

RELAÇÕES ENTRE MASSAS DE FRUTOS E AMÊNDOAS PARA ESTIMAR RENDIMENTOS EM CACAUCULTURA

George Andrade Sodré¹, Izabela Duarte Nery²

¹Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais- DCAA. Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, 45662-900, Ilhéus, BA, Brasil. ²Mestranda do Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal - PPGPV/UESC. gasodre@uesc.br; bellnery@hotmail.com

Esse trabalho avaliou o rendimento de frutos e amêndoas de clones de cacau e estimadores de produção a partir da relação entre as massas frescas de frutos e das amêndoas (RFA) e o índice de fruto (IF). A pesquisa foi realizada no Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec/Ceplac), localizada em Ilhéus - BA. O delineamento foi inteiramente casualizado e os tratamentos formados por frutos de clones de cacau. Foram colhidos e processados cinco frutos por planta, dos clones BN-34, CCN-51, CEPEC-2002 e PS-13.19 e obtida a massa fresca do fruto (MFF), número de semente (NS), massa de semente fresca (MSF), massa das amêndoas secas por fruto (MAS), massa de uma amêndoa (M1A), relação fruto amêndoa (RFA), índice de fruto (IF) e correlação de Pearson entre a RFA e o IF. A MFF não variou entre os clones PS-13.19, CCN-51 e BN-34, enquanto o CEPEC-2002 mostrou valor significativamente inferior. A massa das amêndoas secas (MAS) foi significativamente menor para o CEPEC-2002 e o CCN-51, com 69 g/fruto, foi superior e diferiu dos demais. Os menores valores para os coeficientes de variação (CV%) e desvios padrão (Dp) para os dados da RFA quando comparado com o IF, indicaram que a RFA pode ser usada tanto em programas de melhoramento genético para seleção de clones quanto na estimativa de rendimento de colheita do cacau.

Palavras-chave: *Theobroma cacao* L., clones, rendimento de colheita.

Relations between weight of pods and beans to estimate yield in cocoa farm.

This work evaluated the yield of pods and dry beans in cocoa clones and production estimators from the relationship between the fresh pods mass and beans (RFA) and the fruit index (FI). The research was carried at the Cocoa Research Center (Cepec/Ceplac), located in Ilhéus - BA, Brazil. The design was completely randomized (DIC) and the treatments were pods of cocoa clones. Five pods per tree from clones BN-34, CCN-51, CEPEC-2002 and PS-13.19 were harvested and processed, obtaining the fresh pods mass (MFF), seed number (NS), fresh seed mass (MSF), dry beans mass (MAS), mass of a bean (M1A), fruit dry bean ratio (RFA), fruit index (IF) and Pearson correlation between RFA and IF indices. MFF did not vary between PS-13.19, CCN-51 and BN-34 clones, while CEPEC-2002 showed significantly lower value. The dry bean mass (MAS) was significantly lower for CEPEC-2002 while CCN-51, with 69 g/pod, was higher and differed from the others. The smaller values for coefficient of variation (CV %) and standard deviations (Dp) for the RFA data when, compared to the IF, indicated that RFA can be used both in genetic improvement programs for clone selection and in the estimation of yield of cocoa farms.

Key words: *Theobroma cacao* L., clones, harvest.

Introdução

O cacauieiro (*Theobroma cacao* L.) é uma espécie perene que agrega valor social, ambiental e, sobretudo comercial ao cultivo, pois gera matéria prima para fabricação de chocolate, geleias, sorvetes, sucos, cosméticos e bebidas finas (Almeida e Valle, 2007) e manteiga de cacau, produto de maior valor econômico obtido no processo industrial (Furlan, 2013).

Dentre as partes constituintes do fruto do cacauieiro a casca é o componente mais volumoso, com cerca de 80% da massa total (Sodré et al., 2012). A casca também apresenta massa 10 vezes superior, se comparado ao líquido, matéria prima do chocolate e derivados do cacau (Pereira, 2013). A semente fermentada e seca com aproximadamente 7% de umidade, denominada “amêndoa de cacau” é o principal produto comercializável da cacauicultura.

Pesquisas em genética e melhoramento do cacauieiro, em geral, objetivam aumento da produtividade, resistência às doenças, peso das amêndoas, quantidade de frutos por planta e também o número de sementes por fruto (Carletto, Monteiro e Bartley, 1983; Pereira, Carletto e Dias, 1987; Dias, 2001; Cilas, Machado & Motamayor, 2010; Yamada et al., 2014). As diferenças entre o tamanho, forma, cor e qualidade das amêndoas, em geral, são usadas como critérios de comercialização e classificação. A indústria moageira de cacau demanda amêndoas com peso médio acima a um grama. Nesse contexto, o peso final das amêndoas é importante para o produtor, porque se obtendo amêndoas pesadas eleva-se o rendimento da mão de obra para processar os frutos colhidos (Carvalho et al., 2001).

O índice de fruto (IF) é um estimador da quantidade de frutos necessários para produzir 1,0 kg de amêndoas (Silva Neto et al., 2001), muito usado em pesquisas e de acordo com SENAR (2018), o IF médio para cacauieiros varia entre 15 a 31. Devido às diferenças entre frutos na mesma planta, estações do ano e também entre plantas, o IF pode não ser um índice efetivo para indicar produtividade e também selecionar materiais genéticos produtivos. Por outro lado, a relação entre as massas do fruto fresco e das amêndoas (RFA), por ser uma relação direta e de fácil obtenção, pode ser adotada como indicador de rendimento e produtividade do cacauieiro.

Esse trabalho avaliou o rendimento de frutos e amêndoas em plantas clonais de cacauieiro e estimadores de produção a partir da relação entre as massas frescas de frutos e de amêndoas (RFA) e o índice de fruto (IF) de variedades clonais de cacauieiro.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec), principal órgão de pesquisas da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, Ceplac – localizado no km 22, Rodovia Ilhéus/Itabuna, Ilhéus – BA, latitude 14°75’54”; longitude 39°23’10”, durante os meses de novembro a dezembro de 2018.

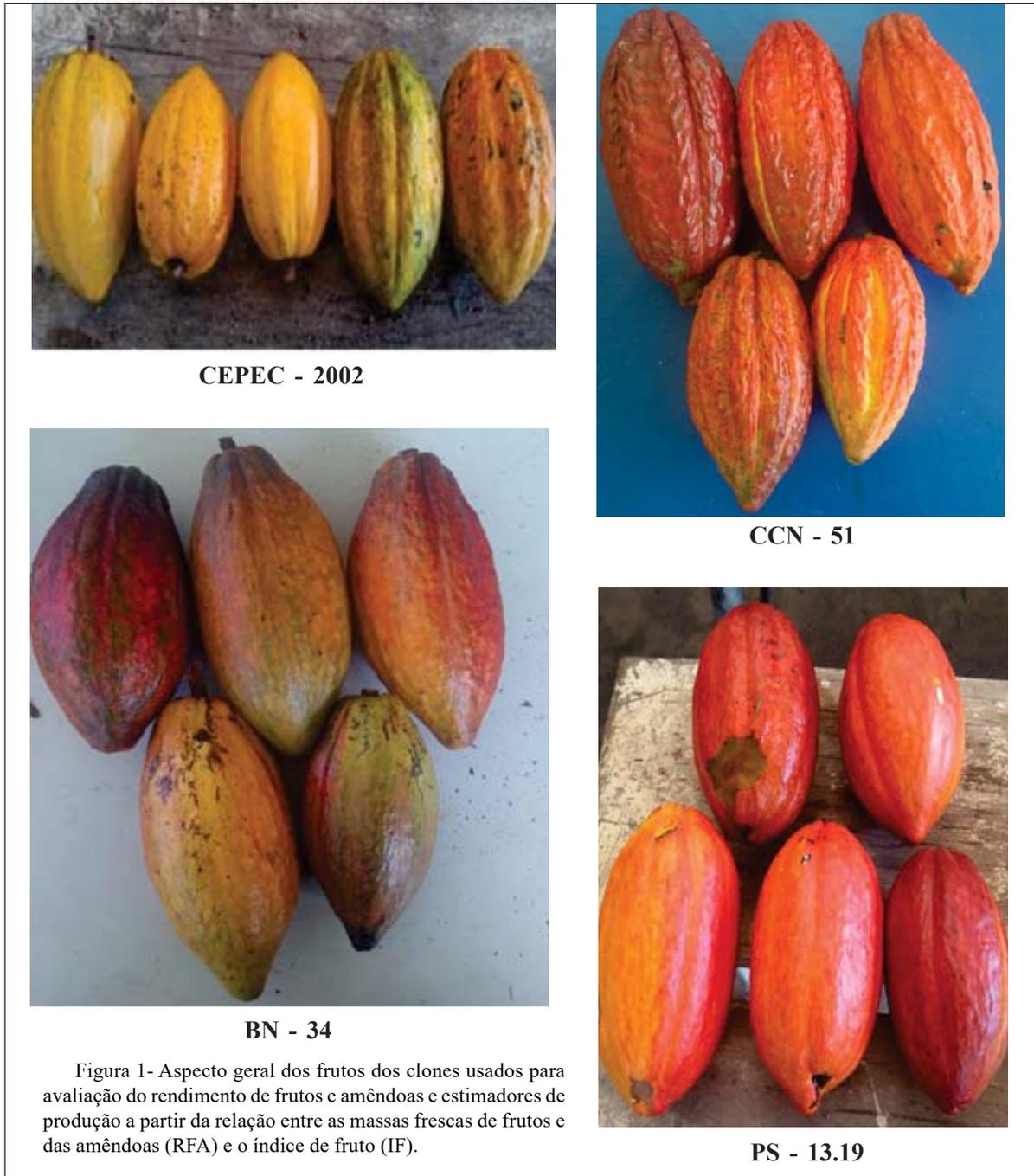
O delineamento foi inteiramente casualizado (DIC) e os tratamentos formados por frutos de quatro clones de cacauieiro. Foram colhidos cinco frutos por planta, dos clones BN-34, CCN-51, CEPEC- 2002 e PS-13.19 e cada fruto representou uma repetição. Os clones foram escolhidos por serem produtivos e muito cultivados em propriedades agrícolas na região cacaueira do Estado da Bahia (Tabela 1; Figura 1).

Os frutos, depois de colhidos foram pesados e em seguida abertos individualmente para retirada das sementes que foram contadas, lavadas com água corrente para a retirada da polpa, enxutas com papel toalha e pesadas para obter a massa úmida. As sementes de cada fruto foram acondicionadas em placas de Petri e secas em estufa calibrada a 47 °C que, de acordo com Serra e Sodré (2021), é a

Tabela 1 - Características gerais dos clones usados no experimento de relação fruto amêndoa (RFA) e índice de frutos (IF)

CEPEC - 2002: Planta de pequeno porte, autocompatível, arquitetura uniforme e elevada produtividade. Frutos pequenos, verdes, rugosidade mediana. Peso médio de 35 g de amêndoa por fruto.	BN-34: Clone autocompatível, identificado em fazenda de produtor no município de Camacan-BA. Apresenta fruto roxo, forma oblonga e peso médio de 53g de amêndoa por fruto. Pode ser cultivado em áreas com média severidade da doença podridão parda.
CCN-51: Planta de médio porte, crescimento ereto, autocompatível e muito produtiva. Frutos grandes, vermelhos arroxeados. Clone tolerante a vassoura de bruxa.	PS-13.19: Planta de porte médio, arquitetura ereta, precocidade. É autocompatível e apresenta alta produtividade. Possui frutos vermelhos arroxeados de tamanho médio.

Dados extraídos de Sodré (2017).



temperatura recomendada para secagem de sementes e obtenção de amêndoas de cacau. Após 48 horas as placas foram retiradas da estufa e realizada pesagem das amêndoas, verificando que se encontravam com teor de umidade variando entre 6 e 8%.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram

separadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. O teste de Scott-Knott foi escolhido, pois consegue separar as médias de grupos distintos, por meio da minimização da variação dentro dos grupos e maximização da variação entre grupos (Santos, 2000). Também obtida correlação linear de Pearson ($p < 0,05$) entre os dados de RFA e IF.

Resultados e Discussão

A massa fresca dos frutos (MFF) variou entre 465 g e 728 g e pelo Teste de Scott-Knott foram formados dois grupos. Os clones PS-13.19, CCN-51 e BN-34 não diferiram entre si, enquanto o clone CEPEC-2002 mostrou resultados significativamente inferiores para a MFF em relação aos demais (Tabela 2). Diferenças entre massa fresca em frutos de clones de cacauzeiro também foram observadas por Moreira (2017) com valores médios de 376 g; 478 g e 469 g respectivamente para o CEPEC-2002, PS-13.19 e CCN-51. Esse autor, realizando caracterização e análises descritivas do fruto de cacau identificou variação significativa na MFF e isso se tornou mais evidente quando comparou diferentes genótipos. De acordo com Alexandre (2015), o peso médio de um fruto de cacauzeiro é de aproximadamente 550 g.

Verificou-se que frutos que continham maior número de sementes (NS) também apresentavam maior massa de sementes frescas (MSF). Para o NS foram obtidos três grupos, o superior formado pelo clone CCN-51 (54), o intermediário pelo BN-34 (39) e PS-13.19 (37) e o inferior pelo clone CEPEC-2002 (31). Esses resultados podem ser atribuídos tanto às diferenças genéticas entre clones quanto às condições de manejo da área onde os frutos foram colhidos. O NS depende da variedade cultivada (Bartley, 2005) e, em geral, do sistema de produção (densidade e níveis de sombreamento), idade das plantas, ambiente (precipitação, fertilidade do solo) e danos por pragas e doenças (Serra e Sodré, 2021).

Excetuando-se o clone CCN-51 a massa de fruto fresco (MFF) e a massa da amêndoa (MAS) aparentemente não foram afetadas pelo NS. No clone PS-13.19, por exemplo, verificou-se que apesar de apresentar a maior MFF o NS foi de 37 sementes, valor significativamente inferior ao que foi encontrado para o CCN-51. Em geral, o número de frutos na planta pode alterar o valor individual do NS e da MAS e, nesse contexto, deve-se destacar que não foram contados os demais frutos existentes na planta no momento da coleta o que pode explicar o resultado encontrado. O fruto de cacauzeiro pode conter de 30 a 50 sementes (Serra e Sodré, 2021), por outro lado, como destacaram Higuti et al. (2010), trabalhando com tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill), o número de sementes efetivamente formadas em um fruto é função do número de óvulos viáveis e incrementa conforme eleva-se o percentual de fertilização.

Na Tabela 2, verifica-se que a massa de sementes frescas (MSF) diferiu significativamente entre clones. A maior MSF foi encontrada no clone CCN-51 (134g) e a menor no CEPEC-2002 (50 g). Nesse contexto, como observou Moreira (2017), o CCN-51 apresenta alto rendimento de polpa e de sólidos totais. A MSF é uma característica facilmente identificada pelo produtor, pois retrata a produção real de cada fruto (Carvalho et al., 2001) e também relacionada à massa de amêndoa seca (MAS), no entanto, nesse trabalho foi observado, por exemplo, que o clone PS-13.19 não diferiu do BN-34 para MSF mas foi significativamente diferente para a MAS, resultado que pode ser atribuído tanto ao estado de maturação dos frutos, no momento

Tabela 2 - Valores médios da massa de frutos e amêndoas de clones de cacauzeiro e estimadores de produção a partir da relação entre as massas frescas de frutos e das amêndoas (RFA) e o índice de fruto (IF)

Clone	MFF (g)	NS (g)	MSF (g)	MAS (g)	M1A	RFA	IF	Correlação RFA/IF
PS - 13.19	728 a	37 b	89 b	46 c	1,2 a	16 a	22 a	0,85
CEPEC - 2002	465 b	31 c	50 c	28 d	1,1 a	17 a	36 a	
BN - 34	637 a	39 b	97 b	53 b	1,4 a	12 a	19 a	
CCN-51	671 a	54 a	134 a	69 a	1,3 a	10 a	15 a	
Média	625,2	40,2	92,5	49	1,2	14	23	
Dp	113,2	9,8	34,4	17	0,2	3,3	9,1	
CV %	18	24	37	35	15	24	40	

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de Teste Scott-Knott a 5% de probabilidade. Massa fresca do fruto (MFF), número de semente (NS), massa de semente fresca (MSF), massa de amêndoa seca (MAS), massa de uma amêndoa (M1A), relação fruto amêndoa (RFA=MFF/MAS), índice de fruto (IF=1000/MAS), correlação entre os índices relação fruto amêndoa e índice de fruto (Correlação RFA/IF). Dp desvio padrão; CV % coeficiente de variação.

da colheita, quanto ao teor de polpa (mucilagem aderida às sementes) individual de cada fruto.

A MAS variou significativamente entre clones onde o CEPEC-2002 foi a menor com 28 g por fruto e o CCN-51 com 69 g foi superior e diferiu dos demais (Tabela 2). A MAS é uma variável relacionada com extração e exportação de nutrientes (Moreira, 2017), e que apresenta diferenças em relação ao tamanho, forma, cor e qualidade (Enriquez e Soria, 1967).

Não houve diferença entre os clones para a massa seca de uma amêndoa (M1A), entretanto, o clone CEPEC-2002 com valor de 1,1 g, registrou massa média próxima ao valor mínimo recomendado pela indústria que é de 1,0 g. Segundo Carvalho et al. (2001), o aumento do peso médio de amêndoa é fator de ganho para o agricultor, pois, quanto maior a M1A, maior será o rendimento de colheita. De acordo com Glendinning (1963), sementes menores e amêndoas leves, em geral possuem reduzido teor de gordura e alta proporção de casca.

Considerando que quanto maior o IF, maior será a quantidade de frutos necessária para obter 1,0 kg de amêndoas, os resultados encontrados nesse trabalho mostram que para os clones PS-13.19, CEPEC-2002, BN-34 e CCN-51, seriam necessários aproximadamente de 33, 54, 29 e 23 frutos/planta, respectivamente, em uma população de 1.000 cacaueiros/ha, para obter produtividade em amêndoas de 1.500 kg/ha/ano.

Caso fosse adotado o índice RFA a massa total estimada de frutos expressa em kg para a produtividade de amêndoas de 1.500 kg/ha/ano seria para os clones PS-13.19 (23.739 kg), CEPEC-2002 (24.910 kg), BN-34 (18.028 kg) e CCN-51 (14.586 kg).

Foi verificada correlação linear positiva ($r = 0,85$ $p < 0,05$) entre a relação fruto amêndoa (RFA) e o índice de fruto (IF) e maiores valores de coeficiente de variação CV % e desvio padrão Dp para o IF em comparação à RFA (Tabela 2). Considerando que o CV % representa a variabilidade dos dados em relação à média (Mohallem et al., 2008), enquanto o Dp expressa o grau de dispersão dos dados da média (Martins, 2013) os resultados indicam haver maior variabilidade para os dados do IF e que a RFA seria, portanto, mais adequada para avaliação de cacaueiros, especialmente se considerar que existe grande variação entre os componentes que formam esses índices e que

são potencializados pelo manejo das plantas e do ambiente de produção dos cacaueiros.

Conclusões

Menores coeficientes de variação e desvios padrão encontrados na relação fruto amêndoa (RFA), quando comparados com o índice de fruto (IF), indicam que a RFA pode ser usada como estimador de produção, tanto em programas de melhoramento genético, para seleção de clones, quanto na estimativa de qualidade e rendimento de safras do cacaueiro.

Literatura Citada

- ALEXANDRE, R. S. 2015. Caracterização de frutos de clones de cacaueiros na região litorânea de São Mateus, ES. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 19(8):785-790.
- ALMEIDA, A. A. F. de; VALLE, R. R. 2007. Ecofisiologia do cacaueiro. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 19(4):425-448.
- BARTLEY, B. G. D. 2005. The genetic diversity of cacao and its utilization. CABI Publishing, Massachusetts. 341p.
- CARLETO, G. A.; MONTEIRO, W. R.; BARTLEY, B. G. D. 1983. Critérios para seleção de híbridos com cacaueiro. *Revista Theobroma (Brasil)* 13(4):315-320.
- CARVALHO, C. G. P. et al. 2001. Avaliação e seleção de híbridos de cacaueiro em Rondônia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 36(8):1043-1051.
- CILAS, C.; MACHADO, R.; MOTAMAYOR, J. C. 2010. Relations between several traits linked to sexual plant reproduction in *Theobroma cacao* L.: number of ovules per ovary, number of seeds per pod, and seed weight. *Tree Genetics & Genomes* 6:219-226.
- DIAS, L. A. S. 2001. Melhoramento genético do cacaueiro. Funape, Viçosa, MG. 578p.
- ENRIQUEZ, G.; SORIA, J. V. 1967. The variability of certain bean characteristics of Cacao (*Theobroma cacao* L.). Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, Turrialba, Costa Rica.

- FURLAN, L. M. 2013. Estudo morfofisiológico e anatômico de dois genótipos de cacauero (*Theobroma cacao* L.) submetidos a diferentes condições de radiação solar. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Vitória, ES.
- GLENDINNING, D. R. 1963. The inheritance of bean size, pod size and number of beans per pod in cocoa (*Theobroma Cacao* L.), with a note on bean shape. Plant Breeder, Cocoa Research Institute, Tafo, Ghana.
- HIGUTI, A. R. O. et al. 2010. Produção de Tomate em função da “Vibração” das Plantas. *Bragantia* 69(1):87-92.
- MARTINS, M. E. G. 2013. Desvio padrão amostral. *Revista de Ciência Elementar* 1(1):1-2.
- MOHALLEM, D. F. et al. 2008. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão em experimentos com frangos de corte. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 60(2):449-453.
- SILVA NETO, P. J. et al. 2001. Sistema de produção de cacau para a Amazônia Brasileira. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC, Belém, PA. 125p.
- MOREIRA, L. F. 2017. Caracterização da polpa dos frutos de genótipos de cacauero (*Theobroma cacao* L.) produzidos no Vale do Jaguaribe – Ceará. Dissertação Mestrado. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Limoeiro do Norte - CE. 69p.
- PEREIRA, M. G.; CARLETTO, G. A.; DIAS, L. A. S. 1987. Avaliação de híbridos de cacaueros nas condições de Linhares, ES. *Boletim Técnico*, 150. CEPLAC, Ilhéus, BA. 40p.
- PEREIRA, I. de O. 2013. Viabilidade da utilização da casca do cacau como combustível no aquecimento de ar para secagem de amêndoas de cacau. Tese Doutorado. Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa, Minas Gerais. 213p.
- SANTOS, C. 2000. Novas alternativas de testes de agrupamentos avaliados por meio de simulação Monte Carlo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 85p.
- SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL - SENAR. 2018. Cacau: Produção, Manejo e Colheita. Coleção SENAR N. 215. SENAR, Brasília, DF. 145p.
- SERRA, W. S.; SODRÉ, G. A. 2021. Manual do cacaucultor: perguntas e respostas. *Boletim Técnico* N. 221. CEPLAC/CEPEC, Ilhéus, BA. 190p.
- SODRÉ, G. A. et al. 2012. Extrato da casca do fruto do cacauero como fertilizante potássico no crescimento de mudas de cacauero. *Revista Brasileira de Fruticultura* 34(3):881-887.
- SODRÉ, G. A. 2017. Cultivo do Cacauero no Estado da Bahia. 1. ed. MAPA/Ceplac/Cepec, Ilhéus, BA. 126p.
- YAMADA, M. M. et al. 2014. Características de frutos e reações de compatibilidade de seleções de cacauero da série ESJOB. *Revista Agrotrópica (Brasil)* 26(2):99-102.

