



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n8p785-790>

Caracterização de frutos de clones de cacauzeiros na região litorânea de São Mateus, ES

Rodrigo S. Alexandre¹, Krithiano Chagas², Helder I. P. Marques³, Poliana R. Costa⁴ & Joel Cardoso Filho³

¹ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira/Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal do Espírito Santo. Alegre, ES. E-mail: rsaufes@gmail.com (Autor correspondente)

² Departamento de Biologia Vegetal/Centro de Ciências Biológicas e da Saúde/Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. E-mail: krithianoc@gmail.com

³ Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas/Centro Universitário Norte do Espírito Santo/Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, ES. E-mail: helderivo@hotmail.com; cf_joe@hotmail.com

⁴ Centro de Biociências e Biotecnologia/Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ. E-mail: poli.rangel@hotmail.com

Palavras-chave:

Theobroma cacao L.
melhoramento genético
genótipos
diversidade genética

RESUMO

Objetivou-se, com trabalho, avaliar a pós-colheita de clones de cacauzeiros produzidos na região litorânea do norte do Espírito Santo, quanto às características físicas e químicas de seus frutos. As caracterizações físicas e químicas foram realizadas a partir de 10 frutos referentes a sete clones de cacau (CCN 10, CCN 51, CEPEC 2002, PH 15, PH 16, OS 1319 e TSH 1188). Foram avaliados o peso total, diâmetro e comprimento do fruto, peso da casca, espessura do sulco e da região mais espessa da casca, número, peso seco, largura, espessura e comprimento das amêndoas, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), pH da polpa e relação SST/ATT. As médias obtidas foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott a 0,05 de probabilidade; em seguida, procedeu-se à análise da divergência genética. Foi observada a presença de divergência genética entre as populações estudadas ocorrendo a formação de três grupos pelo método de Tocher e dois grupos quando aplicado o Unweighted Pair-Group Method Average (UPGMA). Os clones CCN 10 e CCN 51 são os mais indicados para a produção de amêndoas e as variáveis, referentes ao tamanho do fruto, comprimento e diâmetro, foram as que mais contribuíram na diversidade genética dos genótipos.

Key words:

Theobroma cacao L.
genetic breeding
genotypes
genetic diversity

Fruit characterization of cocoa clones in the coastal region of São Mateus city, ES

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the behavior of cocoa clones produced in the northern coastal region of the Espírito Santo, for the physical and chemical characteristics of fruit. The physico-chemical characterizations were carried out on 10 fruits of seven cacao clones (CCN 10, CCN 51, CEPEC 2002, PH 15, PH 16, PS 1319 and TSH 1188). The variables evaluated were: the total weight, diameter, length of the fruit, shell weight, thickness and groove region thicker bark, number, dry weight, width, thickness and length of almonds, total soluble solids, total acidity, pulp pH and TSS/TTA. The means were grouped by the Scott-Knott test at 0.05 of probability and the analysis of genetic diversity was proceeded. The presence of genetic divergence among populations was observed, with the formation of three groups by Tocher and two groups when using the Unweighted Pair-Group Method Average (UPGMA). Clones CCN 10 and CCN 51 are the most suitable for the production of almonds. The characteristics related to fruit size, length and diameter were the most affected in genetic diversity of genotypes.

INTRODUÇÃO

O cacauieiro (*Theobroma cacao* L.) é uma eudicotiledônea pertencente à família das Malváceas. Endêmica das florestas tropicais da América do Sul esta frutífera tropical foi domesticada há cerca de 3000 anos, tornando-se importante fonte econômica pelo fato de ser a matéria-prima para a produção de chocolate (Argout et al., 2001).

Esta espécie apresenta amplo potencial para o desenvolvimento de fármacos e cosméticos (Almeida et al., 2008). Na medicina popular é utilizado como diurético, antisséptico e parasiticida (Edwards et al., 2005).

Apesar da ampla utilização a principal aplicabilidade desta cultura é a produção de chocolate (Edwards et al., 2005). O sul da Bahia é o principal produtor de amêndoas de cacau, sendo responsável por cerca de 70% da produção nacional seguido dos estados do Pará e Espírito Santo, com 25 e 3%, respectivamente (SEAGRI, 2011).

A introdução de novos cultivares na cultura cacauieira pode ser uma alternativa para a problemática referente à baixa produção e alta incidência de doenças. A principal doença que atinge as regiões cacauieiras do Brasil é a vassoura-de-bruxa, ocasionada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa*. Este patógeno é caracterizado por promover o desenvolvimento excessivo dos tecidos meristemáticos levando a um crescimento hipertrófico que confere, à planta, a aparência de vassoura. Frutos e sementes são também infectados com o fungo, sujeitando-os a necrose e perda do valor comercial. O controle da doença ocorre através de podas de saneamento, controle químico e uso de genótipos resistentes (Souza et al., 2009).

No formulário para inscrição de cultivares no Registro Nacional de Cultivares publicado pela Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), dos 32 clones citados, 29 são resistentes à vassoura-de-bruxa, dentre eles os CCN 10, CCN 51, CEPEC 2002, PH 16, PS 1319 e TSH 1188 (CEPLAC, 2015).

O fruto do cacau apresenta grande variabilidade de forma, tamanho, cor e números de sementes devido a cruzamentos naturais e artificiais (hibridação) entre os grupos *Criollo*, *Forasteiro* e *Trinitário*. Características químicas e físicas dos frutos, sementes e polpa, são influenciadas pelo ambiente e pela genética (Tucci et al., 1996; Melo & Chitarra, 1999; Álvarez et al., 2002; Almeida et al., 2009). Avaliar cultivares de cacau em regiões litorâneas faz-se necessário como forma de seleção para este ambiente.

Objetivou-se, desta forma, avaliar a pós-colheita de sete clones de cacauieiros produzidos na região litorânea do norte do Espírito Santo, quanto às características físicas e químicas de seus frutos.

MATERIAL E MÉTODOS

Frutos provenientes dos clones autocompatíveis CCN 10, CCN 51, CEPEC 2002 PH 15, PH 16 e PS 1319 e o inter-compatível TSH 1188, foram coletados em um pomar instalado na fazenda Vovô Délio, localizado na latitude 18° 39' 27" Sul e longitude 39° 57' 5" Oeste, no município de São Mateus, Região Norte do Espírito Santo. O cultivo do cacau foi realizado em consórcio com seringueira, com quatro linhas

de cacauieiro em espaçamento (3,5 x 2,0 m) seguidas por duas linhas de seringueira em espaçamento (3,0 x 2,0 m). Toda a área foi irrigada por microaspersão. Após a coleta de 10 frutos maduros por clone (CCN 10, CCN 51, CEPEC 2002, PH 15, PH 16, PS 1319 e TSH 1188), foram realizados a identificação e o transporte do material para o Laboratório de Melhoramento de Plantas do Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES), pertencente à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) onde se realizaram as análises do peso total do fruto (g); diâmetro e comprimento do fruto (cm); espessura da casca (cm), sendo realizadas duas medidas, uma na região central da espessura da casca no sulco (ECS) e a outra na região central da espessura da casca mais grossa (ECG); relação ECG/ECS; peso total do fruto (g); e da casca (g); número de sementes; peso seco das amêndoas (g); largura, espessura e comprimento das amêndoas secas (mm); teor de sólidos solúveis totais (SST, °Brix), acidez total titulável (ATT, % ácido cítrico), pH da polpa e relação SST/ATT.

As sementes foram secadas em estufas de circulação de ar forçado a 40 °C até atingirem 5-7% de umidade (Brasil, 2008). Posteriormente foram realizadas a pesagem com auxílio de uma balança eletrônica com precisão de 0,01 g e as respectivas medidas de largura, altura e comprimento, sendo utilizadas cinco amêndoas por fruto.

Os sólidos solúveis totais da polpa foram determinados por leitura em refratômetro analógico manual com resultados expressos em °Brix. Para leitura do pH usou-se um medidor de peagâmetro portátil. A determinação da ATT foi realizada a partir da polpa usando-se indicador fenolftaleína e titulando com NaOH a 0,4 N, sendo os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico a partir da equação: % ácido cítrico = $(Vg \times N \times f \times Eq. Ac.) / 10 \times g$, onde: Vg = volume de NaOH utilizado em mL; N = normalidade da solução de NaOH utilizada; f = fator de correção obtido para padronização do NaOH; Eq. Ac. = equivalente ácido, que para o cacau é 64; g = massa da amostra. Com os resultados de SST e ATT da polpa, foi obtida a relação SST/ATT.

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F a 0,01 de significância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de probabilidade. Na análise multivariada a divergência genética entre os acessos foi estimada pelo método de agrupamento de Tocher (Rao, 1952), com o emprego da distância generalizada de Mahalanobis (D^2), como medida de dissimilaridade. Com base na matriz de distâncias foi realizada a análise de agrupamento pelo algoritmo de classificação hierárquica ascendente UPGMA (Unweighted Pair Grouped Method Average). As estimativas da contribuição relativa de cada característica (S_j) para a divergência genética entre clones de cacau, foram feitas utilizando-se o método de Singh (1981) baseado na D^2 de Mahalanobis. As análises estatístico-genéticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Genes (Cruz, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou diferença significativa entre os acessos, a 0,01 de probabilidade, pelo teste F, para todas

as características físicas e químicas (Tabela 1) o que indica a presença expressiva de variabilidade.

Em relação à herdabilidade (h^2) pode-se observar que o peso médio de amêndoas (PMAS) é a característica de maior influência sobre a próxima geração, apresentando valor genético igual a 80,33% (Tabela 1). Os coeficientes de variação experimentais observados no presente trabalho variaram de 4,62 a 33,93%, para pH e número total de amêndoas, respectivamente (Tabela 1).

Análises polimórficas em *Theobroma grandiflorum*, identificaram heteroziguidade nos locos polimórficos o que variou de 0,33 a 1,00 com média de 0,54 e a heteroziguidade esperada variou entre 0,48 a 0,76 com média de 0,54. Os resultados sugerem que os acessos de *T. grandiflorum* contêm moderado nível de diversidade genética e ausência de endogamia e, portanto, grande potencial para utilização em programas de melhoramento genético (Alves et al., 2013). A confirmação de alta variabilidade genética entre genótipos das espécies *T. cacao* e *T. grandiflorum*, mostra haver um potencial entre os mesmos para a hibridação intraespecífica.

As médias comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott apresentaram diferença significativa a nível de 0,05 de probabilidade (Tabelas 2, 3, 4 e 5).

O clone TSH 1188 apresentou os maiores e mais pesados frutos enquanto os clones CEPEC 2002, PH 15 e PS 1319 apresentaram frutos menores e mais leves (Tabela 2). O que

Tabela 1. Resumo da análise de variância para peso total do fruto (PTF), diâmetro do fruto (DF), comprimento do fruto (CF), relação CF/DF, espessura da casca no sulco (ECS), espessura da casca mais grossa (ECG), relação ECG/ECS, peso total da casca (PTC), sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT, potencial hidrogeniônico (pH), peso total de polpa (PTP), rendimento de polpa (RP), número total de amêndoas (NTA), peso total de amêndoas secas (PTAS), peso médio de amêndoas secas (PMAS), largura média das amêndoas (LMA), espessura média das amêndoas (EMA) e comprimento médio das amêndoas (CMA)

Variáveis	Variação		Médias	F _{Calculado}	h ²	CV
	Entre	Dentro				
PTF (g)	523839,96	26819,23	718,29	19,53**	64,95	22,80
DF (cm)	8,45	0,39	9,41	21,58**	67,30	6,65
CF (cm)	189,10	7,49	19,16	25,25**	70,80	14,28
CF/DF	1,33	0,05	2,02	25,35**	70,89	11,32
ECS (mm)	110,59	4,92	12,96	22,48**	68,23	17,11
ECG (mm)	92,81	3,75	17,74	24,72**	70,35	10,92
ECG/ECF	0,52	0,04	1,43	12,36**	53,17	14,35
PTC (g)	368056,36	14318,57	527,43	25,70**	71,19	22,69
SST (°Brix)	15,01	5,14	14,44	2,92**	16,09	15,71
ATT (% ácido cítrico)	0,39	0,09	1,90	4,43**	25,56	15,51
SST/ATT	7,94	1,83	7,72	4,33**	76,93	17,53
pH	0,12	0,02	3,32	4,92**	28,17	4,62
PTP (g)	33694,09	2978,00	190,85	11,31**	50,77	28,59
RP (%)	244,62	12,51	26,70	19,55**	64,97	13,25
NTA	444,66	139,88	34,86	3,18**	17,89	33,93
PTAS (g)	1975,70	238,19	45,79	8,29**	42,18	33,71
PMAS (g)	0,49	0,01	1,30	41,84**	80,33	8,31
LMA (mm)	7,83	0,48	13,01	16,28**	60,45	5,33
EMA (mm)	16,30	0,57	8,27	28,47**	73,31	9,15

h² - Herdabilidade; CV - Coeficiente de variação experimental; **Significativo a 0,01 de probabilidade pelo teste F

Tabela 2. Médias dos resultados de peso total do fruto (PTF), diâmetro do fruto (DF), comprimento do fruto (CF) e relação CF/DF entre clones de *T. cacao* L.

Clones	PTF (g)	DF		CF	CF/DF
		(cm)			
CCN 10	812,38 b*	9,96 b	23,23 a	2,33 a	
CEPEC 2002	485,58 c	8,46 c	13,89 b	1,64 c	
PH 15	491,50 c	8,81 c	13,94 b	1,58 c	
CCN 51	820,19 b	9,64 b	23,19 a	2,40 a	
PS 1319	561,86 c	8,86 c	15,99 b	1,80 b	
TSH 1188	1124,27 a	11,14 a	22,13 a	1,97 b	
PH 16	732,26 b	9,00 c	21,77 a	2,43 a	

*Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento, pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de probabilidade

Tabela 3. Médias dos resultados de espessura de casca no sulco (ECS), espessura da casca mais grossa (ECG), relação ECG/ECS e peso total da casca (PTC) entre clones de *T. cacao* L.

Clones	ECS		ECG	ECG/ECF	PTC (g)
	(mm)				
CCN 10	9,24 c*	16,61 b	1,82 a	553,41 b	
CEPEC 2002	13,63 b	16,98 b	1,25 c	362,92 c	
PH 15	14,09 b	17,47 b	1,25 c	373,11 c	
CCN 51	10,12 c	16,01 c	1,64 a	558,76 b	
PS 1319	11,69 b	14,63 c	1,26 c	385,90 c	
TSH 1188	19,37 a	24,12 a	1,28 c	912,04 a	
PH 16	12,61 b	18,36 b	1,47 b	545,89 b	

*Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento, pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de probabilidade

Tabela 4. Médias dos resultados de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação entre o teor de SST e ATT (SST/ATT), potencial hidrogeniônico (pH), peso total de polpa (PTP) e rendimento de polpa (RP) entre clones de *T. cacao* L.

Clones	SST (°Brix)	ATT (% ácido cítrico)	SST/ATT	pH	PTP (g)	RP (%)
CEPEC 2002	14,35 b	2,04 a	7,024 b	3,36 a	122,66 c	24,89 b
PH 15	12,97 b	2,01 a	6,465 b	3,22 b	118,38 c	23,62 b
CCN 51	15,05 a	2,04 a	7,521 b	3,24 b	261,43 a	31,58 a
PS 1319	15,05 a	1,78 b	8,543 a	3,45 a	175,96 b	31,13 a
TSH 1188	13,65 b	1,79 b	7,557 b	3,45 a	212,23 a	18,67 c
PH 16	13,42 b	1,57 b	9,117 a	3,31 b	186,37 b	25,36 b

*Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento, pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de probabilidade

Tabela 5. Médias dos resultados de número total de amêndoas (NTA), peso total de amêndoas secas (PTAS), peso médio de amêndoas secas (PMAS), largura média das amêndoas (LMA), espessura média das amêndoas (EMA), comprimento médio das amêndoas (CMA) entre clones de *T. cacao* L.

Clones	NTA	PTAS		LMA	EMA	CMA
		(g)				
CCN 10	39,9 a*	63,50 a	1,60 a	14,45 a	9,85 a	25,38 b
CEPEC 2002	31,9 b	29,90 c	0,94 d	12,42 c	6,19 e	21,88 d
PH 15	24,3 b	29,31 c	1,24 c	13,18 c	8,01 c	24,01 c
CCN 51	45,1 a	64,23 a	1,43 b	13,82 b	8,90 b	24,85 b
PS 1319	34,5 b	43,45 b	1,25 c	12,79 c	7,27 d	24,58 b
TSH 1188	31,4 b	45,83 b	1,50 b	11,86 d	9,48 a	26,43 a
PH 16	36,9 a	44,30 b	1,20 c	12,58 c	8,16 c	23,61 c

*Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo agrupamento, pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de probabilidade

corroborar com os resultados observados por Lima et al. (2013b) em que o clone TSH 1188 apresenta alta heterozigose, boas características de produção, além de apresentar resistência a doenças e adaptação à região de produção de cacau da Bahia. Os valores referentes à relação do comprimento do fruto e seu diâmetro demonstram que os frutos dos clones CCN 10, CCN 51 e PH 16 são mais oblongos, ao contrário dos frutos dos clones CEPEC 2002 e PH 15 que são mais ovados. Por outro lado, de acordo com os dados de produção de Yamada et al. (2013), baseados no número de frutos por planta e na resistência à vassoura-de-bruxa, indicaram as progênies dos cruzamentos entre CEPEC 94 x CCN 10, RB 39 x CCN 51 e CCN 10 x VB 1151 (CEPEC, 2002) como superiores.

Em frutos de cupuaçu foram avaliadas as características físicas e químicas conforme os formatos oblongos, ovados, elípticos, obovados e redondos. Os frutos redondo e elíptico foram os que apresentaram o menor peso. O maior comprimento foi apresentado pelos ovados e o menor pelos redondos. O tipo obovado apresentou o maior rendimento de polpa; entretanto, não diferiu significativamente dos tipos redondo e oblongo. Os frutos redondos apresentaram o menor número de sementes diferindo dos demais tipos (Matos et al., 2008). Esses resultados indicam que uma característica qualitativa não destrutiva como o formato de frutos pode mensurar a massa de frutos, o número de sementes e, conseqüentemente, o rendimento de polpa.

Nas avaliações referentes à espessura e ao peso de casca, pode-se observar que as maiores médias foram apresentadas pelo clone TSH 1188 (Tabela 3). Nyadanu et al. (2011) relacionam como fator de resistência a podridão-parda (*Phytophthora palmivora*) clones de cacauzeiros que produzem frutos com maior espessura de casca. No presente trabalho os clones CCN 10 e CCN 51, em relação à espessura de casca da parte mais espessa e a do sulco, foram os que apresentaram as menores médias sendo, portanto, seus frutos, caracterizados pela presença de sulcos mais profundos. O contrário ocorre para os demais clones avaliados que apresentaram frutos com cascas mais uniformes (Tabela 3).

Em trabalhos realizados com plantas do gênero *Theobroma* obtidas a partir do banco de germoplasma do Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC), Santos et al. (2012) observaram médias de 512,79 g para peso total dos frutos, 15,89 cm para comprimento e 8,86 cm para o diâmetro de fruto.

Na Tabela 4 verificam-se as características químicas da polpa como SST, ATT, STT/ATT e pH. As maiores médias para a relação SST/ATT foram observadas nos clones PS 1319 e PH 16. Quanto ao rendimento de polpa, os clones CCN 10, CCN 51 e PS 1319 apresentaram resultados superiores em relação aos demais (Tabela 4). Outra característica positiva também está associada aos clones CCN 10 e CCN 51, em que a combinação entre esses progenitores apresenta a menor proporção de plântulas com sintomas à vassoura-de-bruxa (*M. perniciosa*) (Silva et al., 2010).

Comparando os resultados obtidos com os padrões de identidade e a qualidade para a polpa de cacau estabelecida pela Instrução Normativa Nº 1, de 07 de janeiro de 2000 do MAPA (2000), verificou-se que os clones CCN 10, CEPEC 2002, CCN 51 e PS 1319 apresentaram valores superiores e

os clones PH 15, TSH 1188 e PH 16 valores inferiores aos limites mínimos estabelecidos em relação aos SST, sendo o valor mínimo preconizado pela legislação vigente igual a 14,0 °Brix (Tabela 4); já em relação ao pH este valor mínimo é igual a 3,4, sendo que no presente estudo as polpas dos clones PS 1319 e TSH 1188 apresentaram valores superiores e os clones CCN 10, PH 15, CCN 51 e PH 16 valores inferiores (Tabela 4) ao determinado pela legislação.

Anvoh et al. (2009) encontraram valores de 16% e 3,75 para SST e pH, respectivamente, e também observaram altos valores de ATT. Esses autores relacionaram o baixo pH e a alta acidez total encontrada na polpa de cacau à presença de vários ácidos orgânicos, tais como ácido cítrico e ácido acético. Esses ácidos preservam a cor, o sabor e as características gustativas da polpa, além de auxiliarem na preservação da polpa de contaminação bacteriana. Em genótipos de cupuaçu Martim et al. (2013) verificaram diferenças entre os valores de pH e acidez de 3,37 e 1,51; 4,00 e 1,94; 3,62 e 0,76; 3,77 e 1,47 g 100 g⁻¹ entre os genótipos B 20-7; D 28-10; P 3-10; P 9-8, respectivamente. Referidas características químicas, como o pH, refletem no grau de preservação da polpa tanto de cacau quanto de cupuaçu à incidência de microrganismos, o que o torna um importante parâmetro de seleção.

Os clones CCN 10 (39,9), CCN 51 (45,1) e PH 16 (36,9) são os que apresentam o maior número de amêndoas por fruto (Tabela 5). Lopes et al. (2011) encontraram um número total de amêndoas para os clones CCN 10 e PH 16 de 34,4 e 38,0 respectivamente.

Em relação ao peso total das amêndoas secas, os clones CCN 10 e CCN 51 apresentaram os maiores valores, sendo que o clone CCN 10 foi o que obteve o maior peso médio (Tabela 5).

Em relação às características métricas das amêndoas, a maior largura e espessura foram observadas nos clones CCN 10 e TSH 1188, respectivamente (Tabela 5). Variações na forma da amêndoa, como o comprimento, largura, espessura e peso, em *T. cacao*, têm sido relacionados à origem genética (Clement et al., 2003).

O emprego do método de otimização de Tocher, fundamentado na dissimilaridade expressa pelas distâncias de Mahalanobis (D²), permitiu a formação de dois grupos distintos (Tabela 6): grupo I, com os clones CCN 10, CCN 51, PH 16, PS 1319, CEPEC 2002 e PH 15; grupo II, isolado o clone autoincompatível, TSH 1188. A genealogia dos genótipos implica na sua colocação dentro dos grupos como, por exemplo, a participação no mesmo grupo dos genótipos CCN-51 e CCN-10, em que este último é oriundo de uma seleção feita do retrocruzamento do clone CCN 51 com o pai recorrente CCN 1, denominado “Canelos” (CEPLAC, 2015).

O agrupamento formado pelo método UPGMA utiliza a distância generalizada de Mahalanobis (D²) (Figura 1) cujo ponto de corte no dendograma determina o número ótimo

Tabela 6. Representação do agrupamento gerado pelo método de otimização de Tocher com base na Distância Generalizada de Mahalanobis entre clones de *T. cacao* L., mediante a utilização de 20 características dos frutos

Grupos	Clones
1	CCN 10; CCN 51; PH 16; PS 1319; CEPEC 2002 e PH 15
2	TSH 1188

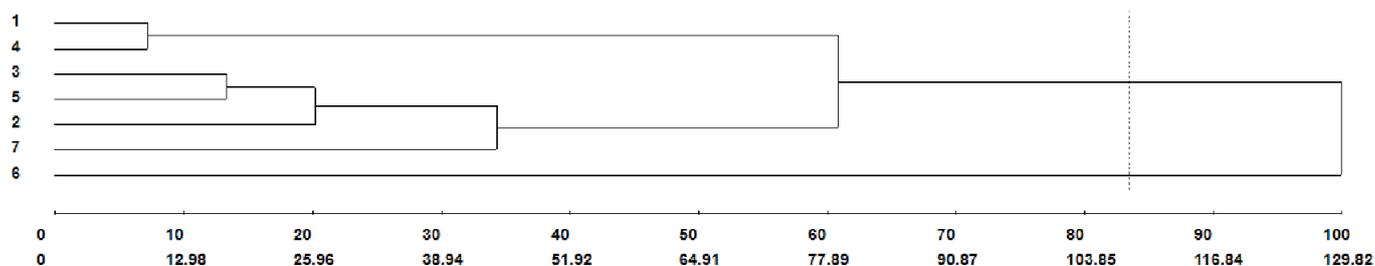


Figura 1. Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre clones de *T. cacao* L., obtidos pelo método UPGMA utilizando-se a distância generalizada de Mahalanobis (D^2), coeficiente de correlação cofenético = 0,8216. Legenda: 1. CCN 10; 2. CEPEC 2002; 3. PH 15; 4. CCN 51; 5. PS 1319; 6. TSH 1188 e 7. PH 16

de grupos, pelo método de Mojena (1977). Segundo Faria et al. (2012) dentre os poucos métodos existentes este é baseado no tamanho relativo dos níveis de fusões no dendrograma. Este método permitiu identificar a formação de dois grupos: grupo I, grupo dos clones autocompatíveis, formado pelos clones CCN 10, CCN 51, PH 15, PS 1319, CEPEC 2002 e PH 16 e o grupo II, composto pelo clone TSH 1188 este de polinização autoincompatível.

O método de Singh (1981), baseado em D^2 de Mahalanobis, considera de menor importância características que expressam menor variabilidade. As características peso total do fruto (49,31%), peso total da casca (41,85%) e peso total da polpa (7,57%) foram as que mais contribuíram na diversidade genética dos genótipos (Tabela 7). Segundo Lima et al. (2013a) o diâmetro do fruto de pitaya foi a variável que teve maior contribuição no índice de diversidade genética (27,45%), seguido pela massa total do fruto (25,43%) e pela massa da polpa do fruto (24,67%). Sugere-se, portanto, que seja descartada, neste caso, a espessura mais grossa da casca (Tabela 7).

Tabela 7. Estimativas da contribuição relativa de cada característica (S.j) para a divergência genética entre clones de *T. cacao* L., pelo método de Singh (1981) baseado na distância generalizada de Mahalanobis (D^2)

Variáveis	S.j	Valor em %
PTF (g)	131882,03	49,319
DF (cm)	284,70	0,106
CF (cm)	761,30	0,284
CF/DF	919,88	0,344
ECF (mm)	97,35	0,036
ECG (mm)	11,14	0,004
ECG/ECF	143,96	0,053
PTC (g)	111923,24	41,855
ATT (% ácido cítrico)	73,00	0,027
SST (°Brix)	65,02	0,024
SST/ATT	57,43	0,021
pH	37,15	0,013
PTP (g)	20255,51	7,574
RP (%)	192,60	0,072
NTA	82,08	0,030
PTAS (g)	80,89	0,030
PMAS (g)	68,25	0,025
LMA (mm)	199,82	0,074
EMA (mm)	184,74	0,069
CMA (mm)	83,84	0,031

CONCLUSÕES

1. Há divergência genética entre os clones estudados com a formação de grupos distintos entre os métodos de Tocher e UPGMA.

2. As características peso total do fruto, peso total da casca e peso total da polpa, foram as que mais contribuíram na diversidade genética dos genótipos.

3. Dentre os sete clones avaliados o CCN 10 e CCN 51 apresentaram características superiores em relação à produção de amêndoas.

AGRADECIMENTOS

Ao proprietário da fazenda Vovô Délio, o senhor Edivaldo Permahane e seu gerente Waguinho, por cederem suas plantas matrizes de cacau para avaliação.

LITERATURA CITADA

- Almeida, C. M. V. C.; Dias, L. A. S.; Silva, A. P. Caracterização agrônômica de acessos de cacau. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.44, p.368-373, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009000400006>
- Almeida, C. M. V. C.; Facundo, V. A.; Brazil, H. O. B.; Dias, L. A. dos S.; Medeiros, J. R. P.; Costa, J. L. A. Diversity of cacao of at in germplasm from Rondônia, Brazil. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.8, p.141-148, 2008. <http://dx.doi.org/10.12702/1984-7033.v08n02a07>
- Alvarez, C.; Perez, E.; Lares, M. Morfología de los frutos y características físico-químicas del mucílago del cacao de tres zonas del Estado Aragua. Agronomía Tropical, v.52, p.497-506, 2002.
- Alves, R. M.; Silva, C. R. de S.; Silva, M. S. da C.; Silva, D. C. de S.; Sebbenn, A. M. Diversidade genética em coleções amazônicas de germoplasma de cupuazeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.]. Revista Brasileira de Fruticultura, v.35, p.818-828, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452013000300019>
- Anvoh, K. Y. B.; Bi, A. Z.; Gnakri, D. Production and characterization of juice from mucilage of cocoa beans and its transformation into marmalade. Pakistan Journal of Nutrition, v.8, p.129-133, 2009. <http://dx.doi.org/10.3923/pjn.2009.129.133>
- Argout, X.; Salse, J.; Aury, J.-M.; Guiltinan, M. J.; Droc, G.; Gouzy, J.; Allegre, M.; Chaparro, C.; Legavre, T.; Maximova, S. N.; Abrouk, M.; Murat, F.; Fouet, O.; Julie Poulain, J.; Ruiz, M.; Roguet, Y.; Rodier-Goud, M.; Barbosa-Neto, J. F.; Sabot, F.; Kudrna, D.; Ammiraju, J. S. S.; Schuster, S. C.; Carlson, J. E.; Sallet, E.; Schiex, T.; Dievart, A.; Kramer, M.; Gelley, L.; Shi, Z.; Bérard, A.; Viot, C.; Boccara, M.; Risterucci, A. M.; Guignon, V.; Sabau, X.; Axtell, M. J.; Ma, Z.; Zhang, Y.; Brown, S.; Bourge, M.; Golser, W.; Song, X.; Clement, D.; Rivallan, R.; Tahj, M.; Akaza, J. M.; Pitollat, B.; Gramacho, K.; D'Hont, A.; Brunel, D.; Infante, D.; Kebe, I.; Costet, P.; Wing, R.; Mccombie, W. R.; Guiderdoni, E.; Quetier, F.; Panaud, O.; Wincker, Bocs, S.; Lanaud, C. The genome of *Theobroma cacao*. Nature Genetics, v.43, p.101-109, 2001. <http://dx.doi.org/10.1038/ng.736>

- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Instrução Normativa nº 57, de 12 de nov. de 2008. Regulamento técnico da amêndoa de cacau. Diário Oficial da União, Brasília, 13 nov. Seção I, 2008. 2p.
- CEPLAC - A Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. Lista de clones. <<http://www.ceplac.gov.br/radar/ListaClones.asp>>. 1 Mai. 2015.
- Clement, D.; Risterucci, A. M.; Motamayor, J. C.; N'Goran, J.; Lanaud, C. Mapping quantitative trait loci for bean traits and ovule number in *Theobroma cacao* L. Genome, v.46, p.103-111, 2003. <http://dx.doi.org/10.1139/g02-118>
- Cruz, C. D. Genes: A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. Acta Scientiarum. Agronomy, v.35, p.271-276, 2013. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>
- Edwards, H. G. M.; Villar, S. E. J.; Oliveira, L. F. C. de; Hyaric, M. L. Analytical raman spectroscopic study of *cacao* seeds and their chemical extracts. Analytica Chimica Acta, v.538, p.175-180, 2005. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2005.02.039>
- Faria, P. N.; Cecon, P. R.; Silva, A. R.; Finger, F. L.; Silva, F. F.; Cruz, C. D.; Sávio, F. L. Métodos de agrupamento em estudo de divergência genética de pimentas. Horticultura Brasileira, v.30, p.428-432, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362012000300012>
- Lima, C. A. de; Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V. Diversidade genética intra e interespecífica de pitaya com base nas características físico-químicas de frutos. Revista Brasileira de Fruticultura, v.35, p.1066-1072, 2013a. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452013000400018>
- Lima, E. M.; Pereira, N. E.; Pire, J. L.; Barbosa, A. M. M.; Corrêa, R. X. Genetic molecular diversity, production and resistance to witches' broom in cacao clones. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.13, p.127-135, 2013b. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-70332013000200005>
- Lopes, U. V.; Monteiro, W. R.; Pires, J. L.; Clement, D.; Yamada, M. M.; Gramacho, K. P. Cacao breeding in Bahia, Brazil - strategies and results. Crop Breeding and Applied Biotechnology, v.1, p.73-81, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-70332011000500011>
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas. Instrução Normativa n.1, de 7 de janeiro de 2000. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Seção 1, p.54-58.
- Martim, S. R.; Cardoso Neto, J.; Oliveira, I. M. de A. Características físico-químicas e atividade da peroxidase e polifenoxidase em genótipos de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Willd ex Spreng Schum) submetidos ao congelamento. Semina: Ciências Agrárias, v.34, p.2265-2276, 2013. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n5p2265>
- Matos, C. B.; Souza, C. N.; Faria, J. C.; Oliveira, S. J. R. de; Santos, L. P. dos; Sacramento, C. K. do. Características físicas e físico-químicas de cupuaçus de diferentes formatos. Revista de Ciências Agrárias, v.50, p.35-45, 2008.
- Melo, G. R. P.; Chitarra, A. B. Características qualitativas de importância na gordura da amêndoa em nove híbridos de cacaueiro (*Theobroma cacao* L.). Ciência e Agrotecnologia, v.23, p.161-169, 1999.
- Mojena, R. Hierarchical grouping methods and stopping rules: an evaluation. The Computer Journal, v.20, p.359-363, 1977. <http://dx.doi.org/10.1093/comjnl/20.4.359>
- Nyadanu, D.; Assuah, M. K.; Adomako, B.; Asiamah, Y. O.; Adu-Ampomah, Y. Thickness of the cocoa pod husk and its moisture content as resistance factors to *Phytophthora* pod rot. International Journal of Agricultural Research, v.6, p.310-322, 2011. <http://dx.doi.org/10.3923/ijar.2011.310.322>
- Rao, R. C. Advanced statistical methods in biometric research. New York: John Wiley, 1952. 390p.
- Santos, R. C.; Pires, J. L.; Correa, R. X. Morphological characterization of leaf, flower, fruit and seed traits among Brazilian *Theobroma* L. species. Genetic Resources and Crop Evolution, v.59, p.327-345, 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/s10722-011-9685-6>
- SEAGRI - Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária do Estado da Bahia. Cacau no Brasil e no mundo: Relatório 42/12. 2011. <<http://www.seagri.ba.gov.br/cacauth/cacauth15012013.pdf>>. 23 Jan. 2013.
- Silva, S. D. V. M.; Luz, E. D. M. N.; Pires, J. L.; Yamada, M. M.; Santos Filho, L. P. Parent selection for cocoa resistance to witches' broom. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.45, p.680-685, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2010000700007>
- Singh, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. Indian Journal of Genetic and Plant Breeding, v.41, p.237-245, 1981.
- Souza, C. A. S.; Dias, L. A. S.; Aguiar, M. A. G.; Sonegheti, S.; Oliveira, J.; Costa, J. L. A. Cacao yield in different planting densities. Brazilian Archives of Biology and Technology, v.52, p.1313-1320, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132009000600001>
- Tucci, M. L. S.; Abreu, M. F.; Coral, F. J.; Futino, A. M.; Alfonsi, R. R.; Saes, L. A. Teores de gordura e ácidos graxos de clones de cacau nas condições do Vale do Ribeira (SP). Bragantia, v.55, p.207-213, 1996. <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87051996000200001>
- Yamada, M. M.; Pires, J. L.; Faleiro, F. G.; Lopes, U. V.; Macedo, M. M. Agronomic performance of 27 cocoa progenies and plant selection based on productivity, self-compatibility and disease resistance. Revista Ceres, v.60, p.514-518, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2013000400010>