

## Avaliação e seleção de híbridos de cacau em Rondônia<sup>(1)</sup>

Claudio Guilherme Portela de Carvalho<sup>(2)</sup>, Caio Márcio Vasconcellos Cordeiro de Almeida<sup>(3)</sup>,  
Cosme Damião Cruz<sup>(2)</sup> e Paulo Fernandes Rodrigues Machado<sup>(4)</sup>

Resumo – Este trabalho teve como objetivo avaliar e selecionar híbridos de cacau, quanto a rendimento e qualidade de sementes, nas condições ecológicas do Município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia. A seleção foi feita comparando-se, pelo teste de Duncan, as médias das medidas dos componentes de rendimento avaliados em um ensaio conduzido entre 1986 e 1991. O delineamento experimental usado foi o de blocos completos casualizados. Os melhores desempenhos, quanto aos caracteres avaliados, foram obtidos em cruzamentos que incluíram os clones POUND 7 e BE 10 (número total de frutos coletados), SCA 6 e PA 150 (número total de frutos sadios), PA 150 (peso total de sementes úmidas), IMC 67 e POUND 7 (peso médio de sementes úmidas por fruto). Na análise simultânea dos caracteres, os híbridos SCA 6 x ICS 1, PA 150 x SIC 328 e IMC 67 x BE 8 sobressaíram-se, em relação aos demais.

Termos para indexação: *Theobroma cacao*, cruzamento, componentes de rendimento, métodos de melhoramento.

### Evaluation and selection of cacao hybrids in Rondônia

Abstract – The goal of the present work was to evaluate and to select cacao hybrids with respect to seed yield and quality for ecological conditions of municipality of Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brazil. The selection was done comparing, by means of Duncan test, the yield measurement average in trial conducted from 1986 to 1991. A randomized complete block design was used. The best performance, considering total number of collected fruits, total number of healthy fruits, total weight of humid seeds and mean weight of humid seeds per fruit, were obtained from crosses involving POUND 7 and BE 10, SCA 6 and PA 150, PA 150, IMC 67 and POUND 7 clones, respectively. The hybrids SCA 6 x ICS 1, PA 150 x SIC 328 and IMC 67 x BE 8 were outstanding when compared to the others.

Index terms: *Theobroma cacao*, crossbreeding, yield components, breeding methods.

### Introdução

O melhoramento genético do cacau busca obter genótipos com alta qualidade e produção de sementes (Atanda & Jacob, 1975). Tradicionalmente, o conceito de qualidade em cacau tem sido utilizado para se referir aos caracteres aroma e sabor das sementes, os quais se refletem na qualidade do chocolate elaborado. Existe uma idéia generalizada de

que a qualidade está associada à coloração clara e ao tamanho de semente (Soria, 1961). Tem-se encontrado que a proporção de antocianina nas amêndoas influencia o grau de adstringência e o sabor do cacau (Bell & Rogers, 1957). A relação do tamanho das sementes com a qualidade fundamenta-se no fato de que sementes pequenas geralmente apresentam caracteres não desejáveis, como: baixo conteúdo de gordura e alta proporção de testa (Glendinning, 1963).

Sem desconsiderar a qualidade das sementes de cacau, o objetivo principal do melhoramento desta cultura é o aumento do rendimento ou produção de cacau seco. Como este é um caráter de difícil detecção, a sua seleção pode ser feita por meio da avaliação de caracteres de mais fácil mensuração e que estejam correlacionados com este caráter. Vários caracteres, quando considerados isoladamente ou em combinação com outros, têm sido menciona-

<sup>(1)</sup> Aceito para publicação em 6 de outubro de 2000.

<sup>(2)</sup> Universidade Federal de Viçosa, Dep. de Biologia Geral, Av. P. H. Rolfs, CEP 36571-000 Viçosa, MG.  
E-mail: cportela@cnpso.embrapa.br, cdacruz@mail.ufv.br

<sup>(3)</sup> Av. Governador Jorge Teixeira, 86, CEP 78906-100 Porto Velho, RO. E-mail: caio@ceplac.br

<sup>(4)</sup> Travessa Enéas Pinheiro, Alameda Helena 2836, Casa 34, Bairro do Marco, CEP 66095-200 Belém, PA.

dos como importantes e ditos como suficientes para discriminar genótipos de cacau para rendimento. Entre estes caracteres, mencionam-se o número de frutos coletados e sadios por planta e o peso de sementes úmidas por fruto e por planta (Atanda, 1972; Jacob & Atanda, 1973; Carletto et al., 1983; Pereira et al., 1987; Dias et al., 1998).

Dias (1991) menciona que a mensuração deste ou daquele componente de produção depende, basicamente, dos objetivos e estágio da pesquisa, da natureza e quantidade de germoplasma utilizado, das condições ambientais do ensaio experimental, da compatibilização entre custos, da facilidade de mensuração, e confiabilidade do componente, e, também, da importância relativa dos componentes. Contudo, na medida do possível, a seleção para rendimento deve ser feita com base em caracteres que não apenas reflitam a capacidade de produção dos genótipos, mas também indiquem uma melhor qualidade de suas sementes. Ressalta-se, ainda, que outros caracteres, como, por exemplo, resistência a doenças, devem ser observados pelo melhorista na avaliação de cultivares, pois, direta ou indiretamente, estes caracteres influenciam a produção e, ou, qualidade das sementes.

As maiores plantações de cacau do mundo encontram-se na África, especialmente na Costa do Marfim e em Gana, que são os maiores produtores mundiais, seguidos de Indonésia, Brasil, Nigéria, República dos Camarões, e Malásia (FAO Yearbook Production, 1997). No Brasil, o seu cultivo ocupa uma área em torno de 738.334 ha, que se estende principalmente pelos Estados da Bahia, Pará, Rondônia, Espírito Santo, Amazonas e Mato Grosso. Em 1995, a produção brasileira foi de 296.491 t de amêndoas secas, equivalente a 10% da produção mundial (Anuário Estatístico do Brasil, 1996).

Com o intuito de selecionar variedades de cacau adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas dos pólos cacauzeiros da Amazônia brasileira, estão sendo testados 382 combinações híbridas e 24 clones, em diferentes idades de campo, distribuídos nas Estações Experimentais da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacauzeira (CEPLAC), localizadas em Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Marituba e Medicilândia, Pará e Alta Floresta, Mato Grosso (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacauzeira, 1995).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar e selecionar híbridos de cacauzeiro, com relação a rendimento e qualidade de sementes, nas condições ecológicas do Município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia.

### Material e Métodos

Um ensaio com 20 híbridos provenientes de cruzamentos de clones de cacau foi realizado pela CEPLAC e conduzido na Estação Experimental Ouro Preto, no Município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia. O município encontra-se a 10° 42' 30" de latitude Sul e 62° 13' 30" de longitude Oeste. O solo da região é classificado como Unidade Xibiu: solos minerais, medianamente profundos, bem drenados, de média fertilidade natural e com horizontes bem diferenciados entre si. O clima enquadra-se no tipo Am, de acordo com a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 25,6°C, a média anual da umidade relativa do ar é de 89% e a precipitação anual total é superior a 2.200 mm (Barbosa & Neves, 1983).

Todos os híbridos são resultantes do cruzamento de tipos genéticos Alto Amazônico x Baixo Amazônico, exceto SCA 6 x ICS 1 (Alto Amazônico x Trinitário). Estes cruzamentos visam obter indivíduos que combinem a rusticidade do Alto Amazônico e a produtividade, assim como a qualidade das sementes, do Baixo Amazônico e Trinitário. Os clones Alto Amazônico, Trinitário e Baixo Amazônico constituem-se em seleções realizadas no Peru e Equador, Trinidad e Brasil (Pará, Bahia, Manaus e Amazonas), respectivamente.

O delineamento experimental usado foi o de blocos completos casualizados, com sete repetições. Cada parcela era constituída de 12 plantas, distribuídas em três linhas, no espaçamento de 3,0 m x 3,0 m. Duas fileiras de cacauzeiros foram plantadas ao redor da área que compreendia o ensaio, servindo como bordadura. Foram providos sombreamentos provisórios com bananeiras, espaçadas de 3,0 m x 3,0 m, e com mandioca, cultivando-se quatro manivas para cada cacauzeiro; o sombreamento definitivo foi estabelecido com *Erythrina glauca*, com espaços entre plantas de 24,0 m x 24,0 m.

Adubação e demais tratamentos culturais, como: capina, roçagem, poda, desbrota, tutoramento das plantas e controle fitossanitário, foram efetuados de modo a manter as plantas em condições ótimas de crescimento e desenvolvimento.

Os caracteres avaliados foram: a) número médio de frutos coletados por planta (NMFCP); b) número total de frutos coletados (NTFC); c) número médio de frutos sadi-

os por planta (NMFSP); d) número total de frutos sadios (NTFS); e) peso médio de sementes úmidas por planta (PMSUP), em kg; f) peso total de sementes úmidas (PTSU), em kg; g) peso médio de sementes úmidas por fruto (PMSUF), em g; h) porcentagem de frutos não-aproveitáveis (PFNA) devido à presença de sintomas de vassoura-de-bruxa ou de outras enfermidades, de danos por animais silvestres ou de sementes germinadas; i) porcentagem de frutos não-aproveitáveis somente devido à ocorrência de vassoura-de-bruxa (PFVB). Estes componentes de rendimento foram mensurados durante o período compreendido entre 1986 e 1991 (8º ao 13º ano de plantio), exceto os caracteres PMSUP, PTSU e PMSUF, que foram avaliados de 1986 a 1989. A colheita dos frutos foi feita mensalmente, mas o rendimento acumulado de cada ano foi considerado para fins de análise.

Análise de variância conjunta envolvendo todos os anos avaliados foi realizada sobre cada componente de rendimento, adotando-se o modelo de parcela subdividida no tempo. Com base nos quadrados médios obtidos nessas análises, estimaram-se as correlações genotípicas entre os componentes de rendimento, de acordo com Mode & Robinson (1959). Como os caracteres PMSUP, PTSU e PMSUF foram avaliados apenas durante quatro anos, outras análises de variância conjuntas dos demais componentes de rendimento, considerando-se apenas as avaliações tomadas entre 1986 e 1989, foram realizadas somente para obter as correlações genotípicas entre os caracteres.

Efetuiu-se a seleção dos híbridos comparando-se as médias das medições dos componentes de rendimento, pelo teste de Duncan. Estas análises, e todas as demais deste ensaio, foram feitas utilizando-se o programa computacional GENES (Cruz, 1997).

## Resultados e Discussão

Foram detectadas diferenças significativas entre os híbridos, a 1% de probabilidade, em todos os caracteres avaliados, evidenciando a possibilidade de seleção de genótipos superiores para a região de Ouro Preto do Oeste (Tabela 1).

Embora as condições edafoclimáticas desta região cacauera sejam consideradas boas para a cacauicultura, os rendimentos dos híbridos, em frutos e em peso de sementes úmidas, não foram satisfatórios por causa da elevada incidência de vassoura-de-bruxa. A porcentagem de frutos não-aproveitáveis devido à ocorrência desta doença (PFVB) foi superior, em média, a 50% (Tabela 1). A média dos híbridos, referente ao caráter peso

**Tabela 1.** Análises de variância conjuntas dos componentes de rendimento avaliados entre 1986 e 1991 em um ensaio de híbridos de cacauero, com delineamento em blocos completos casualizados. Ouro Preto do Oeste, RO.

Fonte de variação	GL <sup>(1)</sup>	Quadrado médio <sup>(2)</sup>									
		NMFSP	NTFC	NMFSP	NTFS	PMSUP	PTSU	PMSUF	PFNA	PFVB	
Blocos (B)	6	2.935,62	317.726,62	764,46	98.226,91	1,23	167,99	1.431,58	7.960,75	7.985,13	
Híbridos (H)	19	2.278,94**	161.589,22**	674,99**	28.329,69**	2,42**	80,63**	1.291,86**	2.572,16**	2.634,59**	
Erro (a)	114	271,13	25.152,54	72,57	6.224,17	0,31	21,18	177,11	195,55	200,30	
Anos (A)	5 (3)	15.871,94**	1.472.385,85**	7.162,62**	682.095,83**	2,24 <sup>ns</sup>	171,89*	923,19*	52.081,46**	51.188,38**	
Erro (b)	30 (18)	827,56	66.387,47	231,36	22.191,86	0,73	46,92	210,19	1.008,98	1.036,39	
H x A	95 (57)	210,59**	13.569,19**	59,91**	4.551,75**	0,33**	17,91**	231,19*	102,32**	103,50**	
Erro (c)	570 (342)	90,38	4.178,32	23,02	1.414,91	0,13	5,02	167,83	58,86	60,07	
Média		32,39	311,33	12,36	117,27	0,71	6,65	91,54	58,57	58,31	
CV (%): parcela		50,82	50,94	68,91	67,27	78,56	69,20	14,53	23,87	24,27	
CV (%): subparcela		29,34	20,76	38,81	32,07	51,45	33,69	14,15	13,09	13,29	

<sup>(1)</sup>Os números entre parênteses correspondem aos graus de liberdade da ANOVA dos caracteres PMSUP, PTSU e PMSUF. <sup>(2)</sup>NMFSP: número médio de frutos coletados por planta; NTFC: número total de frutos coletados; NMFSP: número médio de frutos sadios por planta; NTFS: número total de frutos sadios; PMSUP: peso médio de sementes úmidas por planta, em kg; PTSU: peso total de sementes úmidas, em kg; PMSUF: peso médio de sementes úmidas por fruto, em g; PFNA: porcentagem de frutos não-aproveitáveis; PFVB: porcentagem de frutos não-aproveitáveis devido a ocorrência de vassoura-de-bruxa. <sup>ns</sup>Não-significativo. \* e \*\*Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

total de sementes úmidas (PTSU), foi de apenas 6,65 kg/parcela, o que corresponde a uma produtividade de 615,74 kg/ha. Em 1996, a produtividade média brasileira alcançou 1.005 kg de amêndoas úmidas por hectare (Anuário Estatístico do Brasil, 1996).

Apesar do controle cultural feito sistematicamente nos meses de agosto/setembro, com repasse em outubro/novembro, os elevados índices de incidência de vassoura-de-bruxa foram resultantes da inadequada remoção das fontes de inóculo, especialmente nas plantas de porte elevado, ficando muitos tecidos infectados nas copas dos cacauzeiros em condições de produzir inóculos e infectar os frutos do ano seguinte. Além disso, esta doença é endêmica nesta região.

Com exceção do peso médio de sementes úmidas por fruto (PMSUF), verificaram-se altos coeficientes de variação com relação aos componentes de rendimento mensurados. Estes altos valores são geralmente obtidos em ensaios de avaliação de genótipos de cacau (Vello et al., 1972; Pereira et al., 1987; Mariano et al., 1988; Almeida, 1991; Dias et al., 1998). Nesses ensaios, os rendimentos em número de frutos e em peso de sementes úmidas por planta mostraram também maiores coeficientes de variação que o encontrado para peso de semente úmida por fruto.

Interações significativas entre híbridos x anos, em nível inferior a 5% de probabilidade, foram encontradas quanto a todos os caracteres avaliados (Tabela 1). Apesar de não ter sido efetuado um estudo da natureza destas interações, a mudança da posição relativa dos híbridos evidenciada durante as medições sucessivas é indício de estas serem, pelo menos em parte, do tipo complexa. Quanto ao caráter número médio de frutos coletados por planta (NMFCP), por exemplo, PA 150 x SIC 864 mostrou a quarta maior média em 1986, e o pior desempenho, em 1988. A presença de interação genótipos x anos é comum em estudos envolvendo genótipos de cacau (Bartley et al., 1982; Pereira et al., 1987; Mariano et al., 1988); contudo, esta interação não foi observada por Almeida (1991) e Dias & Kageyama (1995, 1997, 1998) para, pelo menos, algum caráter estudado.

A informação da superioridade de um híbrido em apenas determinado ano, em relação aos demais, tem relevância limitada, quanto mais complexas forem as interações genótipos x anos. Neste caso, a discrimi-

nação dos híbridos com base na média de medidas sucessivas é um processo mais eficaz do que a seleção com base em análises de anos individuais, pois admite-se que não é de interesse do agricultor saber qual o híbrido que apresenta o melhor rendimento em um determinado ano, mas sim o que apresenta o maior desempenho no decorrer dos vários anos de avaliação. Com base nos valores de repetibilidade estimados (0,46 a 0,80) com relação aos componentes de rendimento, há evidências de que a acurácia da seleção dos híbridos avaliados neste ensaio, utilizando-se as médias das medições, é superior a 75% (Carvalho, 1999), o que confere boa segurança na discriminação destes híbridos.

Dentre os componentes de rendimento, o número de frutos coletados em um genótipo de cacau reflete o seu potencial genético para produção. Para NMFCP, os híbridos SCA 6 x ICS 1, IMC 67 x SIAL 169, POUND 12 x SIC 329 e POUND 12 x SIC 831 apresentaram os melhores desempenhos (Tabela 2). Contudo, ao avaliar NTFC, as melhores médias foram obtidas para POUND 7 x SIC 864, POUND 12 x SIC 329, SCA 6 x BE 10 e POUND 7 x BE 10. Considerando-se as medições tomadas entre 1986 a 1991, a correlação estabelecida entre NMFCP e NTFC foi somente de 0,29 (Tabela 3). O híbrido IMC 67 x SIAL 169, por exemplo, que mostrou o segundo melhor desempenho na planta, foi o pior resultado na parcela. A participação do clone IMC 67 na formação deste híbrido, bem como na de outros, foi decisiva para a redução de NTFC, pois dos cinco piores híbridos, quatro incluíram este clone. Os cruzamentos com POUND 7 e BE 10 tiveram bons rendimentos em relação a este caráter.

Almeida (1991), analisando um ensaio de híbridos na Estação Experimental localizada em Medicilândia, no Pará, atribuiu o baixo número de frutos coletados no híbrido IMC 67 x CA 4 a uma provável limitação no processo de fertilização cruzada entre os indivíduos de sua progênie, em face de os genitores serem auto-incompatíveis. Neste ensaio, este híbrido não obteve também bons rendimentos. A causa atribuída pelo autor para a baixa produção de frutos pode ser, até certo ponto, verdadeira; entretanto, conforme verificado neste ensaio, a participação do clone IMC 67 neste cruzamento também foi uma causa importante.

Tradicionalmente, tem-se realizado a seleção de genótipos de cacau comparando-se rendimento por planta; porém, em virtude da mortalidade eventual de plantas, ocorrida no presente ensaio, a avaliação com base no rendimento por parcela torna-se mais coerente do que por planta. Nas parcelas com menor número de plantas, estas estão menos sujeitas a competição e tendem a apresentar maior produção.

Por sua vez, o rendimento por parcela expressa a verdadeira potencialidade do genótipo. Quando um híbrido apresenta baixo estande, isto é reflexo do seu menor poder de adaptação às condições ambientais vigentes.

De modo semelhante ao ocorrido com o número de frutos coletados, o híbrido IMC 67 x SIAL 169 expressou a segunda maior média quanto ao número

**Tabela 2.** Médias referentes aos componentes de rendimento, obtidas de um ensaio de híbridos de cacau, conduzido entre 1986 e 1991 na Estação Experimental Ouro Preto, em Ouro Preto do Oeste, RO<sup>(1)</sup>.

Híbrido	NMFCP	NTFC	NMFSP	NTFS	PMSUP	PTSU	PMSUF	PFNA	PFVB
IMC 67 x SIC 813	29,31h	308,54gh	10,73hi	114,02e	0,66g	6,95h	94,32e	59,12e	58,97e
SCA 6 x ICS 1	49,40a	297,64i	25,08a	149,30b	1,59a	10,17a	92,94g	45,81i	45,68l
IMC 67 x CA 4	21,07l	235,73k	8,42l	94,59i	0,50jk	5,67jkl	103,35a	58,78e	58,63e
IMC 67 x BE 8	25,18j	258,45j	10,86h	116,45e	0,81d	8,79b	97,91c	55,77g	55,63g
IMC 67 x BE 9	24,67jk	264,59j	9,43k	99,38h	0,55hi	5,89ijk	98,46c	55,99g	55,82fg
IMC 67 x SIAL 169	45,63b	191,88m	18,79b	75,52k	1,32b	5,52l	97,79c	55,44g	55,19g
POUND 7 x BE 10	34,01e	383,38c	10,09j	114,90e	0,51ijk	5,82ijkl	94,03ef	68,50b	68,40b
POUND 7 x MA 12	28,78h	299,21hi	7,84m	81,09j	0,35m	3,74n	93,26fg	69,98a	69,71a
POUND 7 x SIC 864	36,84d	426,00a	9,29k	105,97f	0,53ij	6,14i	95,72d	69,93a	69,70a
POUND 7 x MA 15	33,72ef	330,52f	10,67hi	104,45fg	0,58h	5,95ij	100,35b	67,71b	67,60b
POUND 12 x SIC 329	39,97c	396,83b	14,63c	142,69c	0,77de	7,59fg	83,33l	61,48d	61,22d
POUND 12 x MA 14	34,21e	308,71gh	10,53hij	94,33i	0,39l	3,53n	79,60m	68,36b	68,08b
POUND 12 x SIAL 505	32,17g	322,02f	10,27ij	100,92gh	0,48k	4,86m	83,97l	65,74c	65,61c
POUND 12 x SIC 831	40,39c	372,14d	14,55cd	133,35d	0,86c	8,01de	87,01j	61,08d	60,99d
PA 150 x SIC 328	25,45j	289,95i	11,80g	134,71d	0,72f	8,26cd	95,27d	47,78k	47,66k
PA 150 x SIAL 325	27,24i	311,42g	12,41f	142,88c	0,73ef	8,42c	85,44k	49,27j	49,02j
PA 150 x MA 11	33,55ef	339,33e	14,55cd	149,16b	0,78d	7,89ef	89,26i	50,94i	50,56i
PA 150 x SIC 864	24,11k	206,64l	9,52k	85,40j	0,76de	5,54kl	90,65h	49,61j	47,97k
SCA 6 x BE 9	29,18h	297,38i	13,61e	140,42c	0,66g	6,67h	88,45i	53,27h	53,12h
SCA 6 x BE 10	32,97fg	385,71c	14,07de	165,92a	0,64g	7,52g	79,65m	56,86f	56,62f

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, a 1% de probabilidade, pelo teste de Duncan; NMFCP: número médio de frutos coletados por planta; NTFC: número total de frutos coletados; NMFSP: número médio de frutos sadios por planta; NTFS: número total de frutos sadios; PMSUP: peso médio de sementes úmidas por planta, em kg; PTSU: peso total de sementes úmidas, em kg; PMSUF: peso médio de sementes úmidas por fruto, em g; PFNA: porcentagem de frutos não-aproveitáveis; PFVB: porcentagem de frutos não-aproveitáveis devido a ocorrência de vassoura-de-bruxa.

**Tabela 3.** Estimativas de correlações genotípicas entre componentes de rendimento avaliados em um ensaio de híbridos de cacau, conduzido na Estação Experimental de Ouro Preto do Oeste, RO<sup>(1)</sup>.

Caráter	NMFCP	NTFC	NMFSP	NTFS	PMSUP	PTSU	PMSUF	PFNA	PFVB
NMFCP	1,000	0,293	0,764	0,277	0,734	0,239	-0,179	-0,023	-0,023
NTFC		1,000	-0,143	0,291	-0,237	0,147	-0,436	0,459	0,457
NMFSP			1,000	0,614	0,985	0,646	-0,079	-0,684	-0,682
NTFS				1,000	0,531	0,953	-0,382	-0,728	-0,729
PMSUP					1,000	0,613	0,094	-0,686	-0,683
PTSU						1,000	-0,079	-0,809	-0,808
PMSUF							1,000	-0,037	-0,031
PFNA								1,000	1,000
PFVB									1,000

<sup>(1)</sup>NMFCP: número médio de frutos coletados por planta; NTFC: número total de frutos coletados; NMFSP: número médio de frutos sadios por planta; NTFS: número total de frutos sadios; PMSUP: peso médio de sementes úmidas por planta, em kg; PTSU: peso total de sementes úmidas, em kg; PMSUF: peso médio de sementes úmidas por fruto, em g; PFNA: porcentagem de frutos não-aproveitáveis; PFVB: porcentagem de frutos não-aproveitáveis devido a ocorrência de vassoura-de-bruxa.

médio de frutos sadios por planta (NMFSP), e o pior desempenho do número total de frutos sadios (NTFS) (Tabela 2). Isto se deve ao elevado tombamento de suas plantas durante a condução do ensaio e, por conseqüência, baixo estande. O tombamento foi provocado, possivelmente, pela debilidade do sistema radicular. Estes resultados evidenciam os equívocos que podem ser cometidos ao se realizar seleção com base no rendimento por planta, em ensaios com grandes diferenças no estande. Contudo, a correlação entre NMFSP e NTFS foi de 0,61 (Tabela 3). Quatro dos seis melhores cruzamentos para o primeiro caráter também o foram para o segundo.

Os híbridos que incluíram os clones PA 150, principalmente o SCA 6, tenderam a apresentar bons rendimentos em relação ao caráter NTFS, destacando-se SCA 6 x BE 10, SCA 6 x ICS 1, PA 150 x MA 11 e PA 150 x SIAL 325 (Tabela 2). A discriminação de genótipos de cacau é melhor realizada considerando-se NTFS que NTFC, pois é dos frutos sadios que são extraídas as amêndoas. O caráter NTFS indica a produção real, e NTFC, a produção potencial. Além disso, a importância do primeiro caráter aumenta em decorrência de haver correlação positiva e significativa entre este e o peso de sementes úmidas (Esquivel & Soria, 1967; Almeida, 1991). Neste estudo, a magnitude da correlação entre NTFS e PTSU foi de 0,95, indicando ser viável a utilização do NTFS no processo seletivo (Tabela 3).

Os cruzamentos incluindo POUND 12, e principalmente POUND 7, expressaram as maiores médias de PFNA e PFVB, refletindo a pouca resistência destes clones à vassoura-de-bruxa (Tabela 2). Dentre os clones Alto Amazônicos utilizados como genitores, a menor taxa de incidência de *Crinipellis pernicioso* em frutos foi verificada em PA 150; e dentre os híbridos, em SCA 6 x ICS 1. O nível diferenciado na perda de frutos pelos híbridos pode ser verificado pela baixa correlação ( $r = 0,29$ ) encontrada entre NTFC e NTFS. Dos quatro melhores desempenhos com relação a número total de frutos coletados, apenas o cruzamento SCA 6 x BE 10 se destacou para NTFS.

A Estação Experimental Ouro Preto, local em que foi conduzido este ensaio, localiza-se numa região endêmica a vassoura-de-bruxa. Mesmo o híbrido SCA 6 x ICS 1 teve uma porcentagem (acima de 45%)

de frutos não-aveutáveis, em decorrência desta doença, o que é uma magnitude bastante elevada. Relatos de literatura indicam que o clone SCA 6 mostra alta resistência a *Crinipellis pernicioso*, podendo transmitir esta resistência à sua progênie (Soria, 1961; Reyes & Perez, 1971). Contudo, nenhum híbrido avaliado neste estudo, nem mesmo os que incluíram SCA 6 como um dos genitores, apresentou-se imune a esta doença.

Apesar da relevância da produção de frutos, o peso de sementes úmidas é o caráter que mais interessa ao produtor, pois após o beneficiamento dessas sementes ele irá dispor da matéria-prima (amêndoas secas) para a comercialização. É uma prática usual utilizar o fator de conversão médio de 40% para converter o peso de sementes úmidas em peso de sementes secas (Are & Atanda, 1972). Contudo, muitos autores mostraram que a taxa de conversão é dependente do genótipo e é afetada por fatores climáticos (Are & Atanda, 1972; Atanda, 1972; Atanda & Jacob, 1975; Carletto et al., 1983). Estas observações fazem com que se reduza a efetividade do caráter PTSU no processo seletivo; no entanto, deve-se considerar que a correlação entre peso de sementes úmidas e peso de sementes secas é, geralmente, positiva e altamente significativa (Jacob & Atanda, 1973; Castro & Bartley, 1983). As médias referentes aos caracteres PMSUP e PTSU encontram-se na Tabela 2.

O híbrido IMC 67 x SIAL 169, em conseqüência do baixo estande, mostrou pior desempenho na produção de sementes úmidas por unidade experimental (PTSU) do que por planta (PMSUP), como notificado também na produção de frutos. A correlação estimada entre estes dois caracteres foi de 0,61 (Tabela 3). Considerando-se somente PTSU, os híbridos SCA 6 x ICS 1, IMC 67 x BE 8, PA 150 x SIAL 325 e PA 150 x SIC 328 mostraram os melhores desempenhos (Tabela 2). Dentre os clones, PA 150 foi o que mais se destacou. É importante mencionar ainda que o híbrido SCA 6 x ICS 1 expressou a maior média de PTSU, apesar de ter apresentado mortalidade progressiva de suas plantas nas condições ambientais em que o ensaio foi conduzido e, por conseqüência, baixo estande. O bom desempenho deste híbrido pode ser resultante, pelo menos em parte, da inclusão de ICS 1 como um dos genitores, uma vez que

outros híbridos incluindo SCA 6, SCA 6 x BE 9 e SCA 6 x BE 10, não apresentaram boas médias quanto a este caráter. O clone ICS 1 também demonstrou capacidade de aumentar a média deste componente de produção, quando em combinações híbridas, em ensaios conduzidos por Pereira et al. (1987) e Dias & Kageyama (1995).

Outro caráter que deve ser levado em consideração no melhoramento genético desta cultura é o peso médio de sementes úmidas por fruto (PMSUF). Acréscimo neste componente advém do aumento do peso médio de sementes, mas também, embora em menor grau, do número de sementes por fruto (Ruinard, 1961). Correlação significativa entre os dois primeiros caracteres foi encontrada também por Mariano et al. (1988). O aumento do peso de semente é importante para atender as exigências da indústria chocolateira, que estabelece um peso médio de amêndoa seca superior a 1 g. Para o agricultor, a consideração do PMSUF é também relevante, pois, quanto maior for a sua magnitude, menos trabalho será gerado para a colheita e a quebra dos frutos.

Neste estudo, destacaram-se IMC 67 x CA 4 e POUND 7 x MA 15 quanto ao desempenho em PMSUF (Tabela 2). A participação dos clones IMC 67 e POUND 7 foi importante na formação destes, bem como na de outros híbridos, para que eles expressassem boas médias referentes a este caráter, em contraste com a inclusão de POUND 12, PA 150 e SCA 6 nas combinações híbridas. A produção de sementes pequenas nas descendências em que SCA 6 e POUND 12 participaram como um dos genitores foi observada também por Pereira et al. (1987) e Mariano et al. (1988).

A discriminação dos híbridos, visando indicar genótipos superiores para a região de Ouro Preto do Oeste, foi feita com base na avaliação simultânea das médias dos caracteres NTFS, PTSU e PMSUF. Os melhores híbridos quanto ao NTFS e ao PTSU, não se destacaram em relação ao PMSUF, o que pode ser constatado pelos valores baixos, ou mesmo negativos, de correlação entre estes caracteres ( $r = -0,38$  e  $r = -0,08$ , respectivamente). O híbrido SCA 6 x BE 10, por exemplo, apresentou maior média para NTFS e a pior em relação ao PMSUF. A maior média do PMSUF foi expressa por IMC 67 x CA 4, um híbrido de baixa produção de frutos sadios, e de sementes úmidas.

Segundo Almeida (1991), isto é decorrente da competição interna na planta por fotossintetizados. À medida que ocorre maior produção de frutos, há menor disponibilidade desses compostos em cada fruto em formação.

A análise simultânea de NTFS, PTSU e PMSUF revelou que SCA 6 x ICS 1, PA 150 x SIC 328 e IMC 67 x BE 8 sobressairam-se em relação aos demais, pois mostraram boas produções e razoáveis médias de PMSUF, satisfazendo o produtor e a indústria. Além disso, em regiões de pouca incidência de vassoura-de-bruxa, o híbrido POUND 7 x SIC 864 seria o mais indicado dentre os avaliados, pois apresentou a maior média referente ao NTFS, e bom desempenho referente ao PMSUF. Contudo, nas condições ambientais em que este ensaio foi conduzido, ele não se destacou, em face da sua baixa resistência a *Crinipellis perniciosa*.

Alguns resultados obtidos neste estudo são concordantes com os encontrados em outros ensaios que estão sendo conduzidos nas diferentes regiões da Amazônia brasileira. Entre as várias combinações híbridas em avaliação nestas regiões, SCA 6 x ICS 1 vem-se destacando como uma das mais produtivas (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueteira, 1995). Em Medicilândia, os híbridos de SCA 6 e PA 150 evidenciaram as menores perdas de frutos por vassoura-de-bruxa, enquanto os híbridos de POUND 7 e POUND 12 mostraram-se mais suscetíveis; os híbridos com IMC 67 apresentaram maior peso médio de sementes por fruto (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueteira, 1987, 1991).

### Conclusões

1. Cruzamentos incluindo os clones POUND 7 e BE 10, SCA 6 e PA 150, PA 150, IMC 67 e POUND 7 tendem a apresentar bons desempenhos em relação a número total de frutos coletados (POUND 7 e BE 10), número total de frutos sadios (SCA 6 e PA 150), peso total de sementes úmidas (PA 150) e, peso médio de sementes úmidas por fruto (IMC 67 e POUND 7).

2. Os cruzamentos com POUND 7 e POUND 12 mostram pouca resistência à vassoura-de-bruxa.

3. A análise simultânea dos caracteres número total de frutos sadios, peso total de sementes úmidas e peso médio de sementes úmidas por fruto revela que SCA 6 x ICS 1, PA 150 x SIC 328 e IMC 67 x

BE 8 mostram boas produções e razoáveis médias deste último caráter.

### Referências

- ALMEIDA, C. M. V. C. **Correlações entre caracteres no estádio adulto e possibilidade de seleção precoce em híbridos biclonais de cacau (*Theobroma cacao* L.)**. Piracicaba : ESALQ, 1991. 194 p. Tese de Doutorado.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro: IBGE, v. 56, 1996. 256 p.
- ARE, L. A.; ATANDA, O. A. Seasonal influence on some yield factors in four varieties of *Theobroma cacao* L. **Tropical Agriculture**, St. Augustine, v. 49, n. 2, p. 161-170, 1972.
- ATANDA, O. A. Correlation studies in *Theobroma cacao* L. **Turrialba**, San José, v. 22, n. 1, p. 81-89, 1972.
- ATANDA, O. A.; JACOB, V. J. Yield characteristics of *Theobroma cacao* L. with special reference to studies in Nigeria. **Revista Theobroma**, Ilhéus, v. 5, n. 3, p. 21-36, 1975.
- BARBOSA, R. C. M.; NEVES, A. D. de S. **Levantamento semidetalhado dos solos da estação experimental de Ouro Preto, RO**. Ilhéus : CEPLAC, 1983. 24 p. (Boletim Técnico, 105).
- BARTLEY, B. G. D.; MONTEIRO, W. R.; CARLETO, G. A. Comportamento dos clones introduzidos como progenitores de híbridos na Bahia. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CACAO, 8., 1981, Cartagena. **Actas...** London : Cocoa Producers' Alliance, 1982. p. 703-712.
- BELL, G. D. H.; ROGERS, H. H. Cacao breeding at W. A. C. R. I. In: CACAO BREEDING CONFERENCE, 1956, Tafo. **Proceedings...** Tafo : West African Cocoa Research Institute, 1957. p. 31-49.
- CARLETO, G. A.; MONTEIRO, W. R.; BARTLEY, B. G. D. Critérios para seleção de híbridos com cacau. **Revista Theobroma**, Ilhéus, v. 13, n. 4, p. 315-320, 1983.
- CARVALHO, C. G. P. de. **Repetibilidade e seleção de híbridos de cacau**. Viçosa : UFV, 1999. 177 p. Tese de Doutorado.
- CASTRO, G. C. T.; BARTLEY, B. G. D. Caracterização dos recursos genéticos do cacau: 1. Folha, fruto e semente de seleções da Bahia das séries SIC e SIAL. **Revista Theobroma**, Ilhéus, v. 13, n. 3, p. 263-273, 1983.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA (Ilhéus, BA). **Informe de pesquisa 1987**. Belém : Coordenadoria Regional da Amazônia, 1987. 167 p.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA (Ilhéus, BA). **Informe de pesquisa 1989-1990**. Belém : Coordenadoria Regional da Amazônia, 1991. 259 p.
- COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA (Ilhéus, BA). **Informe de pesquisa 1992-1993**. Belém : Superintendência da Amazônia Oriental, 1995. 114 p.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG : UFV, 1997. 442 p.
- DIAS, L. A. S. **Repetibilidade e capacidade de combinação em cacau (*Theobroma cacao* L.) nas condições do sul da Bahia**. Piracicaba : ESALQ, 1991. 111 p. Dissertação de Mestrado.
- DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y. Combining-ability for cacao (*Theobroma cacao* L.) yield components under Southern Bahia conditions. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 90, n. 4, p. 534-541, 1995.
- DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y. Multivariate genetic divergence and hybrid performance of cacao (*Theobroma cacao* L.). **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 20, n. 1, p. 63-70, 1997.
- DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y. Repeatability and minimum harvest period of cacao (*Theobroma cacao* L.) in Southern Bahia. **Euphytica**, Dordrecht, v. 102, n. 1, p. 29-35, 1998.
- DIAS, L. A. S.; SOUZA, C. A. S.; AUGUSTO, S. G.; SIQUEIRA, P. R.; MÜLLER, M. W. Performance and temporal stability analyses of cacao cultivars in Linhares, Brazil. **Plantations, Recherche, Développement**, Montpellier, v. 50, n. 5, p. 343-350, 1998.
- ESQUIVEL, O.; SORIA, V. J. Algunos datos sobre la variabilidad de algunos componentes del rendimiento en poblaciones de híbridos interclonales de cacao. **Cacao**, Turrialba, v.12, n. 4, p. 1-7, 1967.
- FAO YEARBOOK PRODUCTION. Rome : FAO, v. 51, 1997. 239 p. (FAO Statistics Series, 142).
- GLENDINNING, D. R. The inheritance of bean size, pod size and number of beans per pod in cacao (*Theobroma cacao* L.), with a note on bean shape. **Euphytica**, Dordrecht, v. 12, n. 3, p. 311-322, 1963.

- JACOB, V. J.; ATANDA, O. A. Pod-value studies of Amelonado and Amazon cacao. **Turrialba**, San José, v. 23, n. 3, p. 347-351, 1973.
- MARIANO, A. H.; YAMADA, M. M.; PEREIRA, M. G. Comportamento de híbridos de cacau sob distintas condições de clima e solo. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CACAO, 10., 1987, Santo Domingo. **Actas...** London : Cocoa Producers' Alliance, 1988. p. 627-632.
- MODE, J. C.; ROBINSON, H. F. Pleiotropism and the genetic variance and covariance. **Biometrics**, Washington, v. 15, p. 518-537, 1959.
- PEREIRA, M. G.; CARLETTO, G. A.; DIAS, L. A. S. **Avaliação de híbridos de cacaueteiros nas condições de Linhares, ES**. Ilhéus : CEPLAC, 1987. 40 p. (Boletim Técnico, 150).
- REYES, H.; PEREZ, A. Resultados de un ensayo comparativo de progenies híbridas entre cacao Amazónico por Criollo, Amazónico por Trinitário y Criollo por Trinitário. In: INTERNATIONAL COCOA RESEARCH CONFERENCE, 3., 1969, Accra. **Proceedings...** Tafo : Cocoa Research Institute of Nigeria, 1971. p. 590-599.
- RUINARD, J. Variability of various pod characters as a factor in cacao selection. **Euphytica**, Dordrecht, v. 10, n. 2, p.134-146, 1961.
- SORIA, V. J. El mejoramiento del cacao. In: HARDY, F. **Manual de cacao**. Turrialba : Instituto Interamericano de Cooperación para Agricultura, 1961. p. 358-380.
- VELLO, F.; GARCIA, J. R.; MAGALHÃES, W. S. Produção e seleção de cacaueteiros híbridos na Bahia. **Revista Theobroma**, Ilhéus, v. 2, n. 3, p. 15-35, 1972.