella* em *Coffea* spp.. **Bragantia**, Campinas, v. 50, n. 1, p. 45-55, 1991.
- ITO, D. S. et al. Identificação de cafeeiros resistentes à mancha aureolada em genótipos portadores de genes de *Coffea racemosa* e *SH1*. **SBPN - Scientific Journal**, São Paulo, v. 8, p. 19, 2004.
- _____. Resistance to Bacterial Blight in Arabica coffee cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 8, n. 2, p. 99-103, 2008.
- MEDINA FILHO, H. P.; BORDIGNON, R.; CARVALHO, C. H. S. de. Desenvolvimento de novas cultivares de café arábica. In: CARVALHO, C. H. S. de. (Ed.). **Cultivares de café: origem características e recomendações**. Brasília: EMBRAPA Café, 2008. v. 1, p. 79-101.
- MENÉNDEZ-YUFFÁ, A. et al. A comparative analysis of the development and quality of nursery plants derived from somatic embryogenesis and from seedlings for large-scale propagation of coffee (*Coffea arabica* L.). **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 102, n. 3, p. 297-307, 2010.
- MORAES, S. A. et al. Resistência de cafeeiros a *Pseudomonas garcae*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 105-110, 1975.
- SERA, G. H. et al. Coffee breeding for durable resistance to leaf rust disease at Instituto Agronômico do Paraná. In: ZAMBOLIN, L.; ZAMBOLIN, E. M.; VÁRZEA, V. M. P. (Ed.). **Durable resistance to coffee leaf rust**. Viçosa, MG: UFV, 2005a. p. 187-214.
- _____. Heterose de clones F1 de café arábica com resistência ao bicho mineiro, ferrugem, bacteriose e calor/seca em Londrina-Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 5., 2009, Guarapari. **Anais...** Vitória: INCAPER, 2009. 1 CD-ROM.
- _____. Identificação de híbridos de café arábica com resistência múltipla à ferrugem, bicho mineiro e nematoides. **SBPN - Scientific Journal**, São Paulo, v. 9, p. 27, 2005b.
- _____. Resistência à ferrugem alaranjada em cultivares de café. **Coffee Science**, Lavras, v. 5, n. 1, p. 59-66, jan./abr. 2010a.
- _____. Seleção para a resistência à ferrugem em progênies das cultivares de café IPR 99 e IPR 107. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 547-554, jul. 2010b.
- _____. Selection for durable resistance to leaf rust using test-crosses on IAPAR-59 and Tupi IAC 1669-33 cultivars of *Coffea arabica*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, n. 4, p. 565-570, July 2007.
- SHIGUEOKA, L. H. et al. Selection of Arabic coffee progenies with rust resistance. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 14, p. 88-93, June 2014.
- SRINIVASAN, C. S.; VISHVESHWARA, S. Heterosis and stability for yield in arabica coffee. **Indian Journal of Genetics & Plant Breeding**, New Delhi, v. 38, n. 3, p. 416-420, 1978.
- VÁRZEA, V. M. P.; MARQUES, D. V. Population variability of *Hemileia vastatrix* vs. coffee durable resistance. In: ZAMBOLIM, L.; ZAMBOLIM, E. M.; VÁRZEA, V. M. P. (Ed.). **Durable resistance to coffee leaf rust**. Viçosa, MG: UFV, 2005. p. 53-74.
- VOSSSEN, H. A. M. van der; WALYARO, D. J. The coffee breeding programme in Kenya: a review of progress made since 1971 and plan of action for the coming years. **Kenya Coffee**, Nairobi, v. 46, p. 113-120, Jan. 1981.