**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS PARA PRODUÇÃO DE MANTEIGA DE CACAU NO
VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO, BRASIL**

MARIA LUIZA SANT'ANNA TUCCI
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. LUIZ CARLOS BASSO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências, Área de Concentração: Fisiologia e Bioquímica de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil

Maio - 1997

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS PARA PRODUÇÃO DE MANTEIGA DE CACAU NO
VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO, BRASIL**

MARIA LUIZA SANT'ANNA TUCCI

Aprovada em: 27.06.97

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Luiz Carlos Basso

ESALQ/USP

Prof.^a Dr.^a Lireny Aparecida Guaraldo Gonçalves

FEA/UNICAMP

Prof. Dr. Luiz Antonio Gallo

ESALQ/USP

Prof. Dr. LUIZ CARLOS BASSO
Orientador

Dedico à memória de Paulina Sant'Anna Tucci,
minha mãe.

Só é científico o que é refutável. Os que não se disponham a expor suas idéias à eventualidade da refutação, não participarão do jogo científico (Popper, 1993).

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Agronômico (IAC).

À CAPES.

À pesquisadora Marilene Leão Alves Bovi, chefe da Seção de Plantas Tropicais do Instituto Agronômico, por haver colocado seu saber e experiência, bem como a estrutura da unidade que dirige, à disposição deste trabalho, em todos os momentos. Meu agradecimento e carinho vão também para a bióloga Sandra Heiden Spiering e técnica de laboratório Nadir da Silva, funcionárias da Seção de Plantas Tropicais e para a engenheira agrônoma Stephânia M. Galvão Monteiro, bolsista.

Ao pesquisador Luiz Alberto Saes, chefe da Estação Experimental do Instituto Agronômico, localizada em Pariquera-Açu, de onde foram provenientes os frutos estudados e onde passei durante alguns meses, momentos transformadores, em companhia de cacaueiros, árvores seculares, aves selvagens, insetos, tempestades de verão e da dedicação exemplar do técnico agro-pecuário João Batista de Sales e do auxiliar José Roberto Ribeiro.

Ao Sr. Martin Aitken, diretor da empresa Almirante Centro de Estudos de Cacau, em Itajuípe (BA), em cujos laboratórios foram realizadas as análises de lipídios, bem como aos pesquisadores Antonio Figueira, gerente de pesquisas, que orientou o trabalho nessa fase e Smilja Lambert e aos técnicos de laboratório Cosme Silva Nascimento, Ruy Delmondes Cardoso e Ednailza Miranda Carvalho.

Da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), agradeço aos pesquisadores Adonias Virgens Filho, José Luiz Pires e Neide Alice Marques Pereira, bem como à bibliotecária Maria Neide da Silva.

Do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), agradeço aos pesquisadores James Broadbent e Jane Menegaldo Turatti, bem como ao técnico de laboratório José Alvaro Ribeiro de Mattos.

Ao pesquisador Paulo de Souza Gonçalves, Chefe do Programa de Seringueira do Instituto Agronômico, pela confiança, amizade e estímulo, durante todos estes anos.

Ao pesquisador Marco Antonio Teixeira Zullo, da Seção de Fitoquímica do Instituto Agronômico, por seus ensinamentos seguros e objetivos.

Da ESALQ, agradeço aos professores e pesquisadores Luiz Eduardo Gutierrez, a quem tive a satisfação de reencontrar e Luiz Carlos Basso, meu grande amigo, meu companheiro da turma ESALQ - 69, meu orientador.

A toda minha família, tão querida, tão presente e a todos os meus amigos, com uma referência especial à minha grande amiga Maria Sarah Iralah, em cuja opinião quem concebe e executa um projeto de pesquisa se transforma, modificando um pouco tudo ao seu redor.

SUMÁRIO

	PÁGINA
LISTA DE TABELAS	III
LISTA DE FIGURAS	V
RESUMO.....	VI
SUMMARY	VIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Origem e distribuição geográfica do cacaueiro	4
2.2. Classificação botânica	6
2.3. O fruto	7
2.4. A semente	8
2.5. O chocolate.....	9
2.6. A manteiga de cacau	11
2.7. Teor de manteiga de cacau	15
2.8. Síntese da manteiga de cacau	16
2.9. Influência das condições ambientais na qualidade da manteiga de cacau	18
2.10. Gordura de outras espécies do gênero <i>Theobroma</i>	20
2.11. Polimorfismo da manteiga de cacau	22
2.12. Substitutos da manteiga de cacau	23
2.13. Outras gorduras associadas à manteiga de cacau.....	25
2.14. Influência do processamento na qualidade da manteiga de cacau	26
2.15. Produção <i>in vitro</i> de lipídios da semente de cacau.....	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	29
3.1. Local	29
3.2. Clima	29
3.3. Geologia	30
3.4. Solo.....	30
3.5. Vegetação.....	31

3.6. Material vegetal	31
3.7. Amostragem.....	34
3.8. Caracterização de frutos e sementes	35
3.9. Determinação de gordura	35
3.9.1. Teor de gordura.....	35
3.9.1.1. Determinação do teor de gordura pelo método do Office International du Cacao et du Chocolat - OICC - (1963).....	35
3.9.1.2. Determinação do teor de gordura pelo método de Ressonância Nuclear Magnética (RNM)	35
3.9.2. Análise de ácidos graxos.....	36
3.9.3. Análise de triacilgliceróis	37
3.9.4. Análise de dureza (resistência à fusão)	37
3.9.5. Determinação do ponto de fusão.....	38
3.10. Análise estatística.....	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1. Características dos frutos	40
4.2. Características das sementes.....	45
4.3. Épocas de produção	51
4.4. Teores de gordura	56
4.5. Ácidos graxos	60
4.6. Triacilgliceróis.....	68
4.7. Dureza	72
5. CONCLUSÕES	76
6. LITERATURA CITADA.....	77

LISTA DE TABELAS

	Página
1 - Produção de cacau por países selecionados, nos períodos de 1990/91 a 1994/95.....	6
2 - Exportação de manteiga de cacau por países selecionados, no período de 1992/93 a 1995/96.....	14
3 - Importações de manteiga de cacau por países selecionados no período de 1992/93 a 1994/95.....	15
4 - Análise química do horizonte A e B de um Latossolo Amarelo Álico A moderado textura argilosa, em condições de cultivo e de mata natural	30
5 - Valores médios mensais de temperaturas médias (TM), máximas (TMAX) e mínimas (TMIN), precipitação pluviométrica (PPT) e insolação (INS) da região de Pariquera-Açú.....	34
6 - Resumo da análise de variância dos dados de peso, comprimento e diâmetro dos frutos, peso e espessura da casca, peso das sementes com e sem polpa e teor de gordura	42
7 - Valores biométricos dos frutos e teores de gordura das sementes de dez genótipos de cacau ordenados alfabeticamente	43
8 - Estimativa de coeficientes de correlação entre os caracteres analisados dos frutos e teores de gordura das sementes por RNM.....	44
9 - Resumo da análise de variância do comprimento, largura e espessura das sementes dos clones estudados.....	46
10 - Valores biométricos das sementes de dez clones de cacau ordenados alfabeticamente	47
11 - Resumo da análise de variância dos dados de peso das sementes com e sem polpa, teor de polpa, peso fresco e seco das sementes com e sem testa e teor de testa.....	48
12 - Valores médios do peso da semente com e sem polpa, teor de polpa, peso fresco e seco com e sem testa e teor de testa para dez clones de cacau	49
13 - Estimativa de coeficientes de correlação entre os teores de gordura determinados por Soxhlet e RNM, peso seco das sementes sem testa e teor de testa	50
14 - Teores médios de gordura de sementes de cacau determinados pelos métodos Soxhlet e RNM de dez genótipos.....	57
15 - Teores de ácidos graxos da manteiga de cacau de dez genótipos	61

16 - Teores médios de ácidos graxos, triacilgliceróis e valores de dureza (DSC), da manteiga de cacau de nove genótipos, para frutos colhidos na Bahia	63
17 - Estimativa de coeficientes de correlação entre a dureza (DSC) da manteiga de cacau, ponto de fusão (PF) e os teores de alguns ácidos graxos de dez genótipos	64
18 - Teores de ácidos graxos saturados e insaturados e relação entre ácidos graxos saturados e insaturados para dez genótipos	67
19 - Teores médios de ácidos graxos livres, esteróis, mono, di e triglicerídeos, para dez genótipos	69
20 - Valores médios dos teores de triacilgliceróis da manteiga de cacau de dez genótipos	70
21 - Estimativa de coeficientes de correlação entre a dureza (DSC) da manteiga de cacau, e o ponto de fusão (PF) e alguns triacilgliceróis de dez genótipos	71
22 - Valores de dureza (DSC) e pontos de fusão da manteiga de cacau de dez genótipos	74

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
1 - Zoneamento ecológico para a cacauicultura no Estado de São Paulo	3
2 - Valores médios mensais de temperaturas médias, máximas e mínimas, precipitação pluviométrica e insolação, da região de Pariquera-Açú.....	33
3 - Proporções de frutos produzidos mês a mês durante o período compreendido entre 1982 a 1994, a) IAC 1; b) ICS 95; c) IMC 67	52
4 - Proporções de frutos produzidos mês a mês durante o período compreendido entre 1982 a 1994, d) P7; e) SCA 12; f) UF 29.....	53
5 - Proporções de frutos produzidos mês a mês durante o período compreendido entre 1982 a 1994, g) UF 613; h) UF 667; i) UF 668	54
6 - Proporções de frutos produzidos mês a mês durante o período compreendido entre 1982 a 1994, para o genótipo SCA 6	55
7 - Equação de regressão entre os teores de gordura de sementes de cacau de dez genótipos, determinados por extração em Soxhlet e RNM.....	59

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS PARA PRODUÇÃO DE MANTEIGA DE CACAU NO VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO, BRASIL.

Autora: MARIA LUIZA SANT'ANNA TUCCI

Orientador: Prof. Dr. LUIZ CARLOS BASSO

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o potencial industrial da manteiga de cacau produzida no Estado de São Paulo, bem como a diferença de comportamento entre alguns materiais genéticos, dez genótipos (IAC1, ICS95, IMC67, P7, SCA6, SCA12, UF29, UF613, UF667, UF668) da coleção de germoplasma da Estação Experimental localizada em Pariquera-Açú, a 24° 43' S, 47° 53' W, 25 m de altitude, foram avaliados para teor de gordura, dureza e composição da manteiga. Os frutos de polinização aberta, foram colhidos em maio de 1995, com exceção do clone ICS95, que foi colhido em junho. As sementes, após terem sido despulpadas, tiveram a testa removida e foram submetidas à secagem em estufa a 50°C por 3 dias. O teor de gordura foi determinado por extração em Soxhlet, após digestão ácida e por ressonância nuclear magnética (RNM). A dureza da gordura foi determinada por calorimetria diferencial de varredura (DSC), representando percentuais de gordura sólida a 16°C e também por ponto de fusão. A composição de ácidos graxos e triglicerídeos foi

estimada por cromatografia gasosa. Foram observadas diferenças significativas entre genótipos para teor de gordura, pelos dois métodos utilizados. Houve correlação altamente significativa entre os métodos ($r = 0,74$). O DSC variou de 75,6 a 88,3, enquanto os valores do ponto de fusão variaram de 30,1 a 31,6°C. As diferenças entre genótipos não foram significativas para essas características e os valores obtidos encontram-se dentro dos padrões da indústria. A correlação entre ponto de fusão e DSC não foi significativa. A relação entre ácidos graxos saturados e insaturados variou entre 1,5 a 1,7. Foi observada correlação positiva ($r = 0,68$) significativa entre os teores de ácido esteárico e dureza e correlação negativa ($r = -0,78$) significativa, entre os teores de ácido oléico e dureza. Os teores dos principais triacilgliceróis (POS, SOS, POP) variaram de 37,4 a 41,2%; 13,2 a 21,7% e 21,0 a 27,8%, respectivamente. A soma dos triacilgliceróis POO e SOO, cujos altos teores são indicativos de gorduras macias, variou de 5,1 a 10,7%. Foram encontradas correlações positivas altamente significativas entre teores de POS e dureza e correlações negativas entre teores de POO e SOO e dureza. Os resultados indicaram que frutos desenvolvidos durante o período estudado, podem produzir manteiga de cacau comercialmente aceitável e que existe potencial para o melhoramento genético visando aprimorar essa característica.

SELECTION OF GENOTYPES FOR THE PRODUCTION OF COCOA BUTTER IN VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO, BRAZIL.

Author: MARIA LUIZA SANT'ANNA TUCCI

Adviser: PROF. DR. LUIZ CARLOS BASSO

SUMMARY

With the aim of evaluating the cocoa butter produced in São Paulo State, Brazil, from the industrial stand point, as well as the differences among genotypes, ten genotypes (IAC1, ICS95, IMC67, P7, SCA6, SCA12, UF29, UF613, UF667, UF668) from the germplasm collection of the Experimental Station at Pariquera-Açú, at 24°43'S, 47°53'W, 25 m altitude, were evaluated for fat content, hardness and composition of cocoa butter. Open - pollinated fruits were harvested in May, 1995 except for genotype ICS95, harvested in June. Fat content was determined by Soxhlet extration and by nuclear magnetic ressonance (NMR). Fat hardness was determined by differential scanning calorimeter (DSC), and by melting point determination. Fatty acid and triglyceride composition were determined by gas chromatography. Significant differences were observed among genotypes for fat content for both methods with a significant positive correlation between them ($r = 0,74$). DSC values ranged from 75,6 to 88,3, and the melting point ranged from 30,1 to 31,6°C, with no significant differences among genotypes for these traits. The ratio saturated: unsaturated fatty acids ranged from 1,5 to 1,7. There was a significant positive correlation ($r = 0,68$) between stearic acid content and hardness and a significant negative correlation ($r = -0,78$) between oleic acid content and hardness. Major triacylglycerols (POS, SOS, POP) content ranged from 37,4 to 41,2%; 13,2 to 21,7% and 21,0 to 27,8%, respectively. The amounts of POO

and SOO indicative of soft fats, ranged from 5,1 to 10,7%. There was a significant positive correlation between POS content and hardness and a negative correlation between POO and SOO content and hardness. The results show that fruits grown during the season studied could produce cocoa butter suitable for industrial purposes and that there is a possibility for improvement of this characteristic by breeding.

1. INTRODUÇÃO

Referências relativas à possibilidade do cultivo do cacau no Estado de São Paulo remontam ao início deste século (Granato, 1904, 1908, 1909; D'Utra, 1909). A partir da década de 50, através da introdução de materiais genéticos realizada pelo pesquisador João Cunha, do Instituto Agrônomo (IAC), começaram a ser instaladas coleções de germoplasma de cacau nas Estações Experimentais do Instituto Agrônomo (IAC), localizadas em Pariquera-Açu e Ubatuba.

Na década de 70, com a intenção de recolocar o Brasil na liderança mundial da produção de cacau, o governo brasileiro aprovou e executou um ambicioso programa de expansão para a cacauicultura: o PROCACAU, 1976-1985 (Menezes e Carmo-Neto, 1993). Da estratégia adotada para a consecução da meta proposta, constava o aumento da produção através da expansão de novas áreas.

Nesse contexto, foi possível ao Estado de São Paulo participar do programa nacional de expansão, com previsão de área plantada com cacauzeiros, de 10.000 ha, correspondendo a 10.000.000 de plantas. A fim de coordenar e executar o programa de implantação da cacauicultura comercial em nível estadual, foi oficializado em 1978 o Plano de Expansão à cacauicultura no Estado de São Paulo (PECASP), cuja meta era o estabelecimento da cacauicultura comercial, inicialmente no Litoral Paulista, incluindo a região do Vale do Ribeira considerada como a de melhor potencial e em seguida em regiões do interior do Estado consideradas aptas ao cultivo do cacauzeiro (SECRETARIA DA AGRICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1974) (Figura 1).

do cacauzeiro (SECRETARIA DA AGRICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1974) (Figura 1).

O programa a princípio despertou o interesse de empresários agrícolas e nos anos 80 a cacauicultura chegou a ocupar no Estado, aproximadamente 4.000 ha (Nogueira, 1986). No entanto, vários fatores contribuíram para a alteração desse quadro e a partir do final dessa mesma década, a cacauicultura em São Paulo passou a se constituir em tema bastante polêmico.

Entre as questões levantadas, além da produtividade, enfatizava-se um aspecto relacionado à qualidade do produto final. Questionava-se a viabilidade de se utilizar manteiga de cacau proveniente de frutos produzidos no Estado de São Paulo, particularmente do Vale do Ribeira, onde se concentrava a produção, pela indústria chocolateira. A argumentação se fundamentava no fato de que a latitude da região (24° 43' S), elevada se comparada às regiões tradicionais de cultivo, poderia acarretar condições climáticas, especialmente temperaturas, que propiciariam a síntese de manteiga de cacau com baixo grau de dureza e portanto inadequada à fabricação de chocolate. Além disso, frutos e sementes poderiam ter características alteradas pelo efeito do clima.

O presente trabalho teve como objetivo, determinar as características dos frutos e o teor, composição de ácidos graxos, composição triglicéridica e dureza da manteiga de cacau de 10 genótipos da coleção de germoplasma da Estação Experimental de Pariquera-Açú (SP), para verificar a possibilidade de sua utilização industrial.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO PARA A CACAUCULTURA

1973

LEGENDA

1. ZONA DE PLANTAS TROPICAIS

2. ZONA DE PLANTAS SUBTROPICAIS

3. ZONA DE PLANTAS MEDITERRANEA

4. ZONA DE PLANTAS DESERTICAS

5. ZONA DE PLANTAS ALPINAS

6. ZONA DE PLANTAS POLARES

ZONAS ECOLÓGICAS

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4						
5						
6						

CARTA 6.3.6

CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

- A - CLIMATICAMENTE APTA - CONDIÇÕES TÉRMICAS E HÚMIDAS SATISFATORIAS
- B - CLIMATICAMENTE MARGINAL - RESTRIÇÃO HÚMIDA
- C - CLIMATICAMENTE MARGINAL - RESTRIÇÃO POR MAIOR FREQUÊNCIA DE GEADAS
- D - CLIMATICAMENTE INAPTO - CARÊNCIA HÚMIDA
- E - CLIMATICAMENTE INAPTO - CARÊNCIA HÚMIDA E / OU GEADAS

CONDIÇÕES EDÁFICAS

1. TERRAS SEM LIMITAÇÕES OU COM LIMITAÇÕES SIMPLES PARA A CACAUCULTURA - FERTILIDADE MÉDIA A ALTA - RELEVO PLANO A ONDULADO - MECANIZÁVEIS - ERODIBILIDADE MODERADA A FORTE - PROBLEMAS SIMPLES A MODERADOS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO.
2. TERRAS COM LIMITAÇÕES MODERADAS PARA A CACAUCULTURA - FERTILIDADE MÉDIA A ALTA - RELEVO ONDULADO A FORTEMENTE ONDULADO - RESTRIÇÕES À MECANIZAÇÃO NO RELEVO FORTEMENTE ONDULADO - FORTE ERODIBILIDADE - PROBLEMAS COMPLEXOS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO.
3. TERRAS COM LIMITAÇÕES MODERADAS A FORTES PARA A CACAUCULTURA - FERTILIDADE MÉDIA - OCASIONALMENTE CULTIVÁVEIS - RELEVO FORTEMENTE ONDULADO - FORTES RESTRIÇÕES À MECANIZAÇÃO - PROBLEMAS COMPLEXOS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO.
4. TERRAS COM PROBLEMAS MODERADOS A COMPLEXOS DE DRENAGEM - BAIXADAS DE ALMÓDRES E HIDROMÓRFICAS.
5. TERRAS COM LIMITAÇÕES FORTES PARA CACAUCULTURA - FERTILIDADE MÉDIA - RELEVO FORTEMENTE ONDULADO A ACIDENTADO - RESTRIÇÕES À MECANIZAÇÃO NO RELEVO FORTE ONDULADO - PROBLEMAS COMPLEXOS DE CONSERVAÇÃO DO SOLO.
6. TERRAS INAPTAS À CACAUCULTURA POR LIMITAÇÕES MUITO FORTES QUANTO ÀS CARACTERÍSTICAS DE SOLO E / OU DECLIVIDADE

Figura 1 - Zoneamento ecológico para a cacaucultura no Estado de São Paulo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Origem e distribuição geográfica do cacau

Através dos tempos o cacau e seus frutos têm despertado o interesse de tantos quantos puderam ter a oportunidade de conhecê-los. Sua história é repleta de lendas e mitos, cujas origens remontam a tempos imemoriais. Os astecas atribuíam ao cacau origem divina. Este seria originário do paraíso e dos jardins do deus Quetzalcoatl, teria sido trazido à Terra para proporcionar prazer aos homens.

A planta era cultivada muito antes da chegada dos europeus à América pelos maias, no México e na Guatemala, constituindo-se nos primeiros povos conhecidos a considerar as qualidades valiosas de suas amêndoas. Além deles, também os astecas consumiam cacau à época do descobrimento (Wood, 1985).

O gênero *Theobroma* ao qual pertence o cacau, ocorre em estado nativo na Bacia Amazônica e em outras regiões tropicais da América do Sul e Central e as regiões do alto Amazonas têm sido consideradas como a origem do cacau. No entanto, segundo Wood (1985), parece mais correto considerar essa região, onde é encontrada grande variação nos caracteres morfológicos e fisiológicos, como o centro primário de diversidade e a América Central, como um centro secundário.

Para Cruz et al. (1995), os cultivos de cacau podem ter sido abandonados pelos maias após a colonização europeia, com alguns poucos

plantios permanecendo isolados, protegidos pelos seus descendentes. Populações redescobertas no México, podem ser tanto derivadas de cacauzeiros nativos não detectados anteriormente ou remanescentes dos antigos cultivares maias.

Atualmente o cacauzeiro encontra-se como cultivo comercial, em regiões situadas entre as latitudes 15° N e 20° S, sendo que segundo Wood (1985), 75% da produção mundial é originária de regiões situadas em uma faixa entre 8° ao norte e ao sul do Equador. A área mais extensa além de 8° S, é representada pelo Estado da Bahia, em que a principal região produtora situa-se entre 13 e 18° S.

As áreas geográficas produtoras são: África, detendo em 1994/95 cerca de 61,1% da produção mundial, com 1436,5 mil toneladas, Américas Central, Norte e Sul produzindo 504,3 mil toneladas, correspondendo a 21,5% da produção mundial e Ásia e Oceânia com 408,2 mil toneladas, equivalentes a 17,4% da produção mundial. Em ordem decrescente, os maiores países produtores no período 1994/95 foram Costa do Marfim, Gana, Indonésia, Brasil, Nigéria e Malásia (Tabela 1), detendo juntos 80,3% da produção mundial. No Brasil, o Estado da Bahia é responsável por 90% da produção. No mesmo período considerado, a produção mundial alcançou 2.349,0 mil toneladas, enquanto a brasileira correspondeu a 225,0 mil toneladas. O Brasil, de segundo maior produtor no período 1993/94, ocupa atualmente o quarto lugar, tendo sido superado por Gana e Indonésia, país que desde o início da década atual vem despontando como grande produtor. A Costa do Marfim vem mantendo a primeira posição, com estimativa de 1.200 mil toneladas em 1995/96 e previsão de 1.000 mil toneladas para o período de 1996/97 (International Cocoa Organization, 1996).

Tabela 1 - Produção¹ de cacau por países selecionados, nos períodos de 1990/91 a 1994/95 (International Cocoa Organization, 1996).

País	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96 (estimativa)	1996/97 (previsão)
Costa do Marfim	804,4	747,0	800,0	840,0	850,0	1.200,0	1.000,0
Gana	293,4	242,8	312,1	254,7	309,4	403,8	330,0
Indonésia	150,0	180,0	240,0	260,0	240,0	295,0	330,0
Brasil	368,1	306,2	308,6	282,7	225,0	230,0	195,0
Nigéria	160,0	110,0	145,0	135,0	142,7	147,0	140,0
Malásia	221,0	220,0	225,0	205,0	120,0	105,0	120,0
Total mundial	2.506,8	2277,9	2484,5	2436,1	2349,0	2900,4	2622,0

¹ Mil toneladas

2.2. Classificação botânica

O cacaueiro pertence à ordem Malvales e à família das Esterculiáceas. Os astecas e outros grupos de língua nahuatl chamavam o cacaueiro de *cacahoaquahuitl*; seus frutos de *cacahoacentli* e suas sementes de *cacaoatl* (Paradis, 1979). Desse nome das sementes deriva a palavra “cacao”, nome da espécie, atualmente empregada universalmente e usada pela primeira vez em 1700, por Tournefort que a reteve como nome de gênero. No entanto Lineu, em 1737, preferiu substituí-la por *Theobroma* que significa manjar dos deuses, em alusão à mencionada origem divina atribuída ao cacaueiro (Braudeau, 1970).

Segundo Enriquez (1985), é possível classificar os cacaos cultivados em três grandes grupos, que se referem a complexos genéticos amplos, aos quais correspondem as variedades: a) Criollos: frutos verdes ou

vermelhos, cilíndricos, casca rugosa, delgada ou grossa, sementes brancas ou ligeiramente pigmentadas, cilíndricas ou ovais; b) Forasteros: frutos geralmente verdes, ovais, cascas lisas ou ligeiramente rugosas, sementes violeta, sendo a variedade mais difundida, representando 80% da produção mundial; c) Trinitários: constituem as populações híbridas de cruzamentos espontâneos de Criollos e Forasteros e seus frutos e sementes têm características intermediárias entre os grupos que lhes deram origem. Estudos recentes realizados com marcadores moleculares por Figueira et al. (1994), envolvendo genótipos de *T.cacao* representando todas as raças e várias origens, indicaram não haver congruência com a classificação tradicional nos três grupos mencionados.

2.3. O fruto

O fruto do cacaueiro é uma baga indeiscente, que apresenta um pericarpo composto de três partes bem diferenciadas: epicarpo, carnosos e espesso; mesocarpo, fino e duro, mais ou menos lignificado; endocarpo, carnosos, de espessura variável. O fruto é sustentado por um pedúnculo lenhoso, procedente do engrossamento do pedicelo da flor. Enquanto jovem, apresenta, tal como o ovário, cinco compartimentos, em cada um dos quais estão as sementes regularmente repartidas. Quando o fruto amadurece, desaparecem os compartimentos, apenas subsistindo uma cavidade única, na qual as sementes, envoltas por uma polpa mucilaginosa espessa, aparecem normalmente dispostas em cinco fileiras. Em geral, um fruto pode conter de 30 a 40 sementes (Braudeau, 1970).

A cor, forma e tamanho dos frutos são extremamente variáveis segundo os materiais genéticos. A cor dos frutos imaturos varia do verde, dos Forasteros amazônicos ao vermelho dos grupos Criollo e Trinitário. Quando o fruto amadurece, o verde passa a amarelo e o vermelho passa a alaranjado. O tamanho é determinado pelo comprimento, que pode variar de 10 a 30 cm

(média de 12 a 15 cm) e por sua largura, igualmente muito variável (média de 7 a 9 cm). A forma varia desde a cilíndrica com extremidade pontiaguda do grupo Criollo até a forma amelonada dos frutos do grupo Trinitário (Braudeau, 1970).

O tempo transcorrido desde a polinização até a colheita do fruto varia com os genótipos e com o ambiente (Enriquez, 1985). Segundo Alvim (1977), esse intervalo varia de acordo com as temperaturas registradas durante o desenvolvimento dos frutos. Frutos do “temporão”, que se desenvolvem durante os meses mais quentes (colhidos entre abril e agosto), amadurecem em 140 dias, enquanto frutos da “safra” (colhidos entre setembro e janeiro), necessitam de 167 a 205 dias para amadurecer.

2.4. A semente

As sementes são revestidas por uma polpa mucilaginosa branca, rica em açúcares, que desempenha papel muito importante no preparo do cacau comercial, durante o processo conhecido como fermentação. Os cotilédones apresentam numerosos lóbulos imbricados uns com outros, recobertos por uma finíssima película translúcida, brilhante, que representa os vestígios do endosperma (Braudeau, 1970). Estão reunidos em sua base a uma radícula, cujo parênquima é atravessado por um sistema vascular (Chatt, 1953) e a uma gêmula rudimentar, que constituem o que se chama impropriamente de “germe” da semente de cacau. Os cotilédones estão envoltos por uma cobertura delgada mas resistente, de cor rosada, apresentando muitas nervuras, proveniente do desenvolvimento dos tegumentos do óvulo, denominada testa (Braudeau, 1970).

As sementes variam bastante em sua forma, tamanho e coloração, dependendo do material genético e o peso úmido pode variar de 0,7 a 3,7g. A coloração do cotilédone é um caráter genético típico e está associada ao tipo de cacau. Pode variar do branco (Criollo), até o violeta-escuro (Forastero), com diferentes tonalidades e distribuição de cores. Estão presentes várias espécies

de polifenóis, responsáveis pelo sabor adstringente das sementes frescas. A antocianina, responsável pela coloração violeta dos cotilédones dos cacaos Forastero e Trinitário, não está presente no cacau Criollo (Enriquez, 1985).

Um exame histológico dos cotilédones frescos permite distinguir três tipos de células: a) células epidérmicas dispostas em uma camada mononuclear; b) células parenquimatosas de reserva que constituem ao redor de 90% dos tecidos dos cotilédones e são incolores, contendo cristais de uma matéria graxa chamada manteiga de cacau, proteínas em forma de grãos de aleurona e grãos de amido; c) células com polifenóis (taninos, catequinas, antocianinas, leucoantocianinas) que constituem cerca de 10% dos tecidos dos cotilédones e que são responsáveis por sua coloração. Essas células contêm também as purinas (teobromina e cafeína). É importante assinalar que nem as células com pigmentos nem as de reserva contêm substâncias que darão origem ao aroma chocolate. As sementes não fermentadas são incapazes de produzir aroma, o que confirma que as substâncias precursoras do aroma do cacau unicamente se formam durante o processo de fermentação (Braudeau, 1970).

2.5. O chocolate

A palavra chocolate tem origem mexicana, sendo derivada de “chocolatl”, expressão onomatopéica, cuja pronúncia se assemelhava ao som produzido pelo moinho de mão que os nativos da América Central usavam para moer as amêndoas de cacau (“Historicus”, 1892), para obter uma pasta denominada cacau, com a qual preparavam a bebida, o chocolate (Peeters, 1979). No entanto, existe outra teoria a respeito (Hardy, 1961).

Desde os tempos em que era considerado alimento dos deuses pelos nativos até o presente, o chocolate passou por muitas transformações. Tal como o preparavam os povos da América Central, não suscitou o entusiasmo dos conquistadores espanhóis: tratava-se de uma bebida amarga,

adicionada de pimenta e urucum (*Bixa orellana* L.), como corante (Peeters, 1979) e sua aceitação não foi imediata e não ocorreu sem suscitar muitas controvérsias (Barrau, 1979). Somente após 1519 é que os europeus descobriram o prazer da degustação do cacau (Paradis, 1979), juntando a ele açúcar (Peeters, 1979).

O cacau é talvez aquilo que representa melhor a perplexidade dos europeus diante de uma planta alimentícia proveniente da América. Nenhuma planta americana, nem mesmo o tabaco, suscitou tanto entusiasmo. O primeiro conhecido do trio chá-café-chocolate, este permaneceu durante muito tempo um produto de luxo na Europa, mas tornou-se rapidamente uma bebida popular nas colônias da América tropical. Durante o período entre os séculos XVI e XVIII na Europa, o chocolate foi consumido como bebida. Esse foi o sentido adotado pelos espanhóis e a seu lado, os outros europeus (Peeters, 1979).

Segundo Chatt (1953), em 1763, na Enciclopédia de Diderot e d'Alembert, uma ilustração de uma fábrica francesa de chocolate apareceu, na qual uma prensa para desengordurar cacau é mostrada. Mais ou menos ao mesmo tempo, foi observado que cacau parcialmente desengordurado, produzia o melhor chocolate.

No entanto, foi necessário esperar até a segunda metade do século XIX para ver seu uso generalizado em confeitaria, tal como nós o conhecemos hoje (Peeters, 1979). Em 1828 van Houten, na Holanda usou uma prensa para remover uma parte da manteiga de cacau das amêndoas produzindo um pó contendo 22-25% de gordura, o qual era mais fácil de ser digerido. A disponibilidade da manteiga de cacau permitiu a obtenção do chocolate tal como é conhecido hoje, o qual é basicamente composto dos cotilédones secos ou nibs, açúcar e manteiga de cacau adicionada, sendo que essa adição de manteiga de cacau extra o torna fácil de ser moldado. Assim se tornou possível a confecção de chocolate em barras de boa aparência e textura, bem como a possibilidade de se cobrir outras confecções com chocolate. Esse processo foi o primeiro dos mais importantes avanços

tecnológicos que conduziram à grande variedade de produtos de cacau disponíveis hoje (Wood, 1985).

A manufatura desse “chocolate comestível” começou apenas em 1847, quando foi vendido por Fry & Sons. Em 1849, a firma Cadbury Brothers colocou amostras do novo produto em exibição (Chatt, 1953).

Outro desenvolvimento tecnológico importante foi a mistura de sólidos de leite à massa de cacau e açúcar para obter chocolate ao leite o qual foi inventado por Daniel Peter de Vevey na Suíça e foi primeiramente produzido em 1876 (Wood, 1985).

2.6. A manteiga de cacau

O cacaueiro consiste na única fonte de manteiga de cacau, matéria prima fundamental da indústria chocolateira e cosmética, que apresenta característica físico-química única entre as gorduras vegetais, estreitamente relacionada aos teores dos ácidos graxos e triglicerídios. De sua composição, participam ácido palmítico (16:0), esteárico (18:0) e oléico (18:1), aproximadamente em proporções iguais e quantidade menor de ácido linoléico (18:2). Os triacilgliceróis, representam as unidades químicas da manteiga de cacau e desses, os mais importantes apresentam a posição *sn*-2 ocupada por um ácido graxo insaturado basicamente oléico, enquanto as posições *sn*-1 e *sn*-3 são predominantemente ocupadas por ácidos graxos saturados. Assim, oleopalmitoestearina (POS), oleodiestearina (SOS) e oleodipalmitina (POP), são os três principais triacilgliceróis da manteiga de cacau (Wood, 1985).

As características de fusão da manteiga de cacau a tornam a gordura vegetal preferida para a manufatura do chocolate. À temperatura ambiente (20° C), a manteiga de cacau é um sólido que começa a amolecer a 30° C, fundindo completamente à temperatura ligeiramente inferior à temperatura corporal. As características de fusão da manteiga de cacau são

devidas à sua composição glicerídica única, consistindo de 2,7 a 12,5% triglicerídios tri-saturados, 67,5 a 81,3% mono-insaturados, 15,3 a 27,0% di-insaturados, e 0,7 a 2,1% tri-insaturados. A composição de ácidos graxos consiste de 24,4 a 28,6% de ácido palmítico, 34,2 a 36,2% esteárico, 33,4 a 38,1% oléico, e 1,8 a 3,6 % linoléico. A manteiga de cacau é mais valiosa que os sólidos de cacau porque tem múltiplos usos e mais manteiga que sólidos é usada na manufatura do chocolate. (Janick, 1986).

Minnifie (1989), define os seguintes tipos de manteiga de cacau:

- a) Manteiga de cacau prime pressed , definida como a gordura obtida de cotilédones de cacau de boa qualidade, livres de testa, por meio de prensagem mecânica (hidráulica) sem nenhuma refinação subsequente que não a filtração;
- b) Manteiga de cacau expeller-pressed, em que o nib (cotilédone) é normalmente submetido a ação de vapor para provocar a separação, sendo quimicamente a mesma que a prime pressed, mas usualmente sujeita a processo de refinação;
- c) Manteiga de cacau extraída por solvente da torta após o processo expeller ou de resíduos de cacau ou chocolate, necessitando sempre de processo de refinação. Como produto comercial há divergências se ela pode ser aceita como manteiga de cacau.

A tabela 2 apresenta a participação percentual dos maiores exportadores de manteiga de cacau no mercado mundial, durante os períodos de 1992/93 a 1994/95. Observa-se que a Holanda é o país maior exportador, sendo seguida pelo Brasil e a Malásia. Nota-se que apenas quatro países detêm mais de 60% das exportações de manteiga de cacau. Segundo Duarte (1987) esse mercado, assim como o mercado de amêndoas, apresenta comportamento oligopolista e o maior dos exportadores de manteiga não é produtor de cacau, mostrando que é importante a transformação de cacau em derivados, nos países importadores de amêndoa. No entanto há por parte de alguns países importadores de manteiga um processo de reexportação, isto é, o país importa a manteiga, faz um reprocessamento às vezes misturando-a com manteiga de origem diferente ou com óleo hidrogenado e a reexporta com

as características do mercado comprador. A manteiga de cacau caracteriza-se no mercado como o derivado de cacau de preços mais altos, em média chegando a custar quase três vezes o preço da amêndoa. Assim como os outros derivados e a própria amêndoa, o preço da manteiga de cacau sofre flutuações decorrentes da instabilidade que é característica de produtos primários e seus derivados. São poucos os estudos referentes aos mercados de derivados de cacau, quando tratados separadamente. Geralmente, os derivados são incluídos nas pesquisas através de conversão de suas quantidades para equivalentes em termos de amêndoa (Duarte, 1987).

Tabela 2 - Exportação² de manteiga de cacau por países selecionados, no período de 1992/93 a 1995/96 (International Cocoa Organization, 1996).

País	1992/93	1993/94	1994/95
França	15.908	25059	34.177
Alemanha	17.408	13.904	8.870
Holanda	128.216	136.193	146.717
Reino Unido	5.288	7.536	5.763
Costa do Marfim	24.488	18.273	38.232
Gana	5.750	5.900	3.900
Brasil	38.778	33.508	23.423
Indonésia	16.214	15.158	17.132
Malásia	38.544	40.044	39.311
Cingapura	17.900	19.195	19.153
Total mundial	368.970	374.600	398.430

² Toneladas

Na Tabela 3 estão expressos os valores das importações de manteiga de cacau por países selecionados durante os períodos entre 1992/93 e 1994/95.

No aspecto financeiro, as exportações brasileiras de manteiga de cacau totalizaram no período de janeiro a dezembro de 1991, US\$ 83,8 milhões, para um volume de 28.679,7 toneladas, ao preço médio de US\$ 2.923,00. Desse total, a Bahia exportou 27.140,7 toneladas, ao preço médio de US\$ 2,927, no valor total de US\$ 79,4 milhões. Algumas indústrias estimuladas pelo alto preço da manteiga (que chegou a quase três vezes o valor da amêndoa), dedicaram-se à compra de cacau diretamente na lavoura. (Menezes e Carmo-Neto, 1993).

Tabela 3 - Importações³ de manteiga de cacau por países selecionados no período de 1992/93 a 1994/95 (International Cocoa Organization, 1996).

País	1992/93	1993/94	1994/95
Bélgica / Luxemburgo	28.989	32.512	24.859
França	28.012	36.992	38.203
Alemanha	37.792	53.511	67.036
Holanda	42.323	47.228	38.540
Reino Unido	28.254	32.389	33.726
Suiça	16.146	17.908	17.432
Argentina	6.010	6.480	7.150
Canadá	11.830	10.615	11.671
EUA	86.473	57.894	58.970
Total mundial	378.680	388.440	384.610

³ Toneladas

2.7. Teor de manteiga de cacau

Com respeito ao teor de manteiga de cacau, Toxopeus e Wessel (1970), observaram diferenças de até 2% (até 8% em anos de seca mais drástica), em função da precipitação pluviométrica. Vello, Garcia e Magalhães (1972), trabalhando com híbridos, encontraram teores de gordura variando entre 55 e 58%. Efeitos tanto do clone materno como do pólen, resultando em diferenças significativas com relação à porcentagem de gordura, foram observados por Toxopeus e Jacob (1968) e Beek, Eskes e Toxopeus (1977). Pires et al. (1994), trabalhando com 276 genótipos, encontraram teores de

gordura entre 45,6 e 59,8%, concluindo que existe variabilidade genética para seleção para alto teor de gordura.

Para o Estado de São Paulo, dados a respeito da variação do teor de manteiga de cacau entre genótipos são escassos.

2.8. Síntese da manteiga de cacau

Os ácidos graxos são sintetizados a partir de acetil-CoA por uma série de reações localizadas nos plastídeos, que incluem a reunião, via reações de aciltransferase de três acil-ácidos graxos à molécula do glicerol para formar triacilglicerol, a forma de reserva dos ácidos graxos nas sementes (Ohlrogge, 1994). Deve ser levado em consideração o fato de que a distribuição dos ácidos graxos e conteúdo e proporção dos diferentes acil-lipídios em tecidos vegetais podem variar consideravelmente durante o desenvolvimento, maturação ou senescência e que fatores ambientais como luz, temperatura, podem alterar profundamente a composição de lipídios endógenos (Harwood, 1980).

Segundo Harwood e Page (1994), o desenvolvimento de uma semente oleaginosa tipicamente segue 3 fases: a) envolve rápida divisão celular durante a qual é sintetizado pouco triacilglicerol, cuja composição de ácidos graxos tende a assemelhar-se àquela dos fosfolipídios e glicolipídios de membrana, mais do que ao óleo de reserva final. Assim, o triacilglicerol em embriões muito jovens tenderá a ter altos teores de ácidos linoléico e linolênico independentemente da espécie de planta; b) a síntese de triacilglicerol está no máximo, sendo sintetizados os ácidos graxos característicos do óleo final; c) durante a terceira fase, pouca síntese adicional de óleo é observada.

Chatt (1953), relatava que a gordura das sementes do cacaueiro era sintetizada a partir de açúcares, não tendo sido isolado nenhum produto intermediário e que nos estádios iniciais predominavam ácidos graxos livres, com formação de triacilgliceróis em um estadio comparativamente mais tardio

e aumento na proporção de ácidos graxos insaturados a medida que a maturação prosseguia. A gordura acumulava rapidamente nos cotilédones entre o 87^o e 143^o dias.

Dittmar e Duarte (1958), encontraram diferenças na insaturação da manteiga de cacau proveniente de frutos verdes e maduros, com os verdes produzindo manteiga de cacau mais insaturada que os maduros, ou seja a insaturação diminuía durante a maturação dos frutos.

Estudos sobre as alterações na composição lipídica da manteiga de cacau, de sementes colhidas a intervalos desde 110 dias pós-polinização (DAP), até a maturação (180 dias), indicaram que em todos os estádios de desenvolvimento os triacilgliceróis predominaram, correspondendo a 69-96% dos lipídios totais. Entre 120 a 150 DAP a síntese de triacilgliceróis ocorreu a uma taxa praticamente linear, estabilizando no período final do desenvolvimento. O teor de lipídios com base na matéria seca triplicou entre 110 e 130 DAP, passando de 16,2% com base na matéria seca, para 50,1%. A composição de ácidos graxos sofreu alterações principalmente entre 110 e 140 DAP, representadas particularmente pelo aumento no teor de ácido esteárico e decréscimo em ácido linoléico, estabilizando em 150 DAP. Os teores mais altos de ácido linoléico nos estádios iniciais, refletem a dominância de lipídios associados a membranas, que contém altos níveis de ácidos graxos insaturados (Lehrian e Keeney, 1980).

Esses resultados foram coerentes com as observações de Patel et al. (1994), trabalhando com embriões de cacau em desenvolvimento entre 95 e 145 DAP. Durante esse intervalo, os teores de ácido linoléico e palmítico decresceram, e os teores de ácido esteárico e oléico cresceram. Após 115 DAP, ácidos esteárico, palmítico e oléico acumularam a uma taxa aproximadamente igual e a composição de ácidos graxos se assemelhou àquela da manteiga de cacau. A insaturação decresceu entre 95 e 115 DAP e então estabilizou. Assim, a composição lipídica mudou do tipo-membrana para

tipo-manteiga de cacau em apenas 20 dias dos 170 dias requeridos para o embrião alcançar a maturidade.

2.9. Influência das condições ambientais na qualidade da manteiga de cacau

A influência do ambiente sobre a produção de óleos e gorduras de várias espécies vegetais, tem sido bastante estudada desde as primeiras décadas deste século. McNair (1965), em ampla revisão sobre o tema, concluiu que conforme as plantas se desenvolvem em regiões mais próximas do Equador, o grau de insaturação de suas gorduras decresce, em função principalmente do aumento da temperatura do ar.

Estudos sobre a influência da temperatura na composição de lipídios vegetais foram realizados em soja (Agrawal e Vyas, 1971; Martin et al. 1986; Rennie e Tanner, 1989; Cheesbrough, 1989;1990; Wilcox e Cavins, 1992; Dornbos e Multen, 1992), amendoim (Golombeck et al., 1995), girassol (Harris et al, 1978; 1980; Unger, 1980; Silver et al., 1984; Sailer, 1986; Haro e Fernandez-Martinez, 1991; Garcés et al., 1994), açafrão (Yermanos et al., 1967; Hill e Knowles, 1968), maracujá (López, 1980). Todos esses autores observaram que o abaixamento da temperatura provocou aumento na insaturação dos lipídios. Observação de mesma natureza foi feita para lipídios de membranas, em microorganismos, por Wada et al. (1993), que concluíram que a regulação da composição de ácidos graxos dos lipídios de membrana em resposta a uma alteração na temperatura ambiente, pode ser explicada em termos de regulação da fluidez que é necessária para manter o funcionamento adequado das membranas biológicas.

Para o cacau, Dantas (1955) verificou que o grau de insaturação avaliado pelo índice de iodo para as manteigas de cacau brasileiras era mais elevado que os dos produtos similares de outros países

produtores, a tal ponto que o produto brasileiro chegou a ser em certa ocasião, julgado na França como fraudado pela gordura de ilipé, que é extraída das sementes de *Bassia longifolia* L. Resultados semelhantes foram obtidos por Wirth¹, 1955, citado por Dittmar e Duarte (1958a) Dittmar e Duarte (1958b), não podendo os autores àquela época, concluir a respeito das razões para esse fato.

Hilditch², 1956, citado por Dittmar e Duarte (1958a), havia pela primeira vez mencionado que o ponto de fusão da manteiga de cacau dependeria também da estrutura particular dos triglicerídios, sendo predominante para essa gordura o seguinte sistema: um ácido insaturado para dois ácidos saturados.

O grau de insaturação da manteiga de cacau, é inversamente proporcional ao ponto de fusão e nível de dureza, características importantes do ponto de vista industrial. Os teores de ácidos graxos e sua localização na molécula do triacilglicerol são determinados durante o processo de síntese da manteiga de cacau, podendo variar segundo o material genético e condições ambientais (Dimick, 1991).

Berbert e Alvim (1972), entre os fatores ambientais avaliados, que afetam diretamente a composição da manteiga de cacau, observaram que temperaturas mais altas durante a fase de desenvolvimento dos frutos levaram ao menor grau de insaturação dos ácidos graxos. A influência de temperaturas mais elevadas durante o desenvolvimento dos frutos no aumento da saturação e conseqüentemente da dureza da manteiga de cacau, também foi observada por Berbert (1976) e Lehrian, Keeney e Butler (1980).

Chaiseri e Dimick (1989), encontraram diferenças na composição triglicerídica e na dureza de manteigas de cacau provenientes de diferentes

¹ Wirth, W. Zucker und Süßwarenwirtschaft, 8:801, 1955.

² Hilditch, T.P. The Chemical Constitution of Natural Fats. 3.a ed., p. 349, Chapman and Hall, Ltd., London 1956.

regiões geográficas, tendo classificado a proveniente da Bahia, entre as mais macias, em contraposição à da Malásia, considerada dura.

Para o Estado de São Paulo, Berbert e Alvim (1972), estudaram o grau de saturação da manteiga de cacau de sementes provenientes de frutos colhidos no mês de julho, em Ribeirão Preto (SP), a 21° 11' S, 47° 48'W e encontraram um grau de insaturação superior ao apresentado por sementes provenientes da Bahia, Amazonas e Pará.

2.10. Gordura de outras espécies do gênero *Theobroma*

O gênero *Theobroma* possui um total de 22 espécies e ainda que todas elas possam apresentar interesse, algumas podendo inclusive servir para fabricação de chocolate, a única cultivada em grande escala para essa finalidade é *Theobroma cacao* L. A maioria das espécies é explorada em estado selvagem localmente pelas populações nativas que às vezes cultiva algumas delas (Braudeau, 1970).

Na semente fresca do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* L.) produzido na Bahia encontraram-se altos índices de gordura (61,0%) e ponto de fusão de 32,5° C (Ribeiro et al., 1992).

Análise comparativa das sementes de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* L.) e cacau (*Theobroma cacao* L.) , mostrou diferenças na composição de ácidos graxos (ácidos palmitico 5,8:32,8; esteárico 38,3:35,5; oléico 42,8:29,6; araquídico 4,8:1,0; linoléico 8,3:1,1%, respectivamente (Vasconcelos et al., 1975), apresentando-se portanto a manteiga de cacau, mais saturada.

Berbert (1981), estudando a composição e características físicas das gorduras do cupuaçu (*T. grandiflorum* L.) e do cacau tigre (*Theobroma bicolor* L.) e comparando-as com a manteiga de cacau, verificou que as manteigas das duas espécies, ainda que possuam ponto de fusão

respectivamente igual e superior à manteiga de cacau (32° C e 35° C), são bem mais macias que esta última, o que as torna aparentemente inadequadas para o fabrico de chocolate em barra, mas lhes confere possibilidades de utilização como matéria prima na indústria de margarina. A resistência à fusão apresentada pela gordura do cupuaçu é mais baixa que a do cacau e a do cacau tigre é superior a ambas. As gorduras do cupuaçu e do cacau tigre apresentam teores mais altos de ácidos graxos insaturados, apresentando-se pastosas à temperatura ambiente.

Chaiseri et al. (1989), estudaram o comportamento térmico e composição das gorduras de *T. angustifolia*, *T. bicolor* (da Costa Rica e do Brasil), *T. gileri*, *T. grandiflorum* e *T. mammosa*, avaliando-os em comparação com a manteiga de cacau. Com exceção de *T. gileri*, as sementes das outras espécies apresentaram altos teores de gordura o que poderia apresentar algum significado comercial. A gordura de *T. bicolor* da Costa Rica apresentou a maior similaridade com a manteiga de cacau, tanto em composição como em características térmicas, com a desvantagem de ter apresentado alto teor de gordura sólida (SFC) a temperaturas acima de 35° C, provavelmente como resultado de um alto teor do triacilglicerol SOS, o que pode causar um indesejável caráter à degustação. As gorduras, com exceção de *T. bicolor* da Costa Rica, exibiram SFC mais baixos que aqueles de *T. cacao* a temperatura ambiente (20-25° C), como resultado de altos teores de ácidos oléico e linoléico. O ponto de fusão de *T. bicolor* da Costa Rica foi semelhante ao da manteiga de cacau. A diferença entre *T. bicolor* da Costa Rica e do Brasil é que esta teve mais altos teores de componentes insaturados, resultando em uma manteiga mais macia. Esse alto grau de insaturação de *T. bicolor* do Brasil poderia ser resultado de diferenças varietais ou de temperatura nas regiões de produção.

2.11. Polimorfismo da manteiga de cacau

A manteiga de cacau como muitas gorduras é polimórfica, ou seja, pode solidificar em numerosas formas cristalinas distintas, dependendo das condições de resfriamento. Cada forma ou polimorfo tem sua própria faixa de fusão em vez de um ponto de fusão preciso, devido à mistura de triglicerídios que a compõem. Todas as formas, com exceção daquela de mais alto ponto de fusão, são relativamente instáveis. A estabilidade aumenta das formas de ponto de fusão mais baixo para aquelas de ponto de fusão mais alto (Johnston, 1972). O quadro é complicado pelo fato da manteiga de cacau não ser uma mistura única de triglicerídios, podendo, como foi mencionado, apresentar variações em sua composição, dependendo da origem do cacau comercial e do processo utilizado para a extração. Segundo Johnston (1972), cada polimorfo exibe uma faixa de pontos de fusão finais, de amostra para amostra. Os padrões de fusão da manteiga de cacau e do chocolate são claramente muito dependentes dos polimorfos presentes e suas proporções (Johnston, 1972). Todos os resultados sugerem que a estabilidade dos cristais na manteiga de cacau, não depende somente da estrutura cristalina interna mas também da composição triglicerídica dos cristais (Arohnime et al., 1988).

Para Minnifie (1989), há 4 formas polimórficas cristalinas principais, com as seguintes propriedades: a) Forma γ - produzida pelo resfriamento muito rápido da gordura líquida. Seu ponto de fusão é aproximadamente 17° C. É muito instável e se transforma rapidamente, mesmo a baixas temperaturas na forma α ; b) forma α - apresenta ponto de fusão entre 21 a 24° C; c) forma β' - a forma α se transforma à temperatura ambiente na forma β' (ponto de fusão entre 27 e 29° C; d) forma β - a forma β' eventualmente se transforma na forma β , a qual é estável e tem um ponto de fusão de 34 a 35° C. A estabilidade das diferentes formas aumenta da forma γ para a β e em todos os processos da fabricação do chocolate o objetivo é

manter a manteiga de cacau e o chocolate na forma mais estável. Falha em conseguir isso resultará má qualidade do produto final.

Vários pesquisadores (Lovegren et al., 1976; Dimick e Manning, 1987), têm mencionado outros polimorfos, mas segundo Minnifie (1989), de um ponto de vista prático os quatro mencionados são os mais importantes.

2.12. Substitutos da manteiga de cacau

A demanda por cacau na década de 1970 foi influenciada pela crescente competição de substitutos de cacau. Os altos preços de cacau nos anos anteriores, estimularam os chocolateiros a procurar produtos alternativos como uma forma de manter custos baixos e permanecer competitivos com as indústrias do ramo de alimentos afins. Como consequência observou-se uma tendência a se usar menos cacau no produto final. Essa decrescente utilização de cacau na elaboração do chocolate indica uma substituição do cacau por sucedâneos, dos quais diversas linhas têm sido desenvolvidas (Menezes e Barroco, 1986).

Segundo Gerrit (1994), os substitutos da manteiga de cacau existem desde há muito tempo. Sua introdução data da grande guerra, quando não havia suprimento de manteiga de cacau. No presente, contudo, a mais importante razão para seu uso é que alguns fabricantes de chocolate preferem substituir a manteiga de cacau, relativamente cara, pelas gorduras substitutas, mais baratas. Aos fabricantes de chocolate da União Européia em geral, não é permitido chamar de chocolate os produtos que contenham substitutos da manteiga de cacau, isso não se aplicando à Dinamarca, Irlanda e Reino Unido, que permitem o uso de gorduras vegetais outras que não a manteiga de cacau até um limite máximo de 5% do peso total do chocolate.

Por muitos anos, pesquisadores trabalharam para produzir um substituto satisfatório que pudesse ser usado para substituir pelo menos em parte a manteiga de cacau em chocolates finos, ou substituí-la totalmente em

chocolates para cobertura (Minnifie, 1989). Para esse autor, os sucedâneos da manteiga de cacau podem ser classificados em:

1) Gorduras equivalentes à manteiga de cacau (CBE) - uma gordura equivalente é aquela que apresenta todas as propriedades físicas e químicas da manteiga de cacau mas tem seus glicerídios constituintes derivados de outras fontes que não a semente do cacau. Ela não necessita ter as características de “flavour” da manteiga de cacau. O primeiro desenvolvimento nesse campo foi a invenção da Coberina pela Unilever Co., trabalhando em conjunto com uma companhia líder na indústria de chocolate. Foi coberta por patente que descreveu o fracionamento do óleo de palma. A gordura tem uma composição glicerídica quase idêntica à manteiga de cacau e pode portanto ser misturada com ela em qualquer proporção e usada na fabricação do chocolate sem qualquer alteração na fusão. A opinião legal em numerosos países, é que essa gordura não deveria ser utilizada no chocolate descrito como tal.

2) Gorduras substitutas da manteiga de cacau (CBS): são gorduras que não têm nenhuma semelhança com a manteiga de cacau, mas podem ser usadas com algum êxito quando misturadas em pequenas quantidades com manteiga de cacau ou chocolate. As CBSs podem ser classificadas em 2 grupos: a) CBS láuricos: trata-se de uma faixa de gorduras com diferentes propriedades físicas, mas todas apresentando configurações triglicerídicas que as tornam incompatíveis com a manteiga de cacau. São glicerídios de ácidos graxos de cadeia curta. A maioria dessas gorduras é baseada em óleo de semente de palma; b) CBSs não láuricos: essas gorduras consistem de frações obtidas de óleos hidrogenados - usualmente soja, semente de algodão, amendoim, milho. Esses óleos são hidrogenados seletivamente com a formação de ácidos graxos trans, os quais aumentam a fase sólida da gordura. Seus comprimentos de cadeia e pesos são semelhantes aos da manteiga de cacau e por isso, CBSs não láuricos tolerarão manteiga de cacau em mistura de 20 a 25%.

2.13. Outras gorduras associadas à manteiga de cacau

Em termos de conteúdo de gordura a manteiga de cacau representa o constituinte principal do cotilédone (55% aproximadamente da matéria seca), enquanto a testa e o germe contém somente 3-5% de gordura calculada com base na matéria seca. Em comparação com a manteiga de cacau pura, algumas diferenças foram observadas na composição de ácidos graxos, como a presença de ácidos graxos de cadeia curta, a presença de teores mais altos de ácidos láurico e mirístico, teores mais baixos de ácido esteárico e altos teores de ácidos insaturados de cadeia longa. A diferença na composição de ácidos graxos se reflete na composição triglicerídica: em manteiga de cacau pura, praticamente nenhum triglicerídeo de cadeia curta está presente, enquanto gordura de testa mostra uma distribuição mais complicada, com a fração monoinsaturada (POP, POS, SOS) que representa cerca de 60% dos triglicerídios na manteiga de cacau, sendo somente de 35% na gordura de testa. Contudo, a relação SOS:POP está dentro dos limites de 0,8 a 1,15, a qual tem sido considerada típica para a manteiga de cacau. A composição de esteróis na gordura de testa, é também um pouco diferente da encontrada na manteiga de cacau com respeito à presença de lanosterol, níveis relativos mais altos de β -sitosterol e relação estigmasterol:campesterol mais baixa. (Bracco et al., 1976). Valores baixos de colesterol foram encontrados em ambas. A estabilidade da manteiga de cacau e gordura de testa à rancificação oxidativa a 100° C, foi a mesma (10,5 horas) (El-Saied et al., 1981). Na opinião de Minnifie (1989), a gordura de testa é muito mole, frequentemente com alto teor de ácidos graxos livres, pobre em “flavour” e considerada por alguns, como adulterante da manteiga de cacau.

2.14. Influência do processamento na qualidade da manteiga de cacau

Não foi encontrada diferença significativa no teor de gordura de cotilédones fermentados e não fermentados. Há indicação de que há um ligeiro aumento no teor, nos primeiros quatro dias de fermentação, seguido por um declínio, resultando em pequena perda líquida Chatt (1953). Na determinação do teor de gordura em amêndoas de cacau antes e depois da torrefação, Dittmar e Raimann (1956) verificaram sempre uma diferença sensível de mais de 1% de manteiga de cacau.

Clapperton (1992), é de opinião que para as análises seria mais recomendado evitar a fermentação mas os fabricantes de chocolate querem que os resultados obtidos sejam tornados relevantes pela comparação direta com amêndoas fermentadas e secas do mesmo genótipo.

Esteves et al. (1991), encontraram diferenças significativas nos teores de manteiga de cacau, bem como em sua composição, com o método de extração utilizado.

Com respeito ao armazenamento, o desenvolvimento de fungos nas amêndoas de cacau sob condições ambientais úmidas tem marcada atividade lipolítica, resultando na alteração na composição de ácidos graxos livres, que além disso têm seu teor aumentado. Os teores de ácidos esteárico e palmítico aumentaram enquanto os teores de oléico e linoléico decresceram. (Kavanagh et al., 1970).

2.15. Produção *in vitro* de lipídios da semente de cacau

A manteiga de cacau é a mais cara dentre as gorduras comestíveis. O suprimento de amêndoas de cacau é instável devido a razões climáticas, econômicas e políticas o que a seu turno causam elevações ainda mais significativas nos preços. Os altos preços e o suprimento instável têm forçado os fabricantes de chocolate a examinar formas de suplementar a

manteiga de cacau com outros tipos de gorduras sem alterar a qualidade do produto final. Contudo, há problemas para essa substituição, tais como padrões de fusão inadequados, altos preços ou argumentos legais em muitos países, de que essas gorduras não podem ser usadas em produtos descritos como chocolate. Por esses motivos, começou a ser estudada a possibilidade de se usar cultura de tecidos para a produção de produtos do tipo da manteiga de cacau (Wen et al., 1984).

Por representarem o produto mais valioso e mais bem definido quimicamente, os lipídios da semente do cacaueiro têm sido monitorados como produto em culturas de embriões assexuais, mas ainda que culturas de células produzam ácidos graxos associados com a manteiga de cacau, seu teor e proporções não se assemelham àqueles encontrados dos lipídios de reserva das sementes maduras. Claramente, a produção *in vitro* da manteiga de cacau, requeriria uma compreensão mais aprofundada da regulação metabólica da biossíntese de lipídios (Janick, 1986).

Pence et al. (1981), trabalhando com embriões assexuais de cacau cultivados *in vitro*, observaram alterações na composição dos ácidos graxos similares àquelas que ocorrem em embriões zigóticos durante maturação normal, que foram estimuladas conforme a concentração de sacarose no meio foi aumentada até um ótimo de 27% de sacarose (p/v). Foi registrada uma mudança na composição de ácidos graxos, de polinsaturados para saturados e monoinsaturados, caracterizada por aumento nos teores de ácido esteárico e oléico e um decréscimo nos teores de ácido linoléico e linolênico.

Embriões assexuais de cacau foram desenvolvidos por 40-50 dias em meio com concentração de sacarose variando de 3 a 27% e temperaturas aumentando de 3 em 3 graus, de 10 a 35° C, tendo sido observado máximo crescimento a 29° C, enquanto máximo acúmulo de lipídios e ácidos graxos

ocorreu a 26° C, temperatura em que ocorreu a composição mais semelhante àquela da manteiga de cacau (Wright et al., 1983).

Figueira e Janick (1994), observaram que embriões somáticos não atingiram a maturidade caracterizada pelo teor de ácidos graxos de 50% com base na matéria seca. Os níveis mais altos corresponderam a 39%, mas devido a variabilidade, a mais alta média para qualquer experimento individual foi de 25% de ácidos graxos. Os autores consideram que os fatores limitantes são desconhecidos e que a utilização de embriões somáticos para produção de metabólitos requer o desenvolvimento de protocolos para a indução de completa maturidade dos cotilédones *in vitro*, havendo necessidade de pesquisa sobre a fisiologia da morfogênese de embriões somáticos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

Os frutos estudados foram provenientes da coleção de germoplasma da Estação Experimental do Instituto Agronômico, localizada em Pariquera-Açú, Estado de São Paulo, a 24° 43' S, 47° 53' W, 25 m de altitude, plantada em 1975, em espaçamento de 3,5 x 3 m. A Estação Experimental possui área correspondente a 248 ha e está situada no litoral sul de São Paulo, região do Vale do Ribeira, município de Pariquera-Açú, à margem direita do rio Jacupiranga, sendo cortada pela rodovia Régis Bittencourt (BR 116), no km 460.

3.2.Clima

A área enquadra-se na faixa climática Cf de Köppen, definida como clima tropical quente e úmido sem estação seca, com chuva anual média de 1587 mm (média mensal superior a 50 mm), evapotranspiração potencial de 11140 mm, excedente de 447 mm e deficiência hídrica nula (Sakai e Lepsch, 1984). A temperatura média do mês mais quente é de 25,2° C e a média do mês mais frio é de 17,9° C³

³ Dados fornecidos pela Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agronômico (IAC). Campinas, 1994.

3.3. Geologia

As colinas da Estação Experimental situam-se em área de formação Pariquera-Açú, da época pleistocênica, composta por sedimentos areno-argilosos intercalados na sua base por conglomerados quartzílicos. As várzeas são compostas de sedimentos holocênicos, variavelmente argilosos, areno-argilosos ou turfosos. Existem em algumas áreas entre as colinas e a várzea, afloramento de regolito derivado de migmatitos do pré-cambriano sob o conglomerado basal dos sedimentos Pariquera-Açú (Morgental et al., 1974).

3.4. Solo

O solo do campo VR 13, do qual os frutos foram provenientes, foi classificado por Sakai e Lepsch (1984), como um Latossolo Amarelo Álico A moderado textura argilosa, unidade Pariquera I (Pq I), pelo sistema americano um Ultic Haplortox (atualmente Ultic Hapludox). A análise química de amostras do mesmo tipo de solo em condições de cultivo e mata natural, é apresentada na Tabela 4 (adaptada de Sakai e Lepsch, 1984, por Abreu Jr., 1995).

Tabela 4 - Análise química do horizonte A e B de um Latossolo Amarelo Álico A moderado textura argilosa, em condições de cultivo e de mata natural (adaptado de Sakai e Lepsch, 1984, por Abreu Jr., 1995).

Horizonte	pH	P resina	C	Ca	Mg	K	H	Al	SB	CTC	V	m
	água	$\mu\text{g cm}^{-3}$	g kg^{-1}	$\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$							----	----
A ¹ (0-20 cm)	5,0	---	21	1,8	0,27	0,15	4,0	1,1	2,22	7,32	30	33
B ¹ (60-80 cm)	4,5	---	5	0,4	0,11	0,03	1,7	3,0	0,54	5,24	10	85
A ² (0-20 cm)	3,6	9,0	40	0,1	0,3	0,01	8,6	0,41	9,0	1	5	---

1 - área de cultivo

2 - área de mata natural

3.5. Vegetação

A vegetação original é a floresta tropical perenifolia, que ainda é observada em algumas áreas da Estação Experimental. As espécies mais comuns e que provavelmente compõem o sombreamento da área experimental, são o angelim, arapaçu, araribá (*Centrolobium* spp), cabreúva (*Myrocarpus frondosus*), canela-sassafrás (*Ocotea pretiosa*), canelina (*Ocotea pulchella*), guapiruvu (*Schizolobium paraybum*), guatambu (*Aspidosperma* sp), jequitibá (*Cariniana legalis*), manacá (*Brunfelsia hopeana*), manacá-da-serra (*Tiboreclima* sp), palmito branco (*Euterpe edulis*), pau-ferro (*Caesalpineia ferrea*), peroba (*Aspidosperma polyneuron*), angelim-de-espinho (*Andira spinulosa*), angelim-rosa (*Platycyamus regnelli*), angelim-araroba (*Valaireopsis araroba*) (Sakai e Lepsch, 1984)

3.6. Material vegetal

Foram estudados os seguintes genótipos:

IAC1 - selecionado pelo Instituto Agronômico, Campinas, São Paulo, Brasil, em progênie de UF677, de polinização livre.

ICS95 - Imperial College Selection - seleção realizada pelo Imperial College de Trinidad. O genótipo estudado pertence ao grupo Trinitário.

IMC67 - Iquitos Mixed Calabacillo - proveniente de árvore coletada por F.J. Pound em 1938, em expedição ao rio Parinari em Iquitos, Peru.

P7 - proveniente de árvore originalmente selecionada por F.J. Pound, em 1943, no rio Nanay, Peru.

SCA6 e SCA12 - genótipos originalmente coletados por F.J. Pound em 1937, selecionados pela resistência ao fungo *Crinipellis perniciosa* (Stahel) Singer.

UF613, UF667 e UF668 - Seleções realizadas pela “United Fruit Co.”, em Limón, Costa Rica. Os genótipos estudados pertencem ao grupo Trinitário.

UF29 - seleção da “United Fruit Co.”, em material de origem equatoriana.

Os genótipos SCA6, SCA12, ICS95, IMC67, UF613, UF667 e UF668, foram introduzidos no Estado de São Paulo, entre os anos de 1955 e 1960, a partir de material proveniente do Posto Agropecuário do Ministério da Agricultura, Santarém, Pará, enquanto P7 e UF29, foram introduzidos respectivamente em 1964 e 1970, a partir de material proveniente do IICA, Turrialba, Costa Rica.

A colheita dos frutos maduros foi realizada entre os meses de maio de 1995 (IAC1, IMC67, P7, SCA6, SCA12, UF29, UF613, UF667, UF668) e junho de 1995 (ICS 95).

Na Figura 2, estão apresentados os valores médios mensais de temperaturas médias, máximas e mínimas, precipitação pluviométrica e insolação, da região de Pariquera-Áçú (médias correspondentes ao período de 1961 a 1990) e na Tabela 5, estão apresentados os mesmos valores, referentes aos 4 meses anteriores à colheita dos frutos. Foram consideradas as condições climáticas desse período, uma vez que parte substancial da manteiga de cacau é sintetizada a partir de 120 dias pós-polinização (Lehrian e Keeney, 1980).

Figura 2 - Valores médios mensais de temperaturas médias, máximas e mínimas, precipitação pluviométrica e insolação, da região de Pariquera-Açú (médias correspondentes ao período de 1961 a 1990) (Departamento Nacional de Meteorologia, 1992).

Tabela 5 - Valores médios mensais de temperaturas médias (TM), máximas (TMAX) e mínimas (TMIN), precipitação pluviométrica (PPT) e insolação (INS) da região de Pariquera-Açú referentes aos 4 meses anteriores à colheita dos frutos.

Meses	TM (°C)	TMIN (°C)	TMAX (°C)	PPT (mm)	INS (horas)
JAN	27,3	22,3	32,3	314,0	117,8
FEV	26,0	21,5	30,5	226,0	109,2
MAR	24,9	19,6	30,1	349,0	142,6
ABR	22,9	17,2	28,5	101,0	171,0
MÉDIA	25,3	20,2	30,4	247,5	135,2

FONTE: Seção de Climatologia Agrícola do Instituto Agrônômico (IAC).

3.7. Amostragem

Para a análise das características dos frutos e da gordura foram sorteadas 6 árvores por clone e de cada uma foram colhidos 5 frutos de polinização aberta. As sementes foram coletadas, despulpadas, tiveram a testa removida e foram submetidas à secagem em estufa a 50°C, por 3 dias, sendo então estocadas em sacos de papel, em condições ambientes até serem analisadas. Cada amostra foi constituída das sementes secas de um fruto, tendo-se obtido portanto 300 amostras. Foram determinados os teores de gordura por Ressonância Nuclear Magnética para as 300 amostras. Para a determinação dos teores de gordura por Soxhlet, foram sorteadas 6 amostras por clone, totalizando 60 amostras. Para as demais análises foram sorteadas 4 amostras por clone, com exceção da determinação dos teores de triacilgliceróis, que foram determinados em 2 amostras por clone. Para a análise das características das sementes foram colhidos 20 frutos por clone, de cada um dos quais foram analisadas 10 sementes.

3.8. Caracterização de frutos e sementes

Frutos e sementes foram caracterizados segundo metodologia recomendada por Enriquez e Soria (1967)

3.9. Determinação de gordura

3.9.1. Teor de gordura

O teor de gordura foi determinado através de dois métodos distintos:

3.9.1.1. Determinação do teor de gordura pelo método do Office International du Cacao et du Chocolat - OICC (1963)

As sementes sem testa, foram moídas em moedor de café. Foi pesada uma sub-amostra de 5 g, que foi colocada em estufa a 110°C por 2 horas, sendo em seguida digerida com solução 4N HCl, filtrada e lavada com água quente, até eliminação dos pigmentos. O material digerido foi colocado em cartucho de Soxhlet, submetido à secagem em estufa a 110°C por 2 horas e à extração com éter de petróleo por 4 horas em conjunto extrator de Soxhlet. Foram realizadas duas determinações por amostra. Os resultados foram expressos com base na matéria seca. As determinações foram realizadas no laboratório do Almirante Centro de Estudos de Cacau, Itajuípe (BA).

3.9.1.2. Determinação do teor de gordura pelo método de Ressonância Nuclear Magnética - RNM

A determinação foi executada segundo o método do International Union of Pure and Applied Chemistry - IUPAC 1.123 (1987). As sementes

foram moídas em liquidificador de copo blindado e então submetidas à secagem a 130°C por 2 horas. As determinações foram realizadas em equipamento Oxford 4000 NMR ANALYSER, em tubos de 40 ml, utilizando-se os seguintes parâmetros: RF Level - 150; AF Gain - 500; Gate Width - 1,5. Os resultados foram expressos com base na matéria seca. As determinações foram realizadas no laboratório do Centro de Química do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Campinas (SP).

3.9.2. Análise de ácidos graxos

A composição em ácidos graxos foi determinada por cromatografia gasosa capilar. Para o preparo da amostra, pesou-se 0,1 g de manteiga de cacau previamente fundida e adicionaram-se 4 ml de 0,5 N NaOH metanólico, mantendo-se sob refluxo por 15 minutos. Adicionaram-se 3 ml de BF₃ metanol e efetuou-se o refluxo por mais 5 minutos. Adicionaram-se 5 ml de hexano e manteve-se o refluxo por mais 5 minutos. Após resfriamento da amostra foi adicionada solução saturada de NaCl. Uma alíquota do sobrenadante foi transferida para tubo de 1 ml cuja tampa foi selada. As análises foram realizadas em cromatógrafo a gás Hewlett Packard 5890, equipado com detector de chama ionizante, integrador 3390 II, 7673A "autosampler" e coluna capilar de sílica fundida 25 m x 0,32 mm SP2340 (SUPELCO Bellefonte, PA, EUA). Condições de cromatografia: Temperatura de injeção - 220°C; volume de injeção - 0,5 µl; gás carreador - hélio; velocidade linear do gás carreador - 30 cm seg⁻¹; relação de Split - 60:1; detector - FID a 220°C. As determinações foram realizadas no laboratório do Almirante Centro de Estudos de Cacau, Itajuípe (BA).

3.9.3. Análise de triacilgliceróis

A determinação da composição de ácidos graxos livres, esteróis, mono-, di- e triacilgliceróis, foi executada por Cromatografia Gasosa Capilar. Foram pesados 10 mg de manteiga de cacau previamente fundida e foram adicionados 100 μ l da solução padrão (10 mg de cada um dos compostos: ácido mirístico; 1-monomiristoilglicerol; 1,3 dimiristina; trimiristina), 100 μ l de piridina e 100 μ l BSTFA - bis(trimetil)silil-trifluoroacetamida. A solução foi mantida por 15 minutos à temperatura ambiente, após o que acrescentou-se 1 ml de hexano no frasco, que foi selado. Injetou-se no cromatógrafo a gás 1 μ l da amostra. As análises foram realizadas em cromatógrafo a gás, Hewlett Packard 5890, equipado com detector de chama ionizante, integrador 3390 II, 7673A autosampler e coluna capilar de sílica fundida, High Temperature Polyimide-Clad Fused Silica Capillary Column (Quadrex Co, New Haven, Connecticut, EUA). Condições de cromatografia: temperatura de injeção - 150°C; volume de injeção - 1,0 μ l; gás carreador - hélio; velocidade linear do gás carreador - 20 cm seg⁻¹; ar sintético - 400 cm seg⁻¹; hidrogênio - 30 cm seg⁻¹; relação de Split: 90:1; detector - FID à 380°C; injetor - 370°C. Os triacilgliceróis foram identificados pelo tempo de retenção e comparação dos dados cromatográficos com cromatogramas obtidos por Geeraert e Sandra (1987). As determinações foram realizadas no laboratório do Almirante Centro de Estudos de Cacau.

3.9.4. Análise de dureza (resistência à fusão)

A dureza da gordura foi determinada por calorimetria diferencial de varredura (DSC), segundo protocolo adotado pela empresa Almirante Centro de Estudos de Cacau. Amostras de manteiga de cacau de aproximadamente 2 a 5 mg, após terem sido colocadas em recipiente apropriado e lacrado, foram submetidas a um programa de temperatura

utilizado pelo laboratório do Almirante Centro de Estudos de Cacau. Utilizou-se calorímetro diferencial da Perkin-Elmer, modelo DSC-7, acoplado à impressora. A corrida de cada amostra iniciou-se a 0° C, sendo a temperatura elevada de 2,5° C por minuto, até a fusão total da manteiga. Os gráficos obtidos das curvas de fusão foram divididos em duas partes: 0-16°C e acima de 16°C. Foram determinadas as porcentagens das amostras que permaneceram sólidas até estas atingirem a temperatura de 16°C. As determinações foram realizadas no laboratório do Almirante Centro de Estudos de Cacau.

3.9.5. Determinação do ponto de fusão

O ponto de fusão foi determinado pelo método de capilar aberto, descrito por British Standards Methods for Analysis of Oils and Fats (1958). Foram tomados 10 mm de manteiga de cacau fundida, dentro de um tubo capilar de parede delgada e diâmetro interno de 1 mm. O tubo contendo a gordura foi colocado em refrigerador, em temperatura de 4 a 10° C, por aproximadamente 16 horas. O tubo foi preso a um termômetro de precisão. O conjunto constituído pelo tubo capilar e o termômetro foi imerso em copo contendo 300 ml de água destilada fria. A determinação teve início com a água entre 8 a 10°C e aplicou-se calor de forma a aumentar a temperatura da água de 0,5°C por minuto, agitando-se lentamente a água do banho. Foi tomado como ponto de fusão, a temperatura na qual a gordura se tornou transparente. As determinações foram realizadas na SETEA - Seção de Tecnologia e Engenharia Agrícola (CEPLAC), Itabuna (BA).

3.10. Análise estatística

Foi realizada a análise de variância dos dados obtidos, testando-se diferenças entre médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Análises de correlações entre os diferentes parâmetros em estudo foram

efetuadas pelo método de Pearson (Steel e Torrie, 1980) a 5, 1 e 0,1% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características dos frutos

A análise estatística das características dos frutos, bem como dos teores de gordura pelo método RNM, para os clones estudados mostrou efeitos significativos para todas as características analisadas (Tabela 6).

As características físicas dos frutos, bem como os teores de gordura pelo método RNM, estão expressos na Tabela 7. Os valores de comprimento e diâmetro dos frutos, estão coerentes com aqueles apresentados no Catálogo de Cultivares de Cacau (Enriquez e Soria, 1967). No entanto, a espessura da casca foi maior para todos os clones estudados, com exceção de UF 667, o que poderia ser atribuído às condições climáticas locais, em relação às regiões tradicionais de cultivo.

Com respeito ao clone IAC 1, não foi possível comparar suas características locais com as regiões tradicionais de cultivo, por falta de referências na literatura.

É necessário esclarecer que os frutos estudados se desenvolveram durante o verão, em condições bastante favoráveis com respeito às temperaturas, precipitação pluviométrica e insolação (Figura 2).

Estudos de correlação (Tabela 8) mostram que os teores de gordura RNM correlacionaram positivamente com todas as variáveis analisadas, com exceção do número de sementes.

O peso dos frutos está fortemente correlacionado com as condições climáticas do período de desenvolvimento. Lachenaud (1991),

encontrou correlações positivas significativas entre peso de fruto e precipitação pluviométrica acumulada nos cinco e seis meses anteriores à colheita. Esse autor encontrou também correlação negativa significativa entre peso de frutos e época de colheita, com os frutos colhidos no início da safra maiores que aqueles produzidos posteriormente. Esse fato foi atribuído à competição entre frutos e possivelmente com lançamentos foliares.

Tabela 6 - Resumo da análise de variância dos dados de peso, comprimento e diâmetro dos frutos, peso e espessura da casca, peso das sementes com e sem polpa e teor de gordura.

causa da variação	peso frutos	comprimento	diâmetro	peso casca	espessura casca	no. sementes	peso sementes com polpa	peso sementes sem polpa	teor de gordura (RNM)
Clone	727104,1***	93,0***	12,8***	560576,4***	0,9***	592,3***	33703,1***	12899,6***	26,6***
Resíduo	33842,6	5,1	0,7	22330,4	0,1	137,9	1773,4	506,4	2,1
C. V.	27,6	12,1	9,3	28,6	16,3	34,9	31,9	33,2	2,7

*** - significativo a 0,1% de probabilidade.

Tabela 7- Valores biométricos dos frutos e teores de gordura das sementes de dez genótipos de cacau ordenados alfabeticamente*.

clones	peso frutos (g)	comprimen to (cm)	diâmetro (cm)	peso casca (g)	espessura da casca (cm)	nº de sementes	peso das sementes c/ polpa (g)	peso das sementes s/ polpa (g)	teor de gordura rnm (%)
IAC 1	685,5 c	20,1 ab	8,4 cde	555,0 bc	1,83 abc	30,9 bc	117,2 defg	63,0 cde	53,6 b
ICS 95	671,0 c	19,7 bc	8,3 de	533,5 c	1,81 bc	32,5 bc	124,0 def	64,0 cd	51,3 d
IMC 67	1.004,2 a	21,6 a	9,8 a	827,7 a	2,05 a	42,1 a	158,0 abc	77,7 bc	54,8 a
P 7	576,7 cd	17,3 de	8,7 cd	467,4 cd	1,73 cd	32,1 bc	99,7 efg	46,7 def	52,4 c
SCA 6	498,3 d	16,4 e	8,0 e	401,2 d	1,70 cd	26,6 c	84,3 g	38,4 f	52,5 bc
SCA12	492,8 d	17,3 de	7,8 e	381,7 d	1,61 cd	31,0 bc	97,5 fg	44,9 ef	52,8 bc
UF 29	581,8 cd	16,8 e	8,8 cd	436,7 cd	1,62 cd	39,3 ab	133,5 cde	76,0 bc	53,3 bc
UF 613	836,4 b	20,7 ab	9,6 ab	674,0 b	1,98 ab	34,3 abc	149,0 bcd	71,7 c	53,6 b
UF 667	638,8 cd	18,1 cde	8,7 cd	452,2 cd	1,56 d	32,0 bc	173,7 ab	93,8 ab	52,7 bc
UF 668	687,2 c	19,0 bcd	9,1 bc	490,1 cd	1,53 d	35,7 abc	183,2 a	101,5 a	53,3 bc
C.V.	27,6	12,1	9,3	28,6	16,3	34,9	31,9	33,2	2,7
MÉDIA	667,3	18,7	8,7	522,0	1,74	33,7	132,0	67,8	53,0

* Os dados correspondem a uma média de 30 frutos analisados

Tabela 8 - Estimativa de coeficientes de correlação entre os caracteres analisados dos frutos e teores de gordura das sementes por RNM.

	Peso fruto	Peso casca	Comprim.	Diâmetro	Esp. casca	Peso sem. com polpa	Peso sem. sem polpa	Gordura RNM
No. sementes	0,5975 ***	0,4895 ***	0,6374 ***	0,5623 ***	0,0437 ns.	0,7828 ***	0,7494 ***	0,1271 ns.
Peso fruto		0,9824 ***	0,8685 ***	0,8939 ***	0,5953 ***	0,7258 ***	0,6082 ***	0,2250 ***
Peso casca			0,8339 ***	0,8641 ***	0,6700 ***	0,5884 ***	0,4629 ***	0,2167 ***
Comprimento				0,7055 ***	0,4093 ***	0,6894 ***	0,5967 ***	0,1573 ***
Diâmetro					0,5767 ***	0,7077 ***	0,6085 ***	0,2050 ***
Esp. casca						0,1232 *	0,0101 ns.	0,1164 *
Peso sem. com polpa							0,9538 ***	0,1753 **
Peso sem. sem polpa								0,1838 **

Coefficiente de correlação e nível de significância: ***, **, * - significativo a 0,1, 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. Tamanho da amostra - n = 300.

4.2. Características das sementes

A análise estatística do comprimento, largura e espessura das sementes, mostrou efeitos significativos para os três parâmetros (Tabela 9). Para todos os clones, os dados (Tabela 10) mostraram-se coerentes com aqueles expressos por Enriquez e Soria (1967), para as regiões tradicionais de cultivo.

Na Tabela 11 está expressa a análise de variância das demais características das sementes, tendo havido efeitos significativos para todas. Essas características estão expressas na tabela 12. Os valores de peso fresco e peso seco das sementes sem testa, bem como os teores de testa, estão coerentes com aqueles expressos por Enriquez e Soria (1967), com exceção do clone UF 667 cujas sementes apresentaram pesos fresco e seco mais baixos.

Foi observada correlação negativa altamente significativa entre peso seco das sementes sem testa e teores de testa (Tabela 13), correlação negativa entre gordura Soxhlet e teor de testa e correlação positiva entre peso seco das sementes sem testa e gordura Soxhlet.

O peso da semente seca é um parâmetro importante, uma vez que após a fermentação e secagem, as amêndoas devem possuir peso acima de 1 g para apresentar valor comercial. Para Wood (1985), as sementes desenvolvidas durante a estação seca são menores, tendo teores de testa mais altos e teores de gordura mais baixos.

Para o Estado de São Paulo, devido a estacionalidade do clima, é provável que se possam encontrar valores distintos para as características das sementes obtidas de frutos desenvolvidos em outras épocas do ano.

Tabela 9 - Resumo da análise de variância do comprimento, largura e espessura das sementes dos clones estudados.

causa da variação	comprimento	largura	espessura
Clone	677,7***	394,1***	90,2***
Resíduo	4,2	1,2	1,4
C.V.	8,5	8,7	12,8

*** - significativo a 0,1% de probabilidade.

Tabela 10 - Valores biométricos das sementes de dez clones de cacau ordenados alfabeticamente*

clones	comprimento	largura	espessura
IAC 1	2,5 b	1,33 c	0,99 bc
ICS 95	2,32 c	1,27 d	0,97 c
IMC 67	2,48 b	1,17 e	0,85 d
P 7	2,19 de	1,13 e	0,85 d
SCA 6	2,06 f	1,05 f	0,82 d
SCA 12	2,14 ef	1,05 f	0,82 d
UF 29	2,24 cd	1,27 d	0,85 d
UF 613	2,53 b	1,36 c	0,96 c
UF 667	2,78 a	1,62 a	1,02 b
UF 668	2,82 a	1,57 b	1,08 a
C.V.	8,49	8,71	12,80
MÉDIA	2,41	1,28	0,92

* Os dados correspondem a uma média de 20 frutos analisados.

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 11 - Resumo da análise de variância dos dados de peso das sementes com e sem polpa, teor de polpa, teor de polpa, peso fresco e seco das sementes com e sem testa e teor de testa dos clones analisados.

Causa da variação	Peso com polpa	Peso sem polpa	Teor de polpa	Peso fresco sem testa	Peso seco sem testa	Peso fresco com testa	Peso seco com testa	Peso seco sem testa	Teor de testa
Clone	2056,9***	981,9***	721,8***	215,9***	85,9***	238,7***	90,7***	84,4***	0,094***
Resíduo	21,8	5,8	12,2	1,21	0,53	1,8	0,57	0,54	0,003
C.V.	11,9	11,4	7,6	11,6	12,5	12,8	35,0	35,9	22,2

*** - significativo a 0,1% de probabilidade.

Tabela 12- Valores médios do peso da semente com e sem polpa, teor de polpa, teor de polpa, peso fresco e seco com e sem testa e teor de testa para dez clones de cacau ordenados alfabeticamente.*

clones	peso com polpa (g)	peso sem polpa (g)	teor de polpa (%)	peso fresco s/ testa (g)	peso seco sem testa (g)	peso fresco c/ testa (g)	peso seco com testa (g)	peso seco sem testa (g)	teor de testa (%)
IAC 1	3,60 cd	2,24 bc	37,6 e	2,00 b	1,24 bc	2,22 bc	1,28 bc	1,22 bc	5,4 cd
ICS 95	3,57 cde	2,04 cd	42,6 d	1,74 c	1,08 d	2,02 cd	1,14 cd	1,06 d	6,8 a
IMC 67	3,79 c	1,93 d	48,9 bc	1,66 c	1,12 cd	1,92 d	1,18 cd	1,12 cd	5,8 bcd
P 7	3,29 def	1,61 ef	50,8 ab	1,42 de	0,86 ef	1,58 ef	0,90 ef	0,86 e	5,2 d
SCA 6	2,88 f	1,33 g	53,9 a	1,14 f	0,66 g	1,28 g	0,70 g	0,66 g	6,2 abc
SCA 12	3,11 ef	1,42 fg	54,2 a	1,22 ef	0,74 fg	1,40 fg	0,80 fg	0,74 fg	6,4 ab
UF 29	3,05 f	1,80 de	40,7 de	1,58 cd	0,98 de	1,80 de	1,04 de	0,98 de	5,2 d
UF 613	4,58 b	2,44 b	46,6 c	2,16 b	1,32 b	2,42 b	1,40 b	1,34 b	5,0 dc
UF 667	5,54 a	3,31 a	39,9 de	2,96 a	1,84 a	3,32 a	1,98 a	1,90 a	4,1 ef
UF 668	5,67 a	3,29 a	41,9 d	3,02 a	1,84 a	3,18 a	1,88 a	1,80 a	4,0 g
C.V.	11,9	11,2	7,6	11,6	12,5	12,8	35,0	35,9	22,2
MÉDIA	3,91	2,14	45,7	1,89	1,17	2,11	1,23	1,17	5,4

* - Os dados correspondem a um média de dez sementes de vinte frutos.

Tabela 13 - Estimativa de coeficientes de correlação entre os teores de gordura determinados por Soxhlet e RNM, peso seco das sementes sem testa e teor de testa.

	Gordura Soxhlet	Peso seco sementes s/ testa	Teor de testa (%)
Gordura RNM	0,7274 ***	0,2405 ns	-0,2816 *
Gordura Soxhlet		0,3283 *	-0,2765 *
Peso seco sementes s/ testa			-0,8089 ***

Coeficiente de correlação e nível de significância:

***, **, * - significativo a 0,1, 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tamanho da amostra - n = 60

4.3. Épocas de produção

Segundo Brilho e Tucci (1986), para as condições do Estado de São Paulo, os meses de maio e junho, correspondem ao ápice da produção anual de cacau, representando 24% do total da produção anual, cujo valor deve ser empregado para dimensionamento das instalações e equipamentos. No entanto, dados obtidos na Seção de Plantas Tropicais do Instituto Agrônômico, mostram que existe variação nas épocas de produção entre os materiais clonais. As médias das produções de frutos colhidos mês a mês, para os clones estudados, durante o período de 1982 a 1994, estão apresentadas nas Figuras de 3 a 6.

Figura 3 - Proporções de frutos produzidos mês a mês durante o período compreendido entre 1982 a 1994, para três genótipos de cacaueteiro produzidos em Pariqueira-Açu (SP). a) IAC 1; b) ICS 95; c) IMC 67.

d)

e)

f)

Figura 4 - Proporções de frutos produzidos mês a mês durante o período compreendido entre 1982 a 1994, para três genótipos de cacauero produzidos em Pariquera-Açu (SP). d) P 7; e) SCA 12; f) UF 29.

Figura 5 - Proporções dos frutos produzidos mês a mês, durante o período entre 1982 a 1994, para três genótipos de cacauero produzidos em Pariquera-Açú (SP). g) UF 613; h) UF 667; i) UF 668.

Figura 6 - Proporções de frutos produzidos mês a mês durante o período compreendido entre 1982 a 1994, para o genótipo SCA 6, produzido em Pariquera-Açú (SP).

4.4. Teores de gordura

Na tabela 14, estão apresentados os teores de gordura determinados pelos métodos de Soxhlet e RNM, tendo havido para ambos diferenças significativas entre genótipos. Para o método Soxhlet, considerado padrão para determinação do teor de gordura em sementes de cacau, o teor médio de gordura entre os genótipos foi de 53,19%, com valores entre 51,66% (ICS95) e 55,30% (IMC67). Para RNM foi observado teor médio de 53,10%, com variação entre 51,62% (ICS95) e 54,99% (IMC67). Os genótipos IMC67 e UF668 se destacaram dos demais, apresentando teores de gordura acima de 55% pelo método Soxhlet. IAC1, UF29, P7 e ICS95 produziram menos de 53%, estando os demais em posição intermediária. Dentro dessas categorias, observou-se razoável consistência de valores, obtidos pelos dois métodos de determinação utilizados.

Tabela 14 - Teores médios de gordura de sementes de cacau determinados pelos métodos Soxhlet e RNM de dez genótipos ordenados alfabeticamente.¹

GENÓTIPOS	GORDURA (%) ²	
	SOXHLET	RNM
IAC1	52,83c	53,20abc
ICS95	51,66c	51,62c
IMC67	55,30a	54,99a
P7	51,73c	52,36bc
SCA6	53,06bc	52,73bc
SCA12	53,51abc	52,77bc
UF29	52,04c	52,98abc
UF613	53,35abc	53,18abc
UF667	53,38abc	52,86bc
UF668	55,07ab	54,36ab
MÉDIA	53,19	53,10
C.V.	1,97	2,06

¹ Média de seis frutos analisados.

² Teores expressos com base na matéria seca

Comparando-se os teores determinados pelo método Soxhlet, com dados obtidos por Pires et al. (1994), para frutos dos mesmos genótipos colhidos em Ilhéus (BA), no mês de novembro de 1992, observa-se que os genótipos UF668, SCA12, UF667, IAC1, UF29, apresentaram comportamento semelhante, com variações menores que 0,8%, enquanto os genótipos IMC67, UF613, SCA6 e ICS95, variações entre 1 e 2%. As diferenças podem ser

devidas a efeito do polinizador e a diferenças climáticas entre as duas regiões. No caso do genótipo P7, a grande diferença verificada pode ter sido devida a problema na identificação do genótipo, no momento da instalação da coleção de germoplasma, uma vez que segundo Pires et al. (1994), trata-se de alto produtor de gordura (58,3%). A correspondência de dados entre os dois locais, para a maioria dos genótipos, indica que materiais genéticos selecionados na Bahia para alto teor de gordura, apresentam comportamento semelhante na região do presente estudo.

Foi observada correlação altamente significativa entre os métodos utilizados ($r=0,74$). Essa correlação poderia ser melhorada, se a extração por Soxhlet tivesse sido efetuada na mesma porção da amostra empregada na determinação por RNM, em vez de em uma sub-amostra preparada em tempo diferente, tal como foi observado por Conway e Earle (1963), trabalhando com sementes de várias espécies. Pode-se estimar o teor de gordura Soxhlet, a partir dos teores obtidos por RNM, através da equação de regressão expressa na Figura 7. O baixo coeficiente de determinação obtido pode ser devido às diferenças existentes entre os materiais genéticos estudados.

Figura 7 - Equação de regressão entre os teores de gordura de sementes de cacau de dez genótipos, determinados por extração em Soxhlet e RNM.

O método RNM foi considerado rápido e preciso para determinação do teor de gordura em produtos de chocolate por Wiggall, Ince e Walker (1970), que atribuíram os valores mais altos obtidos em relação ao Soxhlet, à gordura remanescente, não extraída por este último método. Para sementes de cacau, Beek, Eskes e Toxopeus (1977), encontraram teores de gordura por RNM superiores em 1%, comparados ao método tradicional de Soxhlet, enquanto Castiñeira (1989) e Gogolewski, Siwczak e Kalucka (1990), obtiveram valores considerados concordantes entre os dois métodos.

4.5 Ácidos graxos

A tabela 15 apresenta a composição de ácidos graxos dos dez genótipos estudados. Em geral, os teores de ácidos graxos da manteiga de cacau encontrados na literatura, referem-se a cacau comercial, representando portanto uma mistura de materiais genéticos. Sendo assim, julgamos interessante a oportunidade de comparar os dados obtidos no presente trabalho para material clonal, com os valores obtidos por Figueira⁴ (Tabela 16), para a manteiga de cacau dos mesmos genótipos, para frutos produzidos na Bahia, colhidos em novembro de 1992.

Para o ácido palmítico (16:0), houve diferença significativa entre os genótipos, com os teores variando entre 27,5 (UF29) e 31,6% (IAC1), com média de 29,3%, maior que as médias de 27,7% obtida por Figueira (Tabela 16) e de 25,2 e 25,4% obtidas respectivamente para a manteiga de cacau da Malásia e Gana, por Chin e Zainuddin (1984).

⁴ Figueira, A. (Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP). Comunicação pessoal, 1995.

Tabela 15 - Teores de ácidos graxos da manteiga de cacau de dez genótipos ordenados alfabeticamente.^{1,2}

GENÓTIPO	14:0	16:0	16:1	16:2	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	20:1	22:0	24:0
IAC1	0,10	31,6a	0,27	0,25	27,6c	35,4ab	3,4ab	0,04	0,92b	0,20	0,19	0,12
ICS95	0,08	31,5a	0,22	0,19	27,0c	36,0a	3,5a	0,06	0,89b	0,17	0,19	0,11
IMC67	0,04	28,2b	0,24	0,25	33,0ab	33,3b	3,4ab	0,03	1,01ab	0,14	0,19	0,10
P7	0,06	29,0b	0,21	0,27	31,0abc	34,5ab	3,3ab	0,04	1,02ab	0,20	0,20	0,11
SCA6	0,05	28,1b	0,24	0,20	30,6abc	35,7bc	3,6a	0,05	0,98ab	0,18	0,19	0,10
SCA12	0,04	29,3b	0,26	0,18	30,3abc	34,8ab	3,4ab	0,04	0,99ab	0,18	0,19	0,11
UF29	0,08	27,5ab	0,40	0,27	33,8a	33,2b	2,9b	0,04	1,10a	0,19	0,20	0,12
UF613	0,07	30,0ab	0,23	0,19	29,1bc	35,7bc	2,9b	0,05	0,99ab	0,17	0,22	0,12
UF667	0,07	29,8ab	0,23	0,28	30,0abc	35,1abc	3,0ab	0,06	0,93b	0,18	0,18	0,11
UF668	0,07	27,8b	0,25	0,27	33,0ab	33,8ab	3,3ab	0,05	1,02ab	0,18	0,19	0,10
MÉDIA	0,06	29,3	0,24	0,23	30,5	34,7	3,3	0,05	0,98	0,18	0,19	0,11
C.V.	-	3,52	-	-	6,02	3,15	7,72	-	6,32	-	-	-

¹Valores médios de quatro determinações.

²Valores expressos em g 100g⁻¹ de gordura.

14:0 - ácido mirístico; 16:0 - ácido palmítico; 16:1 - ácido palmitoléico; 16:2 - ácido hexadecadienóico; 18:0 - ácido esteárico; 18:1 - ácido oléico; 18:2 - ácido linoléico; 18:3 - ácido linolênico; 20:0 - ácido araquídico; 20:1 - ácido eicosenóico; 22:0 - ácido behênico; 24:0 - ácido lignocérico

Para o ácido esteárico (18:0), houve diferenças significativas entre os genótipos, com média de 30,5% e teores variando entre 27,0 (ICS95) e 33,8% (UF29). Figueira (Tabela 16), obteve média de 31,1% e para a Malásia e Gana as médias foram respectivamente 36,7 e 34,7% (Chin e Zainuddin, 1984).

Para o ácido oléico (18:1), houve diferença significativa entre genótipos, sendo a média entre eles 34,7%, com variação entre 33,2 (UF29) e 36,0% (ICS95). A média foi inferior à obtida por Figueira (Tabela 16) na Bahia (35,3%), superior à da Malásia (33,4%) e igual a de Gana (34,7%) (Chin e Zainuddin, 1984). Um aumento no teor de ácido oléico, corresponde a um aumento na presença de ácidos graxos insaturados nos triacilgliceróis.

Tabela 16 - Teores médios de ácidos graxos, triacilgliceróis e valores de dureza (DSC), da manteiga de cacau de nove genótipos, para frutos colhidos na Bahia em novembro de 1992, com base em Figueira⁵.

GENÓTIPOS	16:0	18:0	18:1	18:2	20:0	POP	POS	SOS	POO	SOO	DSC
IAC1	-	-	-	-	-	29,6	38,0	13,6	3,6	2,4	75,6
ICS95	29,3	30,7	34,3	3,5	1,03	22,2	38,7	18,8	3,7	3,6	71,8
IMC67	27,9	32,0	34,6	3,8	0,90	21,4	37,4	17,9	5,7	5,5	82,1
P7	27,2	33,4	33,4	3,8	1,01	19,1	37,7	20,9	2,6	2,7	80,5
SCA6	27,1	28,3	38,1	4,4	0,93	17,7	31,5	16,5	9,3	9,8	68,2
SCA12	26,6	30,7	36,9	3,6	0,99	19,7	36,5	18,5	6,4	6,9	61,7
UF29	28,9	31,2	33,2	3,9	1,04	19,8	36,1	18,2	3,3	3,3	68,6
UF613	27,5	31,0	36,1	3,6	0,93	18,7	37,5	20,8	4,5	5,3	83,4
UF668	26,9	31,8	35,6	3,4	1,07	18,9	37,8	20,2	4,8	5,2	82,5
MÉDIA	27,7	31,1	35,3	3,8	0,99	20,8	36,8	18,4	4,9	5,0	74,9

¹Valores expressos em g 100g⁻¹ de gordura.

P - ácido palmítico

O - ácido oléico

S - ácido esteárico

(-) Análises não realizadas

Para o ácido linoléico (18:2), houve diferença significativa entre os genótipos, com média de 3,3% e valores entre 2,9 (UF29, UF613) e 3,6% (SCA6). A média foi inferior aos 3,8% obtidos por Figueira (Tabela 16) e superior aos dados da Malásia e Gana, respectivamente 2,5 e 3,1% (Chin e Zainuddin, 1984). Diferenças inter-genotípicas foram também observadas por Chin e Zainuddin (1984) para os ácidos palmítico, linoléico e linolênico.

Para o ácido araquídico (20:0), houve diferenças significativas entre os genótipos, com média de 0,98%, com variação entre 0,89 (ICS95) e

⁵ Figueira, A. (Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA/USP). Comunicação pessoal, 1995.

1,10% (UF29), inferior à Bahia, Malásia e Gana, respectivamente 0,99; 1,18 e 1,06.

Foram observadas correlações positivas altamente significativas entre o ácido esteárico e dureza ($r = 0,68$) e correlações negativas altamente significativas entre os ácidos graxos insaturados oléico (18:1) e linoléico (18:2) e dureza, com $r = -0,78$ e $r = -0,53$, respectivamente (Tabela 17). Dados referentes à dureza (DSC) e ponto de fusão (PF), encontram-se na Tabela 21.

Tabela 17 - Estimativa de coeficientes de correlação entre a dureza (DSC) da manteiga de cacau, ponto de fusão (PF) e os teores de alguns ácidos graxos de dez genótipos.

	14:0	16:0	16:1	16:2	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	DSC
DSC	-0,1594 ns	-0,3959 *	0,1655 ns	0,3472 *	0,6849 ***	-0,7847 ***	-0,5277 ***	-0,3750 *	0,4203 **	-
PF	0,1054 ns	-0,4801 **	0,4464 **	0,2171 ns	0,4334 **	-0,2690 ns	-0,2568 ns	-0,0758 ns	0,3761 *	0,1611 ns

Coeficiente de correlação e nível de significância: ***, **, *, significativo a 0,1; 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tamanho da amostra: $n = 40$.

Foram também identificados os ácidos graxos mirístico (14:0), palmitoléico (16:1), hexadecadienóico (16:2), linolênico (18:3), eicosenóico (20:1), behênico (22:0) e lignocérico (24:0), os quais não foram analisados estatisticamente, uma vez que compreenderam menos que 1% da composição da manteiga de cacau.

Em geral os teores de ácido palmítico foram maiores para São Paulo que para a Bahia, enquanto os demais foram menores. Quando se observa que os teores dos ácidos graxos insaturados 18:1 e 18:2 foram menores para São Paulo que para a Bahia, deve-se levar em consideração o fato de as temperaturas médias registradas durante o período de crescimento

dos frutos (quatro meses anteriores à colheita) para ambos os locais foi diferente, especialmente com relação à média das mínimas nos quatro meses anteriores à colheita, 17,7°C (dado obtido da CEPLAC / CEPEC / SERAM / Climatologia) para a Bahia e 20,2°C para São Paulo (Tabela 5). Os frutos do presente trabalho se desenvolveram durante o período mais quente do ano, ao contrário dos frutos colhidos em novembro na Bahia, desenvolvidos durante os meses mais frios (julho a outubro). Esse fato deve ter contribuído para o aumento da insaturação da manteiga de cacau da Bahia em relação a São Paulo pois, segundo observações de Berbert (1976), um aumento de 3°C na média das temperaturas dos quatro meses anteriores à colheita provocou um decréscimo de cerca de 5% no total de ácidos graxos insaturados, correspondendo a uma elevação no ponto de fusão, de 2°C.

A relação entre temperaturas baixas e aumento da insaturação de óleos e gorduras, foi estudada por Cheesbrough (1989; 1990), para quem a rota metabólica de síntese de ácidos graxos insaturados inicia-se com a dessaturação do estearoil ligado à proteína de carregamento de acil (ACP), para oleoil-ACP, pela enzima estearoil-ACP dessaturase, não havendo para plantas superiores rota alternativa para produção de oleato. Com a redução da temperatura ambiental, essa dessaturase aumenta significativamente a atividade. Segundo Knutzon et al. (1992), a redução da expressão de estearoil-dessaturase por expressão do gene no sentido inverso ("anti-sense"), reduziu sensivelmente a dessaturação dos óleos.

Na Tabela 18, observa-se houve diferença significativa entre os genótipos para a relação entre os ácidos graxos saturados e insaturados, possibilitando, para futuros programas de cruzamento a escolha de materiais genéticos visando elevar a saturação. Alguns genótipos, notadamente UF29, IMC67 e UF668, apresentaram altos teores de ácidos graxos saturados e portanto, relações elevadas, respectivamente 1,70; 1,67 e 1,64. A média de 1,58, para a relação entre ácidos saturados e insaturados, foi inferior a

encontrada por Berbert (1976) para frutos colhidos na Bahia de janeiro a julho (média de 1,68) e superior às encontradas pelo autor para os demais meses (1,45). Foi inferior à da Malásia e aproximadamente igual a Gana, respectivamente 1,74 e 1,59 (Chin e Zainuddin, 1984).

Tabela 18 - Teores de ácidos graxos saturados e insaturados e relação entre ácidos graxos saturados e insaturados para dez genótipos ordenados alfabeticamente.^{1,2}

GENÓTIPO	SATUR.	INSAT.	SAT/IN
IAC1	60,4	39,6	1,53ab
ICS95	59,8	40,2	1,48b
IMC67	62,6	37,4	1,67ab
P7	61,4	38,6	1,59ab
SCA6	60,0	40,0	1,51ab
SCA12	61,0	39,0	1,56ab
UF29	62,9	37,1	1,70a
UF613	60,7	39,3	1,55ab
UF667	61,1	38,9	1,57ab
UF668	62,1	37,9	1,64ab
MÉDIA	61,2	38,8	1,58
C.V.	2,02	3,23	5,07

¹Valores médios de quatro determinações.

²Valores expressos em g 100g⁻¹ de gordura.

É necessário esclarecer que os frutos do genótipo ICS95, para as condições do presente trabalho não amadureceram simultaneamente aos demais, tendo sido colhidos 30 dias após, tempo suficiente para que as temperaturas (médias, máximas e mínimas) nos quatro meses anteriores à colheita, fossem inferiores em 1,7°C às verificadas para os frutos colhidos em maio. Esse fato pode ter contribuído para a maior insaturação da manteiga de

cacau desse genótipo com menor relação entre ácidos graxos saturados e insaturados (1,48).

4.6. Triacilgliceróis

Na tabela 19, estão apresentados os teores de ácidos graxos livres, esteróis, mono, di e triacilgliceróis, para os dez genótipos. Com exceção dos triacilgliceróis, os outros teores não foram analisados estatisticamente em função das pequenas quantidades em que se apresentam na manteiga de cacau. Para ácidos graxos livres a média entre os genótipos foi de 0,97%, com máximo de 1,07 para UF29, estando abaixo de 1,75% que, segundo Chaiseri e Dimick (1989), representa o máximo valor recomendado pelo The Codex Alimentarius Commission of FAO/WHO, para cacau fermentado e seco. A média de 0,25% para os esteróis está dentro da faixa reportada por Esteves et al. (1991), para sementes fermentadas produzidas pela CEPLAC. Os triacilgliceróis apresentaram média de 97,2%, não tendo havido diferenças significativas entre os genótipos. Esse valor está de acordo com dados relatados por Esteves et al. (1994), para híbridos da CEPLAC.

Tabela 19 - Teores médios de ácidos graxos livres, esteróis, mono, di e triglicerídeos, para dez genótipos ordenados alfabeticamente.^{1,2}

GENÓTIPOS	Ác.graxos livres	Mono- acilgliceróis	Esteróis	Di- acilgliceróis	Tri- acilgliceróis
IAC1	1,03a	-	0,25a	1,4a	97,3a
ICS95	0,96a	-	0,26a	1,3a	97,5a
IMC67	1,00a	-	0,23a	1,7a	97,1a
P7	0,93a	-	0,27a	1,6a	97,2a
SCA6	0,94a	0,06	0,27a	1,7a	97,0a
SCA12	0,93a	-	0,25a	1,5a	97,3a
UF29	1,07a	-	0,26a	1,4a	97,3a
UF613	1,00a	-	0,25a	1,5a	97,2a
UF667	0,90a	-	0,25a	1,6a	97,2a
UF668	0,97a	-	0,25a	1,5a	97,3a
MÉDIA	0,97	-	0,25	1,5	97,2
C.V.	-	-	-	-	0,35

¹Valores médios de duas determinações.

²Valores expressos em g 100g⁻¹ de gordura.

Valores médios dos teores de triacilgliceróis para os genótipos estudados, estão apresentados no Tabela 20. Para a oleopalmitoestearina (POS), não houve diferença significativa entre os genótipos, a média entre eles foi de 39,1% com valores entre 37,4 (IAC1 e ICS95) e 41,2% (UF29). A média foi superior a determinada por Figueira (Tabela 16) na Bahia (36,8). Dados obtidos por Chaiseri e Dimick (1989), para manteiga de cacau de diversos países variaram entre 35,8 a 41,4% (Peru e Panamá). Para a Malásia foi de 40,0%.

Tabela 20 - Valores médios dos teores de triacilgliceróis da manteiga de cacau de dez genótipos ordenados alfabeticamente.^{1,2}

GENÓTIPO	POP	PLP	POS	POO	PLS	PLO	SOS	SOO	OOO	SOA
IAC1	27,8a	2,8	37,4a	5,2a	2,9	0,80	13,2b	4,0a	0,88	0,70
ICS95	27,2ab	2,5	37,4a	6,2a	2,9	0,87	14,0b	4,5a	0,93	0,75
IMC67	21,4bc	2,3	40,8a	3,0a	3,7	0,53	20,3ab	3,0a	1,43	0,95
P7	23,1abc	2,5	38,1a	3,8a	3,0	0,74	17,7ab	3,7a	1,15	0,92
SCA6	21,3c	2,7	37,8a	4,7a	3,4	0,82	18,2ab	4,9a	1,12	0,65
SCA12	22,4abc	2,3	39,2a	4,1a	3,2	0,60	18,6ab	3,9a	1,27	0,98
UF29	21,0c	2,1	41,2a	2,4a	3,1	0,38	21,7a	2,7a	1,29	1,06
UF613	25,1abc	2,0	40,3a	3,6a	2,6	0,52	17,4ab	3,2a	0,92	0,95
UF667	24,8abc	2,3	38,1a	4,7a	2,8	0,65	16,5ab	4,2a	0,98	0,84
UF668	21,0c	2,0	40,7a	3,1a	3,2	0,56	21,1ab	3,3a	1,29	0,95
MÉDIA	23,5	2,3	39,1	4,1	3,1	0,65	17,9	3,7	1,13	0,87
C.V.	6,28	11,02	3,15	28,53	5,04	-	10,33	27,95	16,57	-

¹Valores médios de duas determinações.

²Valores expressos em g. 100g⁻¹ de gordura.

P - ácido palmítico

O - ácido oléico

L - ácido linoléico

S - ácido esteárico

A - ácido araquídico

Para a oleodiestearina (SOS) foram verificadas diferenças significativas entre genótipos, com média de 17,9% e valores entre 13,2 (IAC1) e 21,7% (UF29). A média foi inferior à obtida por Figueira (Tabela 16), para frutos dos mesmos genótipos, colhidos no mês de novembro (18,4%). Para Chaiseri e Dimick (1989), os valores variaram entre 22,8 e 31,1%, para a Bolívia e Malásia, respectivamente.

O teor de oleodipalmitina (POP) variou significativamente entre os genótipos. A média verificada foi de 23,5%, com valores entre 21,0 (UF29 e UF668) e 27,8% (IAC1). A média foi superior à obtida por Figueira (Tabela 16) (20,8%). Para Chaiser e Dimick (1989), variaram entre 17,5 e 22,6%, respectivamente para Gabon e Bolívia, enquanto para o cacau da Malásia, o teor foi de 18,4%.

Verificaram-se correlações positivas altamente significativas entre os triacilgliceróis mono-insaturados (POS, SOS, SOA) e dureza, com os valores de r de 0,71; 0,49 e 0,61, respectivamente e correlações negativas altamente significativas entre dureza e POO e SOO (di-insaturados) com valores de r de -0,80 e -0,86, respectivamente (Tabela 21).

Tabela 21 - Estimativa de coeficientes de correlação entre a dureza (DSC) da manteiga de cacau, e o ponto de fusão (PF) e alguns triacilgliceróis de dez genótipos.

	POP	PLP	POS	SOS	POO	SOO	PLO	PLS	OOO	SOA
DSC	-0,2491	-0,4142	0,7173	0,4952	-0,8002	-0,8625	-0,6486	0,0116	0,4289	0,6123
	ns	ns	***	*	***	***	**	ns	ns	**
PF	-0,5487	-0,4836	0,6135	0,6440	-0,6058	-0,4515	-0,5608	0,1606	0,4706	0,4379
	*	*	**	**	**	*	*	ns	*	ns

Coeficiente de correlação e nível de significância: ***, **, *, significativo a 0,1; 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

Tamanho da amostra: $n = 20$.

Manteiga de cacau com altos teores de triacilgliceróis di-insaturados, apresenta baixo grau de dureza (Lehrian, Keeney e Butler, 1980). Os teores dos triacilgliceróis di-insaturados POO e SOO não variaram significativamente entre os genótipos. No entanto, pode-se distinguir entre os genótipos, alguns, demonstrando tendência a sintetizar maiores teores de ambos. Para POO os valores variaram entre 2,4 e 6,2, com média de 4,1% e

para SOO os valores variaram entre 2,7 e 4,9, com média de 3,7. A soma de POO + SOO foi em média 7,8 com valores entre 5,1 (UF29) e 10,7% (ICS95). Para nove dos dez genótipos estudados, Figueira (Tabela 16) obteve na Bahia média de 9,8%. Tanto para esse autor, como para o presente estudo, alguns genótipos como SCA6 e SCA12, apresentaram teores elevados. Contrariamente, UF29 apresentou valores baixos nos dois locais.

Para Chaiseri e Dimick (1989), a manteiga de cacau da Bahia apresentou um teor de 15% de POO e SOO combinados, sendo considerada macia. Outras manteigas macias, contendo alto teor de POO + SOO (>8%), foram do Brasil, Peru, Cameroon e Gabão. Manteigas de cacau duras, com menos de 5,2% de POO + SOO foram da Venezuela, Indonésia e Malásia.

Para o presente estudo, em geral, genótipos com baixos teores de POO + SOO (UF29, IMC67, UF668), apresentaram concomitantemente altos teores de POS e SOS. Tal fato havia sido observado por Chaiseri e Dimick (1989), especialmente para manteigas de cacau da Malásia e Ilhas Salomão.

4.7. Dureza

Com relação à dureza determinada por calorimetria diferencial de varredura (DSC) (Tabela 22), os valores variaram entre 75,6 (ICS95) e 88,3 (UF29), com média de 80,9. Embora não tenha havido diferença significativa entre os genótipos, nota-se que alguns deles como UF29, P7, IMC67, UF667, UF668 apresentam dureza superior a 80%, indicando capacidade intrínseca de sintetizar gordura mais dura. A média verificada foi superior à média de 74,9 obtida por Figueira (Tabela 16), para frutos dos mesmos genótipos. Essa diferença, por certo se deve às diferenças climáticas entre os dois locais.

Na latitude do Estado de São Paulo, superior a 20° S, diferentemente do que ocorre nas regiões tradicionais de cultivo, localizadas em latitudes menores, ocorre variação estacional acentuada da temperatura, que chega a atingir valores baixos entre os meses de junho a setembro, com

médias abaixo de 20° C (Figura 2). Esse fato por certo acarretará variações estacionais nas características da manteiga de cacau, tornando-se necessário conhecê-las através de estudos complementares. A manteiga de cacau estudada no presente trabalho, foi proveniente de frutos produzidos durante o verão.

Para Chaiseri e Dimick (1989), a manteiga de cacau do Extremo Oriente foi considerada dura, devido à uniformidade do clima, com temperaturas elevadas durante o ano todo, em contraposição à da Bahia, onde a média das mínimas usualmente cai abaixo de 20°C de junho a setembro.

Tabela 22 - Valores de dureza (DSC)^{1,2} e pontos de fusão¹ da manteiga de cacau de dez genótipos ordenados alfabeticamente.

GENÓTIPOS	DSC	Ponto de fusão
IAC1	79,4a	30,7a
ICS95	75,6a	30,2a
IMC67	83,3a	30,6a
P7	83,9a	30,1a
SCA6	77,4a	30,8a
SCA12	79,5a	30,4a
UF29	88,3a	31,6a
UF613	78,3a	30,8a
UF667	82,8a	30,6a
UF668	81,4a	31,4a
MÉDIA	80,9	30,7
C.V.	7,89	2,30

¹ Valores médios de quatro determinações.

² Valores expressos em porcentagem de gordura sólida a 16°C.

Não houve diferença significativa entre genótipos para ponto de fusão, não tendo sido observada correlação entre este e dureza (Tabela 17) por DSC. A calorimetria diferencial de varredura (DSC), representa um método rápido para a determinação da dureza da manteiga de cacau, propiciando a obtenção de dados que se correlacionam com a dureza determinada pelo método mecânico (Chaiseri e Dimick, 1989). O método leva em consideração o

comportamento polimórfico bastante complexo da manteiga de cacau (Merken e Vaeck, 1980) e permite comparações de dados de diferentes amostras submetidas a idênticas condições térmicas (Cebula e Smith, 1992).

5. CONCLUSÕES

As características dos frutos e sementes estudados, estão coerentes com aquelas apresentadas nas regiões tradicionais de cultivo pelos mesmos materiais genéticos, com exceção da espessura da casca dos frutos, que para o Estado de São Paulo foi em geral maior.

Para a manteiga de cacau dos genótipos estudados, houve diferenças significativas para os vários parâmetros considerados. Para teor de gordura se destacaram IMC67 e UF668, com médias acima de 55%.

Alguns genótipos como UF29, IMC67, UF668 e UF667, apresentaram alta relação entre ácidos graxos saturados e insaturados, altos teores dos triacilgliceróis POS e SOS, baixos teores dos triacilgliceróis di-insaturados SOO e POO e portanto se destacaram dentre os demais, apresentando dureza (DSC) elevada, acima de 80%. Tais materiais genéticos podem ser importantes, devido à característica intrínseca para sintetizar manteiga de cacau mais dura, para futuros programas de melhoramento genético na região em estudo.

Em geral, os resultados indicaram que, frutos desenvolvidos durante o período estudado (dezembro a maio), podem produzir manteiga de cacau comercialmente aceitável e que existe potencial para o melhoramento genético visando aprimorar essa característica.

6. LITERATURA CITADA

- ABREU Jr., C.H. **Estudo da adubação NPK e eficiência de utilização de nutrientes pelo cacaueiro**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, 1995. 37p.
- AGRAWAL, P.K.; VYAS, O.P. Note on the effect of temperature on oil and protein content of the seed of 'Clark 63' soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). **Indian Journal of Agricultural Science**, v.41, n.12, p. 1122-1123, 1971.
- ALVIM, P. de T. Cacao, In: ALVIM, P.de T.; KOZLOWSKI, T.T. (Eds). **Ecophysiology of tropical crops**. New York Academic Press, 1977, p.279-313.
- ARONHIME, J.S.; SARIG, S.; GARTI, N. Reconsideration of polymorphic transformations in cocoa butter using the DSC. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.65, n.7, p. 1140-1143, 1988.
- BARRAU, J. Sur l'origine du cacaoyer, *Theobroma cacao* Linné, Sterculiacées. **Journ. d'Agric. Trad. et de Bota. Appl.** v.26,n.3-4,p. 172-180, 1979.
- BEEK, M.A., ESKES, A.B. e TOXOPEUS, H.. Some factors affecting fat content in cacao beans (*Theobroma cacao* L.), with emphasis on the effect of the pollinator parent. **Turrialba**, v. 27, n.4,p. 227-232, 1977.
- BERBERT, P.R.F. Influência das condições climáticas na composição química e características físicas da manteiga de cacau. **Revista Theobroma**, v.6,n.3,p. 67-76, 1976.
- BERBERT, P.R.F. Determinação do teor, ácidos graxos e características físicas das gorduras das sementes do *Theobroma grandiflorum* L. e do

- Theobroma bicolor* L. em comparação com a gordura do *Theobroma cacao* L. **Revista Theobroma**, v.11, n.2, p. 91-98, 1981.
- BERBERT, P.R.F. e ALVIM, P.T. . Fatores que afetam o índice de iodo da manteiga de cacau do Brasil. **Revista Theobroma**, v.2,n.1,p. 3-16, 1972.
- BRILHO, R.C.; TUCCI, M.L.S. **Cacau (*Theobroma cacao* L.)**, Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1986. 25p. (Doc. Técnico, 62).
- BRITISH STANDARD INSTITUTION. **Methods of analysis of oils and fats**. London, British Standard Institution, p.74 (British Standard, 684), 1958.
- CASTIÑEIRA, M. La RNM de pulsos en indústrias agroalimentárias. II. Aplicaciones. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v.29,n.4,p. 449-468, 1989.
- CEBULA, D.J. and SMITH, K.W. Differential scanning calorimetry of confectionery fats: Part II - Effects of blends and minor components. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, n. 69,v.10,p. 992-998, 1992.
- CHASERI, S. and DIMICK, P.S. Lipid and hardness characteristics of cocoa butters from different geographic regions. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.66,n.11.p.1771-1776, 1989.
- CHASERI, S.; ARRUDA, D.H.; DIMICK, P.S.; ENRIQUEZ, G.A. Thermal characteristics and composition of fats from *Theobroma* species. **Turrialba**, v.39, n.4, p. 468-472, 1989.
- CHATT, E.M. History, In: KERTESZ, Z.I. (ed). **Cocoa - cultivation, processing, analysis**. Interscience Publishers, Inc., New York. p. 1-14.
- CHEESBROUGH, T.M. Changes in the enzymes for fatty acid synthesis and desaturation during acclimation of developing soybean seeds to altered growth temperature. **Plant Physiology**, v.90,p. 760-764, 1989.

- CHEESBROUGH, T.M. Decreased growth temperature increases soybean stearyl-acyl carrier protein desaturase activity. **Plant Physiology**, v. 93, p. 555-559, 1990.
- CHIN, A.H.G. and ZAINUDDIN, N. Characteristics of Malaysian cocoa butter. *In Proceedings of the 1984 International Conference in Cocoa and Coconuts*, Malaysia p.63-76, 1984.
- CLAPPERTON, J.F. Assesment of cocoa flavour and fat content. In: International workshop on conservation, characterisation and utilization of cocoa genetic resources in the 21st century, Trinidad, 1992. p.111-120.
- CONWAY, T.F. and EARLE, F.R. Nuclear magnetic resonance for determining oil content of seeds. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, n.40, p. 265-268, 1963.
- CRUZ, M.; GÓMEZ-POMPA,A.; MOTA-BRAVO,L. Origins of cacao cultivation, **Nature**, v.375, p. 542-543, 1995.
- DANTAS, M.A.M.S. Características das manteigas de cacau brasileiras. **Arquivos de Bromatologia**, v.3, p. 121-123, 1955.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Normais climatológicas (1961/1990). **Ministério da Agricultura e Reforma Agrária**, Brasília. 84p. 1992.
- DIMICK, P.S. Principles of cocoa butter crystallization. **The Manufacturing Confectioner**, v. 71n.5, p.109-114, 1991.
- DIMICK, P.S.; MANNING, M. Thermal and compositional properties of cocoa butter during static crystallization. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 64, n. 12, p. 1663-1669, 1987.
- DITTMAR, H.F.K.; RAIMANN, E.Z. Sobre as perdas aparentes de gordura na torrefação de cacau. **Instituto de Tecnologia da Bahia**, Salvador (BA), 1956. 7p.

- DITTMAR, H.F.K.; DUARTE, J.H. Cocoa fat from Bahia: I. Industrial cocoa butter. **Anais da Associação Brasileira de Química**, v.19, p. 93-101, 1960a.
- DITTMAR, H.F.K.; DUARTE, J.H. Cocoa fat from Bahia: II. Fats from different varieties of cocoa during the fermentation process. **Anais da Associação Brasileira de Química**, v.19, p. 103-109, 1960b.
- DORNBOS, D.L.; MULLEN, R.E. Soybean seed protein and oil contents and fatty acid composition adjustment by drought and temperature. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.69, n.3, p. 228-231, 1992.
- DUARTE, J.O. Demanda internacional por importação de cacau. Viçosa (MG), 1987. 76p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa.
- D'UTRA, G. Instruções sobre a cultura e o benefício do cacau. **Boletim de Agricultura**, v.10, p. 539-581, 1909.
- EL-SAIED, H.M.; MORSI, M.K.; AMER, M.M.A. Composition of cocoa shell fat as related to cocoa butter. **Z. Ernährungswissen**, v.20, p.145-151, 1981.
- ENRIQUEZ, G. **Curso sobre el cultivo del cacao**. Turrialba:CATIE, 1985. 240p.
- ENRIQUEZ, G.; SORIA, J.V. **Catálogo de cultivares de cacao**. Turrialba: IICA, 1967.
- ESTEVES, W., BARRERA-ARELLANO, D., NUNES, M.L., GALVÃO, M.T.E.L., CARVALHO, R.V. e ANTONIASSI, R. Teores de componentes lipídicos de amêndoas de quatro cultivares de cacau. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.1, p.22-26, 1991.
- ESTEVES, W., BARRERA-ARELLANO, D., NUNES, M.L., GALVÃO, M.T.E.L. e ANTONIASSI, R. Composição de ácidos graxos e triglicerídios de quatro cultivares de cacau. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.14, n.2, p. 247-252, 1994.

- FIGUEIRA, A. ; JANICK, J. Somatic embryogenesis in *Theobroma cacao* L. In: JAIN, S.; GUPTA, P.; NEWTON, R. (eds.), **Somatic Embryogenesis in Woody Plants**, p. 291-310, 1994.
- FIGUEIRA, A.; JANICK, J.; LEVY, M.; GOLDSBROUGH, P. Reexamining the classification of *Theobroma cacao* L. using molecular markers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.119, n.5, p. 1073-1082, 1994.
- GARCÉS, R.; SARMIENTO, C.; MANCHA, M. Oleate from triacylglycerols is desaturated in cold-induced developing sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds. **Planta**, v. 193, p. 473-477, 1994.
- GEERAERT, E. and SANDRA, P. Capillary GC of triglycerides in fats and oils using a high temperature phenylmethylsilicone stationary phase. Part II. The analysis of chocolate fats. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 64, n.1,p. 100-105, 1987.
- GERRIT, A. R. - **ICCO Cocoa Newsletter**, n. 7, 1994.
- GOGOLEWSKI, M.; SIWCZAK, C.; KALUCKA, M. Zawartosc tluszczu oznaczona metodami NMR I Soxhleta w produktach otrzymywanych z ziarna kakaowego. **Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu**, v. 218, p. 29-34, 1990.
- GOLOMBECK, S.D.; SRIDHAR, R.; SINGH, U. Effect of soil temperature on the seed composition of three spanish cultivars of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.43, p. 2067-2070, 1995.
- GRANATO, L. Campo de experiências de Iguape. In: SECRETARIA DA AGRICULTURA COMÉRCIO E OBRAS PÚBLICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório 1903**. São Paulo, 1904.
- _____. Notas sobre a cultura do cacaueiro. **Boletim de Agricultura**, São Paulo,9,p.246-249, 1908.

- _____. O cacau no Brasil. **Boletim de Agricultura**, São Paulo, 10, p.893-913, 1909.
- HARDY, F. **Manual de cacao**. Turrialba: IICA, 1961, 439p.
- HARO, A.; FERNANDEZ-MARTINEZ, J. Evaluation of wild sunflower (*Helianthus*) species for high content and stability of linoleic acid in the seed oil. **Journal of Agricultural Science**, v.116, p. 359-367, 1991.
- HARRIS, H.C.; McWILLIAM, J.R.; MASON, W.K. Influence of temperature on oil content and composition of sunflower seed. **Australian Journal for Agriculture Research**, v.29, p. 1203-1212, 1978.
- HARRIS, H.C.; McWILLIAM, J.R.; BOFINGER, V.J. Prediction of oil quality of sunflower from temperature probabilities in Eastern Australia. **Australian Journal for Agriculture Research**, v.31, p.477-488, 1980.
- HARWOOD, J.L. Plant acyl lipids: structure, distribution, and analysis. In: **The Biochemistry of Plants**, Vol. 4. Academic Press, Inc. 1980. p. 1-55.
- HARWOOD, J.L.; PAGE, R.A. Biochemistry of oil synthesis. In: Murphy, D.J. (Ed.) **Designer oil crops: breeding, processing, and biotechnology**. VCH, Weinheim, Germany, 1994. p. 165-194.
- HILL, A.B.; KNOWLES, P.F. Fatty acid composition of the oil of developing seeds of different varieties of safflower. **Crop Science**, v.8, p. 275-277, 1968.
- "HISTORICUS". **Cocoa: all about it**. Sampson Low, Marston & Company (ed.). London, 1892. 114p.
- INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION. Production of cocoa beans by country. **Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics**, v.23, n.1, 1996.
- INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY. Method 1.123. Determination of Oil Content (Low Resolution Nuclear Magnetic Resonance Method). In: Paquot, C.; Hautfenne, A. (Ed.). **Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives**, 7th Ed.. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1987.

- JANICK, J. Embryogenics: The technology of obtaining useful products from the culture of asexual embryos. In: CROCOMO, O.J.; SHARP, W.R.; EVANS, D.A.; BRAVO, J.E.; TAVARES, F.C.A.; PADDOCK, E.F.(Eds.) **Biotechnology of plants and microorganisms**. Ohio State University Press, 1986. p. 97-117.
- JOHNSTON, G.M. Fats and processes used in manufacturing chocolate and confectionery coatings. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.49, p. 462-467, 1972.
- KAVANAGH, T.E.; REINECCIUS, G.A.; KEENEY, P.G.; WEISSBERGER, W. Mold induced changes in cacao lipids. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. p. 344-346, 1970.
- KNUTZON, D.S., THOMPSON, G.A., RADKE, S.E., JOHNSON, W.B., KNAUF, V.C. and KRIDL, J.C. Modification of *Brassica* seed oil by antisense expression of a stearyl-acyl carrier protein desaturase gene. *In Proceedings Natl. Acad. Sci.* v. 89, p. 2624-2628, 1992.
- LACHENAUD, P. Effet de quelques variables saisonnières sur la relation entre poids de cabosse et poids de fèves fraîches chez le cacaoyer. **Café, Cacao, Thé**, v. 35, n.2, p.113-120, 1991.
- LEHRIAN, D.W. and KEENEY, P.G. Changes in lipid components of seeds during growth and ripening of cacao fruit. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 57, p. 61-65, 1980.
- LEHRIAN, D.W., KEENEY, P.G. and BUTLER, D.R. Triglyceride characteristics of cocoa butter from cacao fruit matured in a microclimate of elevated temperature. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.57, p. 66-69, 1980.
- LOPEZ, A.S. Lipids from the seeds of passion flower fruit (*Passiflora edulis*). **Revista Theobroma**, v.10, n.1, p. 47-50, 1980.

- LOVEGREN, N.V.; GRAY, M.S.; FEUGE, R.O. Effect of liquid fat on melting point and polymorphic behavior of cocoa butter and a cocoa butter fraction. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.53, p. 108-111, 1976.
- MARTIN, B.A.; WILSON, R.F.; RINNE, R.W. Temperature effects upon expression of a high oleic acid trait in soybean. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.63, n. 3, p.346-352, 1986.
- McNAIR, J.B. Plant fats in relation to environment and evolution. In:_____. **Studies in Plant Chemistry**. Los Angeles, Westernlore Press, 1965. p. 315-364.
- MENEZES, J.A.S.; BARROCO, H.E. **Relações básicas da demanda mundial por cacau**. Série de Estudos Econômicos, n.9. Coordenadoria de Assuntos Econômicos e Internacionais. Brasília, DF, 1986. 77p.
- MENEZES, J.A.S.; CARMO-NETO, D. **A modernização do agribusiness cacau**. Campinas:Fundação Cargill, 1993. 233 p.
- MERKEN, G.V. and VAECK, S.V. Etude du polymorphisme du beurre de cacao par calorimétrie DSC. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, v. 13,n.6,p. 314-317, 1980.
- MINNIFIE, B.W. Cocoa butter and replacemente fats. In:**Chocolate, cocoa and confectionary science and tecnology**. Westport, AVI, 1989. 480p.
- MORGENTAL, A.; BATOLLA JUNIOR, F.; PAIVA, I.P. et al. **Mapa geológico integrado**. São Paulo, Projeto SUDELPA, Cia. de Pesquisa e Recursos Minerais, 1974.
- NOGUEIRA, E.A. Estudo sobre a viabilidade econômico-financeira da cacauicultura no Estado de São Paulo. São Paulo, 1986. 133 p. Dissertação de Mestrado - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, da Fundação Getúlio Vargas.
- OFFICE INTERNATIONAL DU CACAO ET DU CHOCOLAT. Determination of fat. *In Méthodes d'analyse*. Zürich, Verlag Max Glättli. 1 p. (Analytical Method, Page 8a-E/1963), 1963.

- OHLROGGE, J.B. Design of new plant products: engineering of fatty acid metabolism. **Plant Physiology**, v.104,p. 821-826, 1994.
- PARADIS, L. Le cacao précolombien: monnaie d'échange et breuvage des dieux. **Journ. d'Agric. Trad. et de Bota. Appl.** v.26, n.3-4, p. 181-199, 1979.
- PATEL, V.K.; SHANKLIN, J.; FURTEK, D.B. Changes in fatty-acid composition and stearyl-acyl carrier protein desaturase expression in developing *Theobroma cacao* L. embryos. **Planta**, v.193, p. 193-198, 1994.
- PEETERS, A. Controverses sur des vertus du cacao et les manieres de preparer le chocolat (XVI-XVIII siècles). **Journ. d'Agric. Trad. et de Bota. Appl.** v.26,n.3-4,p. 201-216, 1979.
- PENCE, V.C.; HASEGAWA, P.M.; JANICK, J. Sucrose-mediated regulation of fatty acid composition in asexual embryos of *Theobroma cacao*. **Physiologia Plantarum**, v.53, p. 378-384, 1981.
- PIRES, J.L., CASCARDO, J.C.M., LAMBERT, S.V. and FIGUEIRA, A. *In Proceedings of the International Workshop on Cocoa Breeding Strategies*, Kuala Lumpur, p. 148-154, 1984.
- POPPER, K. **A lógica da pesquisa científica**. 4^a ed. São Paulo: Editora Cultrix, 1993. 567p.
- RENNIE, B.D.; TANNER, J.W. Fatty acid composition of oil from soybean seeds grown at extreme temperatures. **Journal of the American Oil Chemists' Society**. v.66, n.11, p.1622-1624, 1989.
- RIBEIRO, N.C.A.; SACRAMENTO, C.K.; BARRETO, W.G.; SANTOS FILHO, L.P. Características físicas e químicas de frutos de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) do sudeste da Bahia. **Agrotropica**, v.4, n.2, p. 33-37, 1992.
- SAKAI, E. e LEPSCH, I.F. Levantamento pedológico detalhado da Estação Experimental de Pariquera-Açú. Instituto Agronômico, Campinas. **Boletim Técnico** nº 83. 56p, 1984.

- SECRETARIA DA AGRICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Zoneamento agrícola do Estado de São Paulo**. São Paulo, Atlas, 1974. v.1, 165p.
- SEILER, G.J. Analysis of the relationships of environmental factors with seed oil and fatty acid concentrations of wild annual sunflower. **Field Crops Research**, v.15, p. 57-62, 1986.
- SILVER, J.G.; ROCHESTER, C.P.; BISHOP, D.G.; HARRIS, H.C. Unsaturated fatty acid synthesis during the development of isolated sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds. **Journal of Experimental Botany**, v. 35, n.159, p. 1507-1514, 1984.
- STEEL, R.G. and TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York, MacGraw-Hill. 632 p. 1980.
- TOXOPEUS, H. and JACOB, V. Pod and bean value studies on hand pollinated pods. *In* **Cocoa Research Institute of Nigeria, Annual Report 1967-1968**. p. 49-51, 1968.
- TOXOPEUS, H. and WESSEL, M. Studies on pod and bean values of *Theobroma cacao* L. in Nigeria. I. Environmental effects on West African Amelonado with particular attention to annual rainfall distribution. **Netherlands Journal of Agricultural Science** v.18,p.132-139, 1970.
- UNGER, P.W. Planting date effects on growth, yield, and oil of irrigated sunflower. **Agronomy Journal**, v.72, p. 914-916, 1980
- VASCONCELOS, M.N.L.; SILVA, M.L.; MAIA, J.G.S.; GOTTLIEB, O.R. Estudo químico das sementes do cupuaçu. **Acta Amazonica**, v.5, n.3, p.293-295, 1975.
- VELLO, F., GARCIA, J.R. e MAGALHÃES, W.S. Produção e seleção de cacaueiros híbridos na Bahia. **Revista Theobroma**, v.2,n.3,p. 15-35, 1972.
- WADA, H.; GOMBOS, Z.; SAKAMOTO, T. et al. Fatty acid desaturation in cyanobacteria. *In*: **Biochemistry and Molecular Biology of Membrane**

- and Storage Lipids of Plants.** MURATA, N.; SOMERVILLE, C.R. (Eds). , 1993, 259p.
- WIGGALL, P.G., INCE, A.D. and WALKER, E. The rapid determination of fat in chocolate and related products using low resolution nuclear magnetic resonance. **Journal of Food Technology**, v. 5, p. 353-362, 1970.
- WEN, M.C.; GERMAN, B.; KINSELLA, J.E. Cocoa bean cell and embryo culture. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 61, n.11, p. 1720-1724, 1984.
- WILCOX, J.R.; CAVINS, J.F. Normal and low linoleic acid soybean strains: response to planting date. **Crop Science**, v.32, p. 1248-1251, 1992.
- WOOD, G.A.R. Quality and inspection. *In Cocoa*. 4.ed., G.A.R.Wood and R.A. Lass ed. Longman Inc., New York, p. 505-527, 1985.
- WRIGHT, D.C.; JANICK, J.; HASEGAWA, P.M. Temperature effects on *in vitro* lipid accumulation in asexual embryos of *Theobroma cacao* L. **Lipids**, v.18, n.12, p. 863-867, 1983.
- YERMANOS, D.M.; HEMSTREET, S.; GARBER, M.J. Inheritance of quality and quantity of seed-oil in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Crop Science**, v.7, p. 417-422, 1967.

APÊNDICE 1

Cromatogramas obtidos pela técnica de Cromatografia Gasosa Capilar, mostrando a composição em ácidos graxos dos dez genótipos estudados. Cada cromatograma corresponde à análise das sementes de um único fruto.

START

89

RUN# 76 DEC 5, 1995 23:03:52

SAMPLE# 14

HF 668 P2 F4

Fatty Acid Methyl Esters

NORM-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	COUNT	ABSORPT	INDEX
12.341	BB	859	.054	200	1	.003	14:0
15.550	PB	337351	.098	57564	2	28.631	16:0
16.236	PB	2614	.042	1035	3	.222	16:1
16.870	PB	3179	.044	1193	4	.269	16:2
18.533	PB	374603	.139	45051	5R	31.792	18:0
19.062	BV	407687	.108	63094	6R	34.601	18:1
19.112	VB	3698	.032	1916		.000	
20.001	VB	34439	.041	13967	7	2.922	18:2
20.894	BB	11514	.042	4615	8	.977	20:0
21.213	BB	2073	.042	821	9	.176	20:1
21.456	PB	654	.042	257	10	.056	18:3
23.294	BB	2134	.039	912	11	.181	22:0
25.569	PB	1185	.042	474	12	.100	24:0

TOTAL AREA=1181990

MUL FACTOR=1.00000E+00

RUN# 65 DEC 3, 1995 15:30:50

SAMPLE#

3

SCA 12 PG F 5

Fatty Acid Methyl Esters

NORM-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	AREA	AREA	NAME
15.538	PB	359106	.100	59930	2	39.104	16:0
16.220	PB	3121	.042	1245	3	.253	16:1
16.853	PB	2104	.046	763	4	.171	16:2
18.521	BB	394291	.141	46550	5R	32.043	18:0
19.046	BV	412270	.107	63951	6R	33.505	18:1
19.096	VB	4575	.032	2369		.000	
19.986	PB	41023	.042	16168	7	3.333	18:2
20.876	BB	12656	.042	5030	8	1.028	20:0
21.195	PB	2134	.041	859	9	.173	20:1
23.272	PB	2243	.037	1017	11	.182	22:0
25.544	PB	1561	.050	520	12	.126	24:0

TOTAL AREA=1235084

MUL FACTOR=1.0000E+00

RUN# 70 DEC 5, 1995 18:56:54

SAMPLE#

8

UF29 P4 F3

Fatty Acid Methyl Esters

NORM-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	COUNT	AMOUNT	TIME
12.331	PE	278	.046	278	1	.000	12:0
15.542	BB	335672	.096	57961	2	36.974	16:0
16.228	PE	4840	.040	1992	3	.389	16:1
16.864	BB	3296	.044	1236	4	.264	16:2
18.541	PE	437049	.149	49014	5R	35.151	18:0
19.060	BV	408593	.106	64270	6R	32.863	18:1
19.109	VB	3177	.033	1624		.000	
19.995	VB	33720	.041	13588	7	2.712	18:2
20.890	BB	13415	.043	5248	8	1.079	20:0
21.207	BB	2311	.041	948	9	.186	20:1
23.286	BB	2322	.038	1023	11	.187	22:0
25.560	PE	1466	.042	560	12	.118	24:0

TOTAL AREA=1246539

MUL FACTOR=1.0000E+00

START

92

RUN# 67 DEC 5, 1995 16:53:13

SAMPLE# 5

WF 613 P5 F3

Fatty Acid Methyl Esthers

NORM-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	COUNT	CONCENT	NAME
12.324	BB	778	.045	1100	1	1.000	14:0
15.539	PB	368560	.101	60699	2	31.250	16:0
16.219	PB	3191	.041	1301	3	1.278	16:1
16.853	PB	1855	.041	763	4	.157	16:2
18.508	BB	347788	.136	42716	5R	29.491	18:0
19.044	PV	408086	.106	64273	6R	34.605	18:1
19.092	VB	4354	.032	2299		.000	
19.979	PB	30968	.041	12492	7	3.626	18:2
20.875	PB	12123	.042	4853	8	1.028	20:0
21.194	PB	1936	.041	779	9	.164	20:1
23.274	BB	2451	.037	1112	11	.208	22:0
25.546	PB	1567	.042	617	12	.132	24:0

TOTAL AREA=1183657

MUL FACTOR=1.0000E+00

RUN# 77 DEC 5, 1995 23:45:02

SAMPLE# 15

IAC1 92 FH

Fatty Acid Methyl Esters

NORM-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	CALC	AMOUNT	NAME
12.334	PB	1671	.045	519	1	.113	14:0
15.585	PB	488339	.113	71923	2	33.152	16:0
16.246	PB	3546	.042	1421	3	.240	16:1
16.874	PB	3583	.045	1317	4	.243	16:2
18.555	PB	377268	.140	45035	5R	25.611	18:0
19.089	BV	525663	.119	73660	6R	35.686	18:1
19.131	VB	4510	.028	2639		.000	
20.014	PB	52860	.044	19998	7	3.538	18:2
20.896	BB	12254	.042	4878	8	.832	20:0
21.215	BB	2951	.041	1204	9	.200	20:1
21.457	BB	770	.044	294	10	.053	18:3
23.295	PB	2598	.039	1102	11	.176	22:0
25.570	BB	1565	.049	530	12	.106	24:0

TOTAL AREA=1477578
 MUL FACTOR=1.0000E+00

IF

IF

12.341

16.239
16.871

15.560

19.118

18.543

19.072

20.003

20.895
21.455

23.293

25.569

STOP CS

RUN# 78 DEC 6, 1995 00:26:13

SAMPLE# 16

WF 667 PL F1

Fatty Acid Methyl Esters

NORM-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	COUNT	AMOUNT	TIME
12.341	BB	736	.042	293	1	.000	14:0
15.560	PB	374984	.100	62465	2	29.587	16:0
16.239	VB	2714	.041	1092	3	.214	16:1
16.871	PB	4180	.044	1568	4	.329	16:2
18.543	PB	382276	.141	45278	5R	30.162	18:0
19.072	BV	447572	.110	67539	6R	35.314	18:1
19.118	VB	3952	.031	2134		.000	
20.003	VB	36016	.042	14392	7	2.841	18:2
20.895	BB	11811	.041	4849	8	.932	20:0
21.213	BB	2346	.042	924	9	.185	20:1
21.455	BP	880	.046	317	10	.070	18:3
23.293	PB	2333	.039	990	11	.184	22:0
25.569	BB	1582	.048	548	12	.124	24:0

TOTAL AREA=1271382

MUL FACTOR=1.0000E+00

* SEQ START
 RUN # 63 DEC 5, 1995 14:08:27
 START

95

SCA 6 P4 F1

RUN# 63 DEC 5, 1995 14:08:27

SAMPLE# 1

Fatty Acid Methyl Esters

NORM-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	CALC	AMOUNT	NAME
12.326	PB	1056	.037	475	1	.004	14:0
15.554	PB	387999	.103	63086	2	27.188	16:0
16.230	PB	3980	.042	1581	3	.278	16:1
16.863	PB	2815	.046	1011	4	.197	16:2
18.559	PB	435929	.148	49231	5R	30.546	18:0
19.084	BV	524545	.120	73048	6R	36.756	18:1
19.125	VB	5261	.029	3009		.000	
20.005	PB	49962	.044	19129	7	3.500	18:2
20.889	BB	13371	.041	5388	8	.937	20:0
21.205	BB	2574	.041	1039	9	.180	20:1
21.449	BB	834	.045	310	10	.059	18:3
23.284	PB	2587	.037	1160	11	.181	22:0
25.555	BB	1494	.040	615	12	.104	24:0

TOTAL AREA=1432407

MUL FACTOR=1.0000E+00

RUN# 73 DEC 5, 1995 21:00:24

SAMPLE# 11

JCS 95 P6FS

Fatty Acid Methyl Esters

NORM-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	COUNT	GROUP	NAME
12.337	BB	930	.045	341	1	.075	14:0
15.562	BB	384522	.103	62471	2	31.270	16:0
16.240	BB	1932	.041	778	3	.157	16:1
16.873	PB	2136	.045	788	4	.173	16:2
18.530	BB	340179	.134	42388	5R	27.663	18:0
19.067	PV	434331	.109	66399	6R	35.320	18:1
19.115	VB	4705	.031	2568		.000	
20.006	VB	46384	.043	17955	7	3.771	18:2
20.895	BB	11966	.041	4808	8	.973	20:0
21.213	PB	2114	.041	866	9	.172	20:1
21.455	BB	865	.039	368	10	.071	18:3
23.295	PB	2750	.037	1227	11	.223	22:0
25.570	PB	1618	.040	669	12	.131	24:0

TOTAL AREA=1234432

MUL FACTOR=1.0000E+00

IF

IF

15.233
16.863

15.561

19.126

18.577

19.081

20.008

21.209 20.894
21.452

23.285

25.559

STOP CS

RUN# 69 DEC 5, 1995 18:15:41

SAMPLE# 7

Fatty Acid Methyl Esters

IME 67P3 P2

NORM-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	CALC	HEIGHT	NAME
15.561	BB	413717	.105	65498	2	27.429	16:0
16.233	PB	3104	.043	1192	3	.205	16:1
16.863	PB	3310	.046	1211	4	.219	16:2
18.577	PB	521477	.157	55198	5R	34.573	18:0
19.081	BV	491022	.118	69596	6R	32.554	18:1
19.126	VB	5069	.030	2830		.000	
20.008	VB	52689	.043	20243	7	3.493	18:2
20.894	BB	15710	.043	6092	8	1.041	20:0
21.209	BB	2096	.043	811	9	.139	20:1
21.452	PB	764	.049	260	10	.051	18:3
23.285	BB	2793	.038	1220	11	.185	22:0
25.559	BB	1690	.045	620	12	.112	24:0

TOTAL AREA=1513441

MUL FACTOR=1.0000E+00

RUN# 64 DEC 5, 1995 14:49:38

SAMPLE# 2

Fatty Acid Methyl Esters

NORM-AREA

RT	TYPE	AREA	WIDTH	HEIGHT	AREA	HEIGHT	NAME
15.535	PB	334503	.096	58136	2	28.536	16:0
16.223	PB	2234	.042	882	3	.191	16:1
16.355	PB	3415	.043	1325	4	.291	16:2
18.517	PB	372064	.138	45075	5R	31.795	18:0
19.046	BV	404114	.106	63390	6R	34.535	18:1
19.095	VB	3152	.032	1631		.000	
19.985	VB	35864	.042	14341	7	3.064	18:2
20.877	PB	12051	.041	4845	8	1.030	20:0
21.196	PB	2210	.042	875	9	.189	20:1
23.275	BB	2345	.037	1058	11	.200	22:0
25.547	PB	1405	.044	533	12	.120	24:0

TOTAL AREA=1173357

MUL FACTOR=1.0000E+00

APÊNDICE 2

Perfis cromatográficos dos triacilgliceróis dos dez genótipos estudados, obtidos pela técnica de Cromatografia Gasosa Capilar. Cada cromatograma corresponde à análise das sementes de um único fruto.

UF

IF

2.337

3.985

5.861

5.784

7.000

13.591

13.913

14.906

16.945

17.755

18.101

17.947

17.549

18.830

18.544

19.233

19.457

20.606

24.710

24.678

25.407

25.812

26.407

27.000

27.593

28.186

28.779

29.372

29.965

30.558

31.151

31.744

32.337

32.930

33.523

34.116

34.709

35.302

35.895

36.488

37.081

37.674

38.267

STOP

?? P2 F5

SER START
RHH # 616 NOV 22 1995 150011
START

102

UF 668 P5 F2

SC412 P5 F5

STOP

1 SEQ START
RUN # 25 JUN 30 1961 01110050
START

IMC 67 PS F3

STOP

APÊNDICE 3

Curvas de fusão das manteigas de cacau dos dez genótipos estudados, obtidas pela técnica de Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC). Cada termograma corresponde à análise das sementes de um único fruto.

Curve 1: DSC

File info: CBP7-2 Thu Nov 30 03:58:06 1995

Sample Weight: 2.900 mg

Cocoa Butter P 07 Planta4 Fruto4

Maria Luiza Tucci

TEMP: -8.8 °C
TIME: 45.8 s

0.0 min RATE: 5.0 °C/min

Temperature (°C)

Cosme Silva
PERKIN-ELMER

7 Series Thermal Analysis System
Thu Nov 30 05:49:56 1995

611

Curve 1: DSC
 File info: CBIAC1-1 Mon Nov 27 06:58:40 1995
 Sample Weight: 3.200 mg
 Cocoa Butter IAC 01 Planta2 Fruto4

Maria Luiza Tucci
 TEMP: 48.0 °C TIME: 0.0 min RATE: 5.0 °C/min
 Cosme Silva
 PEKIN-ELMER
 7 Series Thermal Analysis System
 Mon Nov 27 08:14:38 1995

Curve 1: DSC

File info: CBUF667-2 Thu Nov 30 02:17:12 1995

Sample Weight: 3.200 mg

Cocoa Butter UF 667 Planta2 Fruto1

Maria Luiza Tucci
TEMP: -8.0 °C TIME: 0.0 min RATE: 5.0 °C/min
Cosme Silva
PERKIN-ELMER
7 Series Thermal Analysis System
Thu Nov 30 04:06:41 1995

Curve 1: DSC

File info: CBICS95-2 Tue Nov 28 02:12:58 1995

Sample Weight: 3.500 mg

Cocoa Butter ICS 95 Planta6 Fruto5

Cosme Silva
PERKIN-ELMER
7 Series Thermal Analysis System
Tue Nov 28 02:24:26 1995

Temperature (°C)

Maria Luiza Tucci
TEMP1: -8.0 °C
TEMP2: 45.0 °C
TIME1: 0.0 min
RATE1: 5.0 °C/min

Curve 1: DSC

File info: CBSCA12-2 Wed Nov 29 07:16:30 1995

Sample Weight: 3.300 mg

Cocoa Butter SCA 12 Planta6 Fruto5

Maria Luiza Tucci

TEMP1: -8.8 °C
TEMP2: 48.8 °C

TIME1: 0.0 min
TIME2: 0.0 min

RATE1: 0.0 °C/min
RATE2: 0.0 °C/min

Cosme Silva
PERKIN-ELMER
7 Series Thermal Analysis System
Thu Nov 30 03:41:32 1995

Curve 1: DSC
 File info: CBUF668-1 Fri Nov 24 08:57:32 1995
 Sample Weight: 4.000 mg
 Cocoa Butter UF 668 Planta2 Fruto4

Maria Luiza Tucci
 TEMPI: 45.0 s TIME: 0.0 min RATE: 5.0 °C/min
 Cosme Silva
 PERKIN-ELMER
 7 Series Thermal Analysis System
 Fri Nov 24 09:20:59 1995

Curve 1: DSC

File info: CBSCA6-1 Fri Nov 24 05:37:50 1995

Sample Weight: 3.700 mg

Cocoa Butter SCA 06 Planta 4 Fruto 1

TEMP1: -8.8 °C TIME1: 0.0 min RATE1: 5.0 °C/min
TEMP2: 45.8 °C

Cosme Silva
PERKIN-ELMER
7 Series Thermal Analysis System
Fri Nov 24 05:58:14 1995

Curve 1: DSC

File info: CBIMC67-2 Wed Nov 29 03:57:22 1995

Sample Weight: 3.100 mg

Cocoa Butter IMC 67 Planta3 Fruto2

Maria Luiza Tucci

TEMP: -8.0 °C
TIME: 45.0 s

0.0 min RATE: 5.0 °C/min

Temperature (°C)

 Cosme Silva
 PERKIN-ELMER
 7 Series Thermal Analysis System
 Wed Nov 29 09:04:46 1995

Curve 1: DSC

File info: CBUF29-2 Wed Nov 29 05:36:31 1995

Sample Weight: 4.000 mg

Cocoa Butter UF 29 Planta4 Fruto3

Maria Luiza Tucci

TEMP1: -8.0 °C

TEMP2: 45.0 °C

TIME1:

TIME2:

0.0 min RATE1: 5.0 °C/min

Temperature (°C)

Cosme Silva

PERKIN-ELMER

7 Series Thermal Analysis System

Thu Nov 30 03:16:46 1995

Curve 1: DSC

File info: CBUF613-2 Thu Nov 30 05:41:55 1995

Sample Weight: 2.900 mg

Cocoa Butter UF 613 Planta5 Fruto3

Maria Luiza Tucci

TEMP: 45.0 °C TIME: 0.0 min RATE: 5.0 °C/min

Temperature (°C)

Cosme Silva
PERKIN-ELMER

7 Series Thermal Analysis System
Thu Nov 30 06:12:16 1995