

AVALIAÇÃO DE CLONES F₁ DE CAFÉ ARÁBICA COM RESISTÊNCIA MÚLTIPLA A PARASITOS E ADVERSIDADES EDAFOCLIMÁTICAS EM LONDRINA-PARANÁ

Luciana Harumi Shigueoka³; Tumoru SERA², Claudionor Ribeiro Filho⁴; José Alves Azevedo²; Vanesca Priscila Camargo Rocha³; Gustavo Hiroshi Sera²; Clayton Ribeiro Alegre⁴; Fábio Seidi Kanayama⁴; Dhalton Shiguer Ito⁵; Leandro Del Grossi⁶; Everton Paulo Bosquesi⁷

¹Trabalho financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café – CBP&D/Café, com apoio do CNPq e Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior - SETI.

²Pesquisadores do IAPAR, Londrina-PR, tsera@iapar.br, gustavoser@iapar.br

³Bolsistas SETI - Paraná, Londrina-PR.

⁴Bolsistas do Consórcio Café - CBP&D Café/Embrapa Café

⁵Bolsista de Doutorado do CNPq - UEL

⁶Bolsista de Mestrado do CNPq - UEL

⁷Bolsista de Desenvolvimento do CNPq

RESUMO: As cultivares de cafés arábicos normalmente são do tipo linhagem o qual consome mais que 30 anos a partir do cruzamento inicial. O objetivo deste trabalho é avaliar clones F₁ de café arábica com resistência múltipla a parasitos e adversidades edafoclimáticas, em Londrina-Paraná, visando plantio comercial de clones F₁, reduzindo o tempo de desenvolvimento de cultivares de 30 para 10 anos. Avaliaram-se 14 clones F₁ propagadas por estaquia em solo Latossolo Roxo Distroférico em altitude de 580 m sobre o nível de mar a temperatura média anual de 20,8° C com deficiência hídrica decendial de 0-35 mm e chuva de 1200mm/ano. A análise de variância indicou significância entre os clones e o determinismo genético entre as famílias dói elevado indicando alta probabilidade de sucesso na seleção de cones superiores. Nove dos 14 clones apresentaram heterose entre 25 e 54,5% com vigor vegetativo entre 22 e 39% superior a cultivar padrão Catuaí Vermelho IAC-99. Um dos clones, item 5 (“Icatu RH” x ‘Iapar-59’) possui a característica de complementar num genótipo F₁, gene maior em poligene com característica durável e resistência parcial com característica durável, o que dá maior segurança aos cafeicultores. Três clones, itens 2, 12 e 13 [(“Catuaí x EtiópiaSh₁”) x “Tupi”] possuem as características de resistência completa e durável à bacteriose *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* e resistência completa e durável à ferrugem. Um dos clones apresenta simultaneamente resistência ao bicho mineiro e à ferrugem com característica de completa e durável, portador de genes da espécie *C. racemosa* em segundo retrocruzamento, portanto, com potencial para qualidade de bebida ótima, comparado a excelente das cultivares do “Catuaí”. Embora todos os clones apresentem a característica de tolerar melhor a parasitos, seca/calor, geada e solos pobres, o último clone tem o potencial de possuir genes para uma melhor adaptação para seca/calor e geada em alto grau por ser portador de genes da espécie *C. racemosa*. Os resultados estão indicando preliminarmente que é possível a clonagem em escala comercial vislumbrando a possibilidade de plantio comercial de cultivares do tipo clone ao invés de cultivares do tipo linhagem, reduzindo-se o tempo gasto no desenvolvimento de cultivares de 30 para 10 anos.

Palavras-chave: melhoramento de café, cultivar clonal, heterose padrão, determinismo genético, produtividade.

EVALUATION OF ARABIC COFFEE F₁ CLONES WITH MULTIPLE RESISTANCE TO PARASITES AND EDAFOCLIMATIC ADVERSITIES AT LONDRINA-PARANÁ

ABSTRACT: Cultivars of arabica coffee are usually the type strain which consumes more than 30 years from the initial crossing. O objective of this research is to assess F₁ clones of arabica coffee with multiple resistance to parasites and edafoclimatical adversities in Londrina-Paraná to commercial planting of F₁ clones, reducing the development time of cultivars from 30 to 10 years. Fourteen F₁ clones were propagated by cuttings and performed on soil Distroferric Latosol Purple in altitude of 580 meters above the sea level, 20.8° C for average annual temperature, 0-35 mm decendial hidric deficit and 1200mm annual rain. The analysis of variance indicated significant difference among the clones and genetic determinism between families was high indicating high probability to success in the selection for superior clones. Nine of 14 clones

presented heterosis between 25 and 54.4% with vegetative vigour superiority between 22 and 39% more than standard cultivar Catuaí Red IAC-99. Although of only one year yield and vegetative vigour, correlated with amount of new productive fruit nodes of next year yield, some preliminary results can be indicated. One of the clones, number 5 ("Icatu RH" x "Iapar-59") has as additional characteristic, the several resistance major gene complementing with partial resistance, both durables, giving more security to coffee farmers. Three clones, numbers 2, 12 and 13 ("Catuaí x EthiopiaSh₁") x "Tupi") have the characteristics of complete and durable resistance to bacterial bright *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* and complete and durable resistance to rust. One of the clones shows both resistance to leaf miner and rust with features of complete and durable, carrying genes of the specie *C. racemosa* in the second backcross to *C. arabica* and, therefore with potential for a optimal cup quality while the standard cultivar present excellent one. Although all the clones tolerate better the parasites, drought / heat, frost and poor soils, the last clone has the potential to have genes for better adaptation to drought / heat and frost in high degree because of *C. racemosa* genes. The results is indicating preliminarily that it is possible the cloning for coffee planting in commercial scale and visualize the use of clone type commercial cultivars rather than lineage type cultivars, reducing the time spent in the development of cultivars from 30 to 10 years.

Key words: coffee breeding, clone type cultivar, standard heterosis, genetic determinism, heritability, yield.

INTRODUÇÃO

Atualmente, agricultores de café arábicos utilizam cultivares linhagens propagadas por sementes Sera (2001). Híbridos F₁ apresentam algumas vantagens em comparação com linhagens, tais como: mais rendimento do que linhagens, o período para obter cultivares híbridas é mais curto e múltipla resistência a pragas e doenças é mais fácil de obter. Os híbridos devem apresentar pelo menos 20% de heterose sobre a melhor cultivar padrão com resistência múltipla e reduzir o elevado custo das plantas clonadas.

O híbrido com heterose pode ser explorado para *C. arabica* (Srinivasan e Vishveshwara, 1978; Ameha e Belachew, 1985; Bertrand, 1997). Em *C. canephora* já é explorado o cultivo comercial em larga escala de clones propagadas por estaquia em Espírito Santo (Paulino ET AL., 1985; Silveira & Fonseca, 1995). A ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. et Br.) é a principal doença foliar e ferrugem é muito mais difícil obter cultivar com resistência durável sendo mais fácil via híbridos F₁ propagadas vegetativamente (Sera ET AL 2005). Obter resistência simultânea a parasitos e adversidades edafoclimáticas é facilitado para os melhoristas com o uso de híbridos F₁ (Sera, 1999).

A exploração da cultivar híbrida F₁ em grande escala exige metodologia de multiplicação clonal por estaquia comercial (Silveira & Fonseca, 1995, Fadelli & Sera, 2000). Recentemente, a multiplicação de *C. arabica* híbridos se tornou possível com o desenvolvimento de processos de embriogênese somática (Söndahl et al., 1999; Etienne et al., 1999). Vários novos projetos de pesquisa no Brasil foram iniciados para obter híbridos de café para fazer uso da heterose e incorporar genes de resistência a diversas pragas e doenças.

Dessa forma, o trabalho tem como objetivo avaliações agronômicas de híbridos clonados por estaquia com heterose maior que 20% aliada a resistência simultânea aos parasitos e adaptações a adversidades edafoclimáticas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, E0614, foi instalado no Centro de Produção e Experimentação Unidade Experimental do IAPAR em Londrina onde o delineamento experimental foi constituído de 20 tratamentos (**Tabela 3**), composto por três repetições com espaçamento 2,5 m x 1,0 m, cada parcela constituída de três plantas. As mudas utilizadas tinham a mesma quantidade de pares de folhas, vigor e sanidade semelhantes no momento de plantio do experimento. Foram avaliados clones derivadas do germoplasma Aramosa, que é considerado fonte de resistência ao bicho mineiro, com dois retrocruzamentos para cultivares de *C. arabica*. A escala de notas utilizada na plantas mães dos clones variou de 1 a 5, onde: 1 = plantas sem lesões nas folhas ou com menos de 1% de lesões pequenas (entre 0,3 e 0,6cm); 2 = plantas com poucas lesões (2 a 4%) de tamanhos pequeno a médio (em torno de 0,3 a 1,2cm), sendo aproximadamente 30% das lesões de tamanho médio; nota 3 = média quantidade de lesões (5 a 19%) de tamanhos pequeno, médio e grande (de 0,3 cm até maior do que 1,3 cm); 4 = alta quantidade de lesões (20 a 35%) de tamanhos pequeno, médio e grande; e nota 5 = alta

quantidade de lesões (36 a 100%) de tamanhos pequeno, médio e grande. São considerados como cafeeiros resistentes ao bicho-mineiro aqueles que apresentam notas 1 ou 2, e suscetíveis aqueles de notas 3, 4 e 5. Nesta etapa, foram avaliadas duas características mais importantes para avaliar o valor das cultivares, produção e vigor vegetativo. A produção foi avaliada em litros de frutos cereja por planta pela estimativa visual. O vigor vegetativo foi avaliado por notas subjetivas de 1 a 10, sendo nota dez, maior vigor vegetativo, com cor verde escura brilhante e folhas espessas médias; 3) porte da planta, de 1 a 5, sendo 1 porte anão e 5 porte normal; e 4) resistência à ferrugem (*Hemileia vastatrix*), variando de 1 a 5, sendo 1 resistente e 5 altamente suscetível.

Os dados obtidos da média de dois primeiros anos de produção foram analisados em delineamento blocos ao acaso desdobrando-se os tratamentos de cultivares em grupo de cultivares do tipo linhagem propagadas por sementes e o grupo de tratamentos híbridos F1 propagadas por estaquia. Como os sete tratamentos linhagens propagadas como semente não diferiram estatisticamente, adotou-se o tratamento Catuaí Vermelho IAC-99 como padrão comparativo para avaliar a porcentagem de heterose padrão, ou seja, heterose sobre a cultivar comercial. As médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas através do software genes (CRUZ, 2003). Para o cálculo de heterose a fórmula utilizada foi $H = [(F_1 \div C) \cdot 100] - C$, onde: H = heterose; F_1 = produção do híbrido F1; C = produção da cultivar Catuaí Vermelho IAC-99.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância dos dados de produtividade em litros de frutos cereja por planta como blocos ao acaso (**Tabela 1**) indicou significância da diferença entre os tratamentos ou dos clones ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. A precisão experimental foi boa para a característica quantitativa de uma planta perene que acumulou efeitos ambientais de três anos em campo, com 17%. O determinismo genético entre os tratamentos ou clones foi alto de 0,72, o que é muito significativo por se tratar de possibilidade de selecionar clones superiores entre as melhores e com padrões comparativos dificilmente superáveis.

Tabela 1. Análise de variância como blocos ao acaso da característica produtividade de clones de *C. arabica* com resistência múltipla a parasitos e adversidades edafoclimáticas propagadas por estaquia em Londrina-Paraná.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Teste F	Probab.
BLOCOS	2	5,738	2,869		
TRATAMENTOS	20	23,912	1,196	3,685	0,00022 **
RESÍDUO	40	12,979	0,325		
MÉDIA		3,463			
CV(%)		16,45			
Determ. Genético família		0,72			

(**) Significativo a 1% de probabilidade

Tabela 2. Análise de variância como blocos ao acaso da característica vigor vegetativo de clones de *C. arabica* com resistência múltipla a parasitos e adversidades edafoclimáticas propagadas por estaquia em Londrina-Paraná.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	Teste F	Probab.
BLOCOS	2	8,249	4,123		
TRATAMENTOS	20	31,148	1,557	3,433	0,000441 **
RESÍDUO	40	18,144	0,453		
MÉDIA		7,7			
CV(%)		8,66			
Determ. Genético família		0,70			

(**) Significativo a 1% de probabilidade

A análise de variância indicou significância a 1% pelo teste F para a característica vigor vegetativo, com alta precisão experimental de 9,0% e alto determinismo genético de 70% indicando alta probabilidade de sucesso na seleção (**Tabela 2**). Nove dos 14 clones apresentaram heterose padrão, heterose sobre a cultivar comercial, entre 25 e 54,5%, o que o torna economicamente compensador a sua clonagem para cultivo em escala comercial; todos estes clones também apresentam vigor vegetativo entre 22 e 36% superiores à cultivar comercial Catuaí Vermelho IAC-99 com controle da ferrugem, indicando também produção superior para o próximo ano de produção (**Tabela 3**). Estes clones, todos se enquadraram na classe de médias **a** pelo teste de médias Skott-Knott a 5% de probabilidade enquanto que a cultivar comercial padrão Catuaí Vermelho IAC-99 foi enquadrada na classe **b**, tanto na produtividade média como no vigor vegetativo.

Todos os melhores clones possuem a característica de resistência completa e durável à ferrugem, uma enfermidade que é quatro vezes mais danoso na média anual do que geadas severas que ocorrem a cada seis anos, por provocar dano médio anual de 50% e ser de controle químico oneroso e de difícil adoção, além de ser um controle pouco ecológico. Um dos clones, item 5 (“Icatu RH” x ‘Iapar-59’) possui a característica de complementar num genótipo F₁, gene maior em poligene com característica durável e resistência parcial com característica durável, o que dá maior segurança aos cafeicultores (Sera et al, 2005). Três clones, itens 2, 12 e 13 (“Catuaí Etiópia Sh₁” x “Tupi”) possuem as características de resistência completa à bacteriose *Pseudomonas syringae* pv. *garcae* e resistência completa e durável à ferrugem. Um dos clones apresenta simultaneamente resistência ao bicho mineiro e à ferrugem com característica de completa e durável, portador de genes da espécie *C. racemosa* em segundo retrocruzamento, portanto, com potencial para qualidade de bebida ótima, comparado a excelente das cultivares do “Catuaí”. Todos os clones no grupo **a** de médias de produtividade apresentam a característica de tolerar melhor a parasitos, seca/calor, geadas e solos pobres, especialmente os tratamentos com vigor vegetativo superiores a 8,5, os quais apresentam coloração verde escuros ao invés de verde pálido de vigor em torno de nota 8. Um dos clones, a de número 10, além de ser resistente ao bicho mineiro, tem o potencial de possuir genes para uma melhor adaptação para seca/calor e geadas em alto grau por ser portador de genes da espécie *C. racemosa*.

O vigor vegetativo indica as reservas nutricionais e novos nós produtivos emitidos pela planta além de alimentar a alta produção de frutos já existentes na planta, indicando que vai produzir de novo de 50 a 75% da produção do ano no próximo ano. Os clones mais produtivos também apresentam os melhores vigores vegetativos, entre 8,5 e 8,8 enquanto que a cultivar linhagem padrão está apresentando vigor vegetativo 7,22 com coloração verde amarelado indicando a realização de cerca de 25% de produção prevista para o próximo ano.

Assim, além da heterose na produtividade, os caracteres vigor vegetativo e resistência a parasitos e adversidades edafoclimáticas, desejáveis para uma cultivar social e ecologicamente corretas (Sera et al, 2000), os resultados estão indicando preliminarmente ser altamente plausível e compensador realizar a clonagem por biotecnologia preconizado por Söndhal et al (1999) e Etienne et al (1999) ou por estaquia de genótipos híbridos (Fadelli & Sera, 2000), cultivando comercialmente cultivares do tipo clone ao invés do cultivar tipo linhagem, com redução grande na obtenção de novas cultivares de 30 para 10 anos preconizado por Sera (2000) e Sera (2001).

Tabela 3. Produtividade média anual por planta das duas primeiras colheitas estimadas visualmente em litros de café cereja por planta em Londrina de clones de híbridos F₁ com resistência múltipla a parasitos e com melhor adaptação a adversidades edafoclimáticas.

trat.	germoplasma	Característica das cultivares	prod.	(*)	het. %	vg.	(*)	% relat.
5	Icatu V.RH X ‘IAPAR 59’	Ferrugem RH e RV	4,45	a	54,51	8,67	a	120,6
8	“Mundo Novo” X “Tupi”	Ferrugem	4,39	a	52,43	8,66	a	120,4
10	“Tupi” X TupiAramosa	Bicho Mineiro & ferrugem	4,36	a	51,38	8,72	a	121,3
13	(Cí X EtSh1) X “Tupi”	Bacteriose & ferrugem	4,36	a	51,38	8,78	a	122,1
2	(Cí X EtSh1) X ‘IPR 99’	Bacteriose & ferrugem	4,02	a	39,58	8,58	a	119,3
12	(Cí X EtSh1) X “Tupi”	Bacteriose & ferrugem	3,85	a	33,68	7,92	a	110,2
6	(Cí X EtSh1) X ‘IPR 99’	Bacteriose e ferrugem	3,78	a	31,25	8,47	a	117,8

7	“Tupi” X “TupiAramosa”	Minador e ferrugem	3,70	a	28,47	8,39	a	116,7
11	“Mundo Novo” X ‘IPR 107’	Ferrugem	3,59	a	24,65	7,53	b	104,7
9	‘IAPAR 59’ X (Tupiara X Tp)	Bicho Mineiro e ferrugem	3,42	b	18,75	8,33	a	115,8
3	‘IAPAR 59’ X Tupiaramosa	Bicho Mineiro e ferrugem	3,36	b	16,66	7,33	b	102,0
14	“Catuaí” X “Tupi”	Nematóide e ferrugem	3,34	b	15,97	7,72	b	107,4
4	Icatu V.RH X ‘IAPAR 59’	Ferrugem RH e RV	3,12	b	8,33	7,39	b	102,8
1	(Cí X EtSh1) X ‘IPR-99’	Bacteriose e ferrugem	3,11	b	7,98	7,22	b	100,4
19	PADRÃO ‘Catuaí V-99’	Adaptação geral	2,88	b		7,19	b	100,0

Trat. – tratamentos; prod. – produção; het. – heterose; vg. – vigor vegetativo;

(*) Média seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de médias Skott-Knott a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Os resultados estão indicando preliminarmente que é possível a clonagem em escala comercial vislumbrando a possibilidade de plantio comercial de cultivares do tipo clone ao invés de cultivares do tipo linhagem, reduzindo-se o tempo gasto no desenvolvimento de cultivares de 30 para 10 anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ameha M, Belachew B (1985) Heterosis for yield in crosses of indigenous coffee selected for yield and resistance to coffee berry disease II - at first three years. *Acta Horticulturae (ISHS)*, v. 158, p.347-352.
- Bertrand, B.; Aguilar, G.; Santacreo, R.; Anthony, F.; Ethienne, H.; Eskes, A.; Charrier, A. (1997), Comportamento d'híbrides F1 de *Coffea arabica* pour la vigueur, la production et la fertilité en Amérique Centrale. *17th Intern. Scient. Colloq. on Coffee*, July 20-25, Nairobi, Kenya
- Bragança, S. M.; Fonseca, A. F. A; Ferrão, R. G.; Silveira, J. S. M.; Carvalho, C. H. S. (1993), EMCAPA 8111, EMCAPA 8121, EMCAPA 8131: primeiras variedades clonais de café Conilon lançadas para o Espírito
- Etienne-Barry, D.; Bertrand, B.; Vasquez, N and Etienne, H. (1999), Direct sowing of *Coffea arabica* somatic embryos mass-produced in a bioreactor and regeneration of plants. *Plant Cell Reports*, 19:111-117
- Fadelli, S.; Sera, T. (2000), Enraizamento de estacas de genótipos de *Coffea* spp. em relação ao tipo de estaca. *8^a. Reunião Aa. da Soc. Bras. Pesq. Nikkeis*, 4(1), Curitiba, Brasil, Anais, pp.61-62
- Paulino, A. J.; Matiello, J. B. And Paulini, A. E. (1985), *Produção de mudas de café Conilon por estacas*. Min. da Indústria e do Comércio – Inst. Brasileiro do Café, Rio de Janeiro, Brazil
- Sera, T. and Alves, S. J. (1999), Melhoramento genético de plantas perenes. In- *Melhoramento Genético de Plantas*, D. Destro & R. Montalván (ed.) Editora UEL, Londrina, pp. 369-422
- Sera, T.; Fadelli, S.; Alteia, M. Z.; Colombo, L.A.; (2000), Viabilidade de produção de sementes de café F₁ para cultivo comercial em pequenas propriedades. *8^a. Reunião Anual da Soc. Bras. Pesq. Nikkeis*, 4 (1), Curitiba, Brasil, p.
- SERA, T. . Coffee genetic breeding at IAPAR. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Londrina, v. 1, n. 2, p. 179-199, 2001.

SERA, T. ; SERA, G. H. ; ITO, D. S. ; DOI, D. S. . Coffee breeding for durable resistance to leaf rust disease at Instituto Agronômico do Paraná. In: Laércio Zambolim; Eunize Maciel Zambolim; Vítor Manuel Pinto Várzea. (Org.). Durable resistance to coffee leaf rust. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005, v. 1, p. 187-214.

Silveira, J. S. M. and Fonseca, A. F. A. (1995), *Produção de Mudanças Clonais de Café Conilon em Câmara Úmida sob Cobertura de Folhas de Palmeira*. Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária – EMCAPA, Vitória, Espírito Santo, Brazil

Söndahl MR, Sondahl CN, Gonçalves W (1999) Custo comparativo de diferentes técnicas de clonagem. In: Proceedings of 3rd International seminar on biotechnology in the coffee agroindustry, 1999, Londrina, Brazil. *Proceedings ...* Londrina: IAPAR/IRD. p. 59-65.

Srinivasan CS, Vishveshwara S (1978) Heterosis and stability for yield in arabica coffee. *Indian Journal of Genetics & Plant Breeding*, 38(3): 416-420.