

EFICIÊNCIA DO USO DE ÍNDICES NA SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE CAFEIROS RESISTENTES AO “AMARELÃO DAS FOLHAS”

FADELLI, S.¹ e SERA, T.¹

¹ Instituto Agronômico do Paraná - Rod. Celso Garcia Cid, Km 375 - CEP 86.001-970 - Londrina-PR, Fone: (43) 376-2295 - Fax: (43) 376-2101 - <tsera@pr.gov.br>

RESUMO: Este estudo visou avaliar diferentes índices compostos por características agronômicas na seleção de progênies de cafeeiros resistentes ao amarelão das folhas do cafeeiro. Avaliou-se a severidade do amarelão das folhas no ano de 1998 e a carga pendente e outras características de valor agronômico no ano de 1999. Foram avaliadas 32 progênies oriundas de duas populações derivadas do Híbrido de Timor em Londrina, Paraná. O ensaio foi instalado no ano de 1996 no delineamento em blocos ao acaso, com três repetições e 10 plantas por parcela. Foi possível realizar a seleção indireta para o amarelão das folhas com base nas características agronômicas avaliadas e nos teores de Ca, Mg e K na folha dos cafeeiros. A seleção baseada apenas no amarelão das folhas mostrou-se ineficiente em selecionar as progênies mais produtivas do ensaio, sendo sua eficiência aumentada em seleções mais brandas, tornando-se uma alternativa para ganhar dois anos por ciclo de seleção e ser mais econômico em análises químicas. A seleção juvenil branda para o amarelão das folhas foi mais eficiente que os índices estudados, além de permitir a seleção de milhares de plantas com maior economia de tempo e recursos.

Palavras-chave: *Coffea arabica*, melhoramento do cafeeiro, nutrição do cafeeiro, vigor do cafeeiro.

EFFICIENCY OF THE INDEXES USE FOR COFFEE PROGENIES SELECTION RESISTANT TO "AMARELÃO DAS FOLHAS"

ABSTRACT: The objective of this study is the evaluation of different selection indexes composed by agronomic traits in the selection of progenies of resistant coffees to the “amarelão” syndrom of the leaves. The severity of the “amarelão” was evaluated in 1998 and the pending yield and other agronomic trait values in 1999. Thirty two progenies originated from two “Timor Hybrids” derived populations were tested in Londrina, Paraná. The experiment was installed in 1996 in a randomized blocks design, with three replications and 10 plants per plot. It was possible to accomplish the indirect selection for the “amarelão” based on agronomic correlated traits and in the leaf content of nutrients Ca, Mg and K. The

selection based only on the “amarelão” was inefficient in selecting more productive progenies, but increased in lower selection intensity, becoming an alternative to reduce two years per selection cycle and to be more economic in chemical analyses. The juvenile selection in low intensity selection for “amarelão” was more efficient than the indexes studied allowing the selection of thousands of plants with corresponding time and resources necessity reduction.

Key words: *Coffea arabica*, coffee breeding, coffee nutrition, coffee vigour.

INTRODUÇÃO

A seleção em *Coffea arabica* vem sendo realizada com o objetivo de lançar novas cultivares adaptadas às diferentes regiões de cultivo e que possuam boa capacidade produtiva, qualidade e resistência a enfermidades. No Brasil, o método genealógico vem sendo amplamente utilizado, sendo a hibridação intra-específica seguida da seleção das melhores progênies utilizada com êxito (Carvalho & Fazuoli, 1993). A obtenção de linhagens de café altamente produtivas e vigorosas é apontada como um dos meios mais eficazes, econômicos e duradouros de conseguir altas produções por área (Carvalho et al., 1961). Dessa forma, embora o custo do trabalho de melhoramento genético do cafeeiro (uma planta perene com ciclo de produção bianual nas condições brasileiras) seja muito elevado, a longo prazo, o retorno econômico e social justifica este trabalho (Fonseca, 1978).

A ferrugem (*Hemileia vastatrix*) é a principal doença do cafeeiro no Brasil e na maioria das regiões cafeeiras do mundo; devido a isso, diversas populações resistentes à ferrugem têm sido desenvolvidas nos principais países cafeicultores (Bettencourt & Rodrigues Jr., 1988). No Brasil especial atenção tem sido dada ao estudo de populações derivadas do cruzamento com o “Híbrido de Timor” (Bettencourt & Lopes, 1976; Chaves & Zambolim, 1976; Bettencourt, 1981). Embora Carvalho et al. (1989) tenha relatado que as plantas derivadas desse cruzamento não apresentou resultados satisfatórios na região de Campinas, várias cultivares oriundas de progênies da mesma origem foram lançadas nos últimos anos no Brasil, especialmente para o plantio adensado, o que confirma os resultados promissores encontrados em outros países cafeicultores com progênies da mesma origem (Bettencourt & Rodrigues Jr., 1988; Bertrand & Rapidel, 1999).

Nos últimos anos tem-se observado nos cafezais de todos os estados cafeeiros do Brasil a ocorrência de amarelecimento e queda prematura e acentuada de folhas sem uma causa determinada. Os danos provocados chegam a 80% de desfolha, especialmente em condições de deficiência nutricional.

Aparentemente, essa síndrome aparece em plantas debilitadas devido a algum fator, como estresse hídrico, altas temperaturas, deficiência nutricional (solo mal corrigido) e, principalmente, adubação insuficiente no ano de grande safra. O amarelecimento se inicia por lesões como as do bicho-mineiro, cescosporiose e *Ascochyta spp.* e, nas folhas, espalham-se rapidamente com oleosidade e/ou necrose em faixas largas ao longo das nervuras. Até o momento, não se constatou a presença de fungos nem bactérias nas várias análises efetuadas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar diferentes índices de seleção compostos por características de valor agrônômico e/ou correlacionadas com o amarelão das folhas na seleção de progênies de cafeeiros resistentes a essa síndrome.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 1996 na Estação Experimental do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), em Londrina. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições. A parcela experimental constituiu-se de 10 covas, distantes 0,5 m entre si e 2,5 m entre as fileiras de plantio, com uma planta por cova.

Foram avaliadas 32 progênies, sendo 15 na geração F_3 derivadas do cruzamento 'Iapar 59' × 'Mundo Novo' e 15 de 'Vila Sarchi' × "Híbrido de Timor" na geração F_5 , e duas progênies em F_2 , uma derivada do cruzamento 'Iapar 59' × 'Mundo Novo' e outra de 'Iapar 59' × "(Icatu × Catuaí)". Como testemunhas foram utilizadas quatro cultivares comerciais (Acaiaí, Icatu Precoce, Catuaí e Iapar 59).

A carga pendente, em litros de frutos maduros por planta, foi obtida segundo um índice de avaliação visual, considerando-se tamanho do fruto, nº de frutos por roseta, nº de rosetas por ramo e ramificação da planta no ano de 1998,

O valor agrônômico dos cafeeiros foi determinado antes do início da colheita, segundo um índice de avaliação visual (IAV), adotando-se uma escala de 1 a 10 pontos, atribuindo-se 1 ponto para os piores cafeeiros e 10 pontos aos melhores (Fazuoli, 1991).

O tamanho dos grãos foi avaliado visualmente através de uma escala de 1 a 5 pontos, utilizando cultivares de tamanho dos grãos conhecidos como testemunhas, sendo: 1 = fruto pouco maior que o fruto no estágio chumbinho, 2 = fruto um pouco menor que o fruto do cultivar 'Catuaí', 3 = fruto semelhante ao do cultivar 'Catuaí', 4 = fruto semelhante ao do cultivar 'Acaiaí' e 5 = fruto semelhante ao do cultivar 'Maragogipe'.

Quanto a reação à ferrugem, as plantas foram classificadas segundo uma escala de 1 a 6 pontos, a saber: 1 = ausência de sintomas visuais da infecção (I), 2 = pústulas sem formação de esporos (R), 3 = poucas pústulas por folha com poucos esporos (MR), 4 = média quantidade de pústulas por folha com poucos esporos (MS), 5 = média quantidade de pústulas por folha com alta produção de esporos (S) e 6 = alta quantidade de pústulas por folha com alta produção de esporos e alta desfolha (AS).

A ocorrência de 'amarelão das folhas' foi avaliada em dezembro de 1998 através de notas subjetivas numa escala de 1 a 5, sendo: 1 = ausência de sintomas (R), 2 = algumas folhas amareladas distribuídas na planta (MR), 3 = alguns ramos com poucas folhas amareladas (MS), 4 = várias folhas amareladas por ramo, dispersos pela planta, não ocorrendo desfolha (S) e 5 = várias folhas por ramo dispersos por toda a planta, ocorrendo desfolha (AS).

O porte dos cafeeiros foi avaliado visualmente, considerando-se a altura da planta, o comprimento dos entrenós e o aspecto da planta. O teor foliar de Ca, Mg e K foi avaliado segundo a metodologia descrita por Myazawa et al. (1992).

Foi realizada a seleção antecipada de progênies baseada apenas na primeira safra significativa (Sera, 1987). Foram utilizadas intensidades de seleção branda (10 - 30%), com base apenas numa colheita e caracteres correlacionados com a produção, para que, entre as progênies selecionadas antecipadamente, incluam-se as progênies realmente superiores após quatro a seis colheitas.

Foram avaliados cinco índices de seleção, descritos a seguir: índice A - baseado somente no amarelão das folhas; índice B (seleção indireta para o amarelão das folhas) - baseado na somatória de pontos entre as seguintes características: ferrugem + IAV + porte + teor foliar de Ca + teor foliar de Mg + teor foliar de K + carga pendente. Todos os caracteres tiveram seus valores corrigidos para uma escala de 6 a 10, de forma a nivelar a contribuição de cada um, com os piores genótipos recebendo nota 6 e os melhores, nota 10. Apenas o IAV foi mantido com as notas originais. Para correção do teor foliar de K, os valores foram invertidos durante a correção, de modo que os maiores teores tiveram as menores notas, devido à correlação positiva com o 'amarelão das folhas'. Para a ferrugem e para o porte também se procedeu a essa inversão de valores, por causa da ênfase na seleção de cafeeiros resistentes à ferrugem e de porte baixo; índice C - idem índice B, exceto quanto à presença da carga pendente; índice D - baseado na somatória de pontos entre as seguintes características: porte + carga pendente + IAV + ferrugem + amarelão das folhas + tamanho do fruto. Todas as características tiveram seus valores invertidos, conforme descrito no critério B e índice E, baseado apenas na produtividade esperada se houvesse uma seleção para porte (carga pendente (l/pl) × porte (n°pl/ha) ÷ 500).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Pela Tabela 1 verifica-se que, ao utilizar uma intensidade de seleção de 30%, seriam selecionadas 18 progênies, das quais 13 seriam de “Sarchimor”, quatro F_3 de “(Iapar 59 × Mundo Novo)” e o híbrido F_2 “(Iapar 59 × Mundo Novo)”. Utilizando-se uma intensidade de seleção de 20%, seriam selecionadas 10 progênies de “Sarchimor”, apenas uma progênies do F_3 “(Iapar 59 × Mundo Novo)” e novamente o F_2 “(Iapar 59 × Mundo Novo)”. Já para uma intensidade de seleção de 10% seriam selecionadas apenas progênies de “Sarchimor”.

Por esses resultados fica evidente a superioridade das progênies de “Sarchimor” em relação às progênies das famílias F_3 “(Iapar 59 × Mundo Novo)” utilizadas neste estudo. Contudo, deve-se ressaltar que o híbrido F_2 oriundo deste cruzamento obteve bom desempenho e que existe grande variabilidade para todas os caracteres avaliados na maioria das progênies. A seleção de plantas individuais, dentro de progênie poderá originar progênies, de grande potencial agrônômico e resistentes ao amarelão das folhas.

Como este estudo apresenta dados de apenas uma colheita, todas as progênies continuarão sendo avaliadas por um período de quatro colheitas, principalmente em relação à produção individual de cada planta, para aferição dos resultados aqui encontrados, enquanto são avançadas as gerações de seleção visando obter novas seleções resistentes à ferrugem e ao amarelão das folhas num menor prazo.

Pela Tabela 2, pode-se notar que é possível realizar a seleção indireta para o amarelão das folhas baseando-se em características correlacionadas e no teor de Ca, Mg e K nas folhas, confirmando os resultados encontrados por Sera et al. (1999). Os índices de seleção B e C apresentaram a mesma eficiência, indicando que a carga pendente não exerceu influência na eficiência na seleção indireta do amarelão das folhas, sendo vantajoso o índice B pela economia de tempo, uma vez que não é necessária a avaliação da produtividade. Através da correlação de Spearman (Tabela 3), nota-se ligeira vantagem do índice C sobre o D, embora este apresente maior eficiência. Para a produtividade esperada, o índice D mostrou-se mais eficiente que o índice C, confirmando a expectativa, o que é confirmado pela correlação de Spearman, mas não é compensador se se considerar o tempo necessário para conseguir uma pequeno acréscimo.

Com o índice D tentou-se selecionar tanto para produtividade como para amarelão das folhas. Entretanto, a seleção apenas para produtividade (índice E) mostrou-se mais eficiente para selecionar também para menos amarelão das folhas. Isso se explica porque o amarelão das folhas é componente da produtividade e o teor de Ca, Mg e K na folha é componente do IAV. Dessa forma, para a progênie ser produtiva, precisa ser mais resistente ao amarelão das folhas, apresentar maior IAV e teor de Ca e Mg

suficiente e em equilíbrio com o K. Para a seleção indireta no período juvenil de cafeeiros resistentes ao amarelão das folhas, o índice B mostrou ser o mais eficiente na média das três intensidades de seleção.

Tabela 1 - Classificação das progênes de acordo com o índice de seleção empregado¹

Progênes e germoplasma	Índice A	Índice B	Índice C	Índice D	Índice E
	Classificação ²				
95026 – Iapar 59 x Mundo Novo F ₃	34°	32°	31°	35°	30°
95027 – Iapar 59 x Mundo Novo F ₃	35°	36°	36°	32°	27°
95028 – Iapar 59 x Mundo Novo F ₃	22°	27°	27°	27°	29°
95029 – Iapar 59 x Mundo Novo F ₃	31°	35°	34°	30°	31°
95030 – Iapar 59 x Mundo Novo F ₃	30°	31°	33°	33°	36°
95031 – Iapar 59 x Mundo Novo F ₃	23°	23°	25°	28°	26°
95032 – Iapar 59 x Mundo Novo F ₃	32°	25°	29°	31°	34°
95033 – Iapar 59 x Mundo Novo F ₃ *	21°	9°	10°	16°	10°
95034 – Iapar 59 x Mundo Novo F ₃	26°	22°	20°	24°	28°
95035 – Iapar 59 x Mundo Novo F ₃ ***	25°	19°	19°	15°	4°
95036 – Iapar 59 x Mundo Novo F ₃	13°	12°	9°	21°	25°
95037 – Iapar 59 x Mundo Novo F ₃	7°	2°	2°	14°	21°
95038 – Iapar 59 x Mundo Novo F ₃ **	2°	10°	14°	10°	8°
95039 – Iapar 59 x Mundo Novo F ₃	20°	21°	23°	22°	23°
95040 – Iapar 59 x Mundo Novo F ₃	29°	30°	32°	29°	33°
95041 – Sarchimor F ₅	27°	11°	17°	25°	20°
95042 – Sarchimor F ₅ *	17°	33°	28°	20°	18°
95043 – Sarchimor F ₅	16°	26°	24°	19°	24°
95044 – Sarchimor F ₅ *	3°	15°	13°	2°	11°
95045 – Sarchimor F ₅ **	28°	20°	22°	17°	5°
95046 – Sarchimor F ₅ ***	24°	28°	21°	18°	12°
95048 – Sarchimor F ₅ **	10°	17°	11°	3°	13°
95049 – Sarchimor F ₅ *	12°	16°	15°	13°	19°
95050 – Sarchimor F ₅ *	15°	24°	16°	6°	1°
95051 – Sarchimor F ₅ ***	4°	1°	1°	1°	2°
95052 – Sarchimor F ₅ ***	18°	14°	12°	11°	15°
95057 Icatu Precoce IAC 3282	33°	18°	30°	34°	35°
95059 – PR75163 – Sarchimor*	9°	7°	7°	12°	16°
F ₂ (Iapar 59 x Mundo Novo)**	1°	4°	4°	7°	9°
95061 – Acaiaí	36°	34°	35°	36°	32°
F ₂ (Iapar 59 x (Catuaí x Icatu))**	19°	29°	26°	23°	7°
Catuaí Vermelho	14°	13°	18°	24°	22°
95059 – PR75163 – Sarchimor*	8°	6°	8°	8°	14°
Iapar 59 – PR75163 – Sarchimor	6°	5°	5°	9°	17°
95069 – PR75163 – Sarchimor***	5°	3°	3°	5°	6°
95041 – PR75163 – Sarchimor***	11°	8°	6°	4°	3°

¹ índice A = baseado somente no amarelão das folhas; índice B = baseado em características correlacionadas com o amarelão das folhas (seleção indireta); índice C = idem índice B, exceto quanto à presença da carga pendente; índice D = baseado nas características fenológicas avaliadas e no amarelão das folhas; e índice E = baseado na produtividade estimada, desde que houvesse ajuste da população/ha.

² progênes selecionadas pelo índice E, segundo coeficiente de regressão múltipla adaptado de Sera (1987) e com intensidades de seleção de 30%(*), 20%(**) e 10%(***)

Tabela 2 - Eficiência dos índices de seleção de acordo com o intensidade de seleção

	Intens. = 10% (6 prog.)		Intens. = 20% (12 prog.)		Intens. = 30% (18 prog.)	
	Índice E	Índice A	Índice E	Índice A	Índice E	Índice A
	Nº de progênies e (% de plantas)					
Índice A	2 (33,3)	-	7 (58,3)	-	13 (72,2)	-
Índice B	3 (33,3)	4 (66,7)	7 (41,7)	9 (75,0)	12 (66,7)	16 (88,0)
Índice C	3 (50,0)	4 (66,7)	5 (58,3)	9 (75,0)	13 (72,2)	16 (88,0)
Índice D	4 (66,7)	2 (33,3)	7 (58,3)	7 (58,3)	16 (88,0)	13 (72,2)
Índice E	-	3 (50,0)	-	10 (83,3)	-	14 (77,8)

Na Tabela 3 pode-se observar que a diferença na eficiência entre os índices D e E diminui conforme a seleção se torna mais branda. A correlação de Spearman mostra que esta eficiência se inverte, apresentando tendência de melhor eficiência na seleção através do índice D, o que também é explicado pela diluição das progênies mais equilibradas quanto aos componentes de produção e teor de nutrientes nas folhas (selecionadas em índices criteriosos) nas demais progênies do ensaio.

Tabela 3 - Correlação de Spearman

	Índice A	Índice B	Índice C	Índice D	Índice E
Índice A	-	-	-	-	-
Índice B	0,77*	-	-	-	-
Índice C	0,86*	0,94*	-	-	-
Índice D	0,87*	0,72*	0,86*	-	-
Índice E	0,77*	0,54*	0,67*	0,84*	-

* Diferença estatística significativa a 1% de probabilidade.

Como para realizar a seleção para produtividade são necessários, no mínimo, quatro a seis anos de avaliações, um bom procedimento seria selecionar genótipos mais eficientes na assimilação de Ca e Mg e com bom vigor vegetativo na ausência do amarelão das folhas durante a fase juvenil. Assim, ter-se-á uma boa probabilidade de obter genótipos mais tolerantes ao amarelão das folhas e, ao mesmo tempo, mais produtivos.

Nota-se também que o índice E foi o mais eficiente para selecionar simultaneamente as progênies mais produtivas e mais tolerantes ao amarelão das folhas. Esse resultado confirmou a expectativa, uma vez que este critério foi composto das características avaliadas rotineiramente nos ensaios de melhoramento genético do cafeeiro e correlacionadas com a produtividade.

CONCLUSÕES

A seleção apenas para o amarelão das folhas mostrou-se ineficiente em selecionar as progênies mais produtivas do ensaio. A sua eficiência aumenta com a seleção mais branda, aumentando de 33,3 para

72,2% quando a intensidade de seleção passou de 10 para 20%, podendo ser uma alternativa para ganhar dois anos por ciclo de seleção e ser mais econômico em análises químicas.

Assim, a seleção juvenil mais branda baseada somente no amarelão das folhas avaliado visualmente, sob condições de baixo vigor vegetativo e baixo teor foliar de Ca e Mg em condição de estresse hídrico, foi mais eficiente que os índices avaliados, além de permitir uma seleção em milhares de plantas com maior economia de tempo e recursos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTRAND, B. El mejoramiento genético en América Central. In.: BERTRAND, B.; RAPIDEL, B., eds. **Desafios de la cafeicultura en Centroamerica**. San José, Editorial Agroamerica, 1999. p.407-456.
- BETTENCOURT, A J. **Melhoramento genético do cafeeiro: transferência de fatores de resistência a *Hemileia vastatrix* Berk. & Br. para as principais cultivares de *Coffea arabica***. Lisboa, 1981. 93 p. Tese (Doutorado) – Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa, 1981.
- BETTENCOURT, A J.; LOPES, J. Transferência de fatores de resistência a *Hemileia vastatrix* do Híbrido de Timor para o cultivar Caturra Vermelho de *Coffea arabica*. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 4, Caxambu, 1976. **Resumos...** Rio de Janeiro, IBC, 1976. p.287-294.
- BETTENCOURT, A.J.; RODRIGUES JR., C.J. Principles and practice of coffee breeding to rust and other diseases. In.: CLARKE, R. J.; MACRAE, R., eds. **Coffee: agronomy**. London, Elsevier Applied Science, 1988. v.4, p.199-234.
- CARVALHO, A.; ESKES, A.B.; FAZUOLI, L.C. Breeding for rust resistance in Brazil. In.: KUSHALAPPA, A. C./ ESKES, A. B., eds. **Coffee rust: epidemiology, resistance and management**. Boca Roton, CRC Press, 1989. p.295-307.
- CARVALHO, A.; FAZUOLI, L.C. Café. In.: FURLANI, A.M.C.; VIÉGAS, G.P., eds. **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1993. v.1. p.29-76.
- CARVALHO, A.; SCARANARI, H.J.; ANTUNES FILHO, H.; MÔNACO, L.C. Melhoramento do cafeeiro: XXII. Resultados obtidos no ensaio de seleções regionais de Campinas. **Bragantia**, Campinas, 20(30):711-740, 1961.
- CHAVES, G.M.; ZAMBOLIM, L. “Catimor” um híbrido promissor resistente à ferrugem do cafeeiro. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 9, Campinas, 1976. **Resumos...** Campinas, Sociedade Brasileira de Fitopatologia, 1976, p.220-224.
- FAZUOLI, L.C. **Metodologias, critérios e resultados da seleção em progênies do café Icatu com resistência a *Hemileia vastatrix***. Campinas, 1991. 322p. Tese (Doutorado) – UNICAMP, 1991.

FONSECA, M.A.S.; ARAUJO, P.F.C.; PEDROSO, A. **Retorno social aos investimentos em pesquisa na cultura do café.** São Paulo, BDESP, 1978. 14p.

MYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; BLOCH, M.F.M. **Análise química de tecido vegetal.** Londrina, IAPAR, 1992. 17p. (Circ. nº 74)

SERA, T. **Possibilidades de emprego de seleção nas colheitas iniciais de café (*Coffea arabica* L. cv. Acaiá).** Piracicaba, 1987. 147p. Tese (Doutorado) – ESALQ, 1987.

SERA, T.; FADELLI, S.; AZEVEDO, J.A. 'Amarelão das folhas' em relação a variedades de café arábica. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 25, Franca, 1999. **Trabalhos apresentados.** Rio de Janeiro, PROCAFÉ/CBP&D Café, 1999. p.207-209.