

CARACTERES MORFOLÓGICOS DE FRUTOS DE PROGÊNIES DE CACAUEIRO À PRODUÇÃO

Carolina Benjamim¹, José Luis Pires², Aline Brito Vaz³, Edna Dora M. Newman Luz²

¹UESC, Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, km 16, Bairro Salobrinho, 45662-900, Ilhéus-Bahia. carolinabenjamin_1@hotmail.com. ²CEPLAC/CEPEC, km 22, Rodovia Ilhéus-Itabuna, Caixa Postal 07, 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil. joseluis@cepec.gov.br; ednadora@yahoo.com.br. ³UFES. alinefito@gmail.com.

O estado da Bahia é o maior produtor de cacau do Brasil, contribuindo significativamente para o agronegócio brasileiro, apesar das grandes perdas causadas pela vassoura-de-bruxa (VB) (*Moniliophthora perniciosa*), e outros fatores. Assim, a busca por materiais com resistência e boas características agronômicas se tornou o alvo principal da pesquisa nas últimas décadas. Progênies resultantes de cruzamentos selecionados, visando acumular genes de resistência a VB, foram inoculadas com o patógeno e as plantas infectadas foram plantadas em campo, sob alta pressão de inóculo do patógeno, em espaçamento de 3,0 x 1,5 m, em blocos ao acaso, com três repetições e 12 plantas por parcela. Nestas condições 19 progênies foram avaliadas quanto a sua capacidade produtiva aferindo-se os caracteres: peso e comprimento do fruto, quantidade de sementes por fruto, peso das sementes úmidas por fruto e peso individual das sementes secas. Entre as progênies testadas, as do clone RB 36 nos cruzamentos com CHUAO 120, ICS 1 e CA 5 mostraram-se mais promissoras, apresentando os maiores pesos médios e comprimentos de frutos e os mais altos valores médios de peso das sementes úmidas e peso individual de amêndoas secas (médias de 1,42 g, 1,35 g e 1,32 g, respectivamente), sendo desejável valores acima de 1 g, para o último caráter.

Palavras-chave: *Theobroma cacao*, melhoramento genético, capacidade produtiva, *Moniliophthora perniciosa*.

Morphological characteristics of progenies of cocoa for production. The state of Bahia is the larger Brazilian cocoa producer, and contribute significantly to the local agribusiness, despite the great losses caused by witches' broom disease (*Moniliophthora perniciosa*), and other factors. Thus, the search for genetic materials with strength and good agronomic characteristics is the main target of research in recent decades. Progenies resulting from selected crosses in order to accumulate resistance genes of witches' broom. These progenies were inoculated with the pathogen and were planted in the field under high pressure of pathogen inoculum in spacing of 3.0 x 1.5 m in randomized blocks, with 3 repetitions and 12 plants per experimental unit. Nineteen progenies were evaluated to their capacity gauging up the characters: weight and fruit length, number of seeds per fruit, weight of wet seeds per fruit and individual weight of dry seeds. Among the tested progenies, those from RB-36 clone crossed with CHUAO 120, ICS 1 and CA 5 varieties were more promising. They exhibited highest average weights and lengths fruits and the highest average values of seed weight wet and dry weight of individual almonds (average of 1.42 g, 1.35 g and 1.32 g, respectively), with desirable values above 1.0 g, to the last character.

Key words: *Theobroma cacao*, breeding, productive capacity, *Moniliophthora perniciosa*.

Introdução

O cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.), é uma planta originária das florestas tropicais úmidas do continente americano, onde é cultivado em diversos países, além de sua exploração na Ásia e na África. No Brasil, o estado da Bahia é o maior produtor, seguido pelo Pará e Rondônia. Apesar de historicamente possuir representação significativa no agronegócio brasileiro, a lavoura cacauzeira atravessa um momento de crise, devido, entre outros fatores, a problemas fitossanitários que afetam a qualidade e produtividade das lavouras (Senatore e Muñoz, 2013).

A produção na Bahia é ameaçada principalmente pela doença vassoura-de-bruxa (VB), cujo agente patogênico é o fungo *Moniliophthora perniciosa* (Aime & Phillips-Mora, 2005). No ano de 1989, esta doença foi constatada na região cacauzeira do Sul da Bahia, que ao encontrar condições ambientais extremamente favoráveis, disseminou-se rapidamente, atingindo proporções epidêmicas e causando, em curto espaço de tempo, problemas sociais profundos e um virtual colapso na economia regional (Oliveira e Luz, 2005).

O melhoramento genético do cacauzeiro possui, como uma das premissas, obter genótipos com alta qualidade e produção de sementes para atender a demanda dos produtores, a fim de aumentar o rendimento da cultura e ampliar a produção de cacau seco (Atanda e Jacob, 1975). Assim, a meta prioritária do programa de melhoramento é encontrar materiais genéticos resistentes a vassoura-de-bruxa e com características genéticas desejáveis (Lopes et al, 2011). A princípio, a única fonte de resistência disponível eram os clones Scavina, porém, seu comportamento se mostrou variável em regiões produtoras. Além disso, foram detectadas variações do próprio patógeno, evidenciando a necessidade de ampliar ainda mais as fontes de resistência (Pires, 2003; Paim et al., 2006).

De acordo com Dias e Resende (2001), os conceitos de peso e tamanho de frutos e sementes em cacau se confundem e parecem refletir a mesma variação, embora peso pareça menos abrangente que tamanho. Entretanto, Soria (1978) afirma que o tamanho da semente e do fruto está entre os componentes de produção mais favoráveis para o melhoramento. O desenvolvimento de cultivares de cacau de alta produtividade é difícil, já que a produção de amêndoas

secas é um caráter complexo, fortemente influenciado pelo ambiente, de natureza quantitativa, e gerado a partir de alguns componentes (Urquhart, 1963). 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 (Carvalho et al., 2001).

Assim, esta pesquisa objetivou avaliar através da caracterização morfológica de frutos e sementes o comportamento produtivo de progênies oriundas de cruzamentos entre materiais genéticos de grande interesse agrônomo, visando ampliar a base genética de resistência a *M. perniciosa*.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada em população de cacauzeiros composta por 19 progênies, na Estação Experimental Arnaldo Medeiros (ESARM), do Centro de Pesquisas do Cacau da CEPLAC, Ilhéus, BA. Dentre essas progênies, quatro foram utilizadas como padrões, sendo SCA 6 e SCA 12, padrões de resistência a *M. perniciosa*, THEOBAHIA, como de resistência intermediária e, como padrão de suscetibilidade, CATONGO. Estas quatro progênies foram provenientes de polinização aberta. As demais foram provenientes dos seguintes cruzamentos: CEPEC 86 x SCA 6, CEPEC 86 x CSUL 7, CSUL 3 x MOQ 216, CSUL 3 x ICS 1, CSUL 3 x SCA 6, SCA 6 x SIC 813, RB 36 x ICS 1, RB 36 x SCA 6, RB 36 x CHUAO 120, RB 36 x CA 5, RB 36 x SCA 12, NA 33 x RB 39, ICS 9 x OC 67, P4B x EEG 29 e P4B x RB 39, plantadas no ano de 1999. Utilizou-se do delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições (blocos) e 12 plantas por parcela, totalizando 36 plantas por progênie, que foram manejadas no campo em igualdade de condições.

Os cruzamentos usados neste experimento são parte do esforço para obter materiais genéticos resistentes e produtivos e incluem entre os parentais clones considerados com boas características de produção, como: ICS 1, ICS 9, SIC 813, EEG 29, OC 67 e CA 5, e outros como fontes de resistência, a exemplo de NA 33, P4B, RB 36, RB 39, CHUAO 120, CSUL 7 e CSUL 3, com diferentes origens geográficas e distantes geneticamente (Marita et al., 2001).

A partir do sexto ano de plantio as plantas produtivas de todas as progênies foram avaliadas quanto à produção, considerando os seguintes caracteres: peso do fruto (PF), comprimento do fruto (COMP), quantidade de sementes por fruto (QSF), peso das sementes úmidas por fruto (PSUF) e peso individual das amêndoas secas (PIAS). A amostragem consistiu na colheita do número possível de frutos maduros e sadios disponíveis durante os meses de março a dezembro.

Todos os frutos colhidos foram ensacados, identificados e levados ao laboratório para avaliação individual. Foram pesados em balança de precisão, medidos com fita métrica e, na sequência, procedeu-se à contagem das sementes, que foram então pesadas com a mucilagem, para que se obtivesse o PSUF. Logo após, a mucilagem foi removida em peneira, com as sementes envolvidas em pó de serra, e, então, levadas para estufa calibrada a 70° C, por 24 horas, quando foram novamente pesadas, com o teor de umidade de aproximadamente 0%, para obtenção do PIAS (Figura 1).

Utilizou-se a análise de variância multivariada para dados não balanceados (GLM - MANOVA), para o

estudo dos efeitos de progênie e repetição dentro de progênies. As médias das cinco variáveis estudadas foram ajustadas para realizar as comparações múltiplas através do teste de Tukey-Kramer (LSMEANS). Todos os procedimentos estatísticos foram realizados através do SAS (SAS Institute INC, 1988).

Resultados e Discussão

A progênie de Catongo utilizada como padrão de suscetibilidade foi dizimada em consequência ao ataque de *M. pernicioso*, o que evidencia que a pressão de inóculo no campo experimental foi adequada para seleção de resistência ao patógeno, comprovando também a suscetibilidade do material genético. Como apenas três plantas sobreviveram, esta progênie foi desconsiderada na análise.

Para as demais progênies, os maiores números de frutos foram obtidos em campo nos meses de agosto, setembro e novembro, correspondendo ao período da safra principal, enquanto no período de março e abril a quantidade de frutos foi menor. As progênies que

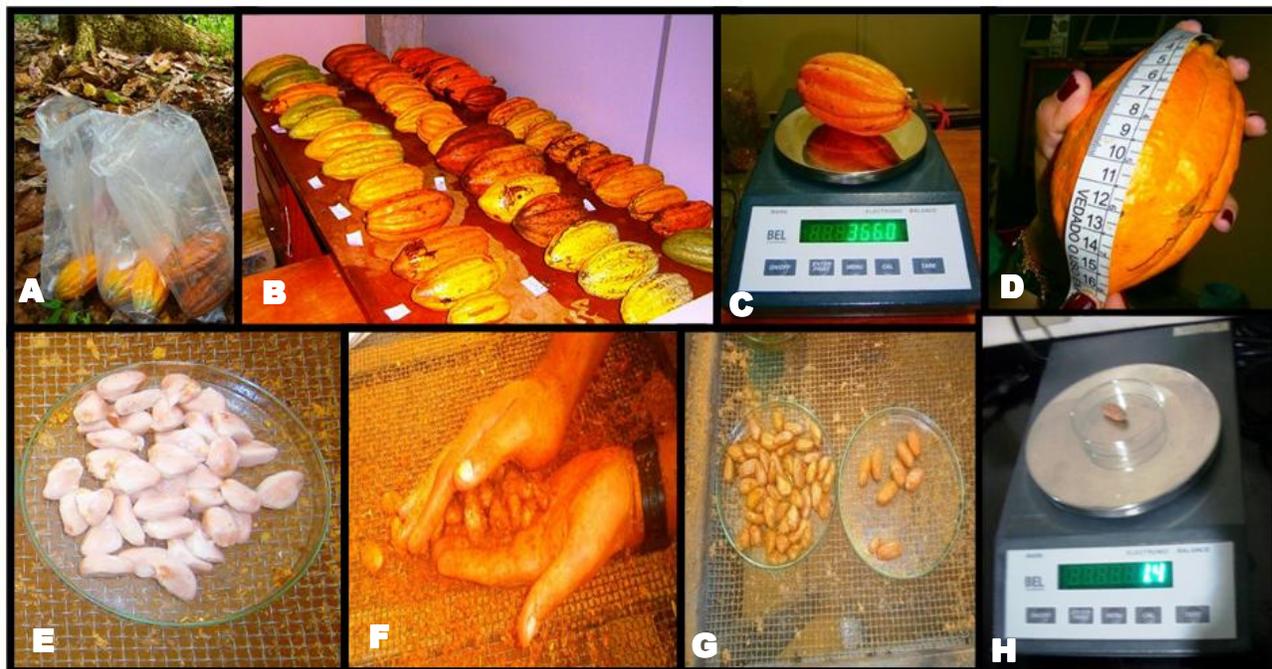


Figura 1. Processo de avaliação das características de frutos e sementes das progênies em estudo. A) Frutos ensacados e identificados em campo; B) Disposição dos frutos no laboratório; C) Pesagem de um fruto; D) Avaliação do tamanho do fruto; E) Contagem de sementes; F e G) Retirada da mucilagem das sementes e H) Pesagem da amêndoa seca.

apresentaram a maior quantidade de frutos avaliados foram RB36 x ICS 1, CSUL 3 x ICS 1 e ICS 9 x OC 67, com médias de 351, 327 e 311 frutos ano⁻¹, respectivamente. Isto confirma a capacidade dos clones ICS 1, ICS 9 e OC 67 de transmitirem as características de produção aos seus descendentes.

As 18 progênies avaliadas diferiram significativamente para os cinco caracteres de produção avaliados: PF, COMP, QSF, PSUF e PIAS (Tabela 1), confirmando a existência de variabilidade genética entre as progênies estudadas para as características relacionadas à produção. Houve variação no comportamento das progênies em relação às variáveis analisadas para blocos (repetições), o que demonstra que a área experimental não pode ser considerada uniforme, apesar da localização próxima dos blocos que constituem o experimento (Tabela 1).

Os coeficientes de variação apresentaram valores elevados para as variáveis PSUF (48,87 %) e PF (47,71 %). Os demais valores são considerados aceitáveis para este tipo de experimento (Tabela 1).

Para o caráter PF observou-se ampla variação (Tabela 2) entre o peso médio máximo 726,7 g, para a progênie RB 36 x CHUAO 120, e o peso médio mínimo 306,8 g, para CSUL 3 x SCA 6. As progênies RB 36 x CHUAO 120, RB 36 x CA 5, THEOBAHIA, RB 36 x ICS 1, SCA 6 x SIC 813, P4B x EEG 29 e CSUL 3 x ICS 1 apresentaram valores de PF, superiores à média do experimento (498,94 g). A progênie RB 36 x CHUAO 120 foi a que se diferenciou significativamente do maior número de progênies (14), só não sendo distinta estatisticamente quando contrastada com RB 36 x CA 5, P4B x EEG 29 e THEOBAHIA (Tabela 3).

A variação para COMP entre o maior (22,98 cm, progênie RB 36 x

CHUAO 120) e o menor valor encontrado (16,85 cm, progênie NA 33 x RB 39) foi de 6,1 cm. Apenas seis progênies obtiveram médias de COMP superiores à média do experimento, que foi de 20,26 cm (Tabela 2). Pelos contrastes realizados entre as progênies para esta variável (Tabela 3), os maiores números de

Tabela 1. Análises de variância conjunta (quadrados médios) e médias da caracterização morfométrica de frutos e de sementes, obtidas de um ensaio de campo com cruzamentos de cacaueteiro no ano de 2011, Ceplac/Cepec, Ilhéus, BA

FV	GL	Quadrado médio				
		PF	COMP	QSF	PSUF	PIAS
Progênie	17	329609,7**	100,42**	1,19**	5982,3**	0,86**
Repetição	2	215986,6*	113,3**	2,45**	6877,5*	0,32*
Erro	847	56679,11	10,47	0,29	2140,4	0,07
CV (%)		47,71	15,96	16,26	48,87	23,9

PF: peso de fruto; COMP: comprimento do fruto; QSF: quantidade de sementes por fruto; PSUF: peso de sementes úmidas; PIAS: peso individual de amêndoa seca. *e **Significativo a 5 % e 1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 2. Médias de cinco caracteres morfológicos de frutos e sementes de 18 progênies de cacaueteiro. Ceplac/Cepec, Ilhéus, BA, 2011

Progênie	PF (g)	COMP (cm)	QSF	PSUF (g)	PIAS (g)
RB36 x CHUAO120	726,68	22,98	22,79	108,30	1,43
RB36 x ICS1	551,17	21,90	30,27	106,67	1,35
RB36 x CA5	593,67	21,20	31,02	101,74	1,32
NA33 x RB39	370,84	16,85	28,74	72,75	1,28
ICS9 x OC67	422,82	18,72	30,26	85,95	1,21
CSUL3 x ICS1	500,94	19,71	31,23	93,97	1,21
P4B x RB39	429,67	19,21	28,00	79,85	1,20
CEPEC86 x CSUL7	477,30	19,94	35,73	101,07	1,17
SCA6 x SIC813	525,78	20,93	34,97	91,31	1,15
P4B x EEG29	521,38	19,86	35,50	106,10	1,13
Theobahia	570,53	21,50	37,79	119,88	1,09
RB36 x SCA12	447,74	20,23	27,87	80,06	1,06
CEPEC86 x SCA6	432,15	18,95	27,74	79,50	1,06
RB36 x SCA6	461,26	20,96	32,33	88,78	1,05
CSUL3 x MOQ216	452,74	19,90	37,55	91,04	1,01
SCA12	443,23	19,81	40,06	97,90	0,93
SCA6	401,77	19,45	36,91	88,43	0,90
CSUL3 x SCA6	306,80	17,07	41,43	95,52	0,87
MÉDIAS	498,94	20,26	33,1	94,66	1,17

PF: peso de fruto; COMP: comprimento do fruto; QSF: quantidade de sementes por fruto; PSUF: peso de sementes úmidas por fruto; PIAS: peso individual de amêndoa seca.

RB 36 x SCA 12, CEPEC 86 x SCA 6, RB 36 x SCA 6 e THEOBACHIA tiveram valores de PIAS abaixo da média do experimento, embora várias tenham apresentado QSF acima da média. Isto comprova a relatividade do caráter e compromete sua validade para avaliar produção. Os clones da série SIC, segundo Pereira et al. (1987), têm valores mais altos para QSF em relação aos da série SIAL. Entre as progênies testadas apenas uma era descendente de um SIC (SCA 6 x SIC 813), que apresentou QSF acima da média do experimento.

Entre as 18 progênies caracterizadas a que mais se destacou para quatro dos cinco caracteres morfológicos avaliados foi RB 36 x CHUAO 120. Este cruzamento apresentou os maiores valores médios para PF (726,68 g), COMP (22,98 cm), PSUF (108,3 g) e PIAS (1,43 g), embora tenha apresentado o menor valor para QSF (23 sementes). Duas outras progênies, com o clone RB 36 como um dos genitores (RB 36 x ICS 1 e RB 36 x CA 5), se destacaram também, apresentando comportamento semelhante ao RB 36 x CHUAO 120. Apenas as progênies descendentes de RB 36 com SCA 6 e SCA 12 não apresentaram resultados promissores para as características avaliadas. Como os clones SCA não têm destaque para este tipo de características, especialmente peso de sementes (Pereira et al., 1987; Mariano et al., 1988; Bartley et al., 1982), essa herança genética pode ter prevalecido nas suas progênies, contribuindo, assim, para o baixo desempenho observado.

Entre os descendentes dos SCA destacou-se o THEOBACHIA, que apresentou valores acima das médias para os caracteres avaliados, a exceção de PIAS. Esta progênie tem o ICS 1 em sua genealogia, o que explica o seu destaque e sua recomendação para plantio na região nos anos 90 do século passado. No entanto, esta cultivar deixou de ser recomendada para plantio devido sua suscetibilidade a doença mal-do-facão, causada pelo fungo *Ceratocystis cacaofunesta* (Bezerra et al., 1998; Almeida et al., 2005). O clone ICS 1 quando em combinações híbridas é reconhecido por aumentar alguns caracteres de produção, entre os quais o PSUF (Pereira et al., 1987; Dias e Kageyama, 1995).

Segundo Pereira et al. (1987) as correlações entre características de frutos e sementes mostram

que os frutos mais compridos estão geneticamente associados a frutos mais pesados, com casca mais espessa e menor número de sementes por fruto. O peso do fruto se associa geneticamente à espessura da casca, peso de amêndoa e, principalmente, ao peso da casca. Existem resultados concordantes com essa afirmativa que foram obtidos nesse trabalho. As progênies RB 36 x CHUAO 120, RB 36 x ICS 1 e RB 36 x CA 5, que apresentaram os maiores valores médios de PSUF e PIAS, tiveram menor QSF que a média do experimento, onde outras progênies alcançaram valores superiores para este caráter. As amêndoas, produto de valor comercial do cacau, devem atender aos requisitos de qualidade exigidos pelas indústrias. Para o agricultor, a consideração desse caráter é também relevante, pois, quanto maior a sua magnitude, menos trabalho será gerado para a colheita e a quebra dos frutos (Dias e Resende, 2001).

O uso de variedades ou clones com maior valor de PIAS é importante para atender as exigências da indústria chocolateira, que estabelece peso médio de amêndoa seca superior a 1 g (Dias & Resende, 2001). Os maiores valores de PIAS foram apresentados por RB 36 x CHUAO 120 (1,43 g), RB 36 x ICS 1 (1,35 g) e RB 36 x CA 5 (1,32 g), o que evidencia a importância do clone RB 36 como genitor, quando se visa obter combinações genéticas para produtividade, especialmente se o cruzamento envolver também clones com boas qualidades para este caráter. Além disso, os clones da série "RB", foram classificados como resistentes a *M. perniciosa* (Almeida e Almeida, 1987), e coletados na bacia hidrográfica do rio Acre, nos arredores de Rio Branco, Acre, sendo, portanto, considerados promissores em relação a estas importantes características.

Conclusões

As progênies RB 36 x CHUAO 120, RB 36 x ICS 1 e RB 36 x CA 5 são promissoras para o Programa de Melhoramento Genético do Cacaueiro por apresentarem valores médios de peso de amêndoas secas acima da média, caráter altamente desejável para a cultura.

Literatura Citada

- AIME, M. C.; PHILLIPS-MORA, W. 2005. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaceae. *Mycologia* 97(5): 1012-1022.
- ALMEIDA, L. C. C. et al. 2005. Distribuição geográfica da murcha-de-ceratocystis do cacauero na Bahia, Brasil. *Agrotrópica (Brasil)* 17:83-86.
- ALMEIDA, C. M. V. C.; ALMEIDA, C. F. C. 1987. Coleta de cacau silvestre no Estado de Rondônia, Brasil. *Revista Theobroma (Brasil)* 17: 65-92.
- ATANDA, O. A.; JACOB, V. J. 1975. Yield characteristics of *Theobroma cacao* L. with special reference to studies in Nigeria. *Revista Theobroma (Brasil)* 5 (3): 21-36.
- BARTLEY, B. G. D.; MONTEIRO, W. R.; CARLETTO, G. A. 1982. Comportamento dos clones introduzidos como progenitores de híbridos na Bahia. In: Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, 8º, 1981, Cartagena. Actas. London, Cocoa Producers' Alliance. pp. 703-712.
- BEZERRA, J. L., ALMEIDA, O. C., LUZ, E. D.M. N.; SILVA, S. D. V. M. 1998. Ocorrência de *Ceratocystis fimbriata* em clones de cacau no Estado da Bahia. *Fitopatologia Brasileira (Resumo)* 23:228.
- CARVALHO, C.G.P.; ALMEIDA, C.M.V.C.; CRUZ, C.D.; MACHADO, P.F.R. 2001. Avaliação e seleção de híbridos de cacauero em Rondônia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 36(8):1043-1051.
- DIAS, L. A. S.; KAGEYAMA, P. Y. 1995. Combining-ability for cacao (*Theobroma cacao* L.) yield components under Southern Bahia conditions. *Theoretical and Applied Genetics* 90(4):534-541.
- DIAS, L. A. S.; RESENDE, M. D. V. 2001. Experimentação no melhoramento. In: Dias, L. A. S. *Melhoramento genético do cacauero*. Viçosa, MG, /FUNAPE-UFG. pp. 439-492.
- ENGELS, J. M. M. 1987. A systematic description of cacao clones. III Relationships between characteristics and some consequences for the cacao breeding. *Euphytica* 32 :719-733.
- LOPES, U. V. et al. 2011. Cacao breeding in Bahia, Brazil - strategies and results. *Crop Breeding Applied Biotechnology* 1:73-81.
- MARIANO, A. H. ; YAMADA, M. M.; PEREIRA, M. G. 1988. Comportamento de híbridos de cacau sob distintas condições de clima e solo. In: Conferencia Internacional de Investigación en Cacao, 10º, 1987, Santo Domingo. Actas. London, Cocoa Producers Alliance. pp. 627-632.
- MARITA, J. M. et al. 2001. Analysis of genetic diversity in *Theobroma cacao* with emphasis on witches' broom disease resistance. *Crop Science* 41(4):1305-1316.
- OLIVEIRA, M. L.; LUZ, E. D. M. N. 2005. Identificação e manejo das principais doenças do cacauero no Brasil. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC/SEFIT. 132p.
- PAIM, V. R. L. D. M.; LUZ, E. D. M. N.; PIRES, J. L.; SILVA, S. D. V. M.; SOUZA, J. T. de; ALBUQUERQUE, P. S. B.; SANTOS FILHO, L. P. 2006. Sources of resistance to *Crinipellis pernicioso* in progenies of cacao accessions collected in the Brazilian amazon. *Scientia Agricola (Brasil)* 63:572-578.
- PEREIRA, M. G.; CARLETTO, G. A.; DIAS, L. A. S. 1987. Avaliação de híbridos de cacaueros nas condições de Linhares-ES. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. *Boletim Técnico*, nº 150.
- PIRES, J. L. 2003. Avaliação quantitativa e molecular de germoplasma para o melhoramento do cacauero com ênfase na produtividade, qualidade de frutos e resistência a doenças. Tese Doutorado. Viçosa, MG, UFV. 328p.
- SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT. 1988. User's Guide. Release 6.03. Cary, NC, SAS Institute Inc. 1028p.
- SENATORE, G. ; MUÑOZ, A. I. 2013. Produção de cacau panorama da cultura mercado & negócios. *Agroanalysis* 33(1):26.

SORIA, J. 1978. The breeding of cacao (*Theobroma cacao*). Tropical Agriculture Research Series 11: 161-168.

URQUHART, D. H. 1963. Cacao. Turrialba (Costa Rica) Editorial SIC.

