

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

BIANCA MARA REGES

**CACAU DO SEMIÁRIDO: CARACTERIZAÇÃO, FERMENTAÇÃO E PRODUÇÃO
DE CHOCOLATE TRUFADO COM RECHEIO DE FRUTOS REGIONAIS**

BIANCA MARA REGES

CACAU DO SEMIÁRIDO: CARACTERIZAÇÃO, FERMENTAÇÃO E PRODUÇÃO
DE CHOCOLATE TRUFADO COM RECHEIO DE FRUTOS REGIONAIS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dra. Marlene Nunes Damaceno

Coorientadoras: Prof.^a Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos e Prof.^a Dra. Mayara Salgado Silva

LIMOEIRO DO NORTE – CE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Instituto Federal do Ceará - IFCE

Sistema de Bibliotecas - SIBI

Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R333c Reges, Bianca Mara.

CACAU DO SEMIÁRIDO: CARACTERIZAÇÃO, FERMENTAÇÃO E PRODUÇÃO DE CHOCOLATE TRUFADO COM RECHEIO DE FRUTOS REGIONAIS / Bianca Mara Reges. - 2019.

124 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Campus Limoeiro do Norte, 2019.

Orientação: Profa. Dra. Marlene Nunes Damaceno.

Coorientação: Profa. Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos e Dra. Mayara Salgado Silva.

1. Theobroma cacao L.. 2. Annona crassiflora Mart.. 3. Copernicia prunifera Mill.. 4. Caryocar brasiliense Camb.. I. Título.

CDD 664

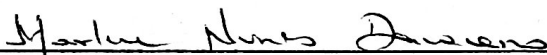
BIANCA MARA REGES

CACAU DO SEMIÁRIDO: CARACTERIZAÇÃO, FERMENTAÇÃO E PRODUÇÃO
DE CHOCOLATE TRUFADO COM RECHEIO DE FRUTOS REGIONAIS

Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado em Tecnologia de Alimentos do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do
Norte, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em
Tecnologia de Alimentos.

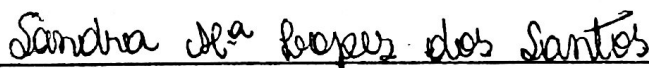
Aprovada em: 09 / 08 / 19

BANCA EXAMINADORA



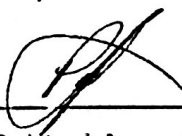
Prof.^a Dra. Marlene Nunes Damaceno (Orientadora)

IFCE - *Campus* Limoeiro do Norte



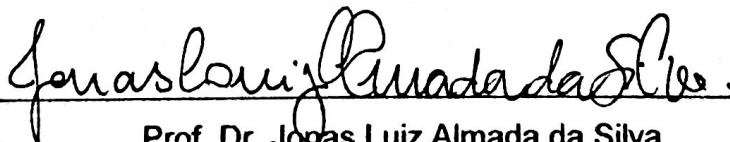
Prof.^a Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos (Coorientadora)

IFCE - *Campus* Limoeiro do Norte



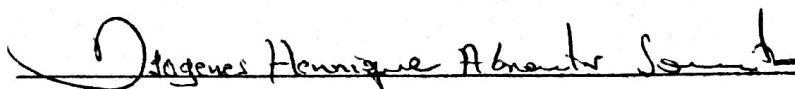
Prof. Dr. Pahlevi Augusto de Souza

IFRN - *Campus* Currais Novos



Prof. Dr. Jonas Luiz Almada da Silva

IFCE - *Campus* Limoeiro do Norte



Dr. Diógenes Henrique Abrantes Sarmiento

Empresa D H Abrantes Sarmiento ME

À Deus e a minha querida família.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por me permitir realizar este trabalho com tanto carinho e disposição.

À minha mãe, Luiza de Marilac Reges, por me dar apoio sentimental, financeiro e moral e sempre acreditar no meu desempenho me amando de maneira incondicional.

Ao meu irmão, Jonas Platini Reges, pelo amor e confiança e por ser meu exemplo de dedicação e inteligência.

Ao meu pai, Helder Nepomuceno de Freitas Reges (*in memoriam*), que apesar de ter convivido apenas 12 anos, me transmitiu muito amor conhecimento e apego aos estudos.

As minhas tias Rosa Maria Reges, Luzia de Fátima Reges e Maria Neuza Nogueira (*in memoriam*), por me darem amor, carinho e atenção desde criança até hoje.

As minhas amigas da faculdade e da vida, Lidenes Girão Rabelo de Oliveira e Vandesônia Maria de Sousa Oliveira, por estarem comigo em muitos momentos, me apoiando, sendo minhas confidentes e me ajudando na pesquisa.

Às minhas amigas também da faculdade, Joyciane da Silva Gomes, Ana Livia Ramos Silva e Laiana Kátia Miranda de Lima, que apesar de não vê-las com muita frequência, tenho bastante carinho por elas.

Ao meu namorado, José Herleson Maia, pelo seu amor e amizade e por tornar minha vida mais especial com a sua presença. E também por ter me ajudado na pesquisa, estando sempre presente quando eu precisava.

À minha querida bolsista e amiga Anielly Martins Maia, por me ajudar todos os dias na execução da pesquisa.

Aos bolsistas Gabriela Ellen Rocha Gadelha, João Vitor de Melo Farias e Maria Marilene de Oliveira Moura pela ajuda no laboratório durante a pesquisa.

Ao professor Dr. Pahlevi Augusto de Souza, pelo incentivo à pesquisa e pela amizade.

Aos meus bichinhos de estimação (gatos), por estarem ao meu lado e me fornecerem chamego e atenção quando eu precisava.

À minha orientadora professora Dra. Marlene Nunes Damaceno por contribuir com o meu aprendizado e me orientar de forma clara, aceitando minhas opiniões, esclarecendo minhas dúvidas e corrigindo os meus erros.

À minha coorientadora professora Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos, pois além de ser um exemplo de perseverança e garra, é uma pessoa muito doce e repassa seus conhecimentos como ninguém, e sempre procurou a melhor forma de me ajudar a escrever e melhorar a minha dissertação.

À minha coorientadora professora Dra. Mayara Salgado Silva, pelas contribuições indispensáveis na pesquisa e por me ajudar nos detalhes técnicos, sendo acolhedora e uma ótima coorientadora.

Aos técnicos de laboratório Luisa Kelbia Maia, Francisco Jorge Nogueira de Moura e Mayra Cristina Freitas Barbosa por me receberem no laboratório e me ajudarem quando surgiam dúvidas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelos equipamentos utilizados para a fabricação do chocolate.

Ao Diógenes Henrique Abrantes Sarmento e a empresa Frutacor pela visita a fazenda e concessão dos clones de cacau para realização dessa pesquisa.

Aos empregados da Frutacor, Keginall e Alan, pela ajuda na colheita do cacau.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte, pela estrutura concedida para a realização deste trabalho.

*“O amor é o sentimento mais lindo e
intenso que alguém pode sentir.”*

Bianca Mara Reges

RESUMO

As amêndoas de cacau (*Theobroma cacao* L.) são a matéria-prima para a elaboração do chocolate, cuja qualidade está diretamente relacionada ao beneficiamento do cacau, principalmente ao ponto de colheita e à fermentação. Objetivou-se caracterizar, fermentar e produzir chocolate trufado com cacau do Semiárido brasileiro. Os clones de cacau CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 foram obtidos no perímetro irrigado do Tabuleiro de Russas (latitude Sul 5° 37' 20" e longitude Oeste 38° 07' 08") e avaliados quanto às características físicas, químicas e físico-químicas para seleção dos clones mais indicados para o processo fermentativo. Logo, utilizaram-se na fermentação os clones CCN 51, CEPEC 2005 e PS 1319 em três formulações: F1 (CCN 51 e CEPEC 2005), F2 (CCN 51 e PS 1319) e F3 (CEPEC 2005 e PS 1319) na proporção de 50% cada, nas quais foram realizados o acompanhamento por meio de análises físico-químicas, químicas e microbiológicas e avaliação da qualidade final da amêndoa. A partir das amêndoas fermentadas foi fabricado o chocolate e avaliado sensorialmente na forma de bombom trufado com recheios sabor araticum (FA), licor de carnaúba (FC) e pequi (FP). Os clones CCN 51 e o CEPEC 2005 foram os mais indicados para o processo de fermentação de cacau, pois possuem elevada acidez titulável e maior teor de açúcar, além de possuírem maior quantidade de lipídeos, o que gera mais manteiga de cacau. O CEPEC 2005 pode ser combinado com outro clone (PS 1319) para compensar o baixo rendimento de polpa. Dessa forma, indica-se para o processo fermentativo a utilização e combinação dos clones CCN 51, CEPEC 2005 e PS 1319. Em relação à qualidade da amêndoa, as formulações F1, F2 e F3 apresentaram alto índice de fermentação, boa compartimentação e baixo grau de amêndoas subfermentadas. A análise sensorial indicou que a formulação de bombom mais aceita, preferida e com maior intenção de compra foi a FC, indicando que o recheio de licor de carnaúba é viável no chocolate trufado e assim, valoriza a carnaúba, fruto símbolo do estado do Ceará.

Palavras-chave: *Theobroma cacao* L.; *Annona crassiflora* Mart.; *Copernicia prunifera* Mill.; *Caryocar brasiliense* Camb.

ABSTRACT

Cocoa almonds (*Theobroma cacao* L.) are the raw material for the preparation of chocolate, whose its quality is directly related to cocoa processing, especially the harvesting point and fermentation. The objective was to characterize, ferment and produce chocolate truffled with cocoa from the Brazilian semiarid. Cocoa clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005, and PS 1319 were obtained from the irrigated perimeter of the Tabuleiro the Russas. (south latitude 5° 37 '20" and west longitude 38° 07 '08") and they were evaluated for physical, chemical and physicochemical characteristics to select the most suitable clones for the fermentation process. Therefore, the clones CCN 51, CEPEC 2005 and PS 1319 were used in fermentation in three formulations: F1 (CCN 51 and CEPEC 2005), F2 (CCN 51 and PS 1319) and F3 (CEPEC 2005 and PS 1319) in the proportion of 50 % each, in which the follow-up by means of physicochemical, chemical and microbiological analyzes and evaluation of the final quality of the almond were carried through. From the fermented almonds the chocolate was made and sensorially evaluated in the form of truffled bonbon with araticum (FA), carnauba liqueur (FC) and pequi (FP) fillings. The clones CCN 51 and CEPEC 2005 were the most suitable for the cocoa fermentation process, as they have high titratable acidity and higher sugar content, besides having a higher amount of lipids, which generates more cocoa butter. Thus, the use and combination of clones CCN 51, CEPEC 2005 and PS 1319 are indicated for the fermentation process. Regarding almond quality, formulations F1, F2 and F3 presented high fermentation index, good compartmentalization and low degree of subfermented almonds. Sensory analysis indicated that the most accepted, preferred and most intent candy formulation was FC, indicating that carnauba liqueur filling is viable in truffled chocolate and thus values carnauba, a symbol of the state of Ceará.

Keywords: *Theobroma cacao* L.; *Annona crassiflora* Mart.; *Copernicia prunifera* Mill.; *Caryocar brasiliense* Camb.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O cacaueiro (A) e o seu respectivo fruto: o cacau (<i>Theobroma cacao</i> L.) (B).	21
Figura 2 - Flor (A), almofada floral (B) e fruto (C) do cacaueiro (<i>Theobroma cacao</i> L.).	22
Figura 3 - Casca, placenta, polpa+semente e semente de cacau (<i>Theobroma cacao</i> L.).	23
Figura 4 - Variedades de cacau (<i>Theobroma cacao</i> L): Forastero (A); Criollo (B); e Trinitario (C).	23
Figura 5 - Chocolate pronto para o consumo.	33
Figura 6 - Araticum (<i>Annona crassiflora</i> Mart.).	36
Figura 7 - Frutos da carnaubeira (<i>Copernicia prunifera</i> Mill.).	37
Figura 8 - Pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.).	38
Figura 9 - Clones de cacau caracterizados no presente estudo: CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319.	47
Figura 10 - Medições de diâmetro longitudinal (A) e transversal do fruto (B); espessura da casca interna (C) e espessura da casca externa (D).	48
Figura 11 - Medições de diâmetro longitudinal (A) e transversal da semente (B); e espessura da semente (C).	48
Figura 12 - Dimensões da caixa de madeira cumaru para a fermentação das sementes de cacau.	69
Figura 13 - Fluxograma do beneficiamento de cacau para a obtenção de amêndoas fermentadas e secas.	69
Figura 14 - Beneficiamento de cacau para a obtenção de amêndoas fermentadas e secas.	70
Figura 15 - Fermentação de cacau (Formulações F1, F2 e F3).	70
Figura 16 - Secagem natural das amêndoas de cacau.	71
Figura 17 - Processo de seleção das amêndoas de cacau.	72
Figura 18 - Secção longitudinal (A) e classificação (B) das amêndoas de cacau.	72
Figura 19 - Torração (A), remoção da casca e gérmen (B) para obtenção do <i>nibs</i> (C).	73

Figura 20 - Transformação das sementes em amêndoas de cacau nas formulações F1 (50% CCN 51 e 50% CEPEC 2005), F2 (50% CCN 51 e 50% PS 1319) e F3 (50% CEPEC 2005 e 50% PS 1319).....	75
Figura 21 - Evolução da temperatura (°C) da massa de cacau nas formulações F1, F2 e F3 durante a fermentação (0 ao 6° dia).....	76
Figura 22 - Incidência de fungos filamentosos (bolores) no 2° dia de fermentação. .	77
Figura 23 - Evolução da umidade (%) das amêndoas de cacau durante as etapas de fermentação (0 ao 6° dia) e secagem (7° ao 13° dia).....	78
Figura 24 - Evolução da acidez titulável (mEqNaOH/100 g) das amêndoas de cacau durante a fermentação (0 ao 6° dia) e secagem (7° ao 13° dia).....	79
Figura 25 – Evolução do pH das amêndoas de cacau durante a fermentação (0 ao 6° dia) e secagem (7° ao 13° dia).	81
Figura 26 - Evolução dos sólidos solúveis (°Brix) das amêndoas de cacau durante a fermentação (0 ao 6° dia) e secagem (7° ao 13° dia).....	82
Figura 27 - Sucessão microbiológica de bactérias aeróbias mesófilas (BAM), bactérias lácticas (BL), leveduras (LE) e bolores (BO) durante a fermentação das formulações de F1, F2 e F3.	83
Figura 28 - Coloração e germinação em amêndoas de cacau após a fermentação e secagem natural.....	86
Figura 29 - Compartimentação em amêndoas de cacau após fermentação e secagem natural.....	87
Figura 30 - <i>Nibs</i> de cacau das formulações F1, F2 e F3.....	94
Figura 31 - Barra de chocolate produzida com o <i>nibs</i> de cacau do Semiárido.	94
Figura 32 - Elaboração dos chocolates trufados com frutos do Semiárido brasileiro.	96
Figura 33 - Chocolate trufado com recheio sabor araticum (FA), licor de carnaúba (FC) e pequi (FP).	98
Figura 34 - Distribuição de avaliadores por sexo.	100
Figura 35 - Distribuição de avaliadores por faixa etária.	100
Figura 36 - Distribuição de avaliadores por escolaridade.....	101
Figura 37 - Distribuição da frequência de consumo de trufa.	101
Figura 38 - Distribuição percentual de frequência em faixas de respostas para os atributos de impressão global, aparência, aroma, derretimento, textura e sabor em FA, FC e FP.	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Massa total, diâmetro longitudinal e transversal e relação diametral de frutos de cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe – CE.....	50
Tabela 2 - Massa total, espessura na parte externa e interna da casca e relação espessura da casca no cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe - CE.....	51
Tabela 3- Número de sementes, massa, espessura, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal e relação entre os diâmetros da semente no cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe – CE.....	53
Tabela 4 - Média e desvio padrão da massa da polpa+semente, massa da polpa, massa da cibirra e rendimento da polpa no cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe - CE.....	54
Tabela 5 - Cor instrumental (CIE Lab) de polpa de cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe - CE.....	55
Tabela 6 - Cor instrumental (CIE Lab) de semente triturada de cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe - CE.....	55
Tabela 7- Composição centesimal e valor energético de polpa de cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe - CE.....	58
Tabela 8 - Composição centesimal e valor energético de semente de cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe - CE.....	59
Tabela 9 - Caracterização físico-química de polpa de cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe - CE.....	60
Tabela 10 - Formulações com combinação de diferentes clones de cacau para fermentação.....	68
Tabela 11 - Percentual de amêndoas boas e de baixa qualidade das formulações F1, F2 e F3.....	85
Tabela 12 - Classificação das amêndoas de cacau das formulações F1, F2 e F3....	86
Tabela 13 - Formulação de chocolate produzido com cacau do Semiárido.....	95
Tabela 14 - Formulações dos recheios de araticum, carnaúba e pequi.....	95

Tabela 15 - Média e desvio padrão dos atributos impressão global, aparência, aroma, derretimento, textura e sabor das formulações de chocolate trufado.....	103
Tabela 16 - Somatório dos totais de ordenação obtidos no teste de preferência das formulações de chocolate trufado.	104
Tabela 17 - Média e desvio padrão da intenção de compra das formulações de chocolate trufado.....	105
Tabela 18 - Índice de aceitabilidade das formulações de chocolate trufado nos parâmetros impressão global, aparência, aroma, derretimento, textura e sabor. ...	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADECE	Agência do Desenvolvimento do Estado do Ceará
CCN	Colección Castro Naranjal
CEPEC	Centro de Pesquisas do Cacau
CEPLAC	Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira
DHA	Ácido docosahexaenoico
EPA	Ácido eicosapentaenoico
ICCO	International Cocoa Organization
PS	Porto Seguro
SEAGRI	Secretaria da Agricultura, Pecuária, Irrigação, Pesca e Aquicultura

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1

APRESENTAÇÃO GERAL.....	17
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	17
2 OBJETIVOS.....	19
2.1 Objetivo geral	19
2.2 Objetivos específicos.....	19
REFERÊNCIAS.....	19

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
1 ASPECTOS GERAIS DO CACAU.....	21
1.1 Variedades	23
1.1.1 <i>Primeiras variedades híbridas</i>	25
1.2 Composição Química.....	27
2 BENEFICIAMENTO DO CACAU.....	28
2.1 Colheita e quebra do fruto.....	28
2.2 Fermentação	29
2.3 Secagem.....	31
2.4 Armazenamento	32
3 CHOCOLATE.....	32
3.1 Qualidade microbiológica do chocolate.....	34
3.2 Análise sensorial do chocolate.....	34
4 FRUTOS REGIONAIS	35
4.1 Araticum.....	35
4.2 Carnaúba.....	37
4.3 Pequi.....	37
REFERÊNCIAS.....	38

CAPÍTULO 3

FRUTOS DE CACAU DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: PARÂMETROS DE QUALIDADE PARA APLICAÇÃO TECNOLÓGICA	45
RESUMO.....	45

1 INTRODUÇÃO	45
2 MATERIAL E MÉTODOS	46
2.1 Obtenção dos clones de cacau	47
2.2 Caracterização física.....	47
2.3 Caracterização química e físico-química	49
2.4 Análise estatística	50
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
3.1 Caracterização física.....	50
3.1.2 <i>Cor instrumental</i>	55
3.2 Caracterização química e físico-química	56
4. CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS.....	62

CAPÍTULO 4

PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO FERMENTATIVO DE CACAU (<i>THEOBROMA CACAO</i> L.) UTILIZANDO MISTURA DE CLONES	66
RESUMO.....	66
1 INTRODUÇÃO	66
2 MATERIAL E MÉTODOS	67
2.1 Obtenção dos clones de cacau	67
2.2 Formulações para fermentação de clones de cacau	68
2.3 Fermentação e secagem das sementes de cacau	68
2.4 Prova de corte	72
2.5 Preparo do <i>nibs</i>	73
2.6 Acompanhamento do processo fermentativo	73
2.6.1 <i>Análises físico-químicas e químicas</i>	74
2.6.2 <i>Análises microbiológicas</i>	74
2.7 Análise estatística	74
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
3.1 Acompanhamento do processo fermentativo	75
3.1.1 <i>Temperatura</i>	76
3.1.2 <i>Umidade</i>	78
3.1.3 <i>Acidez titulável</i>	79
3.1.4 <i>pH</i>	80

3.1.5 Sólidos solúveis	81
3.1.6 Evolução microbiológica	82
3.2 Qualidade das amêndoas de cacau	85
4. CONCLUSÃO	87
REFERÊNCIAS.....	88

CAPÍTULO 5

ANÁLISE SENSORIAL DE CHOCOLATE TRUFADO COM FRUTOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....	92
RESUMO.....	92
1 INTRODUÇÃO	92
2 MATERIAL E MÉTODOS	93
2.1 Elaboração dos chocolates trufados.....	94
2.1.1 Processamento do chocolate.....	94
2.1.2 Elaboração dos recheios	95
2.1.3 Elaboração do chocolate trufado.....	96
2.2 Análise microbiológica	97
2.3 Análise sensorial.....	97
2.4 Análise estatística	99
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	99
3.1 Análise microbiológica	99
3.2 Análise sensorial.....	99
3.2.1 Caracterização dos avaliadores.....	99
3.2.1 Teste de aceitação	103
3.2.2 Teste de preferência.....	104
3.2.3 Intenção de compra.....	104
3.2.3 Índice de aceitabilidade	105
4 CONCLUSÃO	107
REFERÊNCIAS.....	108
ANEXO	110
APÊNDICE.....	115

CAPÍTULO 1

APRESENTAÇÃO GERAL

1 INTRODUÇÃO GERAL

O cacauieiro (*Theobroma cacao* L.), pertencente à família Malvaceae (APG II, 2003), é uma espécie nativa de florestas tropicais úmidas nas encostas equatoriais do leste dos Andes na América do Sul (NAIR, 2010), cujos maiores produtores mundiais de amêndoa de cacau são Costa do Marfim (42,25%), Gana (19,47%), Equador (6,13%), Nigéria (5,48%), Camarões (5,38%), Indonésia (5,16%) e Brasil (4,39%) (ICCO, 2019).

Aproximadamente 80 a 90% da produção mundial de cacau provêm de pequenas fazendas familiares que impulsionam o mercado de produtos de confeitaria, alimentos e bebidas que utilizam o cacau e o chocolate como ingredientes. Nesse sentido, a indústria tem investido em pequenas fazendas e na capacitação de pequenos produtores para produção de frutos de cacau de qualidade (BEG et al, 2017).

No Brasil houve um aumento na produção de amêndoas de cacau na safra de 2017/2018, segundo dados da ICCO (2019), tornando-o responsável por cerca de 4% da produção mundial. Isto pode ter sido resultado de investimentos na produção de variedades resistentes às doenças, as quais possuem diversidade genética principalmente nas características de massa total do fruto, da casca e da polpa (ALEXANDRE et al., 2015).

No campo, muitas vezes os agricultores plantam diferentes variedades do cacau na mesma área. É o que está acontecendo atualmente no Ceará, mais especificamente no Tabuleiro de Russas-CE, onde os clones recomendados pela CEPLAC (CP 49, PS 13.19, PH 16, CEPEC 2002 e CCN 51) estão sendo utilizados no experimento de cultivo do cacauieiro, os quais apresentam além da resistência às doenças, características agronômicas favoráveis, como porte, arquitetura, peso e número de frutos e sementes de autocompatibilidade (BRASIL, 2017).

A partir do cacau são produzidas amêndoas que, por sua vez, são a matéria-prima para a obtenção do cacau em pó, chocolate, líquido de cacau (massa de cacau), entre outros (BRITO et al., 2017).

A transformação do cacau em chocolate é realizada por meio de um processo tecnológico complexo, envolvendo colheita, corte, fermentação, secagem, torrefação e moagem. Acontece que a fermentação de diferentes híbridos na mesma caixa afeta o processo fermentativo e, como consequência, também a qualidade do chocolate (MENEZES et al., 2016). Ramos et al. (2014) constataram a influência direta que as amêndoas híbridas causam na formação de substratos (carboidratos, etanol e ácidos orgânicos), influenciando o perfil microbiológico e os compostos voláteis formados durante a fermentação.

Neste sentido, a determinação da melhor combinação de híbridos poderá ser uma alternativa viável para a padronização do processo fermentativo com a mistura de clones de cacau cultivados no Semiárido, bem como o estudo sobre as características do fruto, fermentação, secagem e substratos formados visando a obtenção de chocolate com características autênticas e de alta qualidade.

O chocolate tem um fluxograma de elaboração bem definido, contudo é possível variar sua formulação, principalmente na elaboração de trufas. E as frutas do Semiárido, como o araticum, carnaúba e pequi possuem pouca aplicação na indústria de alimentos. Dessa forma, estes ingredientes tornam-se uma opção capaz de aumentar o valor nutricional da trufa de chocolate, ao mesmo tempo em que agrega valor comercial.

Nos próximos capítulos serão apresentados o referencial teórico (Capítulo 2), os parâmetros de qualidade para aplicação tecnológica em frutos de cacau do semiárido brasileiro (Capítulo 3), padronização do processo fermentativo de cacau (*Theobroma cacao* L.) utilizando mistura de clones (Capítulo 4) e a análise sensorial de chocolate trufado com frutos do Semiárido brasileiro (Capítulo 5).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Caracterizar, fermentar e produzir chocolate trufado com cacau do Semiárido brasileiro.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar as características físicas, químicas e físico-químicas dos clones de cacau CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319;
- Combinar misturas de clones de cacau e monitorar o processo fermentativo por meio de análises físico-químicas, químicas e microbiológicas;
- Avaliar a qualidade das amêndoas fermentadas e secas conforme a legislação vigente;
- Desenvolver chocolate a partir das amêndoas de cacau fermentadas e secas dos mix de clones;
- Elaborar formulações de chocolate trufado utilizando como recheio araticum, carnaúba e pequi;
- Avaliar a qualidade microbiológica dos recheios do chocolate trufado;
- Avaliar a qualidade sensorial dos chocolates trufados.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, R. S.; CHAGAS, K.; MARQUES, H. I. P.; COSTA, P. R.; CARDOSO FILHO, J. Caracterização de frutos de clones de cacaueiros na região litorânea de São Mateus, ES. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 8, p. 785-790, jul. 2015.

APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 141, s/n, p. 399-436, 2003.

BEG, M. S.; AHMAD, S.; JAN, J.; BASHIR, K. Status, supply chain and processing of cocoa - A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 66, s/n, p. 108-116, ago. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cultivo de cacaueteiro no estado do Ceará**. Secretaria Executiva, Brasília: MAPA, 2017. 34 p. (Boletim Técnico nº 209).

BRITO, B. N. C.; CHISTÉ, R. C.; PENA, R. S.; GLORIA, M. B. A.; LOPES, A. S. Bioactive amines and phenolic compounds in cocoa beans are affected by fermentation. **Food Chemistry**, v. 228, s/n, p. 484-490, fev. 2017.

INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION - ICCO. **Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics**, v. 45, n. 1, Cocoa year 2018/19. 2019. Disponível em: < <https://www.icco.org/statistics/other-statistical-data.html>>. Acesso: 23 jul. 2019.

MENEZES, A. G. T.; BATISTA, N. N.; RAMOS, C. L.; ANDRADE E SILVA, A. R.; EFRAIN, P.; PINHEIRO, A. C. M.; SCHWAN, R. F. Investigation of chocolate produced from four different Brazilian varieties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) inoculated with *Saccharomyces cerevisiae*. **Food Research International**, v. 81, s/n, p. 83-90, mar. 2016.

NAIR, P. K. P. **The agronomy and economy of important tree crops of the developing world**. 1.ed., London: Elsevier, 2010. 368 p.

RAMOS, C. L.; DIAS, D. R.; MIGUEL, M. G. C. P.; SCHWAN, R. F. Impact of different cocoa hybrids (*Theobroma cacao* L.) and *S. cerevisiae* UFLA CA11 inoculation on microbial communities and volatile compounds of cocoa fermentation. **Food Research International**, v. 64, s/n, p. 908-918, out. 2014.

CAPÍTULO 2

REFERENCIAL TEÓRICO

1 ASPECTOS GERAIS DO CACAU

A criação do cacaueiro (Figura 1A) tem origem em uma lenda asteca, que o deus da lua roubou uma árvore de cacau (Figura 1B) da terra dos filhos do sol para presentear seus amigos humanos com a chamada “delícia dos deuses”. Influenciado por essa lenda, Linneu denominou a planta com o nome de *Theobroma cacao*, do grego *theo* (Deus) *broma* (alimento). Essa planta pertence à família Malvaceae (APG II, 2003) e gênero *Theobroma*, sendo originária do continente Sul Americano e apresenta como principais espécies brasileiras o Criollo, *Theobroma cacao* Linnaeus, e o Forastero ou cacau roxo, *Theobroma leiocarpum* Bern (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006).

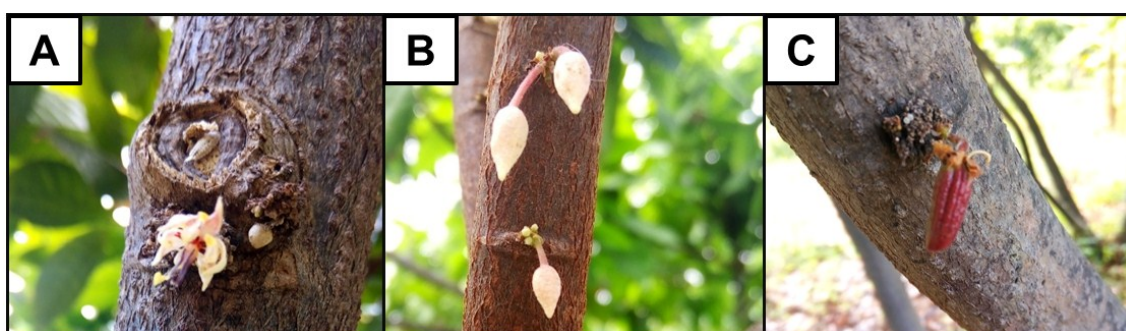
Figura 1 - O cacaueiro (A) e o seu respectivo fruto: o cacau (*Theobroma cacao* L.) (B).



Fonte: Elaborada pela autora.

A árvore atinge entre 4 a 12 metros de altura. No tronco ou nos ramos lenhosos brotam as flores (Figura 2A) do cacaueiro, em formato de almofadas (Figura 2B), com um volume de mais de 100.000 unidades. No entanto, menos de 5% destas flores são fertilizadas e apenas cerca de 0,1% são transformadas em frutos (Figura 2C). Estes apresentam coloração variando do verde (maturidade fisiológica incompleta) ao amarelo (maturidade fisiológica completa), enquanto outros passam do roxo ao laranja (MI, 2006).

Figura 2 - Flor (A), almofada floral (B) e fruto (C) do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.).

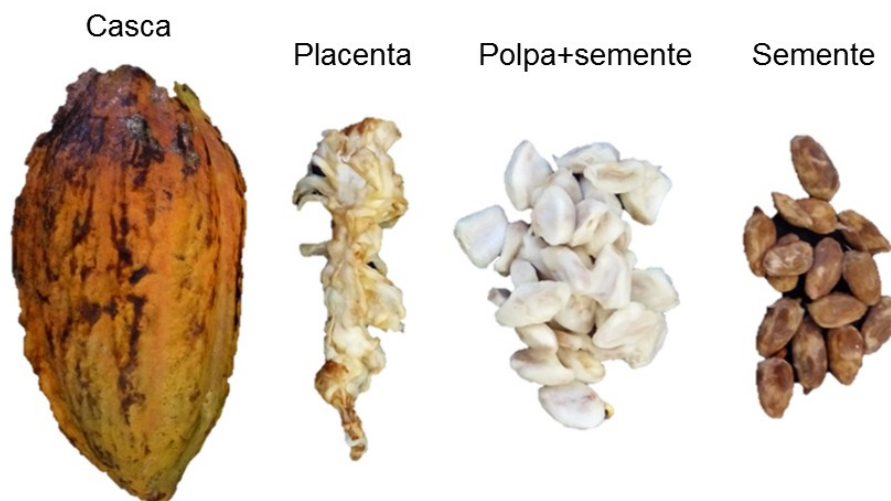


Fonte: Elaborada pela autora.

A frutificação ocorre de quatro a seis meses após a floração. A relação massa volume do fruto é 1:2 (500 g: 1000 cm³), sendo que a casca compreende 75% da massa total do fruto. Este apresenta cerca de 25 cm de comprimento e 10 cm no maior diâmetro (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006).

O cacau, fruto não climatérico (BIALE; BARCUS, 1967), é composto pela casca, polpa, placenta e sementes (Figura 3). Ele contém cerca de 30 a 40 sementes constituídas por dois cotilédones e um embrião cercados por uma membrana (testa). As sementes dentro do fruto são envolvidas por uma polpa, também chamada de mucilagem, de cor branca e rica em açúcares que corresponde, em média, a 40% da massa seca do fruto e é composta de 82 a 87% de água, 10 a 13% de açúcares, 2 a 3% de pentosanas, 1 a 2% de ácido cítrico e 8 a 10% de sais (SCHWAN; WHEALS, 2004; LOPEZ; DIMICK, 1995).

Figura 3 - Casca, placenta, polpa+semente e semente de cacau (*Theobroma cacao* L.).



Fonte: Elaborada pela autora.

1.1 Variedades

As principais variedades de cacau (Figura 4) encontradas no mundo são conhecidas como: Forastero da região amazônica, mais comum e menos rica em aromas; Criollo, raramente cultivada devida a susceptibilidade a doenças, porém rica em aromas; Trinitario, uma espécie híbrida entre Forastero e Criollo, rica e diversa quanto aos aromas (LUNA et al., 2002; BECKETT, 2000).

Figura 4 - Variedades de cacau (*Theobroma cacao* L): Forastero (A); Criollo (B); e Trinitario (C).



Fonte: SANTOS, 2018.

As amêndoas provenientes de cacau Criollo e Trinitário, de forma geral, produzem os chocolates finos ou de aroma e sabor mais suaves, como é o caso do cacau Porcelana da Venezuela e o Marfim de Java. Já as amêndoas de cacau Forastero produzem chocolates mais encorpados e terrosos. Variedades como

Maranhão, Nacional do Equador e a Catongo brasileira possuem sabores diferenciados e apreciados no mercado internacional (FERREIRA et al., 2013).

O cacau Criollo ocorre no sul do México em direção à América Central até chegar ao norte da Venezuela e Colômbia. Os frutos são grandes com superfície enrugada, sulcos pronunciados e sementes grandes, de interior branco ou violeta pálido, devido a um gene inibidor de antocianina. É menos resistente às pragas (VALLE, 2012), limitando seu cultivo. Possui tempo menor de fermentação (2 a 3 dias), sabor suave e frutado, pouco amargo. Seu pH baixo influencia de forma significativa seu perfil de sabor (FERREIRA et al., 2013; KONGOR et al., 2016).

O cacau Forastero é cultivado na América do Sul, no Oeste da África e na Ásia. É considerado o verdadeiro cacau brasileiro e caracteriza-se por frutos ovóides, com superfície lisa, imperceptivelmente sulcada ou enrugada. O interior de suas sementes é violeta escuro, algumas vezes quase preto, podendo também ser branco como no caso do cultivar Catongo. É mais resistente às pragas de forma geral. Possui tempo de fermentação mais longo (5 a 7 dias) e sabor amargo e adstringente (FERREIRA et al., 2013).

A variedade Forastero, que compreende 95% da produção mundial do cacau, é chamada no comércio de “cacau em massa”. É nativa da bacia Amazônica, apresentando alta produtividade e resistência contra pragas e suas sementes são planas, adstringentes e de cor roxa por causa das antocianinas. Após a fermentação e a secagem das amêndoas dessa variedade, o pH apresenta-se maior quando comparado aos da variedade Criollo, gerando, assim, chocolates com sabor menos amargo, menos adstringente e menos ácido do que o chocolate produzido a partir das variedades Criollo e Trinitário (KONGOR et al., 2016).

O cacau Trinitário possui este nome, pois foi extensamente cultivado na ilha de Trinidad e Tobago depois de uma devastação de cacaueiros da variedade Criollo, no século XVII. Seus cotilédones possuem coloração que varia de branco à púrpura (MEDEIROS; LANNES, 2010). As árvores possuem resistência intermediária às pragas e doenças e o chocolate produzido a partir dessa variedade é escuro e de alta qualidade. A participação do Trinitário na produção mundial é inferior a 5%, contudo o cacaueiro nacional é tido como uma variedade fina e produz amêndoas com notas de sabor floral e picante (KONGOR et al., 2016).

Esta variedade é muito cultivada na América Central, principalmente em Trinidad e Tobago e Costa Rica. Foi introduzida posteriormente no Brasil, sendo utilizada nos programas de melhoramento genético pelo Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC) (VALLE, 2012).

Os principais estados produtores de amêndoas de cacau no Brasil são Bahia (54,13%), Pará (40,14%), Espírito Santo (2,58%), Rondônia (2,47%), Amazonas (0,37%) e Minas Gerais (0,08%) (SOUZA; JESUS, 2017). Outro estado que está ganhando destaque é o Ceará, que em 2009 introduziu o cultivo do cacaueiro pelo projeto de Culturas Alternativas no Perímetro Irrigado no município de Russas (CEPLAC/CEPEC, 2019).

Com a origem da “vassoura de bruxa”, doença causada pelo fungo *Crinipellis perniciosa*, houve uma redução drástica na produção cacaueira na Bahia, trazendo grande prejuízo aos agricultores. Doravante a isso, a plantação precisou de mais atenção tecnológica, sendo necessário o desenvolvimento de variedades melhoradas e de técnicas para o controle da doença (CEPLAC, 2019). Desde então, vários agricultores têm cultivado variedades distintas de cacau no mesmo campo para evitar a destruição das árvores ocasionadas por doenças, principalmente a “vassoura de bruxa”. O problema é que, muitas vezes, para produção de chocolate, as amêndoas híbridas são submetidas ao processo de fermentação espontânea na mesma caixa, procedimento este que além de afetar a fermentação, possivelmente também afeta a qualidade do chocolate (MENEZES et al., 2016).

1.1.1 Primeiras variedades híbridas

Na década de 1940 ocorreram os primeiros trabalhos de melhoramento genético, no Instituto de Cacau na Bahia, na Estação Experimental de Uruçuca, fazendo-se uma seleção de plantas individuais dentro da população de cacaueiros comuns da Bahia, por meio da avaliação de produção durante certo número de anos. Com isso, foram identificados alguns mutantes para semente branca em cacaueiros da variedade Comum, vulgarmente conhecidos por Catongo (VALLE, 2012).

O termo “clonagem de cacaueiro” ou “cacaueiro clonado” é referente às diferentes formas de realizar a propagação vegetativa em cacaueiros (SODRÉ,

2016). Para estabelecer plantios clonais de cacaueteiro, a escolha do material botânico é a primeira etapa, sendo importante considerar os seguintes aspectos em regiões semiáridas: precocidade, tamanho de frutos, número de sementes por frutos, massa seca da semente, resistência a pragas, porte baixo e principalmente autocompatibilidade (BRASIL, 2017).

A Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), na obrigação de ofertar aos produtores variedade de cacau com características agronômicas mais competitivas e superiores às que até então cultivadas na Bahia, passou a introduzir de outros países, principalmente de Trinidad e Tobago e Costa Rica, uma variedade de clones que possuíam tolerância a pragas e doenças. Esses clones foram utilizados diretamente como cultivares ou em cruzamentos com seleções locais, surgindo as cultivares híbridas, representadas pelos seguintes tipos de cruzamentos: Seleções Comuns Bahia x Trinitários, Comuns x Amazônicos, Comuns x Crioulos, Trinitários x Trinitários e Crioulos x Trinitários (VALLE, 2012).

Em 2009, o projeto de Culturas Alternativas para o Ceará foi implantado no Tabuleiro de Russas - CE com recursos da ADECE (Agência do Desenvolvimento do Estado do Ceará), BNB (ETENE-FUNDECI), SEBRAE-CE e EMBRAPA-Semiárido, a partir de uma iniciativa da UNIVALE juntamente com a CEPLAC/CEPEC com a finalidade de criar uma área experimental de cacaucultura no Semiárido (CEPLAC/CEPEC, 2019).

Os clones recomendados pela CEPLAC para serem utilizados nesse projeto, apresentam, além da resistência às doenças, características agronômicas favoráveis, como porte, arquitetura, peso e número de frutos e sementes de autocompatibilidade. São eles: CP 49, PS 13.19, PH 16, CEPEC 2002, CEPEC 2004, CEPEC 2005, CEPEC 2006, CCN 10 e CCN 51 (BRASIL, 2017).

O clone CCN 51 foi selecionado no Equador, da Colección Castro Naranjal (CCN). É um híbrido do cruzamento do IMC 67 x ICS 95, cuja seleção F1 cruzou com material regional - Canelo. Este possui porte mediano, crescimento ereto e ordenado, autocompatível, vigoroso. Seus frutos são grandes, vermelhos arroxeados. É moderadamente resistente a vassoura de bruxa (BRASIL, 2017; SODRÉ, 2016). Já o CEPEC 2004 possui porte médio, autocompatível, coloração avermelhada dos frutos e sensibilidade à vassoura de bruxa e a podridão parda (VALLE, 2012).

O PS 1319 foi selecionado na Fazenda Porto Seguro (PS), localizada em Ilhéus na Bahia. É uma seleção F2 de uma população de híbridos. Apresenta porte médio, arquitetura ereta, autocompatível, alta precocidade de produção e produtividade. Seus frutos são vermelhos arroxeados e médios (BRASIL, 2017; SODRÉ, 2016).

1.2 Composição Química

A composição química das amêndoas de cacau pode variar em função do clone plantado, do manejo e das particularidades ambientais e culturais de cada região produtora (KOBELITZ, 2011). Com isso, os principais componentes das amêndoas fermentadas e secas são a manteiga de cacau, teobromina, cafeína, polifenóis, ácidos e a composição centesimal: lipídeos, umidade, proteína, cinza, fibras e carboidratos (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006; KOBELITZ, 2011).

O conteúdo de lipídeos presente nas amêndoas é chamado manteiga de cacau. Três ácidos graxos correspondem a 95% da composição da manteiga, são eles: palmítico (16:0), oleico (18:1) e esteárico (18:0). A presença desses ácidos graxos é responsável pela propriedade do chocolate de derreter na boca. Isso ocorre devido ao seu ponto de fusão estar em uma faixa de temperatura de derretimento estreita (entre 32 e 35 °C). A manteiga de cacau produzida no Brasil apresenta maior quantidade de ácido oleico e linoleico, logo seu ponto de fusão é ligeiramente mais baixo do que os produzidos em Gana e na Malásia. Portanto, o chocolate produzido com a manteiga de cacau brasileira deve ser transportado e armazenado em temperaturas mais baixas (KOBELITZ, 2011).

O teor de proteínas no cacau fermentado é de cerca de 8-9%, dividindo-se em: 31,7% de albuminas; 3,1% de globulinas; 8,3% de prolaminas; 13,5% de glutelinas; e 43,5% de peptídeos diversos. O teor de aminoácidos livres no cacau fresco é baixo, contudo aumenta durante a fermentação, proporcionando o aroma característico do chocolate. Isso decorre da liberação de peptídeos e aminoácidos pela hidrólise de certas globulinas, presentes nos cotilédones, por proteases ácidas e exopeptidases das amêndoas (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006; KOBELITZ, 2011).

A teobromina (3,7-dimetilxantina) e a cafeína (1,3,7-trimetilxantina) têm propriedades excitantes (alcaloides) e conferem sabor amargo. Acredita-se que sua função esteja relacionada com a síntese de proteínas pelo metabolismo vegetal. A concentração desses alcaloides é baixa quando comparado ao café, que é rico nessa substância. O principal efeito ocasionado pela teobromina e cafeína na qualidade do cacau é a presença do sabor amargo. São encontradas poucas quantidades de amido e açúcares redutores (glicose e frutose), além de oligossacarídeos (estaquiose e rafinose) e polissacarídeos (celulose) presentes nas paredes celulares. Os taninos, presentes nas amêndoas frescas, dividem-se em 40% de taninos condensados e 60% de taninos solúveis. Estes compostos conferem ao cotilédone a cor arroxeada, adstringência e certo amargor. Durante a fermentação e secagem, os taninos solúveis tendem a sofrer oxidação química e enzimática, com posteriores polimerização e condensação, acabando com a adstringência e gerando a coloração amarronzada típica das amêndoas fermentadas (KOBBLITZ, 2011).

2 BENEFICIAMENTO DO CACAU

O beneficiamento do cacau envolve as etapas de colheita, quebra do fruto, fermentação, secagem e armazenamento. É preciso que o agricultor tenha total domínio de todas as etapas para que haja produção de uma amêndoa de qualidade (FERREIRA et al., 2013).

2.1 Colheita e quebra do fruto

A colheita deve ser feita de forma planejada e cuidadosa para que possa contribuir com a boa fermentação das amêndoas de cacau. Não se deve colher frutos verdes e verdoengos, pois eles ainda não atingiram o estágio ideal de maturação, suas sementes têm menor peso, menor teor de açúcar, o que compromete o processo de fermentação e prejudica a qualidade do produto final com resultado negativo na sua classificação (MARTINS et al., 2012).

O podão é utilizado para cortar o talo dos frutos de cima para baixo, tomando o cuidado de não empurrá-lo em direção ao tronco e ferir a almofada floral.

Os frutos não devem ser perfurados com pontas de facão para evitar o início da fermentação em local não apropriado. Pode-se optar por quebrar os frutos após dois a quatro dias de colhidos (período de descanso), como forma de aumentar a concentração dos açúcares da polpa (FERREIRA et al., 2013). No Semiárido os frutos são quebrados com um dia de descanso.

Depois do período de descanso, inicia-se a quebra do cacau, que é feita partindo o fruto em sentido transversal, utilizando-se de uma lâmina de metal conhecida como bodôco ou cutelo, que é um instrumento sem corte (cego), com aproximadamente trinta centímetros de comprimento (MARTINS et al., 2012).

2.2 Fermentação

A etapa de fermentação consiste em um processo complexo e de extrema importância no pré-processamento do cacau, essa fase inicia com transformações físicas, bioquímicas e estruturais, que contribuem significativamente para a formação do sabor, aroma e cor do chocolate, evidenciadas posteriormente com a industrialização das amêndoas. Para que haja uma boa fermentação das sementes é preciso estabelecer alguns critérios, como colheita, grau de maturação, intervalo entre colheita, quebra e estado do fruto, bem como o tipo de material utilizado na confecção do recipiente de fermentação (VALLE, 2012).

As amêndoas revestidas de polpa são empilhadas, o que pode ser feito aos montões ou em caixas (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006). A fermentação do cacau deve ser realizada, preferencialmente, em caixas de madeira, onde o cacau úmido deve ser colocado até 10 cm abaixo da altura máxima do cocho. Quando misturados diferentes clones de cacau no mesmo cocho para uma fermentação conjunta pode-se produzir lotes menos homogêneos (FERREIRA et al., 2013).

A mistura de clones de cacau, por outro lado, pode acarretar efeitos positivos na qualidade sensorial do chocolate, por meio da combinação de aromas e sabores oriundos dos diferentes clones. Uma pesquisa realizada por Santos et al. (2019), relata que o chocolate produzido com a mistura dos clones TSH-516, TSH-565, TSH-1188, EET-397 apresentaram qualidade aromática interessante e sabor de especiarias (baunilha), fruta vermelha e equilíbrio entre a acidez e a amargura. Já o

chocolate produzido com TSH-774, TSA-654, TSA-656, TSA-792 foi observado aroma de cacau, fraco amargor e grau de acidez que destacam os sabores de fruta seca e caramelo.

A fase inicial da fermentação é anaeróbica. As leveduras vão se multiplicando e há produção de álcool etílico. As leveduras, que usaram todo o açúcar da polpa, passam a usar o próprio álcool produzido como fonte de carbono (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006). Com a degradação da polpa pela atuação dos microrganismos, as células se rompem e liberam um exsudado líquido que escorre pela massa e desce através de orifícios localizados no fundo da caixa de fermentação. Esta exsudação termina 24 a 36 horas a partir do início da fermentação. Nesta fase há elevação da temperatura, atingindo 30-35 °C em torno de 48 horas (VALLE, 2012).

Com o aumento dos níveis de oxigênio e a presença significativa de CO₂ e açúcar na massa de cacau as bactérias lácticas se desenvolvem produzindo ácido láctico. Esse ácido não é volátil e pode deixar um gosto adstringente e amargo ao chocolate, o que é indesejável (FERREIRA et al., 2013).

Já a segunda fase é aeróbica e ocorre via acetobactérias presentes por contaminação natural. O ácido acético é produzido por *Acetomonas oxydase* e *Acetobacter aceti*. A última oxida o ácido acético até a formação de água e CO₂ (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006).

As espécies mais comuns de leveduras na massa cacaueira são: *Hanseniaspora uvarum*, *Hanseniaspora opuntiae*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida glabrata*, *Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces marxianus*, *Pichia fermentans*, *Debaryomyces hansenii*, *Candida stellimalicola*, *Schizosaccharomyces pombe* (ILLEGHEMS et al., 2012).

Os dois grupos mais importantes de bactérias encontrados na fermentação do cacau constituem o ácido láctico e o ácido acético. Das bactérias isoladas da fermentação do cacau, *Lactobacillus fermentum*, *L. plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* e *Lactococcus lactis* são as principais espécies encontradas nas primeiras 24 horas de fermentação (SCHWAN; WHEALS, 2004).

Os cotilédones absorvem o etanol e o ácido acético produzidos e juntamente com a elevação da temperatura da massa ocorre a morte do embrião da

semente, com isso o embrião é impedido de germinar. A partir desse momento, as sementes passam a ser chamadas de amêndoas ou grãos (VALLE, 2012).

A fermentação do cacau é uma mistura de processos microbiológicos externos, caracterizados, principalmente, pela produção de etanol e ácido acético com base em carboidratos e nos processos autolíticos envolvendo as enzimas da amêndoa (SCHWAN, 1998; SCHWAN; WHEALS, 2004). A fermentação, juntamente com as reações enzimáticas, facilita a separação da polpa e da amêndoa e altera esta com os produtos da fermentação, produzindo os precursores do sabor e do aroma característicos (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006).

Os efeitos favoráveis da fermentação do cacau são a produção de sabor e aromas típicos de cacau e chocolate, oxidação e condensação de polifenóis adstringentes em compostos solúveis, menos desagradáveis ao paladar, redução na concentração de proteínas que poderiam conferir sabor desagradável na torrefação das amêndoas, e redução da concentração de purinas que são muito amargas (REIS, 2014).

2.3 Secagem

A secagem tradicional é feita em barcaças com as amêndoas expostas ao sol. São edificações típicas constituídas por um por lastro de madeira erguido sobre pilares de alvenaria, e uma cobertura que desliza sobre trilhos. A cobertura, geralmente feita de chapa de alumínio corrugado ou de zinco, é móvel para expor as amêndoas ao sol e, quando fechada, protege-as contra chuva, sereno e calor excessivo. O processo mais utilizado é a pré-secagem ao sol complementada com aquecimento artificial (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006). Contudo, a secagem artificial com utilização de lenha pode trazer riscos ao cacau, por contaminação das amêndoas com a fumaça (FERREIRA et al., 2013).

A temperatura ideal de secagem (35 a 50 °C) resulta numa melhor qualidade das amêndoas, pois as enzimas presentes necessitam de condições ótimas para atuarem, caso contrário sua atividade estará comprometida. Em relação à umidade, as amêndoas de cacau devem reduzir a taxa de umidade de 50 a 55% para 7% (SALES; CÂNDIDA, 2016).

Durante a secagem, as enzimas presentes atuam no interior da amêndoa e promovem as reações químicas de cura, estabilizando o sabor, o aroma e a cor característicos do chocolate, com acidez reduzida (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006).

Considera-se como fator essencial, durante a secagem, a velocidade de remoção da água. Uma secagem rápida ocasiona perda de umidade na superfície da amêndoa, deixando o interior úmido e depreciando o produto, em razão do aparecimento de fungos internos durante o período de armazenamento. Apenas 3% de amêndoas contaminadas já proporcionam sabor desagradável ao *liquor* ou massa de cacau, impossível de ser eliminado em processos posteriores. No caso da secagem excessiva, ocorre perda de massa, tornando as sementes quebradiças (SOARES, 2001; EFRAIM et al., 2006).

2.4 Armazenamento

Essa etapa assume importância devido ao longo tempo pela qual as amêndoas podem permanecer armazenadas. Começa na fazenda produtora, quando o cacau é acondicionado em sacos de aniagem de 60 kg por cerca de 30 dias, ficando nas cooperativas por vários meses e nos armazéns dos portos por cerca de 15 dias (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006). O armazém deve ser arejado, com presença de luz, sempre limpo e livre de produtos químicos ou orgânicos que possam transferir para as amêndoas odores estranhos (MARTINS et al., 2012).

3 CHOCOLATE

A atividade cacaeira é bastante antiga no Brasil e o chocolate produzido antigamente, tinha a característica de ser mais doce do que o produzido na atualidade, pois continha em sua formulação muito açúcar. No entanto, o paladar dos consumidores foi se modificando passando a apreciar mais o chocolate, levando os fazendeiros a investirem em chocolates finos ou *gourmet* (SEBRAE, 2017).

Segundo a resolução RDC nº 264 de 22 de setembro de 2005, o chocolate (Figura 5) é definido como o produto obtido pela mistura de derivados de

cacau (*Theobroma cacao* L.), massa (pasta ou liquor) de cacau, cacau em pó e manteiga de cacau. Podem ser adicionados outros ingredientes, no entanto deve conter, no mínimo, 25% (g/100 g) de sólidos de cacau. O produto pode conter recheio, cobertura, formato e consistência variados (BRASIL, 2005).

Figura 5 - Chocolate pronto para o consumo.



Fonte: BRAGANTE, 2010.

O chocolate possui um quarto de sua gordura composta pelo ácido palmítico (predominante em produtos lácteos, carne de porco e vitela), que são considerados responsáveis pelo aumento dos níveis de colesterol, contudo, alguns estudos apontam que esse efeito é neutro em chocolate. Também inclui outros componentes, além das gorduras saturadas, tais como: polifenóis, esteróis, ácidos alifáticos, di- e tri-metilxantinas e terpenos (DELGADO, 2011).

Segundo Toker et al. (2018), os consumidores estão cada vez mais à procura de alimentos funcionais. Em estudo com chocolates enriquecidos com EPA/DHA, oriundos de diferentes fontes de ômega-3, obteve-se resultado positivo em relação a não alteração das propriedades físicas. Com isso, é interessante e viável pesquisar sobre a inclusão de novos ingredientes ao chocolate visando aumentar o valor nutricional. Outras matérias primas podem ser utilizadas com essa finalidade como, por exemplo: araticum, carnaúba e pequi.

3.1 Qualidade microbiológica do chocolate

Relativo ao padrão microbiológico, a Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001, estabelece que o chocolate apresente ausência de *Salmonella* sp. em 25 g de amostra, máximo 10 NMP/g para coliformes termotolerantes e 5×10^2 UFC/g de estafilococos coagulase positiva (BRASIL, 2001).

A contaminação microbiológica no chocolate pode estar associada a diversos fatores como falta de higiene dos manipuladores, uso de matéria-prima já contaminada, equipamentos e utensílios mal higienizados.

Nascimento et al. (2015), avaliando duas empresas brasileiras fabricantes de chocolate, verificaram que, apesar de 98% das amostras de chocolate terem apresentado condições satisfatórias, ainda é preciso reforçar as medidas preventivas relacionadas a higiene do ambiente de processamento e dos manipuladores, pois foi observado nível de contaminação elevado por bactérias *Enterobacteriaceae*.

Assim como o chocolate, os seus subprodutos também devem ter qualidade microbiológica atestada, como trufas, bombons, massas preparadas para bolo, etc. Medeiros et al. (2012), analisando a qualidade microbiológica de trufas de caju armazenadas a 5 °C durante 15 dias, observaram baixa contagem de bolores e leveduras e ausência de coliformes termotolerantes, indicando condições higiênico-sanitárias adequadas.

3.2 Análise sensorial do chocolate

Conforme mencionado anteriormente, a transformação da amêndoa de cacau em chocolate é realizada através de um processo tecnológico complexo, envolvendo fermentação, secagem, torrefação e moagem. Segundo Kongor et al. (2016), o pré-condicionamento da polpa, a fermentação e a secagem são processos que aumentam a formação dos precursores de sabor do cacau. O processo de secagem, por exemplo, não deve ser conduzido de forma rápida, pois as amêndoas retêm quantidade excessiva de ácido acético que vão interferir no sabor de forma indesejável (Hill et al., 2006; BHARATH; BOWEN-O'CONNOR, 2008; ZAHOUALI et al., 2010; SALTINI; AKKERMAN; FROSCH, 2013).

De acordo com Beckeet (2003), análises de diferentes amostras de chocolate ao leite com relação aos ingredientes básicos ou propriedades moleculares podem mostrar uma composição quase idêntica, contudo, a análise sensorial mostra que existem diferenças significativas no sabor. Dessa forma, a análise sensorial torna-se uma importante ferramenta para a avaliação das características de qualidade de chocolates perceptíveis aos sentidos.

É de grande importância a avaliação sensorial do cacau e seus produtos, pois conforme Kongor et al. (2016), existem vários trabalhos de pesquisa sobre a idade do cacau e a composição química do solo que se concentram no rendimento, mas com pouca aplicabilidade sobre a qualidade do sabor do cacau.

A análise sensorial pode ser utilizada, de forma direta ou indireta, na determinação de normas e estabelecer critérios e referências de qualidade para classificar e avaliar matérias-primas, ingredientes e o produto final. Também é bastante aplicada no desenvolvimento, melhoramento e reformulação de novos produtos e na manutenção da qualidade da produção industrial, visando atender as exigências dos consumidores (STONE; REBECCA; HEATHER, 2012).

Os métodos de análise sensorial são classificados em: discriminativos, descritivos e subjetivos. Os métodos discriminativos estabelecem diferenciação qualitativa e/ou quantitativa entre as amostras, os descritivos tem a finalidade de descrever qualitativa e quantitativamente as amostras, já os subjetivos ou afetivos expressam a opinião do avaliador (DUTCOSKY, 2013).

4 FRUTOS REGIONAIS

4.1 Araticum

O araticum (*Annona crassiflora* Mart.), também conhecido como marolo, pinha do cerrado, bruto ou cabeça-de-negro (Figura 6), pertence à família Annonaceae e é típica do Cerrado brasileiro. Sua polpa amarelada, fonte de carotenoides, possui sabor doce característico e aroma forte, podendo ser consumida *in natura* ou na forma de doces, geleias, sucos, iogurte ou sorvete. O consumo dessa fruta está associado principalmente ao seu aproveitamento culinário (SANO; ALMEIDA; RIBEIRO, 2008).

Figura 6 - Araticum (*Annona crassiflora* Mart.).

Fonte: Elaborada pela autora.

O araticum possui quantidade significativa de potássio (378,69 mg/100 g), além de apresentar boa aceitação sensorial. Sua polpa apresenta alto potencial de antioxidante e alto teor de compostos fenólicos (SCHIASSI et al., 2018). Os carotenoides presentes na polpa do araticum desempenham um papel importante na alimentação humana, uma vez que estes compostos atuam como antioxidantes e apresentam atividade pro-vitâmica A. Estas propriedades estão atribuídas especialmente aos α - e β -carotenos e à β -criptoxantina (MORAIS et al., 2017). A polpa representa, em média, 47% da massa do fruto, variando conforme a região onde é plantado. A quantificação desta variável é relevante, pois é a parte da importância econômica do araticum (BRAGA FILHO et al., 2014).

Segundo Moraes et al. (2017), a pasteurização da polpa de araticum é um método de conservação considerado adequado, visto que mantém as características físico-químicas e não há perdas acentuadas na qualidade nutricional, podendo ser utilizada na indústria de alimentos para a inovação de produtos. Outra forma de conservar a polpa do araticum sem perder as características de sabor e coloração é por meio do congelamento (BRASIL, 2015).

4.2 Carnaúba

A carnaubeira (*Copernicia prunifera* Mill.) é uma planta símbolo do Estado do Ceará adaptada principalmente às secas da região. Seu fruto é a carnaúba (Figura 7), que apresenta formato de baga arredondada com aproximadamente 2 cm de comprimento, glabro, coloração esverdeada quando imatura, passando a roxo-escuro ou quase preta quando madura, possui epicarpo carnoso que envolve a semente dura e oleosa. As bagas aglomeram-se em centenas de unidades suspensas em cachos. Quando os frutos começam a mudar de coloração adquirem sabor ligeiramente adocicado (NOGUEIRA; LIMA; ALVES, 2009).

Figura 7 - Frutos da carnaubeira (*Copernicia prunifera* Mill.).



Fonte: Elaborada pela autora.

A carnaúba possui boas características nutricionais, compostos bioativos e atividade antioxidante, sendo o processamento do fruto na forma de polpa, uma alternativa para agregar valor ao fruto perecível (BORGES, 2016).

4.3 Pequi

O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), é um fruto de grande importância na alimentação da população do Cerrado, local onde se desenvolve naturalmente (LIMA et al., 2017). São encontradas no Cerrado brasileiro as seguintes espécies:

Caryocar brasiliense Camb., *C. coriaceum* Wittm. e *C. cuneatum* Wittm., no entanto, a primeira é considerada a mais importante (BRASIL, 2015).

O fruto do pequizeiro, o pequi (Figura 8) é composto por um exocarpo esverdeado, mesocarpo amarelado (polpa comestível) e endocarpo espinhoso que recobre a semente (amêndoa). Esta, por sua vez, possui alto conteúdo de lipídeos e proteínas (TORRES et al., 2016).

Figura 8 - Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).



Fonte: Elaborada pela autora.

Por apresentar características peculiares como sabor exótico e aroma forte, o pequi é amplamente consumido pela população de vários estados do Norte, Nordeste e Centro-Oeste, como tempero em carnes, arroz e frango (LIMA et al., 2007).

As características físicas e químicas do pequi, principalmente rendimento de polpa, teor de umidade e lipídios, densidade energética e conteúdo de cálcio da polpa, são influenciadas pela região de origem. Essas variáveis são importantes para a comercialização e utilização da polpa como matéria-prima nutritiva no desenvolvimento de novos produtos (ALVES et al., 2014).

REFERÊNCIAS

ALVES, A. M.; FERNANDES, D. C.; SOUSA, A. G.; NAVES, R. V.; NAVES, M. M. V. Características físicas e nutricionais de pequis oriundos dos estados de Tocantins, Goiás e Minas Gerais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 3, p. 198-203, jul./set. 2014.

APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 141, s/n, p. 399-436, 2003.

BECKETT, S. T. **The science of chocolate**. Cambridge: Royal Society of Chemistry. Panperbacks, 2000. 175 p.

BECKETT, S. T. Is the taste of British milk chocolate different?. **International Journal of Dairy Technology**, v. 56, n. 3, p. 139-142, ago. 2003.

BHARATH, S.; BOWEN-O'CONNOR, C. **Assessing drying rates of cacao beans using small samples**. St. Augustine, Trinidad: Cocoa Research Unit, U.W.I. Annual report. p. 52-58, 2008.

BIALE, J. B.; BARCUS, D. E. Respiratory pattern in tropical fruits of the Amazon Basin. **Tropical Science**, v.12, n. 2, p. 93-104, 1967.

BORGES, J. M. **Efeito do processamento sobre compostos bioativos, atividade antioxidante e composição mineral da polpa de carnaúba (*Copernicia prunifera*)**. 2016. 79 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2016.

BRAGA FILHO, J. R.; NAVES, R. V.; CHAVES, L. J.; PIRES, L. L.; MAZON, L. T. Caracterização física e físico-química de frutos de araticum (*Annona crassiflora* Mart.). **Bioscience Journal**, v. 30, n.1, p. 16-24, jan./fev. 2014.

BRAGANTE, A. G. **Processamento de cacau e fabricação de chocolate**. 2010. Disponível em: <<http://abgtecalim.yolasite.com/resources/Processamento%20de%20Cacau%20e%20Chocolate.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cultivo de cacau no estado do Ceará**. Secretaria Executiva, Brasília: MAPA, 2017. 34 p. (Boletim Técnico nº 209).

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1, p. 45, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 264, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para chocolate e produtos de cacau. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Alimentos regionais brasileiros**. 2 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2015. 484 p.

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA - CEPLAC. **Manejo integrado para a modernização da lavoura cacaueira**. 2011. Disponível em:
<http://www.ceplac.gov.br/paginas/publicacoes/paginas/revistadifusao/cartilhas/REVISTA_DIFUSAO%20AGRO%20V.3%20N%C2%BA%201%20-%202011.pdf>. Acesso em: 08. jul. 2019.

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA - CEPLAC/ CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU - CEPEC. **Comportamento agrônomo de doze variedades clonais de cacaueiro no perímetro Tabuleiros de Russas - Ceará**. Disponível em: <http://www.adece.ce.gov.br/phocadownload/Plantio_Cacau.pdf>. Acesso em: 08. jul. 2019

DELGADO, D. C. V. **Elaboración artesanal de nuevos bombones y trufas com chocolate**. 2011. 111 f. Monografia (Licenciatura em Gastronomia e Serviços de Alimentação e Bebidas) – Universidade de Cuenca, Cuenca, 2011.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4 ed. rev. ampl., Curitiba: Champagnat, 2013. 531 p.

EFRAIM, P.; TUCCI, M. L.; PEZOA-GARCÍA, N. H.; HADDAD, R.; EBERLIN, M. N. Teores de compostos fenólicos de sementes de cacaueiro de diferentes genótipos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 9, n. 4, p. 229-236, out./dez. 2006.

FERREIRA, A. C. R. F.; AHNERT, D.; MELO NETO, B. A.; MELLO, D. L. N. **Guia de beneficiamento de cacau de qualidade**. Ilhéus, BA: Instituto Cabruca, 2013.

HII, C. L.; ABDUL RAHMAN, R.; JINAP, S.; CHE MAN, Y. Quality of cocoa beans dried using a direct solar dryer at different loadings. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, n. 8, 1237-1243, 2006.

ILLEGHEMS, K.; DE VUYST, L.; PAPALEXANDRATOU, Z.; WECKX, S. Phylogenetic analysis of a spontaneous cocoa bean fermentation metagenome reveals new insights into its bacterial and fungal community diversity. **PLoS ONE**, v.7, n.5, p.1-11, mai. 2012.

KOBLITZ, M. G. B. **Matérias-primas alimentícias**: composição e controle de qualidade. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

KONGOR, J. E.; HINNEH, M.; WALLE, D. V.; AFOAKWA, E. O.; BOECHX, P.; DEWETTINCK, K. Factors influencing quality variation in cocoa (*Theobroma cacao*) bean flavour profile - A review. **Food Research International**, v. 82, s/n, p. 44-52, abr. 2016.

LIMA, A. D.; SILVA, A. M. O.; TRINDADE, R. A.; TORRES, R. P.; MANCINI FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p.695-698, dez. 2007.

LIMA, C. M. G.; SANTOS, J. J.; MIRANDA, R. F.; VIANA, R. B. B.; SANTOS, M. S.; BARBOSA, E. A. Aceitabilidade de geleia de pimenta dedo-de-moça com pectina da casca do pequi. **The Journal of Engineering and Exact Sciences – JCEC**, v. 03, n. 06, p. 786-791, ago. 2017.

LOPEZ, A. S.; DIMICK, P. S. Cocoa fermentation. In: REED, G.; NAGODAWITHANA, T. W. **Biotchnology**, Amsterdam: Elsevier, v. 14, s/n, p. 562-577, 1995.

LUNA, F.; CROUZILLAT, D.; CIROU, L.; BUCHELI, P. Chemical composition and flavor of Ecuadorian cocoa liquor. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 50, n. 12, p. 3527-3532, jun. 2002.

MARTINS, J. M.; SANTOS, J. H. F.; SILVA, W. S.; SILVA, V. B.; ARRUDA, J. A. P.; NASCIMENTO, J. A. R.; DORTAS, L. C.; FREITAS, A. J. A.; RAMOS, A. A. **Melhoria da qualidade de cacau**. Ilheus: CEPLAC/CENEX, 2012. 45 p.

MEDEIROS, M. J. M.; SILVA, J. F.; FAUSTINO, M. V. S.; SANTOS, M. F. G.; ROCHA, L. C S.; CARNEIRO, L. C. Aceitação sensorial e qualidade microbiológica de trufas de caju obtidas artesanalmente. **HOLOS**, v. 2, s/n, p. 77-86, mar. 2012.

MEDEIROS, M. L.; LANNES, S. C. S. Propriedades físicas de substitutos do cacau. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 243-253, mai. 2010.

MENEZES, A. G. T.; BATISTA, N. N.; RAMOS, C. L.; ANDRADE E SILVA, A. R.; EFRAIN, P.; PINHEIRO, A. C. M.; SCHWAN, R. F. Investigation of chocolate produced from four different Brazilian varieties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) inoculated with *Saccharomyces cerevisiae*. **Food Research International**, v. 81, s/n, p. 83-90, mar. 2016.

Ministério da Integração Nacional - MI. Companhias dos Vales do São Francisco e Parnaíba. **Estudos agrônômicos do cacau - 2º relatório de andamento**. Elaboração do estudo de viabilidade sócio-técnico-econômica e ambiental, e EIA/RIMA para o perímetro irrigado de Cruz das Almas do projeto Sertão de Pernambuco, localizado no município de Casa Nova - BA. Bahia, jan. 2006.

MORAIS, E. C.; PATIAS, S. G. O.; FERREIRA, N. S. S.; PICANÇO, N. F. M.; NASCIMENTO, E.; FARIA, R. A. P. G. Compostos bioativos e características físico-químicas de polpa de araticum *in natura* e pasteurizada. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, s/n, p. 1-9, jul. 2017.

NASCIMENTO, M.S.; REOLON, E. M.; SANTOS, A. R. B.; MOREIRA, V. E.; SILVA, N. *Enterobacteriaceae* contamination in chocolate processing. **Food Control**, v. 47, s/n, p. 291-297, jan. 2015.

NOGUEIRA, D. H.; LIMA, J. R.; ALVES, R. E. **Produção de geleia à base de frutos de carnaubeira**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. 4 p. (Comunicado técnico, 143).

OETTERER, M; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciências e tecnologia de alimentos**. Barueri, SP: Manole, 2006. 612 p.

REIS, L. V. C. **Efeitos da inoculação nas características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais da fermentação de cacau**. 2014. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SALTINI, R.; AKKERMAN, R.; FROSCH, S. Optimizing chocolate production through traceability: a review of the influence of farming practices on cocoa bean quality. **Food Control**, v. 29, s/n, p. 167-187, mai. 2013.

SALES, J. H.; CÂNDIDA, T. Efeito da temperatura sobre a amêndoa de cacau: secador vertical. **Revista GEINTEC**, v. 6, n. 3, p. 3437-3446, set. 2016.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 351-381.

SANTOS, C. **Criollo, Forastero e Trinitário**. 2015. Disponível em <<https://chocolatedoc.com.br/2015/06/11/criollo-forastero-trinitario/>>. Acesso em: 08 abr. 2018.

SANTOS, G. B. M.; SANTOS, P. B. M.; SANTOS, A. M.; ARAÚJO, A. C. **A produção de cacau fino e a melhoria de qualidade do cacau brasileiro**. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/A%20PRODU%C3%87%C3%83O%20DE%20CACAU%20FINO%20E%20A%20MELHORIA%20DE%20QUALIDADE%20DO%20CACAU%20BRASILEIRO.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2019.

SCHIASSI, M. C. E. V.; SOUZA, V. R.; LAGO, A. M. T.; CAMPOS, L. G.; QUEIROZ, F. Fruits from the Brazilian Cerrado Region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidant activities, and sensory evaluation. **Food Chemistry**, v. 245, s/n, p. 305-311, abr. 2018.

SCHWAN, R. F. Cocoa fermentations conducted with a defined microbial cocktail inoculum. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 64, n. 4, p. 1477-1483, abr. 1998.

SCHWAN, R. F.; WHEALS, A. E. The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 44, n. 4, p. 205-221, fev. 2004.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **Estudo de mercado: chocolates gourmet**. 2017. Disponível em: <<https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/Chocolate%20gourmet%20na%20Bahia.pdf>>. Acesso: 06 nov. 2018.

SOARES, M. S. **Estudo do melhoramento do sabor de cacau (*Theobroma cacao* L.) através da ação enzimática durante a fermentação**. 2001. 121 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2001.

SODRÉ, G. A. **Cultivo do cacaueiro no estado da Bahia**. Ilheus: MAPA/CEPLAC/CEPEC, 2016. 126 p.

SOUZA, E. C. M.; JESUS, L. S. **Análise mensal: cacau (amêndoa)**. Edifício Conab, 2017.

STONE, H.; REBECCA, N. B.; HEATHER, A. T. **Sensory evaluation practices**, 4 ed., Academic Press, 2012.

TOKER, O. S.; KONAR, N.; PALABIYINK, I.; PIROUZIAN, H. R.; OBA, S.; POLAT, D. G.; POYRAZOGLU, E. S.; SAGDIC, O. Formulation of dark chocolate as a carrier to deliver eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids: effects on product quality. **Food Chemistry**, v. 254, s/n, p. 224-231, jul. 2018.

TORRES, L. R. O.; SANTANA, F. C.; TORRES-LEAL, F. L.; MELO, I. L. P.; YOSHIME, L. T.; MATOS-NETO, E. M.; SEELAENDER, M. C. L.; COGLIATI, B.; MANCINI-FILHO, J. Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) almond oil attenuates carbon tetrachloride-induced acute hepatic injury in rats: Antioxidant and anti-inflammatory effects. **Food and Chemical Toxicology**, v. 97, s/n, p. 205-216, nov. 2016.

VALLE, R. R. **Ciência, tecnologia e manejo do cacaueiro**. 2 ed. Brasília: CEPLAC, 2012. 688 p.

ZAHOU, G. I. B.; GUEHI, S. T.; FAE, A. M.; NEMLIN, J. G. Effect of drying methods on the chemical quality traits of cocoa raw material. **Journal of Food Science**, v. 2, n. 4, p. 184-190, 2010.

CAPÍTULO 3

FRUTOS DE CACAU DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: PARÂMETROS DE QUALIDADE PARA APLICAÇÃO TECNOLÓGICA

RESUMO

A caracterização físico-química dos clones de cacau produzidos no Semiárido faz-se necessária para aumentar a base de dados sobre esses clones implantados e assim melhorar a qualidade dos seus subprodutos. Dessa forma, objetivou-se avaliar as características físicas, químicas e físico-químicas dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319, produzidos no Vale do Jaguaribe no estado do Ceará e indicá-los para um processo ou produto alimentício. Os clones foram obtidos na empresa FRUTACOR, localizada no Perímetro Irrigado de Russas-CE (latitude Sul 5° 37' 20"; longitude Oeste 38° 07' 08"; e altitude de 81,50 m acima do nível do mar) e avaliados quanto às características físicas (massa total do fruto, casca, polpa, sementes, cibirra e polpa com sementes; diâmetro transversal (DTF) e longitudinal (DLF) do fruto e a relação DTF/DLF; espessura da casca externa (ECE) e interna (ECI) e a relação ECE/ECI; número, espessura, diâmetro transversal (DTS) e longitudinal (DLS) das sementes e a relação (DTS/DLS); rendimento e cor da polpa), químicas (umidade, lipídios, proteína, cinzas, fibra bruta e carboidratos); físico-químicas (acidez titulável, pH, sólidos solúveis e açúcares redutores). Concluiu-se que os clones CCN 51 e o CEPEC 2005 são os mais indicados para o processo de fermentação de cacau. Para doces, geleias, polpa e nibs para dieta com restrição de gordura indicam-se os clones CCN 51, CEPEC 2005, PS 1319, CEPEC 2004, respectivamente.

Palavras-chave: *Theobroma cacao* L.; Processo; Produto alimentício.

1 INTRODUÇÃO

O cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) é uma árvore nativa da região amazônica (América do Sul). Pertence à família Malvaceae (APG II, 2003). O clima úmido e pluviosidade de 1400 mm a 2000 mm/ano são ideais para sua produção (JESUS et al., 2013), com temperaturas variando de 20 a 30 °C, sendo, muitas vezes, plantadas à sombra de outras árvores. Ele origina o fruto chamado cacau, que cresce diretamente no tronco da árvore e pesa entre 300 e 700 g. As sementes do cacau são recobertas por uma mucilagem agridoce, branca ou avermelhada. O cacaueiro pode produzir até 2 kg de sementes por ano (ASCRIZZI et al., 2017; BEG et al., 2017).

A amêndoa de cacau é matéria-prima base para a obtenção do chocolate, a qual passa por um processo complexo envolvendo fermentação. Durante esse processo são formados os precursores de sabor e aroma do chocolate que, dessa forma, determinarão a qualidade do produto final (BRITO et al., 2017). Além do chocolate, outros produtos são fabricados a partir do cacau, como por exemplo: líquido de cacau, cacau em pó, entre outros. Estes produtos são bastante consumidos e utilizados como ingredientes em muitos produtos alimentícios (CÁDIZ-GURREA et al., 2014; BRITO et al., 2017).

O sul da Bahia é um dos principais polos de produção de amêndoas de cacau, o qual no ano de 2017 produziu em torno de 94,5 mil toneladas (SEAGRI, 2018). No Semiárido brasileiro, a cacaucultura foi implantada no Tabuleiro de Russas-CE por meio do projeto de Culturas Alternativas para o Ceará em 2009 com clones recomendados pela CEPLAC (CP 49, PS 13.19, PH 16, CEPEC 2002, CEPEC 2004, CEPEC 2005, CEPEC 2006, CCN 10 e CCN 51) com sistema de irrigação por gotejamento. Estes clones possuem resistência a doenças e características agrônômicas favoráveis (BRASIL, 2017).

A inserção de novos clones na plantação vem se tornando uma alternativa que os agricultores encontraram para solucionar a problemática da baixa produção e da incidência de pragas (vassoura de bruxa) (MENEZES et al., 2016). Logo, vários genótipos vão surgindo e apresentando características diferenciadas, que mais adiante poderão influenciar na qualidade dos seus subprodutos.

Tendo em vista a escassez de trabalhos relacionados com a caracterização de todas as partes do fruto do cacaueiro, objetivou-se, dessa forma, avaliar as características físicas, químicas e físico-químicas dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319, produzidos no Vale do Jaguaribe no estado do Ceará com vistas a recomendação para processamento ou produto alimentício.

2 MATERIAL E MÉTODOS

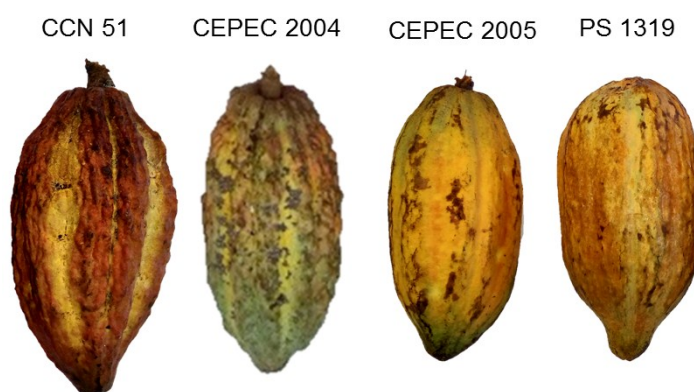
A pesquisa foi desenvolvida na Planta Piloto de Frutas e Hortaliças, Laboratório de Química de Alimentos e Laboratório de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus Limoeiro do Norte* (IFCE).

2.1 Obtenção dos clones de cacau

O projeto de implantação do cultivo do cacaueiro no estado do Ceará, iniciado em 2009, foi desenvolvido pela parceria das seguintes instituições: Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE), Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC-BA), União dos Agronegócios no Vale do Jaguaribe (UNIVALE) e Fazenda Frutacor, visando verificar a adaptação deste cultivo em ambiente semiárido no Tabuleiro de Russas - CE.

Os frutos provenientes dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 (Figura 9) foram colhidos em pomar instalado na empresa FRUTACOR, localizada no Perímetro Irrigado de Russas - CE (latitude Sul 5° 37' 20"; longitude Oeste 38° 07' 08"; e altitude de 81,50 m acima do nível do mar) entre agosto e novembro de 2018. Inicialmente os frutos passaram por uma seleção no campo para descartar os frutos imaturos, com deficiência, ataques de pragas e/ou estágio de maturação avançado. Foram colhidos 10 frutos de cada genótipo, totalizando 40 frutos utilizando o delineamento amostral inteiramente casualizado (DIC).

Figura 9 - Clones de cacau caracterizados no presente estudo: CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319.



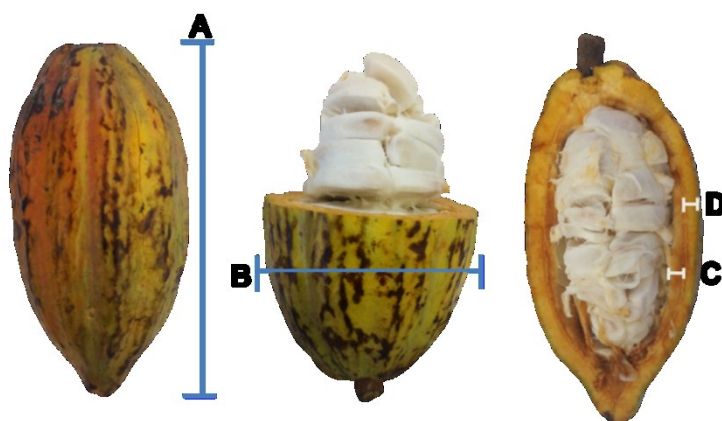
Fonte: Elaborada pela autora.

2.2 Caracterização física

As análises físicas realizadas foram: massa total do fruto (MTF), diâmetro longitudinal (DLF) e transversal (DTF) do fruto (Figura 10); relação DLF/DTF; espessura da casca, sendo realizadas duas medidas, uma na região central da

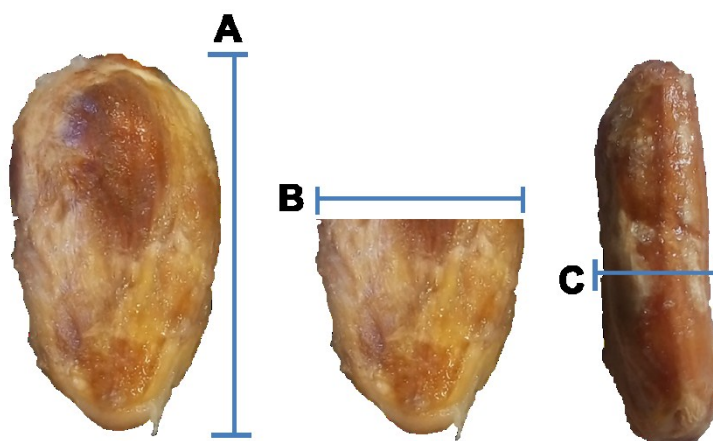
espessura da casca interna (ECI) e a outra na região central da espessura da casca externa (ECE); relação ECE/ECI; massa total da casca (MTC) e da polpa (MTP); número de sementes (NTS); massa das sementes (MTS); espessura da semente (ES); diâmetro transversal (DTS) e longitudinal das sementes (DLS) (Figura 11); relação DLS/DTS; massa total da cibirra (MTCI); massa de polpa+semente (MPS) e rendimento de polpa (RP).

Figura 10 - Medições de diâmetro longitudinal (A) e transversal do fruto (B); espessura da casca interna (C) e espessura da casca externa (D).



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 11 - Medições de diâmetro longitudinal (A) e transversal da semente (B); e espessura da semente (C).



Fonte: Elaborada pela autora.

A determinação de cor da polpa e das sementes trituradas foi realizada em colorímetro digital miniScan EZ HunterLab® com medição das coordenadas L^* , a^* e b^* pelo sistema CIELAB, onde L^* representa a luminosidade que varia de preto

a branco, a^* representa o plano vermelho/verde (positivo – cor vermelha; negativo – cor verde) e b^* indica o plano amarelo/azul (positivo – cor amarela; negativo – cor azul). Avaliou-se ainda a cromaticidade (C^*), que representa a pureza da cor, e o ângulo hue (H^*), que representa a tonalidade da cor (Equações 1 e 2) (McGUIRE, 1992).

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (1)$$

$$H^* = \arctg\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (2)$$

onde C^* corresponde a cromaticidade; H^* , a tonalidade e a^* e b^* , coordenadas de intensidade da cor.

2.3 Caracterização química e físico-química

Realizada em triplicata, a composição centesimal foi determinada na polpa e na semente triturada segundo a metodologia descrita pela AOAC (2000), que constaram das seguintes análises: umidade (%) por gravimetria, em estufa a 105 °C; proteína bruta (%) pelo método Kjeldahl, utilizando o fator de conversão de 6,25 e cinzas (%) por calcinação a 550 °C durante 6 horas em forno mufla. Os lipídios totais (%) foram determinados pelo método de Bligh e Dyer (1959). A fibra bruta (%) foi determinada por hidrólise ácida e básica, utilizando analisador de fibras (método Ba 6a-05; AOCS, 2009). A porcentagem de carboidratos foi obtida mediante a soma dos macronutrientes (umidade (%), lipídeos totais (%), proteína bruta (%), cinzas (%) e fibra bruta (%)) subtraindo-os de 100.

Para a avaliação físico-química foram determinados os parâmetros: acidez titulável (% de ácido cítrico) por titulação volumétrica com NaOH 0,1M usando indicador fenolftaleína 1% para a verificação do ponto de viragem (AOAC, 2000); pH por potenciometria em pHmetro digital Hanna Instruments® previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0; sólidos solúveis (°Brix) através de leitura em refratômetro digital Abbe Refractometer Optronic®; açúcares redutores por leitura a 540 nm em espectrofotômetro Femto 600 plus® pelo método do ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS) utilizando curva padrão de glicose 1% (MILLER, 1959).

2.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), com o auxílio do programa Statistica® versão 7. Os resultados foram expressos como média seguida do desvio padrão (STATSOFT, 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização física

Os resultados observados de massa total, diâmetro longitudinal e transversal do fruto (Tabela 1) indicam que o clone CCN 51 apresentou frutos com maior tamanho e massa, diferindo-se estatisticamente ($p < 0,05$) dos demais clones.

Tabela 1 - Massa total, diâmetro longitudinal e transversal e relação diametral de frutos de cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe – CE.

Clones	MTF (g)	DLF (cm)	DTF (cm)	DLF/DTF (cm)
CCN 51	675,50 a $\pm$ 111,71	20,25 a $\pm$ 1,83	8,79 a $\pm$ 0,57	2,31 a $\pm$ 0,17
CEPEC 2004	485,00 b $\pm$ 145,16	17,49 b $\pm$ 2,47	7,90 b $\pm$ 0,39	2,21 ab $\pm$ 0,24
CEPEC 2005	443,50 b $\pm$ 65,19	15,57 b $\pm$ 1,37	7,70 b $\pm$ 0,46	2,03 b $\pm$ 0,22
PS 1319	385,66 b $\pm$ 70,57	15,53 b $\pm$ 1,58	7,76 b $\pm$ 0,49	2,00 b $\pm$ 0,13

Fonte: dados da pesquisa. Médias seguidas das mesmas letras em cada coluna não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey ($p \geq 0,05$). MTF: massa total do fruto; DLF: diâmetro longitudinal do fruto; DTF: diâmetro transversal do fruto.

Um dos fatores que podem ter influência sob a massa dos frutos é o período de colheita, haja vista que Moreira (2017) ao avaliar a massa total de clones de cacau colhidos na mesma região da presente pesquisa (Fazenda Frutacor, município de Russas – CE) na safra temporão no mês de julho, observou valores médios mais elevados para PS 1319 (477,92 g), em relação ao obtido nesta pesquisa (385, 66 $\pm$ 70,57 g) para PS 1319 que foram colhidos no período de safra no mês de novembro. Dessa forma, é possível que as plantas tenham apresentado um maior número de frutos e com isso tenha havido diminuição da massa dos frutos.

Os valores da relação entre o diâmetro longitudinal e transversal mostram que os clones CCN 51 e CEPEC 2004 possuem frutos de característica mais oblonga, enquanto os frutos dos clones CEPEC 2005 e PS 1319 são mais ovalados. Resultados semelhantes foram obtidos por Alexandre et al. (2015), que estudando os clones CCN 51 e PS 1319 encontrou valores médios de 2,40 e 1,80, respectivamente.

A massa total da casca do clone CCN 51 não diferiu estatisticamente ($p \geq 0,05$) de CEPEC 2004, contudo, diferiu dos demais, apresentando a maior média. Com relação à espessura da casca externa e interna, os clones CCN 51 e CEPEC 2004 obtiveram os maiores valores, diferindo-se estatisticamente dos demais (Tabela 2). A espessura da casca é um atributo que está associado à sua resistência. Segundo Nyadanu et al. (2011) genótipos de cacau com casca mais espessa tendem a ser mais resistentes do que àqueles com casca mais fina com base na infecção por *Phytophthora palmivora*. Esse agente é o causador da podridão-parda no cacaueiro, doença que permaneceu por muitos anos causando perdas de produção na região Sul da Bahia (OLIVEIRA; LUZ, 2005).

Tabela 2 - Massa total, espessura na parte externa e interna da casca e relação espessura da casca no cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe - CE.

Clones	MTC	ECE	ECI	ECE/ECI
CCN 51	475,50 a $\pm$ 78,05	1,18 a $\pm$ 0,15	0,39 b $\pm$ 0,09	3,19 a $\pm$ 0,98
CEPEC 2004	375,00 ab $\pm$ 129,94	1,11 a $\pm$ 0,15	0,40 b $\pm$ 0,07	2,87 a $\pm$ 0,62
CEPEC 2005	327,51 bc $\pm$ 51,58	0,81 b $\pm$ 0,07	0,49 a $\pm$ 0,08	1,68 b $\pm$ 0,24
PS 1319	258,44 c $\pm$ 53,69	0,71 b $\pm$ 0,09	0,40 ab $\pm$ 0,07	1,77 b $\pm$ 0,16

Fonte: dados da pesquisa. Médias seguidas das mesmas letras em cada coluna não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey ($p \geq 0,05$). MTC: massa total da casca; ECE: espessura da casca na parte externa; ECI: espessura da casca na parte interna.

A casca é o resíduo gerado em maior quantidade no processamento do cacau. Aproximadamente seis toneladas de casca fresca, provenientes da quebra dos frutos são geradas anualmente por hectare de cacau cultivado. Uma alternativa para o aproveitamento desse resíduo é a sua utilização como fonte de potássio na produção de mudas de cacaueiro (SODRÉ et al., 2012).

Os frutos de todos os clones estudados apresentaram aproximadamente 45 sementes, não diferindo significativamente entre si ($p \geq 0,05$), embora a massa das sementes do clone CCN 51 tenha sido maior (Tabela 3). As sementes do clone PS 1319 apresentaram-se mais achatadas e com formato mais oblongo comparado com as demais.

O número e a massa das sementes são critérios que devem ser levados em consideração na escolha do clone para a fermentação, pois, um fruto com maior quantidade de sementes resultará em mais amêndoas fermentadas por um menor número de frutos. Logo, a etapa de colheita e quebra será facilitada, pois o encarregado irá reduzir o tempo de colheita e quebra, visto que serão menos frutos para trabalhar. Notou-se ainda, que um fruto pequeno e de menor massa pode apresentar grande número de sementes, como é o caso do clone PS 1319, sendo este, portanto, indicado para a fermentação das amêndoas, pois além de possuir grande número de sementes, possui também o maior rendimento de polpa (Tabela 4), o que favorece a fermentação dos açúcares.

Tabela 3- Número de sementes, massa, espessura, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal e relação entre os diâmetros da semente no cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe – CE.

Clones	NTS	MTS	ES	DLS	DTS	DLS/DLT
CCN 51	45,60 a $\pm$ 6,69	107,00 a $\pm$ 22,87	0,96 a $\pm$ 0,12	2,67 a $\pm$ 0,18	1,28 a $\pm$ 0,10	2,09 ab $\pm$ 0,20
CEPEC 2004	41,10 a $\pm$ 9,89	71,30 b $\pm$ 17,86	1,00 a $\pm$ 0,12	2,66 a $\pm$ 0,43	1,38 a $\pm$ 0,07	1,93 bc $\pm$ 0,25
CEPEC 2005	39,40 a $\pm$ 5,56	54,89 b $\pm$ 9,72	0,96 a $\pm$ 0,08	2,34 ab $\pm$ 0,19	1,30 a $\pm$ 0,08	1,81 c $\pm$ 0,22
PS 1319	45,10 a $\pm$ 2,28	60,27 b $\pm$ 13,88	0,82 b $\pm$ 0,07	2,37 b $\pm$ 0,11	1,09 b $\pm$ 0,08	2,18 a $\pm$ 0,12

Fonte: dados da pesquisa. Médias seguidas das mesmas letras em cada coluna não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey ($p \geq 0,05$). NTS: número total de sementes; MTS: massa total das sementes; ES: espessura da semente; DLS: diâmetro longitudinal da semente; DTS: diâmetro transversal da semente.

De acordo com dados da CEPLAC (2019), os clones CEPEC 2004 e CEPEC 2005 possuem uma média de 49 e 32 sementes por fruto, respectivamente. Foi verificado no presente estudo que o CEPEC 2004 possui maior número de sementes do que o CEPEC 2005, corroborando com o resultado deste autor.

Observou-se que o clone CCN 51 possui maior massa de polpa+semente, e cibirra (Tabela 4), diferindo-se estatisticamente dos demais ($p < 0,05$). A cibirra ou placenta é a parte que prende as sementes dentro do fruto do cacau e não deve entrar no processo de fermentação do mesmo (FERREIRA et al., 2013). Contudo, a cibirra pode ser utilizada para a fabricação de doces, produto desidratado/cristalizado, agregado ao chocolate, etc. (MORORÓ, 2012).

Tabela 4 - Média e desvio padrão da massa da polpa+semente, massa da polpa, massa da cibirra e rendimento da polpa no cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe - CE.

Clones	MPS (g)	MTP (g)	MTCI (g)	RP (%)
CCN 51	167,00 a $\pm$ 39,03	21,50 a $\pm$ 11,32	21,50 a $\pm$ 4,74	3,13 b $\pm$ 1,24
CEPEC 2004	105,95 b $\pm$ 29,09	15,39 a $\pm$ 8,37	10,53 c $\pm$ 3,43	3,13 b $\pm$ 1,56
CEPEC 2005	85,19 b $\pm$ 16,65	11,65 a $\pm$ 4,36	13,42 bc $\pm$ 2,90	2,64 b $\pm$ 0,92
PS 1319	104,36 b $\pm$ 17,75	19,04 a $\pm$ 7,40	15,22 b $\pm$ 3,76	4,89 a $\pm$ 1,55

Fonte: dados da pesquisa. Médias seguidas das mesmas letras em cada coluna não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey ($p \geq 0,05$). MPS: massa da polpa+semente; MTP: massa total da polpa; MTCI: massa total da cibirra; RP: rendimento da polpa.

O maior rendimento de polpa foi observado no clone PS 1319, diferindo-se estatisticamente dos demais e cuja média foi de 4,89%. O rendimento de polpa é uma característica importante para o produtor que destina o cacau para a elaboração de polpa e, conforme verificado no presente estudo, o PS 1319 é o mais indicado para este segmento.

O rendimento de polpa também é importante para o processo fermentativo de cacau, pois possuem compostos como glicose, frutose e ácido cítrico. Estes são consumidos durante os primeiros estágios de fermentação, principalmente os açúcares para a produção de etanol (BATISTA et al., 2015). Com isso, vale ressaltar que o clone PS 1319 também é indicado para o processo fermentativo de cacau.

3.1.2 Cor instrumental

A polpa de cacau dos clones estudados apresentaram uma coloração clara ($59,82 < L^* < 75,32$) tendendo ao amarelo ($69,33 < H^* < 81,26^\circ$) e com pouca pureza ($17,59 < C^* < 19,73$) indicando que a polpa não possui cor forte e brilhante, pois o resultado para este parâmetro está mais próximo da origem das coordenadas. Não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) em todos os parâmetros determinados na colorimetria instrumental (Tabela 5).

Tabela 5 - Cor instrumental (CIE Lab) de polpa de cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe - CE.

Clones	L^*	C^*	H^*
CCN 51	66,18 a $\pm$ 4,55	19,73 a $\pm$ 0,97	76,54 a $\pm$ 6,88
CEPEC 2004	75,32 a $\pm$ 1,40	17,59 a $\pm$ 0,87	81,26 a $\pm$ 0,58
CEPEC 2005	59,82 a $\pm$ 18,20	19,37 a $\pm$ 2,44	79,11 a $\pm$ 2,64
PS 1319	63,25 a $\pm$ 0,67	18,68 a $\pm$ 1,71	69,33 a $\pm$ 6,60

Fonte: dados da pesquisa. Médias seguidas das mesmas letras em cada coluna não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Já as sementes apresentaram uma coloração escura ($24,04 < L^* < 34,93$) tendendo ao laranja ($52,24 < H^* < 58,17$) e com pouca pureza ($22,27 < C^* < 34,25$), porém superior a da polpa indicando que esta possui uma cor mais definida por estar mais distante da origem das coordenadas (Tabela 6).

Tabela 6 - Cor instrumental (CIE Lab) de semente triturada de cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe - CE.

Clones	L^*	C^*	H^*
CCN 51	26,46 b $\pm$ 0,85	22,27 c $\pm$ 0,66	52,24 c $\pm$ 0,19
CEPEC 2004	26,33 b $\pm$ 0,95	26,29 b $\pm$ 0,29	54,38 b $\pm$ 0,41
CEPEC 2005	34,93 a $\pm$ 1,14	34,25 a $\pm$ 2,23	58,17 a $\pm$ 0,41
PS 1319	24,04 b $\pm$ 1,17	26,96 b $\pm$ 1,03	54,88 b $\pm$ 1,02

Fonte: dados da pesquisa. Médias seguidas das mesmas letras em cada coluna não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

O clone CEPEC 2005 apresentou a maior média de luminosidade, C^* e H^* diferindo-se estatisticamente ($p < 0,05$) dos demais clones e, portanto, sendo menos escura que os outros.

3.2 Caracterização química e físico-química

A avaliação da composição centesimal da polpa de cacau dos quatro clones estudados mostrou que não houve diferença significativa entre os mesmos nos parâmetros lipídeos e proteína, cujos resultados foram considerados baixos, assim fibra bruta (Tabela 7).

De acordo com a legislação brasileira, a polpa de cacau pode ser classificada como alimento de baixo conteúdo de gordura, uma vez que apresenta menos de 3 g/100 g de gordura. Já os valores mínimos para um alimento ser classificado como fonte de proteínas e de fibras é 6 e 3 g/100 g, respectivamente (BRASIL, 2012), indicando que a polpa de cacau não atende a esses atributos por possuir valores inferiores e seu consumo deverá estar associado a alimentos com fonte de proteínas e fibras.

Resultados semelhantes de composição centesimal de polpa de cacau foram apontados por Brasil (2015), que observou valores de 1,0, 0,1, 19,4% para proteína bruta, lipídeos totais e carboidratos, respectivamente.

Com relação ao teor de umidade, a polpa de todos os clones apresentou altos valores (Tabela 7), sendo que o clone PS 1319 obteve maior valor (83,90%) para esse parâmetro diferindo-se estatisticamente dos demais ($p < 0,05$), destacando que a água é o constituinte majoritário, e, portanto é necessário que o fruto seja armazenado e/ou processado adequadamente, pois a água contribui para o aumento da perecibilidade da polpa (MARQUES et al., 2010). A umidade elevada é comum em polpas de frutas, como, por exemplo, a goiaba com $87,96 \pm 0,01\%$ (MENEZES et al., 2017), cajarana com $81,30 \pm 1,41\%$ (BRAMONT et al., 2018) e manga com $82,11 \pm 0,21\%$ (MARQUES et al., 2010).

Moreira (2017), avaliando a composição centesimal de polpa de cacau dos clones CEPEC 2004, CEPEC 2005, CCN 51 e PS 1319, encontrou valores de lipídeos mais elevados para todos os clones (0,86 à 1,28%) e valores semelhantes

de proteína (1,22 à 1,41%), exceto no clone CEPEC 2005, que foi mais baixo (0,95%). Para os parâmetros umidade e cinzas, esse autor verificou valores maiores, de modo geral para todos os clones comparados ao do presente estudo.

Observou-se que o valor energético da polpa de cacau do clone PS 1319 foi o mais baixo (60,32 kcal/100 g), diferindo-se estatisticamente dos demais ($p < 0,05$). De acordo com Ricardo e Claro (2012), dietas saudáveis são compostas por alimentos com alto valor nutritivo e baixa densidade energética como frutas, verduras, legumes e outros alimentos *in natura*. Dessa forma, para o consumo de polpa de fruta indica-se o clone PS 1319 por apresentar menor valor energético.

Com relação à composição centesimal das sementes do cacau (Tabela 8), observou-se que o clone PS 1319 diferiu estatisticamente ($p < 0,05$) dos demais nos parâmetros de umidade, proteína e fibra bruta.

Os maiores valores de proteína foram verificados nos clones CCN 51, CEPEC 2004 e CEPEC 2005, na qual não apresentaram diferença significativa entre si ($p \geq 0,05$). As proteínas da semente do cacau possuem importância significativa na formação do *flavour* do chocolate, que ocorre mediante a reação de *Maillard* durante a etapa de torração (BONVEHÍ, 2005).

Os lipídeos presentes na semente representam a manteiga de cacau, que por sua vez, é empregada na fabricação do chocolate (EFRAIM; ALVES; JARDIM, 2011). Por apresentar a maior quantidade de lipídeos na semente em média, o clone CEPEC 2005 é o mais indicado para o seguimento de extração da manteiga de cacau.

Tabela 7- Composição centesimal e valor energético de polpa de cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe - CE.

Clones	Umidade (%)	Lipídeos (%)	Proteínas (%)	Cinzas (%)	Fibra bruta (%)	Carboidratos (%)	Valor energético (kcal /100 g)
CCN 51	77,33 b ± 1,35	0,18 a ± 0,02	1,38 a ± 0,69	0,36 b ± 0,08	0,00 b ± 0,00	20,74 a ± 0,78	90,14 a ± 5,62
CEPEC 2004	79,73 b ± 0,72	0,19 a ± 0,02	1,56 a ± 0,45	0,20 c ± 0,02	0,00 b ± 0,00	18,31 b ± 0,30	81,22 a ± 2,93
CEPEC 2005	79,65 b ± 0,64	0,16 a ± 0,01	1,34 a ± 0,17	0,29 bc ± 0,06	0,00 b ± 0,00	18,56 b ± 0,73	81,25 a ± 1,72
PS 1319	83,90 a ± 0,28	0,15 a ± 0,03	1,10 a ± 0,10	0,57 a ± 0,05	0,62 a ± 0,01	13,74 c ± 0,01	60,32 b ± 1,13

Fonte: dados da pesquisa. Médias seguidas das mesmas letras em cada coluna não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Tabela 8 - Composição centesimal e valor energético de semente de cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe - CE.

Clones	Umidade (%)	Lipídeos (%)	Proteína (%)	Cinzas (%)	Fibra bruta (%)	Carboidratos (%)	Valor energético (kcal /100 g)
CCN 51	43,33 b ± 1,95	5,46 a ± 0,71	9,56 a ± 0,70	2,15 a ± 0,04	25,01 a ± 2,32	14,49 a ± 3,37	145,31 ab ± 13,38
CEPEC 2004	42,90 b ± 1,73	3,81 ab ± 0,85	9,59 a ± 0,75	2,21 a ± 0,07	26,04 a ± 0,65	15,45 a ± 2,52	134,48 ab ± 5,59
CEPEC 2005	38,80 b ± 2,26	5,83 a ± 0,34	10,21 a ± 0,00	1,95 b ± 0,03	27,71 a ± 0,45	15,49 a ± 2,40	150,47 a ± 12,24
PS 1319	57,45 a ± 0,78	2,16 b ± 0,00	5,46 b ± 0,14	1,91 b ± 0,08	12,52 b ± 0,25	20,49 a ± 1,25	118,03 b ± 3,01

Fonte: dados da pesquisa. Médias seguidas das mesmas letras em cada coluna não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

O conteúdo lipídico encontrado (2,16 a 5,83%) foi mais baixo do que o apontado por Martini e Tavares (2005), em um estudo de revisão sobre as reservas das sementes de sete espécies de *Theobroma*, no qual relatou que na espécie *T. cacao* o percentual de lipídeos varia de 19,5 a 56,0%. Essa diferença pode estar associada a metodologia de extração ou preparo da amostra.

Comparando-se o valor energético da polpa com o da semente, percebeu-se que a polpa é menos calórica, pois a quantidade de lipídeos, proteínas e carboidratos é menor.

A avaliação físico-química realizada na polpa de cacau (Tabela 9) mostrou que os clones CEPEC 2005 e CCN 51 não apresentaram diferença significativa entre si ($p \geq 0,05$) nos parâmetros acidez titulável (% ácido cítrico) e sólidos solúveis com resultados mais elevados em comparação aos demais clones.

O menor valor de pH e o maior conteúdo de açúcares redutores (% glicose) foi verificado no clone CEPEC 2005, diferindo-se estatisticamente ($p < 0,05$) dos demais.

Tabela 9 - Caracterização físico-química de polpa de cacau dos clones CCN 51, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e PS 1319 produzidos no Vale do Jaguaribe - CE.

Clones	Acidez titulável (% ácido cítrico)	pH	Sólidos solúveis (°Brix)	Açúcares redutores (% glicose)
CCN 51	0,98 a $\pm$ 0,38	3,91 b $\pm$ 0,01	14,60 a $\pm$ 0,87	19,91 b $\pm$ 0,29
CEPEC 2004	0,56 b $\pm$ 1,56	3,89 b $\pm$ 0,03	11,80 bc $\pm$ 1,51	18,82 c $\pm$ 0,03
CEPEC 2005	0,96 a $\pm$ 0,86	3,78 c $\pm$ 0,04	12,90 ab $\pm$ 1,04	23,17 a $\pm$ 0,48
PS 1319	0,36 b $\pm$ 0,26	4,33 a $\pm$ 0,06	10,20 c $\pm$ 0,30	14,83 d $\pm$ 0,51

Fonte: dados da pesquisa. Médias seguidas das mesmas letras em cada coluna não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

A Instrução Normativa nº 01 de janeiro de 2000 estabelece para polpa de cacau limites mínimos de 0,75 para acidez titulável (% ácido cítrico), 3,4 de pH e 14,0 °Brix para sólidos solúveis (BRASIL, 2000). Dessa forma, somente a polpa de cacau do clone CCN 51 está em conformidade com a legislação brasileira vigente, pois apresentou todos os resultados superiores aos limites mínimos preconizados, e, portanto, é passível de comercialização. Em contrapartida, os clones CEPEC 2004 e

PS 1319 estão fora do padrão para sólidos solúveis e acidez titulável e CEPEC 2005 em sólidos solúveis, pois apresentaram valores inferiores ao estabelecido.

Alexandre et al. (2015), analisando clones de cacau em São Mateus, estado do Espírito Santo, encontraram valores semelhantes ao presente estudo nos parâmetros sólidos solúveis e pH para o clone CCN 51, no qual obteve 15,05 °Brix e 3,24, respectivamente. No clone PS 1319 observaram valores menores de acidez titulável e pH e maior conteúdo de sólidos solúveis.

A acidez titulável e o conteúdo de açúcar presente na polpa são fundamentais para estimular o crescimento e a atividade de leveduras na primeira fase do processo fermentativo de cacau (PEREIRA et al., 2017). Os clones CCN 51 e o CEPEC 2005 são os mais indicados para o processo de fermentação de cacau, pois possuem elevada acidez titulável e maior teor de açúcar, além de possuírem maior quantidade de lipídeos, o que gera mais manteiga de cacau. No caso do CEPEC 2005, ele pode ser combinado com outro clone (PS 1319) para compensar o rendimento de polpa que é baixo. Dessa forma, indica-se para o processo fermentativo a combinação entre os clones CCN 51, CEPEC 2005 e PS 1319.

Para o segmento de doces recomenda-se o clone CCN 51 por apresentar o maior conteúdo de sólidos solúveis, para a produção de geleia o clone CEPEC 2005 por apresentar pH mais baixo, para a elaboração de polpa o clone PS 1319 por ter a maior porcentagem de rendimento de polpa. O CEPEC 2004 pode ser indicado no consumo de *nibs* para pessoas que fazem dieta com restrição de gordura, visto que ele possui menor teor de lipídeos.

4. CONCLUSÃO

Portanto, o clone CCN 51 apresenta frutos mais pesados com maior relação entre a espessura da casca externa e interna. Os frutos dos clones CCN 51 e CEPEC 2004 são mais oblongos, enquanto os frutos do CEPEC 2005 e PS 1319 são mais ovalados. O PS 1319 apresenta maior rendimento de polpa com coloração amarelada e semente alaranjada.

Em relação à composição química, a polpa dos clones estudados possui menor valor energético do que a semente. Na caracterização físico-química

verificou-se que o CEPEC 2005 contém a maior quantidade de açúcares e o menor pH.

No direcionamento de produtos ou processos para cada clone verificou-se que os clones CCN 51 e o CEPEC 2005 são os mais indicados para o processo de fermentação de cacau. Para doces, geleias, polpa e *nibs* para dieta com restrição de gordura indicam-se os clones CCN 51, CEPEC 2005, PS 1319, CEPEC 2004, respectivamente.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, R. S.; CHAGAS, K.; MARQUES, H. I. P.; COSTA, P. R.; CARDOSO FILHO, J. Caracterização de frutos de clones de cacaueiros na região litorânea de São Mateus, ES. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 8, p. 785-790, jul. 2015.

AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY (AOCS). **Official methods and recommended practices of the AOCS**. AOCS, Champaign, IL, USA, ed. 6, 2009.

APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 141, s/n, p. 399-436, 2003.

ASCRIZZI, R.; FLAMINI, G.; TESSIERI, C.; PISTELLI, L. From the raw seed to chocolate: volatile profile of *Blanco de Criollo* in different phases of the processing chain. **Microchemical Journal**, v. 133, s/n, p. 474-479, abr. 2017.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. HORWITZ, W. (Ed) **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 17 ed. Arlington: AOAC Inc., 2000. v1 e v2.

BATISTA, N. N.; RAMOS, C. L.; RIBEIRO, D. D.; PINHEIRO, A. C. M.; SCHWAN, R. F. Dynamic behavior of *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia kluyveri* and *Hanseniaspora uvarum* during spontaneous and inoculated cocoa fermentations and their effect on sensory characteristics of chocolate. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, s/n, p. 221-227, mar. 2015.

BEG, M. S.; AHMAD, S.; JAN, K.; BASHIR, K. Status, supply chain and processing of cocoa - A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 66, s/n, p. 108-116, ago. 2017.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, s/n, p. 911-917, 1959.

BONVEHÍ, J. S. Investigation of aromatic compounds in roasted cocoa powder. **European Food Research Technology**, v. 221, n, 1, p. 19-29, mar. 2005.

BRAMONT, W. B.; LEAL, I. L.; UMSZA-GUEZ, M. A.; GUEDES, A. S.; ALVES, S. C. O.; REIS, J. H. O.; BARBOSA, J. D. V.; MACHADO, B. A. S. Comparação da composição centesimal, mineral e fitoquímica de polpas e cascas de dez diferentes frutas. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 4, jul. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa n. 01, de 07 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Seção 1, p. 54.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Cultivo de cacau no estado do Ceará**. Secretaria Executiva, Brasília: MAPA, 2017. 34 p. (Boletim Técnico nº 209).

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 2012, seção 1, p. 122.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Alimentos regionais brasileiros**. 2 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2015. 484 p.

BRITO, B. N. C.; CHISTÉ, R. C.; PENA, R. S.; GLORIA, M. B. A.; LOPES, A. S. Bioactive amines and phenolic compounds in cocoa beans are affected by fermentation. **Food Chemistry**, v. 228, s/n, p. 484-490, fev. 2017.

COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA - CEPLAC. **Características gerais do cacau**. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/cacau.htm>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

CÁDIZ-GURREA, M. L.; LOZANO-SANCHEZ, J.; CONTRERAS-GÁMEZ, M.; LEGEAI-MALLET, L.; FERNÁNDEZ-ARROYO, S.; SEGURA-CARRETERO, A.

Isolation, comprehensive characterization and antioxidant activities of *Theobroma cacao* extract. **Journal of functional foods**, v. 10, s/n, p. 485-498, set. 2014.

EFRAIM, P.; ALVES, A. B.; JARDIM, D. C. P. Polifenóis em cacau e derivados: teores, fatores de variação e efeitos na saúde. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 3, p. 181-201, jul. 2011.

FERREIRA, A. C. R. F.; AHNERT, D.; MELO NETO, B. A.; MELLO, D. L. N. **Guia de beneficiamento de cacau de qualidade**. Ilhéus, BA: Instituto Cabruca, 2013.

JESUS, A. R.; SALVI, E. J. N. R.; CHAGAS, K. P. S.; COSTA, G. R.; SOUZA, L. G. **Cultivo de cacau orgânico**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas: Instituto Euvaldo Lodi – IEL/BA, 2013. 29 p. (Dossiê Técnico).

MARQUES, A.; CHICAYBAM, G.; ARAUJO, M. T.; MANHÃES, L. R. T.; SABAA-SRUR, U. O. Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1206-1210, dez. 2010.

MARTINI, M. H.; TAVARES, D. Q. Reservas das sementes de sete espécies de *Theobroma*: revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 64, n. 1, p. 10-19, jun. 2005.

McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MENEZES, A. G. T.; BATISTA, N. N.; RAMOS, C. L.; ANDRADE E SILVA, A. R.; EFRAIN, P.; PINHEIRO, A. C. M.; SCHWAN, R. F. Investigation of chocolate produced from four different Brazilian varieties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) inoculated with *Saccharomyces cerevisiae*. **Food Research International**, v. 81, s/n, p. 83-90, mar. 2016.

MENEZES, P. A.; DORNELLES, L. L.; FOGAÇA, A. L.; BOLIGO, A. A.; ATHAYDE, M. L.; BERTAGNOLLI, S. M. M. Composição centesimal, compostos bioativos, atividade antioxidante e caracterização fenólica da polpa de goiaba. **Disciplinarum Scientia**. Série: Ciências da Saúde, v. 17, n. 2, p. 205-217, mar. 2017.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MOREIRA, L. F. **Caracterização da polpa dos frutos de genótipos de cacaueiro *Theobroma cacao* (L.) produzidos no vale do Jaguaribe - Ceará**. 2017. 70f.

Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte, Limoeiro do Norte, 2017.

MORORÓ, R. C. **Aproveitamento dos subprodutos, derivados e resíduos do cacau.** 2012. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/paginas/cbc/paginas/palestras/P7_3.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2019.

NYADANU, D.; ASSUAH, M. K.; ADOMAKO, B.; ASIAMA, Y. O.; ADU-AMPOMAH, Y. Thickness of the cocoa pod husk and its moisture content as resistance factors to *Phytophthora* pod rot. **International Journal of Agricultural Research**, v. 6, n. 4, p. 310-322, 2011.

OLIVEIRA, M. L.; LUZ, E. D. M. N. **Identificação e manejo das principais doenças do cacaueiro no Brasil.** Ilhéus: CEPLAC/CEPEC/SEFIT. 132 p.

PEREIRA, G. V. M.; ALVAREZ, J. P.; CARVALHO NETO, D. P.; SOCCOL, V. T.; TANOBE, V. O. A.; ROGEZ, H.; GOES-NETO, A.; SOCCOL, C. R. Great intraspecies diversity of *Pichia kudriavzevii* in cocoa fermentation highlights the importance of yeast strain selection for flavor modulation of cocoa beans. **LWT - Food Science and Technology**, v. 84, s/n, p. 290-297, mai. 2017.

RICARDO, C. Z.; CLARO, R. M. Custo da alimentação e densidade energética da dieta no Brasil, 2008-2009. **Caderno de Saúde Pública**, v. 28, n. 12, p. 2349-2361, dez, 2012.

SECRETARIA DE AGRICULTURA, IRRIGAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA DO ESTADO DA BAHIA - SEAGRI **Ranking nacional dos produtos agrícolas do Estado da Bahia 2016/2017.** 2017. Disponível em <<http://www.seagri.ba.gov.br/content/dados-estat%C3%ADsticos>>. Acesso: 30 mar. 2018.

SODRÉ, G. A.; VENTURINI, M. T.; RIBEIRO, D. O.; MARROCOS, P. C. L. Extrato da casca do fruto do cacaueiro como fertilizante potássico no crescimento de mudas de cacaueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 881-887, set. 2012.

STATSOFT. Statistica for Windows-computer programe manual, versão 7.0. Tulsa: Statsoft Inc. 2004.

CAPÍTULO 4

PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO FERMENTATIVO DE CACAU (*Theobroma cacao* L.) UTILIZANDO MISTURA DE CLONES

RESUMO

A mistura de híbridos de cacau (*Theobroma cacao* L.) na mesma caixa de fermentação afeta o processo e, conseqüentemente, a qualidade do chocolate. Dessa forma, tendo em vista a importância da evolução dos microrganismos, os fatores que intervêm na fermentação e a influência da mistura de híbridos no processo, objetivou-se padronizar o processo fermentativo de cacau utilizando combinação de clones diferentes. Utilizou-se uma proporção de 50% dos clones CCN 51, CEPEC 2005 e PS 1319 para o preparo das formulações F1 (CCN 51 e CEPEC 2005), F2 (CCN 51 e PS 1319) e F3 (CEPEC 2005 e PS 1319). Estes foram fermentados em caixa de madeira de cumaru e secos ao sol, sendo realizado o acompanhamento físico-químico e químico para as duas etapas e microbiológico apenas para a fermentação. Também foi avaliada a qualidade das amêndoas fermentadas e secas conforme a legislação brasileira. Verificou-se que o tempo ideal de fermentação para as formulações F1, F2 e F3 foi de seis dias. Os resultados do acompanhamento do processo fermentativo e secagem foram similares entre as formulações. A evolução microbiológica de bactérias aeróbias mesófilas foi contraditória em todas as formulações, não havendo aumento destes microrganismos nos estágios finais da fermentação, sendo, portanto, necessários mais testes. Em relação à qualidade da amêndoa, a formulação F2 apresentou o maior índice de fermentação, já F3 alcançou o menor percentual de amêndoas subfermentadas e a melhor compartimentação.

Palavras-chave: Fermentação; Secagem; Microbiologia.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do cacau (*Theobroma cacao* L.) tem sua origem nas sociedades Mesoamericanas e se espalhou por todas as regiões tropicais do mundo. A intensa produção de cacau está gerando um grande número de híbridos adaptados às condições climáticas desfavoráveis e resistentes às pragas que propiciam a obtenção de chocolates com características únicas (JONH et al., 2016).

As características do chocolate variam em função das etapas de fermentação e secagem, as quais ganharam maior atenção por parte dos produtores como etapas que podem melhorar a qualidade do chocolate quando aprimoradas

(OWUSU, 2010). De acordo com Craack et al. (2013) culturas *stater* para uma fermentação otimizada do cacau apresentam resultado positivo no perfil de sabor do chocolate.

No Brasil, os agricultores plantam diferentes clones de cacau no mesmo campo, a fim de evitar a destruição do plantio por fungos, as quais possuem características genéticas diferentes. Com isso, ocorre a fermentação de diferentes híbridos na mesma caixa, afetando o processo fermentativo e, conseqüentemente, a qualidade do chocolate (MENEZES et al., 2016). Segundo Ramos et al., (2014), a fermentação de amêndoas híbridas gera a formação de diferentes substratos, tais como compostos voláteis, carboidratos e ácido cítrico.

O processo fermentativo é influenciado por diversos fatores, que incluem a duração da fermentação, velocidade de fermentação, tamanho das pilhas de cacau, aeração, clima, tamanho e variedade do cacau e o tipo de caixa de fermentação. Uma boa aeração proporciona uma fermentação mais adequada, por isso é importante fazer o revolvimento da massa para garantir a circulação de ar (HATMI; KOBARSIH; CAHYANINGRUM, 2015).

Embora a fabricação de chocolate seja realizada em indústria com etapas padronizadas, a fermentação do cacau ainda é um processo tradicional e sem controle, sendo conduzido por um consórcio de microrganismos nativos, como leveduras, bactérias ácido-lática e bactérias ácido-acética (HO; ZHAO; FLEET, 2014). Para que o processo fermentativo tenha maior controle é importante conhecer a evolução dos microrganismos e os metabólitos formados.

Tendo em vista a importância da evolução dos microrganismos, os fatores que intervêm na fermentação e a influência da mistura de híbridos no processo, objetivou-se padronizar o processo fermentativo de cacau (*Theobroma cacao* L.) utilizando combinação de clones diferentes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Obtenção dos clones de cacau

O projeto de implantação do cultivo do cacaueiro no estado do Ceará, iniciado em 2009, foi desenvolvido pela parceria entre a Agência de

Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE), a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC-BA), a União dos Agronegócios no Vale do Jaguaribe (UNIVALE) e a Fazenda Frutacor, visando verificar a adaptação deste cultivo no ambiente semiárido do Tabuleiro de Russas - CE.

Os frutos provenientes dos clones CCN 51, CEPEC 2005 e PS 1319 foram colhidos em um pomar instalado na empresa FRUTACOR, localizado no Perímetro Irrigado de Russas-CE, cujas coordenadas são: latitude Sul 5° 37' 20"; longitude Oeste 38° 07' 08"; e altitude de 81,50 m acima do nível do mar. O pomar possui sistema de irrigação por gotejamento com espaçamento de 4 x 2 m em fileiras duplas. Inicialmente os frutos passaram por uma seleção na colheita (período de dezembro a abril), para uniformização, sendo rejeitados os frutos imaturos, com doença, ataques de pragas e/ou estágio de maturação avançado.

2.2 Formulações para fermentação de clones de cacau

As formulações desenvolvidas para a fermentação das sementes foram definidas a partir de uma pesquisa prévia sobre os clones de maior produção no pomar e suas características físicas, químicas e físico-químicas (ver capítulo 3), utilizando-se uma proporção de 50% dos clones CCN 51, CEPEC 2005 e PS 1319 (Tabela 10).

Tabela 10 - Formulações com combinação de diferentes clones de cacau para fermentação.

Clone	Formulação (%)		
	F1	F2	F3
CCN 51	50	50	-
CEPEC 2005	50	-	50
PS 1319	-	50	50

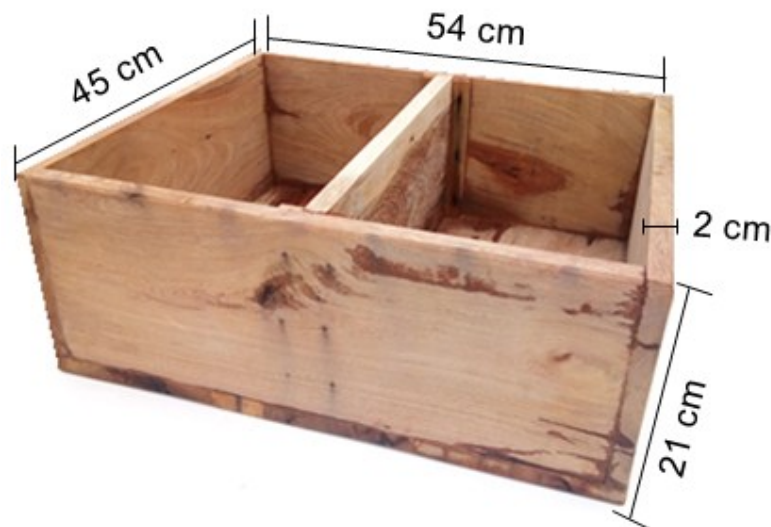
Fonte: Elaborada pela autora.

2.3 Fermentação e secagem das sementes de cacau

As caixas empregadas na fermentação foram fabricadas com madeira de cumaru (*Dipteryx odorata* (Aublet.) Willd.) e ficaram submersas em água durante cinco dias, com troca de água a cada dois dias, para maturação e redução da porosidade. Em seguida, as caixas foram secas ao sol por dois dias. Estas

possuíam as dimensões aproximadas ao recomendado por Martins et al. (2012), que foram: 54,0 cm de comprimento, 45,0 cm de largura e 21 cm de altura, com furos na parte inferior para liberação da polpa (Figura 12).

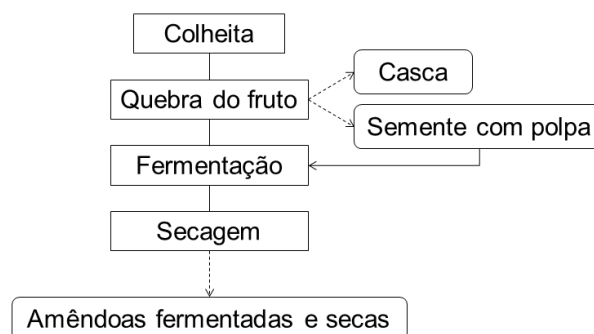
Figura 12 - Dimensões da caixa de madeira cumaru para a fermentação das sementes de cacau.



Fonte: Elaborada pela autora.

O beneficiamento do cacau seguiu o fluxograma apresentado nas Figuras 13 e 14. Inicialmente os frutos colhidos foram lavados, sanitizados com hipoclorito de sódio a 100 ppm por 15 minutos e quebrados para a retirada da semente com polpa (sem a placenta). Todo o material utilizado na condução do experimento foi lavado e sanitizado a 100 ppm, como caixas plásticas, facas, colheres, recipientes plásticos, etc..

Figura 13 - Fluxograma do beneficiamento de cacau para a obtenção de amêndoas fermentadas e secas.



Fonte: Elaborada pela autora.

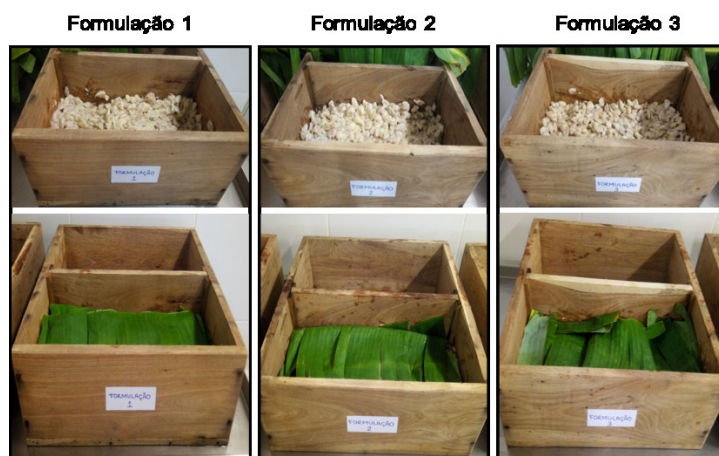
Figura 14 - Beneficiamento de cacau para a obtenção de amêndoas fermentadas e secas.



Fonte: Elaborada pela autora.

As sementes com polpa foram pesadas para o preparo das formulações F1, F2 e F3. Em seguida, foram acomodadas nas caixas de fermentação e recobertas com folhas de bananeiras para o início do processo fermentativo (Figura 15). As folhas de bananeira foram previamente lavadas e sanitizadas para evitar que interferissem microbiologicamente na fermentação.

Figura 15 - Fermentação de cacau (Formulações F1, F2 e F3).



Fonte: Elaborada pela autora.

O volume inicial de sementes com polpa a serem fermentadas variou de 4,95 a 21,14 kg, conforme a disponibilidade de colheita dos frutos no campo. Vale ressaltar que o volume da caixa de fermentação utilizada não deve ultrapassar 22,0 kg, pois dificultaria o processo de revolvimento da massa pelo pouco espaço na caixa.

A primeira fase da fermentação (anaeróbia) teve duração de 48 horas, com liberação de odor de álcool e aumento da temperatura. Passado esse tempo, deu-se início ao revolvimento da massa para oxigenação e homogeneização das sementes, cuja temperatura já havia atingido uma média de 30 °C. A partir de então, esse procedimento foi realizado a cada 24 horas até a finalização da fermentação seguindo a metodologia da CEPLAC (FERREIRA et al., 2013).

Após o primeiro revolvimento houve produção de ácido acético, facilmente perceptível pelo cheiro, elevação máxima da temperatura e mudança na coloração das sementes.

Terminado o período de fermentação, as amêndoas foram secas ao sol no período da manhã até o horário de 12:00 h (meio-dia) com dois ou três revolvimentos, sobre tabuleiros e telas, com altura máxima de 1 cm de sobreposição até atingir umidade de aproximadamente 8,0% (Figura 16), conforme a legislação brasileira estabelece (BRASIL, 2008).

Figura 16 - Secagem natural das amêndoas de cacau.



Fonte: Elaborada pela autora.

2.4 Prova de corte

A avaliação da qualidade da fermentação foi realizada por meio da prova de corte, na qual as amêndoas passaram primeiramente por uma seleção para retirar as amêndoas coladas e de baixa qualidade (Figura 17).

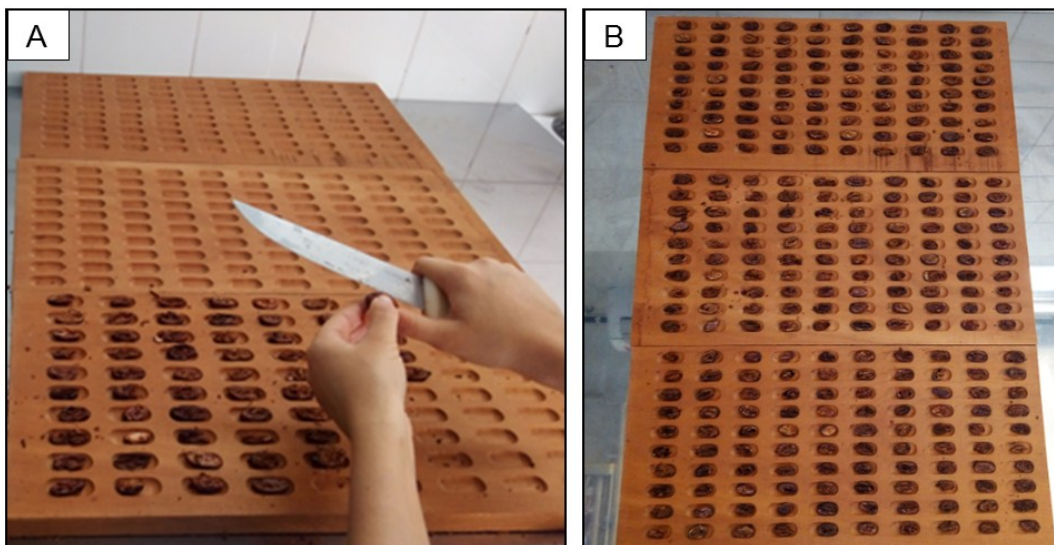
Figura 17 - Processo de seleção das amêndoas de cacau.



Fonte: Elaborada pela autora.

Em seguida foram coletadas 300 amêndoas aleatoriamente, totalizando três lotes de 100. Estas foram seccionadas longitudinalmente (Figura 18A), analisadas (APÊNDICE A) e classificadas (Figura 18B) de acordo com a Instrução Normativa nº 38, de 23 de junho de 2008 (BRASIL, 2008).

Figura 18 - Secção longitudinal (A) e classificação (B) das amêndoas de cacau.

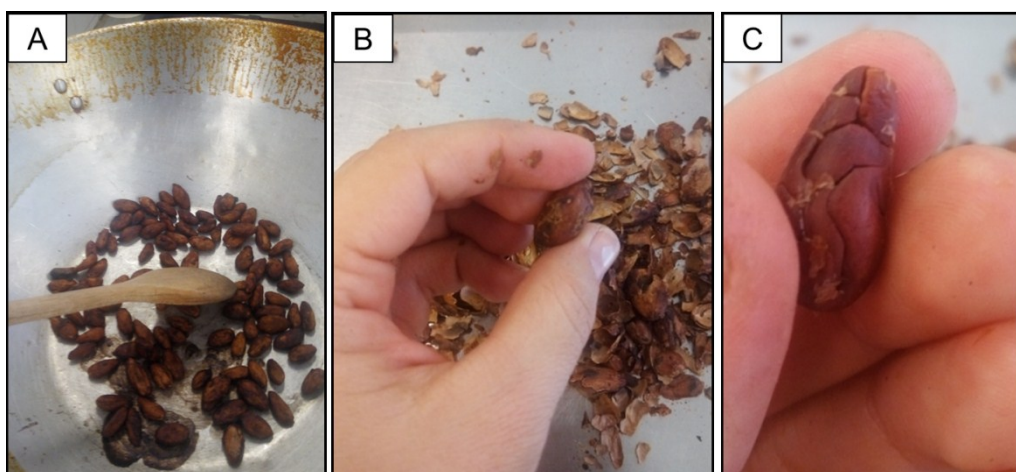


Fonte: Elaborada pela autora.

2.5 Preparo do *nibs*

As amêndoas fermentadas e secas foram torradas com auxílio de um tacho de ferro em fogão industrial. Após a operação de torração, as mesmas foram descascadas manualmente para a remoção da casca e do gérmen e armazenadas em recipientes de vidro (Figura 19).

Figura 19 - Torração (A), remoção da casca e gérmen (B) para obtenção do *nibs* (C).



Fonte: Elaborada pela autora.

2.6 Acompanhamento do processo fermentativo

Para as análises físico-químicas, químicas e microbiológicas as amostras foram coletadas em recipientes plásticos a cada 24 horas, em diferentes áreas da caixa de fermentação e da tela de secagem assegurando uma amostragem representativa. As análises microbiológicas foram realizadas somente durante a fermentação. A cada três horas durante o dia foram verificadas a temperatura da massa com Termômetro digital TP101, a temperatura do ambiente e a umidade relativa do ar com Termo Higrômetro digital, iniciando às 07:00 h e finalizando às 16:00 h.

Ao final do processo de secagem, as amêndoas foram classificadas mediante prova de corte (APÊNDICE A). Também foi determinado o percentual de amêndoas boas e de baixa qualidade.

2.6.1 Análises físico-químicas e químicas

Foi determinada em triplicata a acidez titulável (mEqNaOH/100 g), por titulação volumétrica com NaOH 0,1M usando indicador fenolftaleína 1% para a verificação do ponto de viragem (AOAC, 2000); sólidos solúveis (°Brix), por refratometria em refratômetro digital Abbe Refractometer Optronic®; pH, por potenciometria em pHmetro digital KASVI® ATC K39-0014PA, previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0, 7,0 e 10,0; e umidade (%), por infravermelho em medidor de umidade Marte® ID200.

2.6.2 Análises microbiológicas

O acompanhamento microbiológico constou das seguintes análises: contagem de bolores e leveduras, bactérias lácticas e bactérias aeróbias mesófilas. O procedimento foi realizado em placas Petrifilm 3M™ seguindo quatro passos, o primeiro foi a diluição e inoculação das amêndoas em solução salina 0,85%, o segundo foi o espalhamento da amostra na placa Petrifilm 3M com auxílio de um espalhador específico para a análise, o terceiro constou da incubação a 28 °C para bolores e leveduras e 35 °C para bactérias lácticas e aeróbias mesófilas e o quarto e último passo foi a contagem das colônias. Os resultados foram expressos em Log UFC/g. A metodologia de análise seguiu o guia de interpretação da 3M™, conforme o recomendado pela AOAC (2000) para bolores e leveduras (997.02) e bactérias aeróbias mesófilas (2015.13).

2.7 Análise estatística

O processo fermentativo foi realizado em duas repetições, sendo os resultados das análises submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), com o auxílio do programa Statistica® versão 7. Os resultados foram expressos como média seguida do desvio padrão (STATSOFT, 2007).

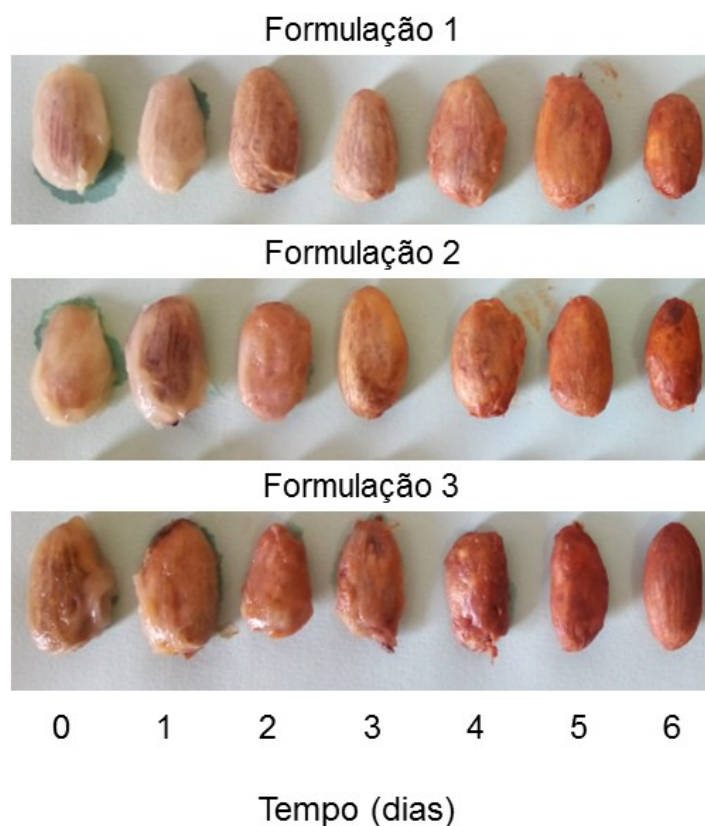
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Acompanhamento do processo fermentativo

As formulações estudadas (Figura 20) permaneceram em processo fermentativo por seis dias e na etapa de secagem ao sol por sete dias, exceto a formulação F1 cujo tempo de secagem foi menor (cinco dias), uma vez que sua umidade final já estava abaixo do limite mínimo estabelecido pela legislação vigente, que é 8,0% (BRASIL, 2008), o que pode ser explicada pelas condições climáticas diferentes em cada repetição do experimento, uma vez que foi feita uma média para compor o resultado final.

O acompanhamento do processo fermentativo é importante para entender a evolução das transformações que ocorrem na semente para se denominar amêndoa, estabelecendo o tempo ideal de cada etapa.

Figura 20 - Transformação das sementes em amêndoas de cacau nas formulações F1 (50% CCN 51 e 50% CEPEC 2005), F2 (50% CCN 51 e 50% PS 1319) e F3 (50% CEPEC 2005 e 50% PS 1319).

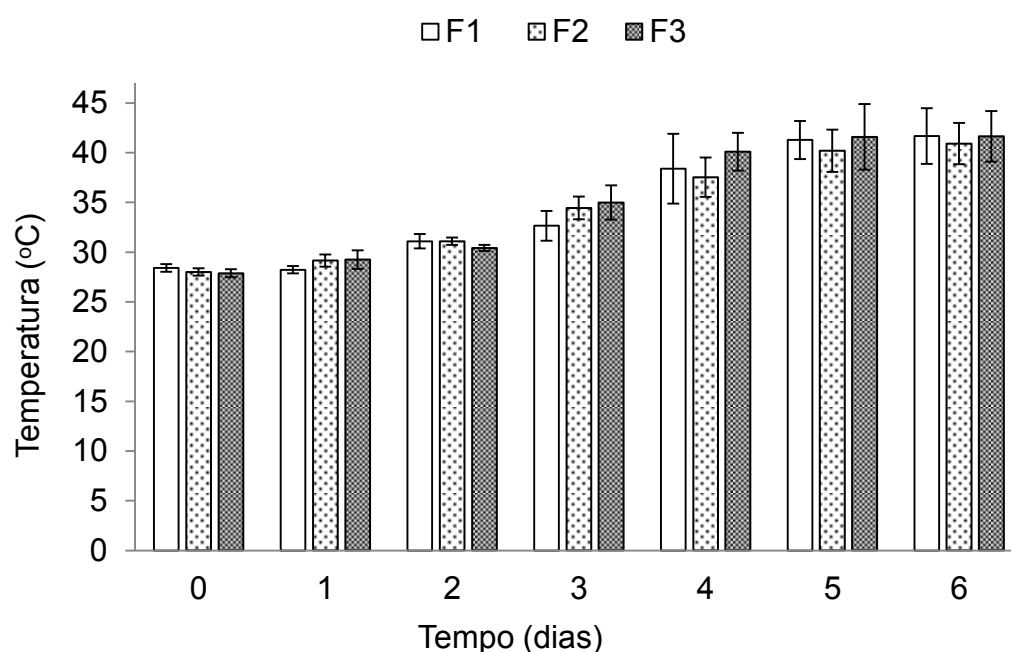


Fonte: Elaborada pela autora.

3.1.1 Temperatura

A temperatura das sementes de cacau durante o processo fermentativo apresentou elevação até o final do processo, quando todas as formulações apresentaram temperatura máxima no sexto dia (APÊNDICE B, Figura 21).

Figura 21 - Evolução da temperatura (°C) da massa de cacau nas formulações F1, F2 e F3 durante a fermentação (0 ao 6º dia)



Fonte: Dados da pesquisa. F1 (50% de CCN 51 e 50% de CEPEC 2005); F2 (50% de CCN 51 e 50% de PS 1319); F3 (50% de CEPEC 2005 e 50% de PS 1319).

A temperatura da massa se eleva pela multiplicação de bactérias acéticas que convertem o etanol em ácido acético, sendo essa reação exotérmica e com isso os ácidos láctico e acético migram para o interior do cotilédone causando a morte do embrião, a compartimentação da amêndoa e a degradação de proteínas e sacarose (EVINA et al., 2016).

A formulação F1 alcançou a temperatura máxima de 41,67 °C no sexto dia de fermentação, a mais alta em relação às demais (APÊNDICE B). Vale ressaltar que no sexto dia de fermentação do primeiro experimento as amêndoas exalaram um cheiro pungente característico de ovo podre, o que pode ser explicado, segundo Dalmaso et al. (2011), possivelmente pela ocorrência de fermentação propiônica,

na qual o ácido láctico é convertido em ácido acético, ácido propiônico e CO₂. Ainda no 6º dia, a fermentação foi interrompida para dar início ao processo de secagem. O cheiro pungente desapareceu durante a secagem das amêndoas. Dessa forma, considerando as condições em que a fermentação foi realizada, o tempo ideal de fermentação seria de cinco dias. No entanto, na segunda repetição do experimento não ocorreu a presença do odor desagradável, o que possivelmente pode ser explicado pelo fato da caixa de fermentação já estar maturada e com a microbiota característica da fermentação. Portanto, o tempo real de fermentação é de 6 dias.

De acordo com o observado, é importante que a caixa de fermentação seja lavada apenas com água e escova, sem a presença de detergentes e sanitizantes, a fim de garantir que a microbiota do processo fermentativo permaneça na caixa e assim contribua positivamente para as próximas fermentações.

No 2º dia de fermentação a temperatura estava em torno de 30 °C observando-se o aparecimento de fungos filamentosos (1ª repetição do experimento) o que pode estar associado à entrada de oxigênio e ao pouco volume de sementes fermentando (Figura 22). O fungo foi eliminado nas etapas seguintes, não apresentando efeito negativo sobre a amêndoa, uma vez que na prova de corte não foi verificada a presença de amêndoas mofadas.

O volume de amêndoas dentro da caixa de fermentação é um dos fatores que afetam o processo, pois se houver pouco volume é possível que a temperatura da massa não aumente, em contrapartida se o volume exceder a capacidade da caixa prejudicará no revolvimento, interferindo na entrada de oxigênio nas amêndoas.

Figura 22 - Incidência de fungos filamentosos (bolores) no 2º dia de fermentação.

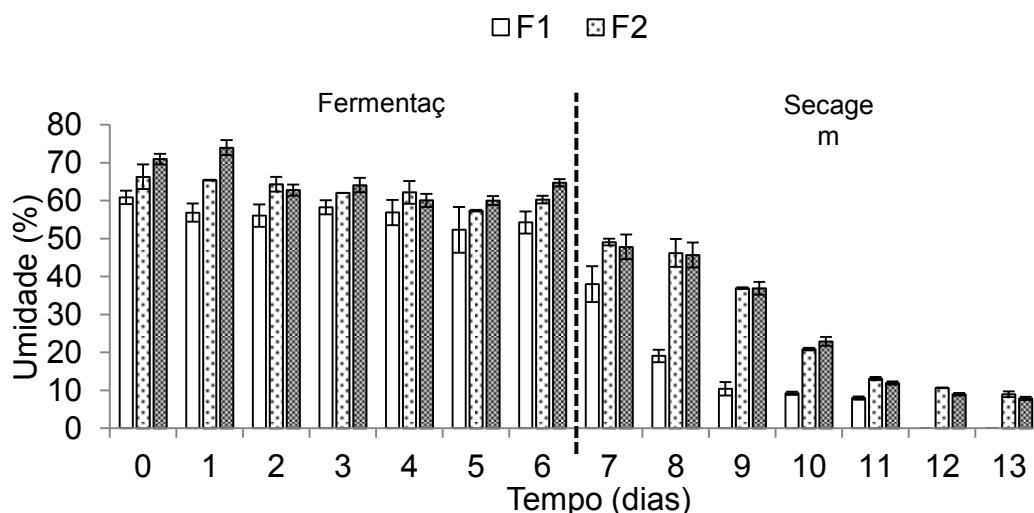


Fonte: Elaborada pela autora.

3.1.2 Umidade

O comportamento da umidade nas sementes de cacau em todas as formulações durante a fermentação foi semelhante, havendo diminuição no decorrer deste período (APÊNDICE C, Figura 23). A umidade final das amêndoas após a secagem ficou abaixo de 8,0% em F1 e F3. Contudo em F2, a umidade ficou em torno de 8,95% e a amêndoa apresentava-se bastante quebradiça mesmo em umidade superior a 8,0%.

Figura 23 - Evolução da umidade (%) das amêndoas de cacau durante as etapas de fermentação (0 ao 6º dia) e secagem (7º ao 13º dia).



Fonte: Dados da pesquisa. F1 (50% de CCN 51 e 50% de CEPEC 2005); F2 (50% de CCN 51 e 50% de PS 1319); F3 (50% de CEPEC 2005 e 50% de PS 1319).

Optou-se por interromper a secagem de F2 durante maior tempo devido ao excesso de calor que poderia receber, visto que a temperatura no Nordeste é bem elevada, principalmente no Semiárido, e isso poderia contribuir para que a amêndoa ficasse ainda mais quebradiça.

De acordo com Sales e Cândida (2016), no horário de 10:00 às 14:00 h as amêndoas de cacau devem ficar na sombra para que a secagem seja mais prolongada e eficiente. No entanto, observou-se que nas condições em que a secagem foi realizada, o melhor seria a incidência direta de sol até o meio dia e na sombra até às 17:00 h para evitar o aparecimento de insetos e mofo.

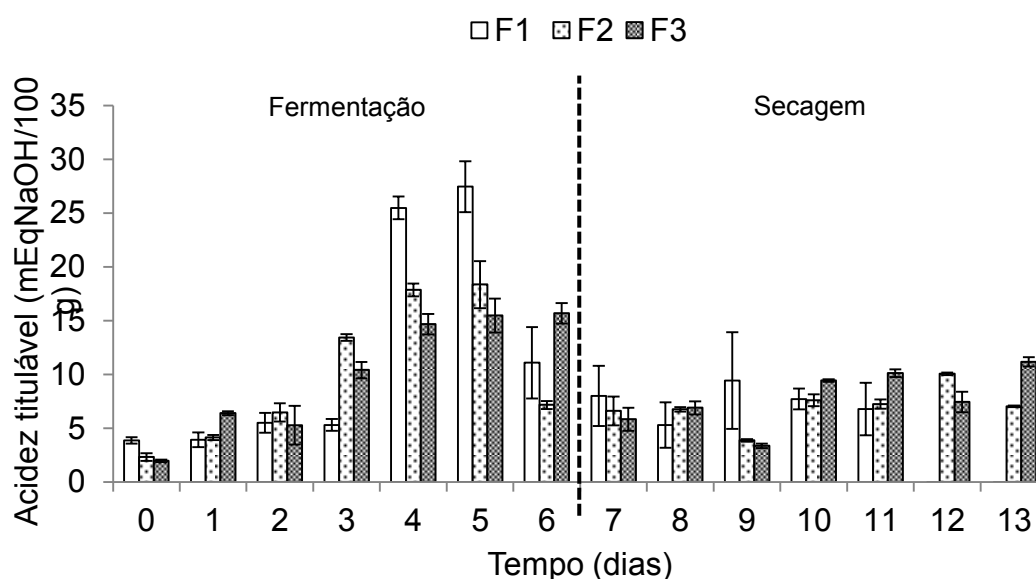
Observou-se, ainda, que nas formulações F1 e F3 houve absorção de água do dia 2 para o dia 3. Isso pode ser justificado pela capacidade das proteínas vacuolares reterem água antes da temperatura atingir 50 °C (BIEHL; PASSERN, 1982).

Embora a legislação estabeleça que a umidade máxima das amêndoas de cacau fermentadas e secas seja 7%, a indústria beneficiadora do produto recebe esse material com umidade de até 11%, o que é vantajoso para o produtor tendo em vista o lucro que ele vai receber pela maior porcentagem de umidade vendida. Contudo, é importante ressaltar que a umidade mais elevada nas amêndoas favorece o aparecimento de fungos e bactérias, necessitando de maiores cuidados na estocagem.

3.1.3 Acidez titulável

Durante a fermentação e a secagem houve bastante variação na acidez titulável (mEqNaOH/100 g) para cada dia de avaliação, na qual os valores iniciais foram 3,87, 2,32 e 1,97 nas formulações F1, F2 e F3, respectivamente (APÊNDICE C, Figura 24).

Figura 24 - Evolução da acidez titulável (mEqNaOH/100 g) das amêndoas de cacau durante a fermentação (0 ao 6º dia) e secagem (7º ao 13º dia).



Fonte: Dados da pesquisa. F1 (50% de CCN 51 e 50% de CEPEC 2005); F2 (50% de CCN 51 e 50% de PS 1319); F3 (50% de CEPEC 2005 e 50% de PS 1319).

O pico de maior acidez foi observado na F1 no 5º dia (27,45 mEq NaOH/100 g), seguido de F2 (18,35 mEq NaOH/100 g) e F3 no 6º dia (15,68 mEqNaOH/100 g) e em seguida houve decréscimo durante a secagem, sendo que no final F1, F2 e F3 apresentaram acidez de 6,78, 7,03 e 11,17 mEqNaOH/100 g, respectivamente.

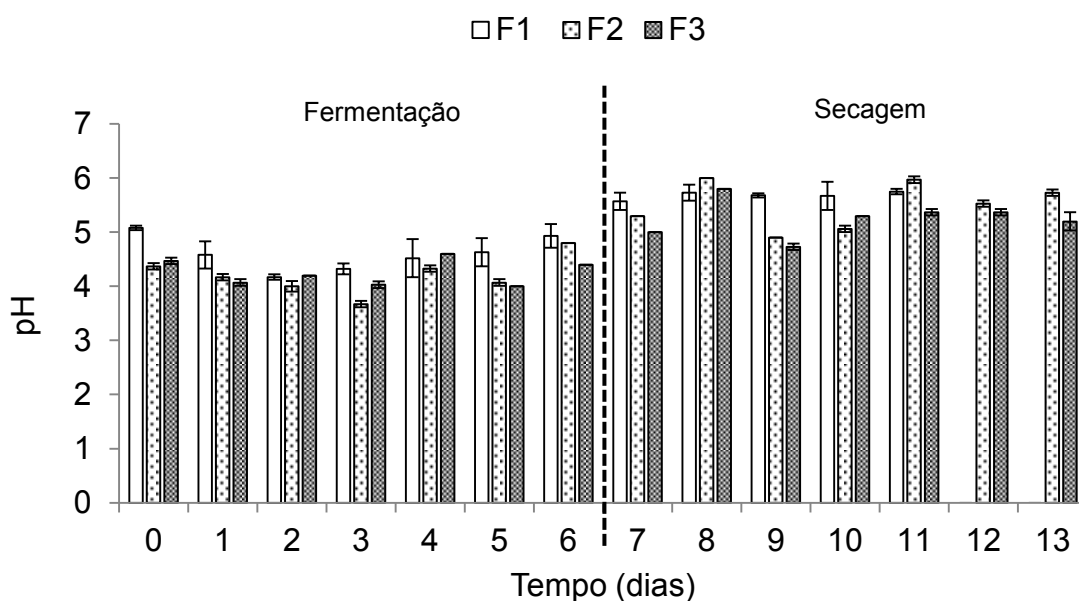
Brito (2013) relata que a produção máxima de ácido acético ocorre entre o terceiro e quinto dia da fermentação. O aumento da acidez das amêndoas ocorre pela conversão do álcool etílico, produzido inicialmente por leveduras, em ácido acético mediante a ação de bactérias acéticas, e este é convertido em CO₂, reduzindo a acidez (OETTERER; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2006).

Os ácidos responsáveis pelo aumento da acidez, principalmente o acético, são absorvidos pelo cotilédone e são essenciais na formação dos precursores de sabor e aroma no chocolate, no entanto, quando em excesso podem resultar em um forte sabor ácido que deprecia o produto final (BELITZ; SCHIEBERLE; GROSCH, 2009; LOPEZ; QUESNEL, 1973).

3.1.4 pH

Observou-se pequena variação do pH das amêndoas, visto que inicialmente as mesmas estavam com pH de 5,08; 4,37 e 4,47 para F1, F2 e F3, respectivamente. O menor pH nas formulações F1 e F2 foi verificado no 2º e 3º dia de fermentação, com médias de 4,17 e 3,67, respectivamente. Já em F3, foi menor no 5º dia (4,0) (APÊNDICE C, Figura 25). Nas primeiras 24 a 36 h, com o pH mais baixo ocorre a transformação do açúcar em álcool sob condições anaeróbicas, causando a morte do embrião (SCHWAN; WHEALS, 2004).

Figura 25 – Evolução do pH das amêndoas de cacau durante a fermentação (0 ao 6º dia) e secagem (7º ao 13º dia).



Fonte: Dados da pesquisa. F1 (50% de CCN 51 e 50% de CEPEC 2005); F2 (50% de CCN 51 e 50% de PS 1319); F3 (50% de CEPEC 2005 e 50% de PS 1319).

Ao final da fermentação o pH aumentou, ficando acima de 5,00, bem como no final da secagem. De acordo com Dias (1987), o pH das amêndoas de cacau quando inferior a 4,5 pode resultar em baixo potencial de formação de sabor no chocolate, enquanto que valores acima de 5,0 aumentam esse potencial significativamente.

A faixa de pH ideal, ou seja, aquela em que a amêndoa terá um alto potencial de formação de sabor é com moderada acidificação em torno de 5,0 a 5,5, sendo considerada bem fermentada (VOIGT; BIEHL, 1995; AMIN et al., 2002). Dessa forma, as amêndoas da formulação F3 por apresentarem pH final de 5,20 depois da secagem possuem maior potencial de formação de sabor em comparação a F1 (5,75) e F2 (5,73).

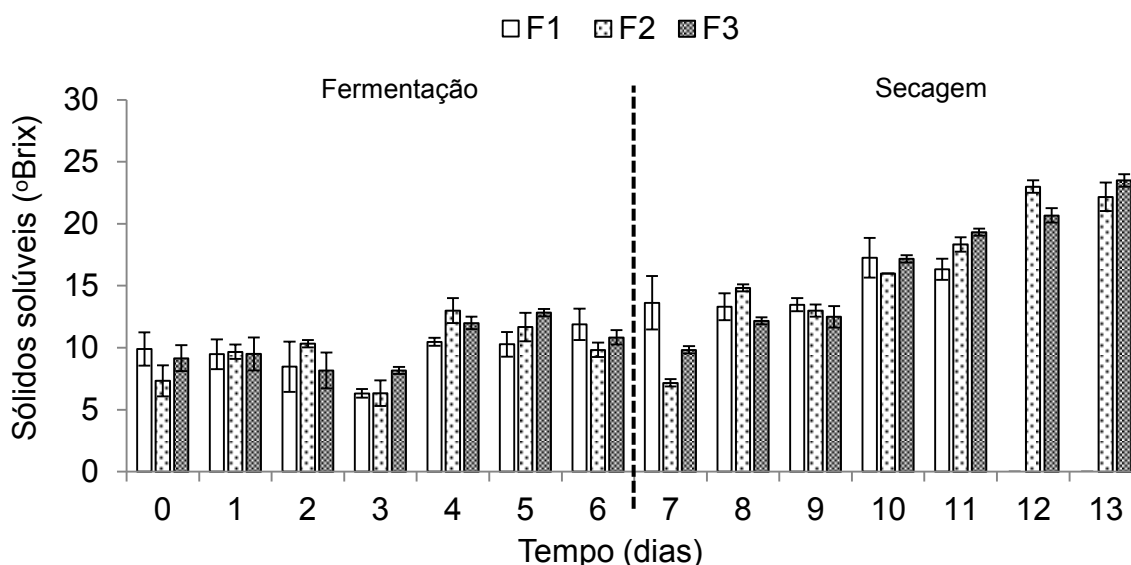
3.1.5 Sólidos solúveis

Os sólidos solúveis presentes durante a fermentação e secagem nas amêndoas aumentaram ao final dos 13 dias (APÊNDICE C, Figura 26). Esse parâmetro tem uma relação inversa com o percentual de umidade, pois ao passo que o primeiro aumenta o segundo diminui no decorrer do processo secagem.

Dessa forma, a diminuição dos teores de umidade levou a um aumento nos teores de sólidos solúveis.

Cruz (2012), avaliando os sólidos solúveis no início da fermentação dos clones PH 16, SR 162 e cacau convencional, encontrou valores mais elevados, sendo eles, 17,47; 16,12 e 17,00 °Brix, respectivamente.

Figura 26 - Evolução dos sólidos solúveis (°Brix) das amêndoas de cacau durante a fermentação (0 ao 6º dia) e secagem (7º ao 13º dia).

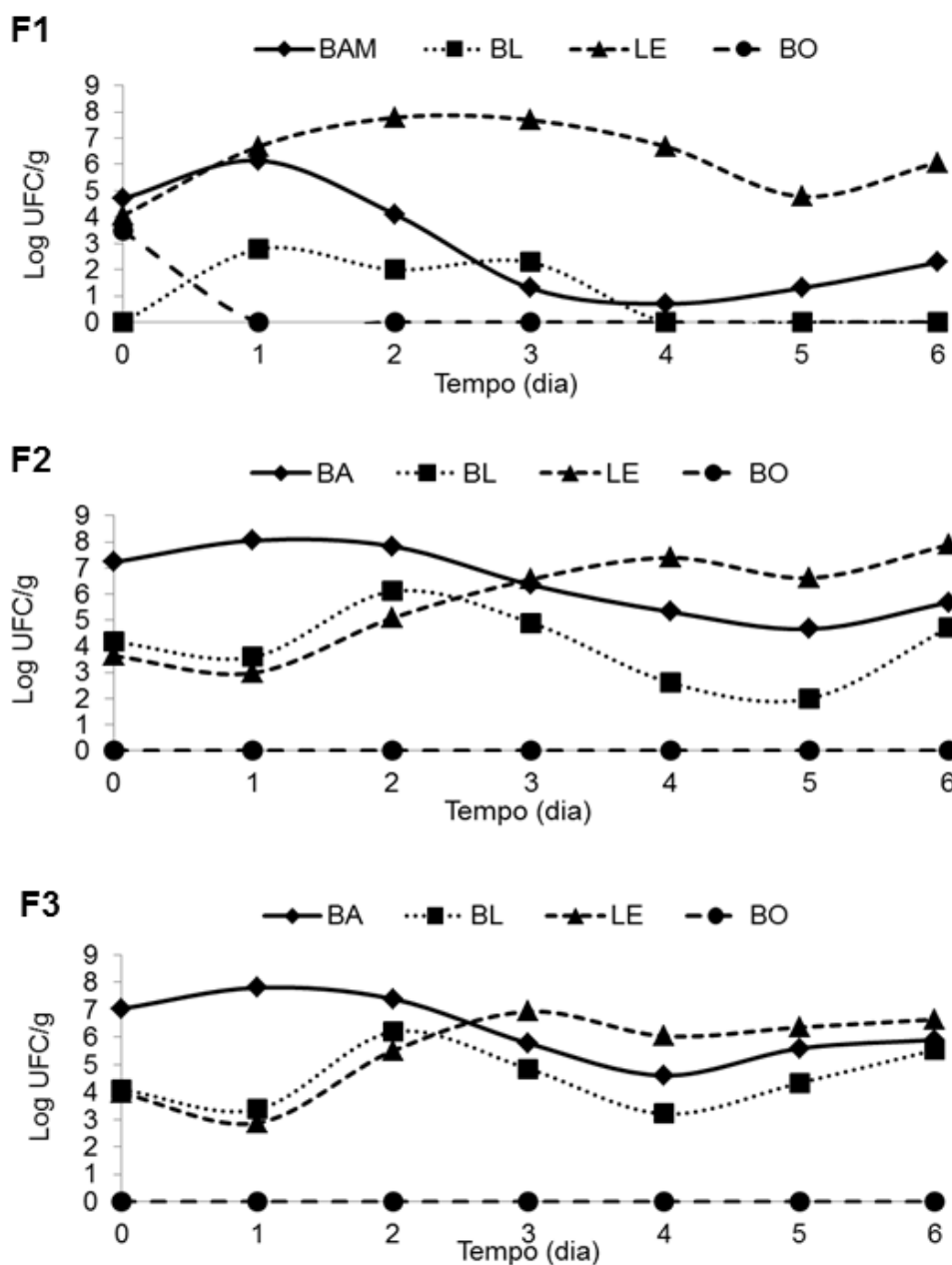


Fonte: Dados da pesquisa. F1 (50% de CCN 51 e 50% de CEPEC 2005); F2 (50% de CCN 51 e 50% de PS 1319); F3 (50% de CEPEC 2005 e 50% de PS 1319).

3.1.6 Evolução microbiológica

A sucessão microbiológica da fermentação de F1 (Figura 27) iniciou com a atividade de leveduras e bactérias aeróbias mesófilas, seguida das bactérias lácticas. Os bolores foram verificados apenas no dia 0. As formulações F2 e F3 (Figura 27) iniciaram a fermentação com o crescimento de bactérias aeróbias mesófilas e lácticas, seguida das leveduras. Não houve aparecimento de bolores nessas formulações.

Figura 27 - Sucessão microbiológica de bactérias aeróbias mesófilas (BAM), bactérias lácticas (BL), leveduras (LE) e bolores (BO) durante a fermentação das formulações de F1, F2 e F3.



Fonte: Dados da pesquisa. F1 (50% de CCN 51 e 50% de CEPEC 2005); F2 (50% de CCN 51 e 50% de PS 1319); F3 (50% de CEPEC 2005 e 50% de PS 1319).

A população inicial de leveduras na F1 foi de 4,06 Log UFC/g, aumentando para 7,78 Log UFC/g no segundo dia e diminuindo ao longo do processo fermentativo até alcançar uma contagem de 6,08 Log UFC/g no final da fermentação. Observou-se que na formulação F2 o pico de maior crescimento de

leveduras foi no último dia chegando ao valor de 7,89 Log UFC/g e no terceiro dia para a formulação F3 (6,93 Log UFC/g).

Resultados semelhantes a F1 e F3 foram encontrados por Ho e Fleet (2014), que avaliaram a evolução microbiana da fermentação de amêndoas de cacau da variedade Trinitário na presença e ausência de natamicina e verificaram que as populações máximas de leveduras (10^{-6} a 10^{-8} UFC/g) se desenvolveram no intervalo de 48 a 72h.

As bactérias lácticas tiveram pico de crescimento no primeiro dia de fermentação na formulação F1 (2,79 Log UFC/g), onde houve queda no crescimento até o quarto dia e finalizou o processo de fermentação contagem 0 de bactérias lácticas. Nas formulações F2 e F3 o crescimento dessas bactérias foi maior alcançando valor de 6,10 e 6,19 Log UFC/g, respectivamente no segundo dia de fermentação. Esse resultado corrobora com o relatado por Beckett (2009), que demonstra que as bactérias lácticas estão presentes desde o início do processo fermentativo, mas só aumentam seu crescimento a partir das 48 até as 96 h, convertendo açúcares em ácido láctico.

O crescimento de bactérias aeróbias mesófilas nas três formulações estudadas foi maior nos dois primeiros dias, diminuindo em seguida. A população inicial foi de 4,70; 7,22 e 7,04 Log UFC/g nas formulações F1, F2 e F3, respectivamente, sendo que no final do processo fermentativo os valores verificados foram 2,29; 5,68 e 5,90 Log UFC/g, respectivamente. Esses resultados foram diferentes ao encontrado por Reis (2014), que avaliando a fermentação do clone PH 16 com e sem inoculação de *L. fermentum*, verificou que a população máxima de bactérias aeróbias mesófilas foi alcançada em 132 h, havendo um aumento significativo nos estágios finais do processo.

Almeida (2013) encontrou contagem máxima de $4,0 \times 10^{10}$ UFC/g em 96 h no processo fermentativo de mistura de clones da variedade Forastero, relatando que a variação no tempo na contagem máxima desses microrganismos observadas em pesquisas é atribuída ao início da entrada de ar na polpa, pois dependem da presença de oxigênio. Dessa forma, observou-se que na fermentação das três formulações do presente estudo as bactérias aeróbias mesófilas desenvolveram-se em grande população apenas no início da fase aeróbia.

3.2 Qualidade das amêndoas de cacau

O percentual de amêndoas de boa qualidade correspondeu àquelas amêndoas que apresentavam o formato mais arredondado e perfeito, enquanto nas amêndoas de baixa qualidade, observou-se formato achatado, sem cotilédone e aderidas umas nas outras (Tabela 11).

Tabela 11 - Percentual de amêndoas boas e de baixa qualidade das formulações F1, F2 e F3.

Formulação	Amêndoas boas (%)	Amêndoas de baixa qualidade (%)
F1	84,21 a $\pm$ 9,20	13,13 a $\pm$ 12,50
F2	77,67 a $\pm$ 1,01	22,62 a $\pm$ 2,98
F3	68,27 a $\pm$ 0,88	31,57 a $\pm$ 0,45

Fonte: Dados da pesquisa. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). F1 (50% de CCN 51 e 50% de CEPEC 2005); F2 (50% de CCN 51 e 50% de PS 1319); F3 (50% de CEPEC 2005 e 50% de PS 1319).

Notou-se que as formulações F1, F2 e F3 apresentaram alto percentual de amêndoas de boa qualidade não diferindo-se estatisticamente entre si ($p \geq 0,05$). A presença de amêndoas de baixa qualidade representada pelas chochas (com formato achatado) pode estar associada à subfermentação e as amêndoas coladas ao pouco revolvimento na etapa de secagem.

Durante a secagem, é importante fazer o revolvimento das amêndoas pelo menos duas vezes ao dia para que elas desgrudem, facilitando a secagem de forma homogênea.

A qualidade das amêndoas fermentadas classificadas na prova de corte não diferiu significativamente ($p \geq 0,05$) entre as formulações quanto aos parâmetros amêndoas fermentadas, parcialmente fermentadas e germinadas (Tabela 12).

Observou-se que as amêndoas albinas foram encontradas em maior quantidade média nas formulações F1 e F3 em comparação a F2, dessa forma, pode-se inferir que o clone CEPEC 2005 apresente esta característica, pois está presente nas nessas duas formulações. Contudo não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) entre F2 e F3. Essa coloração branca no cotilédone é resultante de um fator genético (FERREIRA et al., 2013).

Tabela 12 - Classificação das amêndoas de cacau das formulações F1, F2 e F3.

Grau de fermentação/defeitos	Formulação		
	F1	F2	F3
Fermentada	33,17 a $\pm$ 11,70	34,83 a $\pm$ 9,20	35,33 a $\pm$ 5,89
Parcialmente fermentada	49,00 a $\pm$ 9,75	57,00 a $\pm$ 12,31	56,00 a $\pm$ 8,94
Subfermentada	7,67 a $\pm$ 4,32	4,17 ab $\pm$ 4,17	1,67 b $\pm$ 2,87
Albina	10,17 a $\pm$ 4,79	3,67 b $\pm$ 2,73	7,00 ab $\pm$ 3,03
Germinada	6,17 a $\pm$ 7,60	11,00 a $\pm$ 13,60	8,50 a $\pm$ 9,40
Compartimentação boa	61,00 b $\pm$ 17,08	79,17 a $\pm$ 3,43	81,00 a $\pm$ 3,46
Compartimentação parcial	34,00 a $\pm$ 15,31	18,83 b $\pm$ 5,00	17,83 b $\pm$ 3,12
Sem compartimentação	4,83 a $\pm$ 2,71	2,00 ab $\pm$ 2,10	1,17 b $\pm$ 1,33

Fonte: Dados da pesquisa. Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). F1 (50% de CCN 51 e 50% de CEPEC 2005); F2 (50% de CCN 51 e 50% de PS 1319); F3 (50% de CEPEC 2005 e 50% de PS 1319).

O índice de fermentação obtido a partir do somatório das amêndoas fermentadas e parcialmente fermentadas nas formulações F1, F2 e F3 foi de 82,17, 91,83 e 91,33%, respectivamente, apresentando dessa forma ótima qualidade na fermentação. Contudo, o percentual de amêndoas germinadas (Figura 28) foi bastante elevado em todas as formulações, não apresentando diferença estatística entre si ($p \geq 0,05$), no entanto F2 e F3 por apresentarem valores acima de 7%, foram classificados nesse parâmetro como fora do tipo, conforme a Instrução Normativa nº 38 de 23 de junho de 2008 (BRASIL, 2008).

Figura 28 - Coloração e germinação em amêndoas de cacau após a fermentação e secagem natural.



Fonte: Elaborada pela autora.

É importante ressaltar a dificuldade de identificar o estágio adequado de colheita de novos clones na plantação, tendo em vista que frutos maduros demais começam a germinar ainda na planta-mãe e podem acarretar problemas na fermentação.

A coloração violeta indica que a amêndoa foi subfermentada ou mal fermentada. Neste sentido, a F3 apresentou o menor percentual ($1,67 \pm 2,87$) de amêndoas com essa coloração, não diferindo-se estatisticamente ($p \geq 0,05$) de F2. E, além disso, foram verificados em F2 e F3 os maiores percentuais de amêndoas com boa compartimentação com valores médios de $79,17 \pm$ e $81,00 \pm 3,46$, respectivamente (Figura 29). Este último critério também determina se a fermentação foi eficiente ou não, tendo em vista a quantidade de galerias formadas no cotilédono.

Figura 29 - Compartimentação em amêndoas de cacau após fermentação e secagem natural.



Fonte: Elaborada pela autora.

4. CONCLUSÃO

Diante disso, o tempo ideal de fermentação para as formulações F1, F2 e F3 foi de seis dias. Os resultados do acompanhamento do processo fermentativo e secagem foram similares entre as formulações. A evolução microbiológica de bactérias aeróbias mesófilas foi contraditória em todas as formulações, não havendo

aumento destes microrganismos nos estágios finais da fermentação, sendo, portanto, necessários mais testes.

Em relação à qualidade da amêndoa, as formulações F1 (CCN 51 e CEPEC 2005), F2 (CCN 51 e PS 1319) e F3 (CEPEC 2005 e PS 1319) apresentaram alto índice de fermentação (>82,17%), boa compartimentação (>61,00%) e baixo grau de amêndoas subfermentadas (<7,67%).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. F. O. **Isolamento e identificação bioquímica de bactérias acéticas durante a fermentação do cacau (*Theobroma cacao* L.)**. 2013. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

AMIN, I.; JINAP, S.; JAMILAH, B.; HARIKRISNA, K.; BIEHL, B. Analysis of vicilin (7S) - class globulin in cocoa cotyledons from various genetic origins. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 82, n. 7, p. 28-732, abr. 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. HORWITZ, W. (Ed) **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 17 ed. Arlington: AOAC Inc., 2000. v1 e v2.

BECKETT, S. T. **Industrial chocolate manufacture and use**. Fourth Edition. York: Blackwell Publishing, 2009. 685 p.

BELITZ, H-D. SCHIEBERLE, P. GROSCH, W. **Food Chemistry**. 4 ed, Springer, 2009. 383 p.

BIEHL, B; PASSERN, D. Proteolysis during fermentation-like incubation of cocoa seeds. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v.33, n. 12, p.1280-1290, dez. 1982.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 23 de junho de 2008. Regulamento Técnico da Amêndoa de Cacau. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 de jun. 2008. Seção 1. 7 p.

BRITO, B. N. C. **Aminas bioativas e compostos fenólicos no cacau (*Theobroma cacao* L.): influência do processo de fermentação**. 2013. 137 f. Dissertação

(Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

CRAFACK, M.; MIKKELSEN, M. B.; SAERENS, S.; KNUDSEN, M.; BLENNOW, A.; LOWOR, S.; TAKRAMA, J.; SWIEGERS, J. H.; PETERSEN, G. B.; HEIMDAL, H.; NIELSEN, D. S. Influencing cocoa flavour using *Pichia kluyveri* and *Kluyveromyces marxianus* in a defined mixed starter culture for cocoa fermentation. **International Journal of Food Microbiology**, v. 167, n. 1, p. 103-116, out. 2013.

CRUZ, J. F. M. **Caracterização das sementes de variedades de cacau *Theobroma cacao* L. resistentes à vassoura de bruxa durante a fermentação e após a secagem**. 2012. 101 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

DIAS, J. C. **Permeabilidade da casca da semente de cacau ao ácido acético: evolução na fermentação e efeito da adição de celulases, antes da secagem, na acidez do produto final**. 1987. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Lavras, 1987.

DALMASSO, M.; NICOLAS, P.; FALENTIN, H.; VALENCE, F.; TANSKANEN, J.; JATILA, H.; SALUSJÄRVI, T.; THIERRY. Multilocus sequence typing of *Propionibacterium freudenreichii*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 145, n. 1, p. 113-120, jan. 2011.

FERREIRA, A. C. R. F.; AHNERT, D.; MELO NETO, B. A.; MELLO, D. L. N. **Guia de beneficiamento de cacau de qualidade**. Ilhéus, BA: Instituto Cabruca, 2013.

EVINA, V. J. E.; TAEYE, C.; NIEMENAK, N.; YOUNBI, E.; COLLIN, S. Influence of acetic and lactic acids on cocoa flavan-3-ol degradation through fermentation-like incubations. **LWT - Food Science and Technology**, v. 68, s/n, p. 514-522, mai. 2016.

HATMI, R. U.; KOBARSIH, M.; CAHYANINGRUM, N. Fungi level analysis of cocoa beans based on fermentation box type and duration. **Procedia Food Science**, v. 3, s/n, p. 371-382, 2015.

HO, V. T. T.; ZHAO, J.; FLEET, G. Yeasts are essential for cocoa bean fermentation. **International Journal of Food Microbiology**, v. 174, s/n, p. 72-87, mar. 2014.

JOHN, W. A.; KUMARI, N.; BÖTTCHER, N. L.; KOFFI, K. J.; GRIMBS, S.; VRANCKEN, G.; D'SOUZA, R. N.; KUHNERT, N.; ULLRICH, M. S. Aseptic artificial

fermentation of cocoa beans can be fashioned to replicate the peptide profile of commercial cocoa bean fermentations. **Food Research International**, v.89, n. 1, p. 764-772, nov. 2016.

LOPEZ, A. S.; QUESNEL, V. C. Volatile fatty acid production in cacao fermentation and the effect on chocolate flavour. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.24, n.3, p.319-324, mar. 1973.

MARTINS, J. M.; SANTOS, J. H. F.; SILVA, W. S.; SILVA, V. B.; ARRUDA, J. A. P.; NASCIMENTO, J. A. R.; DORTAS, L. C.; FREITAS, A. J. A.; RAMOS, A. A. **Melhoria da qualidade de cacau**. Ilheus: CEPLAC/CENEX, 2012. 45 p.

MENEZES, A. G. T.; BATISTA, N. N.; RAMOS, C. L.; ANDRADE E SILVA, A. R.; EFRAIN, P.; PINHEIRO, A. C. M.; SCHWAN, R. F. Investigation of chocolate produced from four different Brazilian varieties of cocoa (*Theobroma cacao* L.) inoculated with *Saccharomyces cerevisiae*. **Food Research International**, v. 81, s/n, p. 83-90, mar. 2016.

OETTERER, M; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciências e tecnologia de alimentos**. Barueri, SP: Manole, 2006. 612 p.

OWUSU, M. **Influence of raw material and processing on aroma in chocolate**. 2010. 109 f. Tese (Doctor of Life Sciences), University of Copenhagen, Copenhagen, 2010.

RAMOS, C. L.; DIAS, D. R.; MIGUEL, M. G. C. P.; SCHWAN, R. F. Impact of different cocoa hybrids (*Theobroma cacao* L.) and *S. cerevisiae* UFLA CA11 inoculation on microbial communities and volatile compounds of cocoa fermentation. **Food Research International**, v. 64, s/n, p. 908-918, out. 2014.

REIS, L. V. C. **Efeitos da inoculação nas características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais da fermentação de cacau**. 2014. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

SALES, J. H.; CÂNDIDA, T. Efeito da temperatura sobre a amêndoa de cacau: secador vertical. **Revista GEINTEC**, v. 6, n. 3, p. 3437-3446, set. 2016.

SCHWAN, R. F.; WHEALS, A. E. The microbiology of cocoa fermentation and its role in chocolate quality. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 44, n. 4, p. 205-221, fev. 2004.

STATSOFT. Statistica for Windows-computer programe manual, versão 7.0. Tulsa: Statsoft Inc. 2004.

VOIGT, J.; BIEHL, B. Precursors of cocoa specific aroma components are derived from vicillin-class (7S) globulin of the cocoa seeds by proteolytic processing. **Botanica Acta**, v. 108, n. 4, p.11-17, ago.1995.

CAPÍTULO 5

ANÁLISE SENSORIAL DE CHOCOLATE TRUFADO COM FRUTOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

RESUMO

O bombom de chocolate trufado é um alimento bastante consumido e apreciado, podendo conter diversos sabores de recheios, inclusive frutas com pouca aplicação comercial. Tendo em vista a elaboração de alimentos com agregação de valor aos produtos do Semiárido, objetivou-se desenvolver e avaliar a qualidade sensorial de chocolate trufado com frutos do Semiárido brasileiro. Amêndoas fermentadas e secas obtidas a partir das fermentações F1 (CCN 51 e CEPEC 2005), F2 (CCN 51 e PS 1319) e F3 (CEPEC 2005 e PS 1319) foram torradas para a obtenção do *nibs*. O chocolate foi produzido no Centro de Inovação do Cacau, Bahia. Foram elaboradas três formulações de chocolate trufado: FA (recheio de araticum), FC (recheio de licor de carnaúba) e FP (recheio de pequi). Os chocolates foram avaliados sensorialmente por meio de teste de aceitabilidade (escala hedônica por atributos), preferência (ordenação) e intenção de compra. O chocolate trufado com recheio sabor licor de carnaúba (FC) diferiu ($p < 0,05$) de FA e FP em todos os parâmetros avaliados, exceto no aroma. Todos os atributos das três formulações de chocolate foram avaliados na região de aceitação (6 a 8) destacando-se a impressão global e a aparência com escores entre 7 e 8. O índice de aceitabilidade de FC para todos os parâmetros avaliados foi superior a 82%. Quanto a intenção de compra a formulação FC apresentou melhor intenção de compra diferindo-se das demais ($p < 0,05$). Dessa forma, o sabor de licor de carnaúba pode se tornar uma opção nova de recheio de chocolate trufado no mercado e assim, valorizar esse fruto, que é símbolo do estado do Ceará.

Palavras-chave: Trufa; Araticum; Carnaúba; Pequi; Cacau.

1 INTRODUÇÃO

O chocolate é um produto obtido a partir da mistura de derivados de cacau – massa (pasta ou liquor) de cacau, cacau em pó e/ou manteiga de cacau – podendo ser adicionado de outros ingredientes, no entanto deve conter, no mínimo, 25% (g/100g) de sólidos de cacau. Pode conter, ainda, recheio, cobertura, formato e consistência variados (BRASIL, 2005). Com isso, o comportamento reológico pode ser bastante variável dependendo dos ingredientes adicionados, principalmente da manteiga do cacau, que é a principal responsável por esse comportamento (LEITE et al., 2013).

O bombom de chocolate trufado é um alimento bastante consumido e apreciado. Sua preparação tradicional é feita com chocolate na superfície e no recheio (CAMPOS, 2007). No entanto, podem ser obtidos sabores diversos alterando-se as formulações. Com isso, é possível tornar a trufa de chocolate uma sobremesa nutritiva, mediante a incorporação de ingredientes no recheio com caráter benéfico ao organismo humano, como por exemplo, frutas nativas (NEGRI; BERNI; BRAZACA, 2016).

Diversas frutas nativas são consumidas no Brasil, mas existem poucos estudos sobre a viabilidade da introdução em mercados domésticos. Frutas como araticum, carnaúba e pequi têm valor nutricional em macro e micronutrientes, são boas fontes de energia por serem ricas em açúcar, e contêm compostos que respondem pela atividade antioxidante como carotenoides e fenóis, entre outras características (CLERICI; CARVALHO-SILVA, 2011; SCHIASSI et al., 2017).

Tendo em vista a elaboração de alimentos com agregação de valor aos produtos do Semiárido, objetivou-se desenvolver e avaliar a qualidade microbiológica e sensorial de chocolate trufado com frutos do Semiárido brasileiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Planta de Frutas e Hortaliças, Laboratório de Análise Sensorial e Laboratório de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - *Campus* Limoeiro do Norte (IFCE).

As amêndoas de cacau fermentadas e secas necessárias à obtenção do chocolate foram provenientes de fermentações realizadas (ver Capítulo 4) e o araticum, carnaúba e pequi, para o recheio, foram adquiridos em pomares no município de Limoeiro do Norte - CE e Juazeiro do Norte - CE, permanecendo congelados, após lavagem e sanitização, até o momento da sua utilização no preparo do recheio. Os demais ingredientes utilizados na elaboração dos chocolates trufados foram adquiridos em comércio local.

2.1 Elaboração dos chocolates trufados

2.1.1 Processamento do chocolate

As amêndoas fermentadas e secas de cada formulação (F1, F2 e F3) da fermentação (ver capítulo 4, item 2.3), foram torradas em torrador giratório à temperatura de 120 °C durante 40 min e descascadas manualmente, sendo removido também o gérmen, dando origem aos *nibs* (Figura 30).

Figura 30 - *Nibs* de cacau das formulações F1, F2 e F3.



Fonte: Elaborada pela autora. F1 (50% de CCN 51 e 50% de CEPEC 2005); F2 (50% de CCN 51 e 50% de PS 1319); F3 (50% de CEPEC 2005 e 50% de PS 1319).

Preparados os *nibs*, estes foram enviados ao Centro de Inovação do Cacau, localizado no município de Ilhéus, Bahia, juntamente com os demais ingredientes (açúcar demerara e refinado, leite em pó e manteiga de cacau) para a fabricação de chocolate, cujo processamento consistiu das etapas de refino, conchagem, temperagem, resfriamento e embalagem. O material retornou no formato de barra dentro de caixa térmica de isopor permanecendo sob refrigeração (Figura 31).

Figura 31 - Barra de chocolate produzida com o *nibs* de cacau do Semiárido.



Fonte: Elaborada pela autora.

A formulação de preparo do chocolate foi diferente para F1, F2 e F3, sendo processados separadamente, apresentando 39,15; 43,46 e 37,88% de sólidos de cacau, respectivamente (Tabela 13).

Tabela 13 - Formulação de chocolate produzido com cacau do Semiárido.

Ingredientes	Quantidade (%)		
	F1	F2	F3
Massa de cacau	30,83	32,87	29,88
Açúcar (50% demerara; 50% refinado)	29,94	31,93	29,02
Leite em pó	30,72	24,41	32,91
Manteiga de cacau	8,32	10,59	8,00
Lecitina	0,19	0,20	0,19

Fonte: Elaborada pela autora. F1 (50% de CCN 51 e 50% de CEPEC 2005); F2 (50% de CCN 51 e 50% de PS 1319); F3 (50% de CEPEC 2005 e 50% de PS 1319).

2.1.2 Elaboração dos recheios

Para o recheio de araticum, iniciou-se despolpando o fruto para a retirada das sementes e casca. Em seguida, o leite condensado, a polpa de araticum e a margarina foram pesados e homogeneizados com auxílio de colher em panela doméstica e levados ao fogo baixo até desprender do fundo da panela (Tabela 14).

Tabela 14 - Formulações dos recheios de araticum, carnaúba e pequi.

Sabor	Ingredientes	Quantidade (%)
Araticum	Leite condensado	59,4
	Polpa de araticum	37,6
	Margarina	3,0
Carnaúba	Leite condensado	89,8
	Licor de carnaúba	5,7
	Margarina	4,5
Pequi	Leite condensado	70,0
	Polpa de pequi	26,5
	Margarina	3,5

Fonte: Elaborada pela autora.

No recheio sabor de carnaúba, utilizou-se o licor da fruta. Para a obtenção do licor, as bagas foram maceradas com açúcar e misturadas com cachaça 39,0% (v/v) permanecendo em infusão durante 21 dias. Em seguida, o material foi coado e

filtrado em papel de filtro. O preparo do recheio seguiu a mesma metodologia de preparo do recheio de araticum.

Para o preparo do recheio de pequi, os frutos foram cozidos por 20 min em panela doméstica e em seguida retirada a polpa com auxílio de uma colher. A polpa foi homogeneizada com os demais ingredientes seguindo a mesma metodologia de preparo dos demais recheios.

Os recheios foram acondicionados em recipientes de plásticos limpos e sanitizados, vedados com filme plástico e tampa e congelados até a etapa de elaboração do chocolate trufado.

2.1.3 Elaboração do chocolate trufado

Porções iguais do chocolate das formulações F1, F2 e F3 foram fundidas em forno micro-ondas e espalhados em formas de trufa e refrigerados. Em seguida, o recheio foi adicionado na forma e coberto com mais chocolate e levado novamente a geladeira. Posteriormente, os chocolates trufados foram embalados em papel e armazenados em geladeira (Figura 32). Os bombons trufados foram codificados em FA, FC e FP, correspondendo ao chocolate trufado com recheio sabor araticum, licor de carnaúba e pequi, respectivamente.

Figura 32 - Elaboração dos chocolates trufados com frutos do Semiárido brasileiro.



Fonte: Elaborada pela autora.

2.2 Análise microbiológica

Os recheios foram avaliados microbiologicamente de acordo com as análises de coliformes termotolerantes (NMP/g), estafilococos coagulase positiva (UFC/g) e pesquisa de *Salmonella* sp. seguindo a metodologia da APHA (2001). Os resultados obtidos foram comparados com a legislação vigente (BRASIL, 2001).

A qualidade higiênico-sanitária do chocolate foi atestada mediante uma declaração assinada pela empresa que fabricou o chocolate (ANEXO B).

2.3 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada conforme parecer N° 3.082.870 do Comitê de Ética e Pesquisa do IFCE (ANEXO A), no Laboratório de Análise Sensorial, de acordo com a Resolução n°466/2012 do Ministério da Saúde, referente a pesquisas envolvendo seres humanos (BRASIL, 2013). Os avaliadores não treinados assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) a fim de garantir o caráter voluntário da pesquisa (APÊNDICE D).

Foram servidas aos avaliadores três formulações de chocolate trufado (Figura 33) com recheio sabor araticum (FA), licor de carnaúba (FC) e pequi (FP) em porções de 20 g embalados em papel e distribuídos em copos descartáveis codificados com números de 3 dígitos, acompanhados de água mineral à temperatura ambiente e biscoito água e sal para limpeza do palato antes e durante a avaliação.

Figura 33 - Chocolate trufado com recheio sabor araticum (FA), licor de carnaúba (FC) e pequi (FP).



FA

FC

FP

Fonte: Elaborada pela autora. FA (chocolate trufado com recheio sabor araticum); FC (chocolate trufado com recheio sabor licor de carnaúba); FP (chocolate trufado com recheio sabor pequi).

As amostras foram submetidas aos testes de aceitação, intenção de compra e preferência. O teste afetivo de aceitação, utilizou escala hedônica estruturada de 9 pontos, com escores variando de 9 (gostei muitíssimo) a 1 (desgostei muitíssimo), avaliando-se os atributos sensoriais de impressão global, aparência, aroma, derretimento, textura e sabor. Para o teste de intenção de compra, foi utilizada a escala de atitude, com avaliações variando de 1 (certamente compraria) a 5 (certamente não compraria). No teste afetivo de preferência, por ordenação, foi solicitado aos avaliadores que ordenassem as amostras da mais preferida para a menos preferida (APÊNDICE E) (DUTCOSKY, 2013). A ficha do teste sensorial continha ainda perguntas relacionadas à frequência de consumo de trufa e sabores já consumidos.

O índice de aceitabilidade (IA) das formulações de chocolate trufado nos parâmetros impressão global, aparência, aroma, derretimento, textura e sabor foram determinados com base nas médias obtidas no teste de aceitação, conforme a Equação 3 (DUTCOSKY, 2013).

$$IA = (A * 100) / B \quad (3)$$

onde *IA* é o índice de aceitabilidade (%), *A* é o escore médio obtido para o produto e *B* o escore máximo dado ao produto.

2.4 Análise estatística

A análise estatística foi realizada em delineamento de blocos completos casualizados. Os resultados para o teste de aceitação foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), com o auxílio do programa Statistica® versão 7. Os resultados foram expressos como média seguida do desvio padrão (STATSOFT, 2004).

Para o teste de ordenação preferência os dados foram analisados por meio do teste de Friedman, para verificar se existe diferença entre as amostras, em caso afirmativo comparar a diferença entre os totais de ordenação pela tabela de Christensen et al. (2006), segundo Dutcosky (2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise microbiológica

A análise microbiológica dos recheios do chocolate trufado apontou ausência de coliformes totais (NMP/g), estafilococos coagulase positiva (UFC/g) e pesquisa de *Salmonella* sp., estando dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente (BRASIL, 2001).

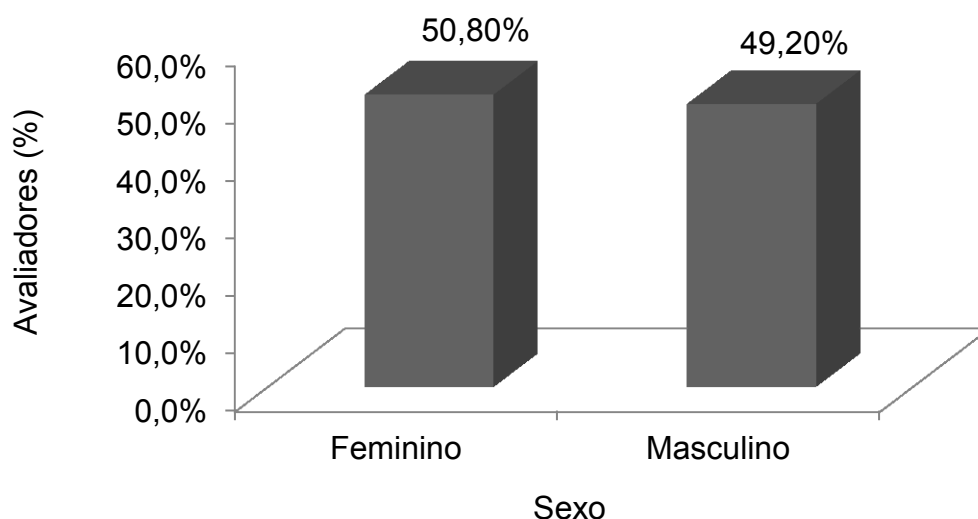
3.2 Análise sensorial

3.2.1 Caracterização dos avaliadores

Participaram da análise sensorial 120 avaliadores não treinados de ambos os sexos e diferentes idades e escolaridades (Figuras 34, 35 e 36). Verificou-se de acordo com a frequência de consumo que a grande maioria dos avaliadores

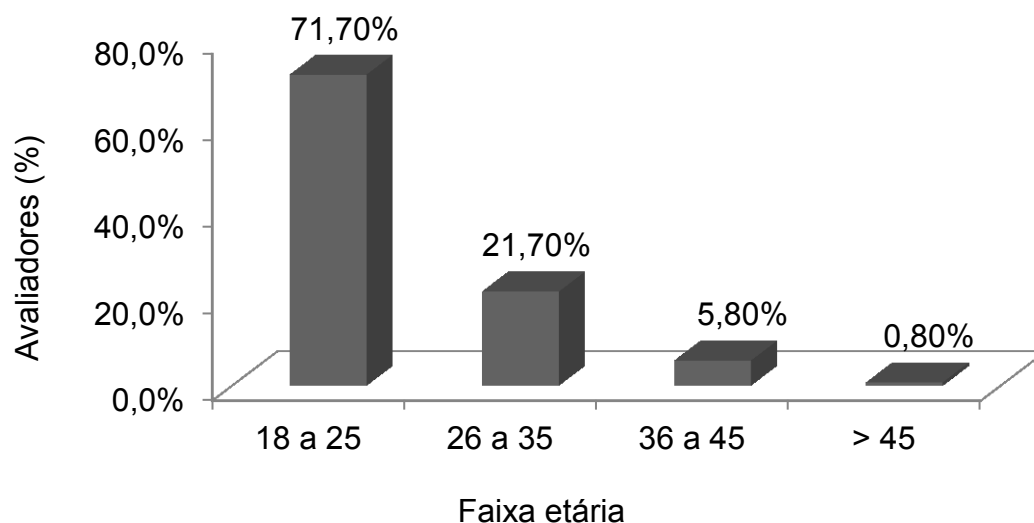
raramente consome trufa (41,6%) e uma minoria consome todos os dias (2,5%) (Figura 37).

Figura 34 - Distribuição de avaliadores por sexo.



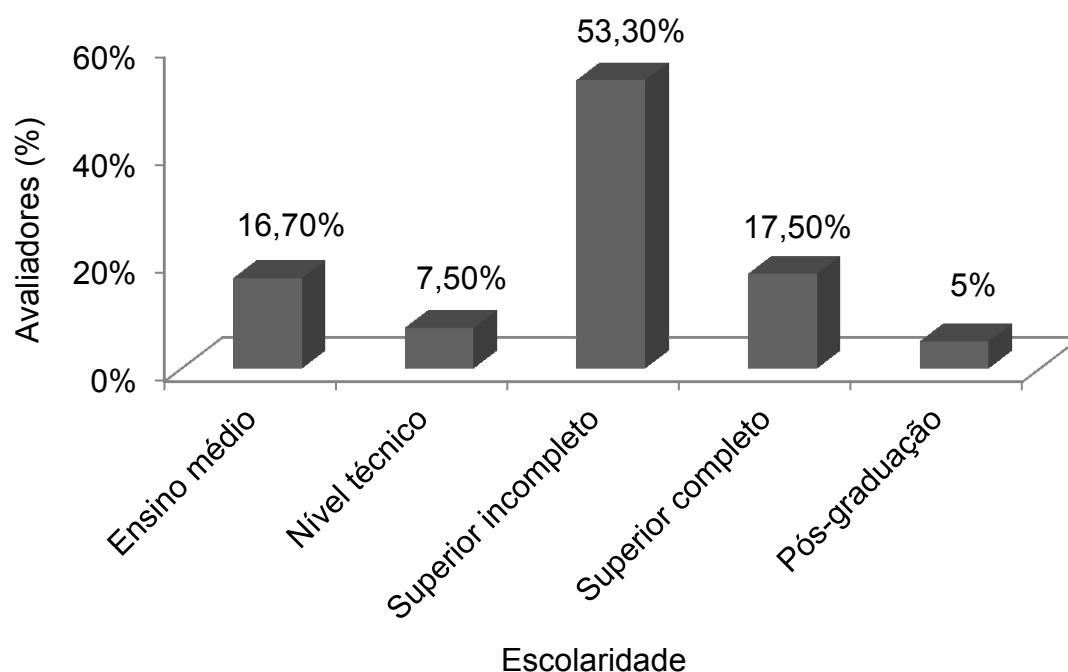
Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 35 - Distribuição de avaliadores por faixa etária.



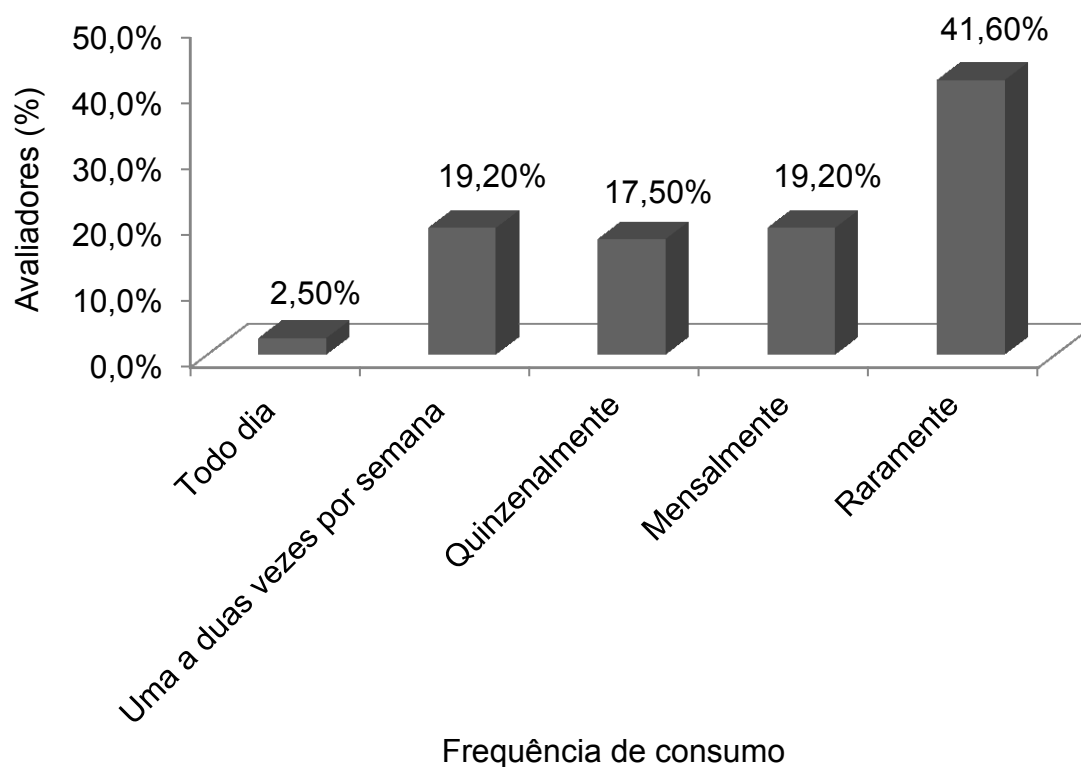
Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 36 - Distribuição de avaliadores por escolaridade.



Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 37 - Distribuição da frequência de consumo de trufa.



Fonte: Dados da pesquisa.

Observou-se que a distribuição dos avaliadores por sexo foi semelhante, já a faixa etária prevaleceu os avaliadores com idade entre 18 e 25 anos, correspondendo a 71,7% do total. Com relação a escolaridade, notou-se a predominância de avaliadores com curso superior incompleto (53,3%). Esses dados estão relacionados com o fato da análise sensorial ter sido aplicada no Instituto Federal, onde existem vários cursos de ensino superior e grande parte dos alunos são jovens.

O fato da frequência de consumo ter sido rara pode estar associado com dietas, tendo em vista que atualmente várias pessoas possuem intolerância a lactose, restrição com o açúcar, etc., ingredientes estes que normalmente estão presentes na formulação de produtos à base de chocolate (BATISTA et al., 2018; LEVY et al., 2012). É possível destacar também que o valor aquisitivo de uma trufa de chocolate não é baixo, sobretudo, quando se utiliza ingredientes com alta qualidade, e nesse sentido, se o público de avaliadores não tiver alto poder aquisitivo isso provavelmente reduzirá o consumo desse produto.

Ao serem questionados sobre os sabores de recheio de trufa mais consumidos, os avaliadores responderam chocolate (26,67%), brigadeiro (24,17%) e beijinho (15,0%). Com relação aos sabores mais diferentes, os avaliadores responderam o sabor de maracujá, limão e cupuaçu, correspondendo a 12,5; 11,67 e 10%, respectivamente. Dentre os menos citados estavam doce de leite, catuaba, cravo, pitanga, leite ninho, laranja, vinho, limão, café, batata doce, maracujá, pimenta, licor, biscoito oreo, maçã, romeu e julieta, ovo, abacaxi, ameixa, coco com oreo, marshmellow, mel, paçoca, caramelo e banana, pitaya, açaí, abacaxi, beijinho, licor de chocolate, chocolate branco, brigadeiro, morango, cereja, menta, chocolate ao leite e leite condensado.

A variação de recheios de trufa apresentados pelos avaliadores demonstra que o bombom trufado pode ser facilmente combinado com diversos sabores e, dessa forma, a inclusão dos produtos do Semiárido torna-se viável na constituição do bombom, valorizando a região e agregando valor nutricional ao produto.

3.2.1 Teste de aceitação

O chocolate trufado com recheio sabor licor de carnaúba (FC) diferiu significativamente ($p < 0,05$) das formulações de chocolate trufado com recheio sabor araticum (FA) e pequi (FP) em todos os parâmetros avaliados, exceto no aroma. Todos os atributos das três formulações de chocolate trufado foram avaliados na região de aceitação (6 a 8) destacando-se a impressão global e a aparência com escores entre 7 e 8 “gostei moderadamente” a “gostei muito”. (Tabela 15).

Tabela 15 - Média e desvio padrão dos atributos impressão global, aparência, aroma, derretimento, textura e sabor das formulações de chocolate trufado.

Parâmetros avaliados	Formulação		
	FA	FC	FP
Impressão global	7,08 b $\pm$ 1,76	8,00 a $\pm$ 1,02	7,11 b $\pm$ 1,69
Aparência	7,37 b $\pm$ 1,65	7,96 a $\pm$ 1,02	7,48 b $\pm$ 1,43
Aroma	6,67 ab $\pm$ 1,64	7,39 a $\pm$ 1,46	6,67 b $\pm$ 1,66
Derretimento	6,43 c $\pm$ 2,23	7,86 a $\pm$ 1,21	7,11 b $\pm$ 1,60
Textura	6,29 c $\pm$ 2,43	7,86 a $\pm$ 1,26	6,97 b $\pm$ 1,70
Sabor	6,17 b $\pm$ 2,20	7,73 a $\pm$ 1,50	5,98 b $\pm$ 2,35

Fonte: Dados da pesquisa. Médias seguidas das mesmas letras em cada linha não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey ($p \geq 0,05$). FA (chocolate trufado com recheio sabor araticum); FC (chocolate trufado com recheio sabor licor de carnaúba); FP (chocolate trufado com recheio sabor pequi).

Os atributos que receberam escores mais elevados foram impressão global e aparência na formulação FC. De acordo com Halim et al. (2018), a aparência do chocolate é um fator extremamente importante na aceitação do produto pelo consumidor. Já o escore mais baixo foi dado ao sabor do FP (pequi). Alguns avaliadores comentaram na ficha de avaliação que sabor de FP estava um pouco amargo, parecendo com queimado. Geöcze et al. (2013) relatam que quanto maior a quantidade de óleos essenciais presente no pequi, mais intensos são o sabor e o aroma do fruto, e possivelmente isso tenha afetado no sabor do recheio ocasionando o amargor.

Segundo Santos e Casari (2017), os fatores que o consumidor mais preza em relação ao consumo do chocolate são o sabor e a qualidade do produto. Dessa forma, podemos destacar que a formulação FC apresenta uma melhor característica

de consumo do que FA e FP, pois recebeu nota média de sabor mais alta ($7,73 \pm 1,50$).

3.2.2 Teste de preferência

Ao avaliar as diferenças críticas entre os totais de ordenação verificou-se que a formulação FC diferiu significativamente ($p < 0,05$) das formulações FA e FP, pois apresentou diferença crítica maior do que o valor tabelado que é 31 de acordo com a tabela de Christensen et al. (2006). Logo, o chocolate trufado com recheio sabor licor de carnaúba foi o mais preferido (Tabela 16).

Tabela 16 - Somatório dos totais de ordenação obtidos no teste de preferência das formulações de chocolate trufado.

Formulação	Soma das ordens	Diferença crítica	Valor tabelado*
FA	198 b	FA-FC =198-314=116	31
FC	314 a	FA-FP =198-210=12	
FP	210 b	FC-FP =314-210=104	

Fonte: Dados da pesquisa. Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey ($p \geq 0,05$). FA (chocolate trufado com recheio sabor araticum); FC (chocolate trufado com recheio sabor licor de carnaúba); FP (chocolate trufado com recheio sabor pequi). *Christensen et al. (2006) ao nível de 5% de significância.

A maior preferência dos avaliadores pela formulação FC está associada com os escores atribuídos no teste de aceitação, pois resultados semelhantes foram observados, uma vez que essa formulação também diferiu significativamente das demais, recebendo escores mais altos.

3.2.3 Intenção de compra

Para o teste de intenção a formulação FC diferiu ($p < 0,05$) de FA e FP e os avaliadores afirmaram que certamente comprariam a formulação FC e provavelmente comprariam as formulações FA e FP, pois a média de intenção de compra foi de 1,64; 2,99 e 2,95; respectivamente (Tabela 17).

Tabela 17 - Média e desvio padrão da intenção de compra das formulações de chocolate trufado.

Formulação	Intenção de compra
FA	2,99 a $\pm$ 1,39
FC	1,64 b $\pm$ 0,90
FP	2,95 a $\pm$ 1,25

Fonte: Dados da pesquisa. Médias seguidas das mesmas letras na coluna não diferem significativamente de acordo com o teste de Tukey ($p \geq 0,05$). FA (chocolate trufado com recheio sabor araticum); FC (chocolate trufado com recheio sabor licor de carnaúba); FP (chocolate trufado com recheio sabor pequi).

Este resultado de intenção de compra é bastante importante no sentido de comercialização e aplicação tecnológica desses frutos no mercado, assim como também para o chocolate, que por ser produzido com o cacau do Semiárido ganha maior atenção no comércio local, sendo passível de comercialização e agregando valor econômico e social para a região.

3.2.3 Índice de aceitabilidade

A aceitabilidade da formulação FC foi superior a 82% em todos os atributos avaliados, estando de acordo com o preconizado por Dutcosky (2013), que estabelece um índice mínimo de 70% para que um produto seja considerado aceito (Tabela 18).

Tabela 18 - Índice de aceitabilidade das formulações de chocolate trufado nos parâmetros impressão global, aparência, aroma, derretimento, textura e sabor.

Parâmetros avaliados	Índice de aceitabilidade (%)		
	FA	FC	FP
Impressão global	78,67	88,89	79,00
Aparência	81,89	88,44	83,11
Aroma	74,20	82,11	74,11
Derretimento	71,44	87,33	79,00
Textura	69,89	87,33	77,44
Sabor	68,55	85,89	66,44

Fonte: Dados da pesquisa. FA (chocolate trufado com recheio sabor araticum); FC (chocolate trufado com recheio sabor licor de carnaúba); FP (chocolate trufado com recheio sabor pequi).

O licor de carnaúba influenciou no sabor do chocolate trufado, apresentando o maior índice de aceitação em comparação com os demais sabores de recheio. Dessa forma, pelo fato do licor possuir açúcar e álcool, isso pode ter

contribuído para o maior índice de aceitação. Ainda existem poucos trabalhos com aplicação dessa baga na literatura, quer seja de forma *in natura* ou processada para o consumo.

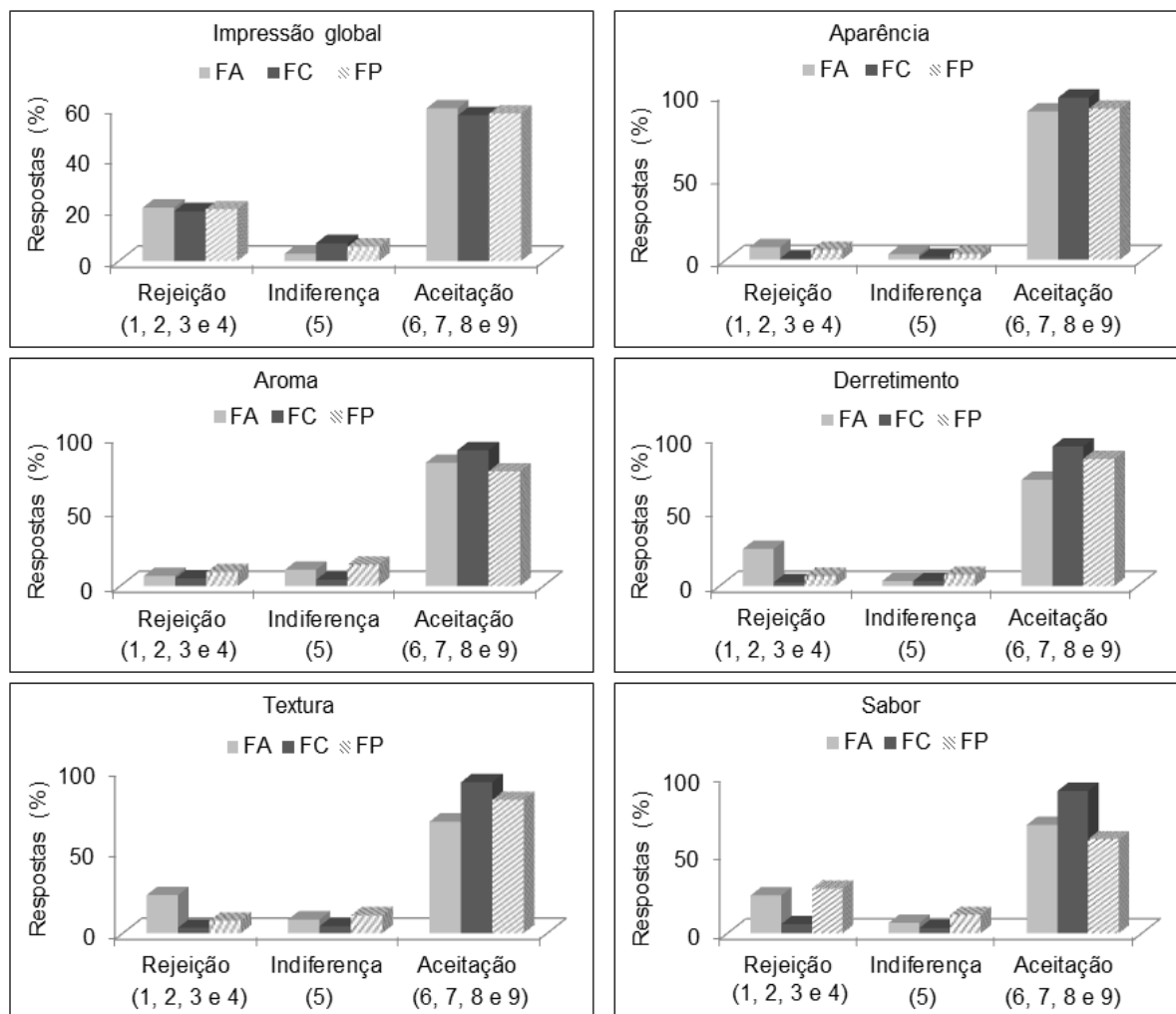
Verificou-se que a textura e o sabor da formulação FA não alcançaram o percentual mínimo para ser considerado aceito, mas foi bastante próximo ao estabelecido. Alguns avaliadores comentaram na ficha de avaliação que o recheio tinha característica pegajosa, o que é comum na polpa de araticum. Esse fato associado a pouca familiaridade com o recheio, provavelmente tenha afetado de forma negativa a formulação FA nesses dois parâmetros.

Medeiros et al. (2012), também utilizando fruta como recheio de trufa, avaliaram o índice de aceitação de trufas de caju obtidas artesanalmente e encontraram valores para os atributos sensoriais aroma, sabor e textura de 54; 58 e 72%, respectivamente. Esses resultados são inferiores aos encontrados na presente pesquisa, exceto na textura de FA.

A distribuição percentual da frequência das respostas pelos avaliadores demonstra que os maiores picos ficaram situados na zona de aceitação, que compreende os escores 6, 7, 8 e 9, em todos os atributos sensoriais avaliados nas três formulações de chocolate trufado (Figura 38).

A formulação FC apresentou o maior percentual de respostas para aparência (97,50%), aroma (90,83%), derretimento (94,17%), textura (92,50%) e sabor (90,83%), enquanto FA obteve 59,72% das respostas na zona de aceitação para impressão global, que foi a maior frequência nesse parâmetro.

Figura 38 - Distribuição percentual de frequência em faixas de respostas para os atributos de impressão global, aparência, aroma, derretimento, textura e sabor em FA, FC e FP.



Fonte: Dados da pesquisa. FA (chocolate trufado com recheio sabor araticum); FC (chocolate trufado com recheio sabor licor de carnaúba); FP (chocolate trufado com recheio sabor pequi).

4 CONCLUSÃO

A análise sensorial dos chocolates trufados mostrou que a formulação FC (sabor recheio de carnaúba) recebeu os maiores escores nos atributos sensoriais avaliados. Foi a mais preferida, teve maior intenção de compra e índice de aceitabilidade superior a 82%. Contudo as formulações FA e FP também tiveram boa aceitação sensorial, sendo, no entanto, menor do que FC. Dessa forma, o sabor de recheio de carnaúba pode se tornar uma opção nova para recheio de chocolate trufado no mercado e assim, valorizar a carnaúba, fruto símbolo do estado do Ceará.

Tendo em vista a importância que o chocolate do Semiárido tem para a economia da região e sua alta aceitabilidade sensorial, sugere-se que sejam

realizadas futuramente análises físico-químicas, centesimal, reológica e a formação de um painel de avaliadores para mensurar a qualidade deste chocolate.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 ed. Washington: APHA, 2001. 676 p.

BATISTA, R. A. B.; ASSUNÇÃO, D. C. B.; PENAFORTE, F. R. O.; JAPUR, C. C. Lactose em alimentos industrializados: avaliação da disponibilidade da informação de quantidade. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n.12, p. 4119-4128, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1, p. 45, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 264, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para chocolate e produtos de cacau. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, de 23 de setembro de 2005, Seção 1, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 466 do Conselho Nacional de Saúde, de 12 de dezembro de 2012. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 jun. 2013. Seção 1, p. 59, 2013.

CAMPOS, V. M. C. **Fabricação de trufas e bombons trufados artesanais**. Minas Gerais: CENTEC, 2007. 20 p.

CLERICI, M. T. P. S.; CARVALHO-SILVA, L. B. Nutritional bioactive compounds and technological aspects of minor fruits grown in Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1658-1670, 2011.

CHRISTENSEN, Z. T. et al. Multiple comparison procedures for analysis of ranked data. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 2, p. 132-43, 2006.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4 ed. rev. ampl., Curitiba: Champagnat, 2013. 531 p.

GEÓCZE, K. C.; BARBOSA, L. C. A.; FIDÊNCIO, P. H.; SILVÉRIO, F. O.; LIMA, C. F.; BARBOSA, M. C. A.; ISMAIL, F. M. D. Essential oils from pequi fruits from the Brazilian Cerrado ecosystem. *Food Research International*, v. 54, n. 1, p. 1-8, jun. 2013.

HALIM, H. S. A.; SELAMAT, J.; MIRHOSSEINI, S. H.; HUSSAIN, N. Improvements on sensory preferences and bloom stability of chocolate containing cocoa butter substitute from coconut oil, **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, p. 1-24, fev. 2018.

LEITE, B. R.; LANNES, S. C. S.; RODRIGUES, A. M.; SOARES, F. A. S. M. Estudo reológico de chocolates elaborados com diferentes cultivares de cacau (*Theobroma cacao* L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 3, p. 192-197, jul./set. 2013.

LEVY, R. B.; CLARO, R. M.; BANDONI, D. H.; MONDINI, L.; MONTEIRO, C. A. Disponibilidade de “açúcares de adição” no Brasil: distribuição, fontes alimentares e tendência temporal. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 15, n. 1, p. 3-12, 2012.

MEDEIROS, M. J . M.; SILVA, J. F.; FAUSTINO, M. V. S.; SANTOS, M. F. G.; ROCHA, L. C S.; CARNEIRO, L. C. Aceitação sensorial e qualidade microbiológica de trufas de caju obtidas artesanalmente. **HOLOS**, v. 2, s/n, p. 77-86, mar. 2012.

NEGRI, T. C.; BERNI, P. R. A.; BRAZACAM, S. G. C. Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil. **Biosaúde**, v. 18, n. 2, p. 82-96, 2016.

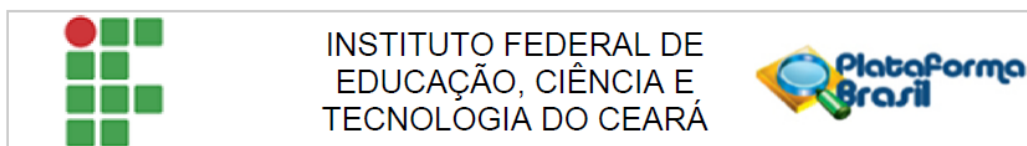
SANTOS, J. C.; CASARI, P. **Análise dos fatores associados ao consumo de chocolates gourmet em Goiânia**. 2017. 19 p. (Série de textos para discussão do curso de econômicas, 068).

SCHIASSI, M. C. E. V.; SOUZA, V. R.; LAGO, A. M. T.; CAMPOS, L. G.; QUEIROZ, F. Fruits from the brazilian Cerrado Region: Physico-chemical characterization, bioactive compounds, antioxidante activities, and sensory evaluation. **Food Chemistry**, v. 245, s/n, p. 305-311, 2017.

STATSOFT. Statistica for Windows-computer programe manual, versão 7.0. Tulsa: Statsoft Inc. 2004.

ANEXO

ANEXO A: PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO FERMENTATIVO E DESENVOLVIMENTO DE CHOCOLATE NO VALE DO JAGUARIBE

Pesquisador: Marlene Nunes Damaceno

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 02016918.5.0000.5589

Instituição Proponente: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Campus Limoeiro do

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.082.870

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um projeto de pesquisa submetido ao Edital Funcap Inovafit e tem como objetivo determinar as melhores condições para fermentação de clones de cacau e desenvolver chocolates a partir das amêndoas que serão comercializadas no Ceará. A apresentação deixa clara todas as informações sobre o projeto.

Objetivo da Pesquisa:

Os objetivos são claros e bem definidos, coerentes com a proposta e exequíveis.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos foram mensurados e bem avaliados. Os benefícios oriundos da execução do projeto justificam os riscos corridos.

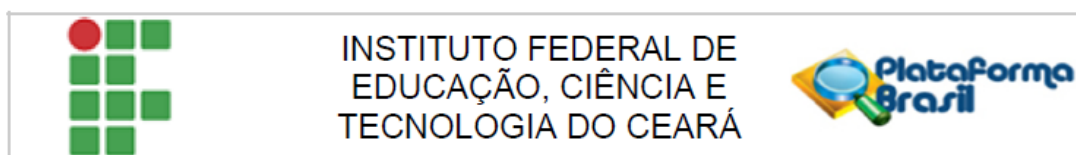
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A metodologia da pesquisa está adequada aos objetivos do projeto e o referencial teórico é atualizado e suficiente para aquilo que se propõe. O cronograma é coerente com os objetivos propostos e está adequado ao tempo de tramitação do projeto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto, Termo de autorização e existência de infraestrutura, TCLE, Declaração de regresso dos benefícios, Declaração de compromisso de apresentação dos resultados, cronograma e orçamento seguem os modelos do CEP do IFCE e possuem os nomes completos e assinaturas de

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703
 Bairro: Jardim América CEP: 60.410-426
 UF: CE Município: FORTALEZA
 Telefone: (85)3401-2332 E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 3.082.870

todas as pesquisadoras envolvidas. O cronograma apresenta data de início em outubro, no entanto, refere-se à revisão de literatura. As etapas que envolvem seres humanos iniciam somente em fevereiro. A ficha de avaliação sensorial consta anexa na plataforma, e também foi inserida no arquivo do projeto.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1207520.pdf	02/12/2018 19:49:11		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_2.pdf	02/12/2018 19:47:47	Marlene Nunes Damaceno	Aceito
Cronograma	cronogramaexecucao_2.pdf	02/12/2018 19:47:28	Marlene Nunes Damaceno	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Padronizacao_cacau_inovafit_2.pdf	02/12/2018 19:46:56	Marlene Nunes Damaceno	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto2.pdf	29/10/2018 17:23:02	Marlene Nunes Damaceno	Aceito
Outros	Ficha_sensorial.pdf	09/09/2018 22:37:50	Marlene Nunes Damaceno	Aceito
Outros	Declaracao_de_compromisso.pdf	04/09/2018 16:00:46	Marlene Nunes Damaceno	Aceito
Outros	Regresso_dos_beneficios.pdf	04/09/2018 16:00:08	Marlene Nunes Damaceno	Aceito
Orçamento	orcamento_projeto.pdf	04/09/2018 15:56:24	Marlene Nunes Damaceno	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracaoinfraestrutura.pdf	04/09/2018 15:55:49	Marlene Nunes Damaceno	Aceito

Situação do Parecer:

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703

Bairro: Jardim América

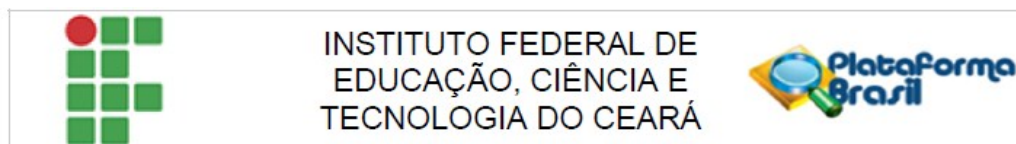
CEP: 60.410-426

UF: CE

Município: FORTALEZA

Telefone: (85)3401-2332

E-mail: cep@ifce.edu.br



Continuação do Parecer: 3.082.870

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 13 de Dezembro de 2018

Assinado por:
PAULO HENRIQUE NOBRE PARENTE
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Jorge Dumar, nº 1703
Bairro: Jardim América CEP: 60.410-426
UF: CE Município: FORTALEZA
Telefone: (85)3401-2332 E-mail: cep@ifce.edu.br

Página 03 de 03

ANEXO B - DECLARAÇÃO DA QUALIDADE HIGIÊNICO SANITÁRIA DO CHOCOLATE

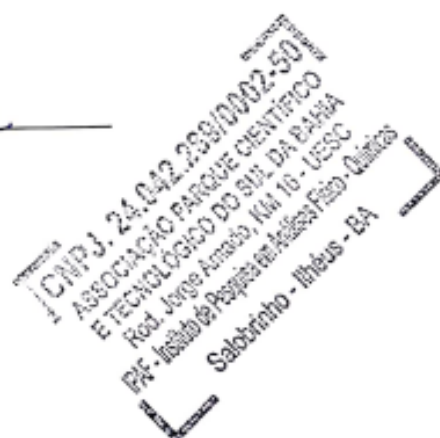


Declaro para os devidos fins que eu Adriana Crostina Reis Ferreira, Gerente de Qualidade e Relacionamento, portadora do CPF nº 004.550.905-05 e RG nº 09043128 60, atesto a garantia de qualidade higiênico-sanitária dos chocolates elaborados pelo Centro de Inovação do Cacau – CIC, CNPJ 24042289/0002-50, na data de 26/06/2019, para a Sra Mayara Salgado Silva, residente em Limoeiro do Norte – CE.

Ilhéus, 26 de junho de 2019.

Adriana Cristina Reis Ferreira

CENTRO DE INOVAÇÃO DO CACAU
Adrian C. Reis
Gerente de Qualidade e Relacionamento



APÊNDICE

APÊNDICE A - TABELA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FINAL DAS AMÊNDOAS DE CACAU

Responsável: _____					
Data: ____/____/____					
Lote nº: _____					
Aroma	Natural	Fumaça	Sobre-fermentada	Outros odores	
Umidade final: _____					
Característica	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Total	Média (%)
Marrom					
Parcialmente Marrom					
Violeta					
Branca					
Ardósia					
Mofado					
Infestado					
Germinado					
Chocho					
Quebradiça					
Compartimentação					
Boa					
Parcial					
Sem					

APÊNDICE B - TEMPERATURA (°C) DA MASSA DE CACAU NAS FORMULAÇÕES F1, F2 E F3 DURANTE A FERMENTAÇÃO (0 AO 6° DIA) E TEMPERATURA (°C) E UMIDADE RELATIVA DO AMBIENTE (%).

Tempo (dia)	Temperatura (°C)			T.A* (°C)	U.R** (%)
	F1	F2	F3		
0	28,40 a ± 0,38	28,00 a ± 0,37	27,87 a ± 0,41	30,18 ± 0,68	73,61 ± 5,35
1	28,23 a ± 0,36	29,15 a ± 0,61	29,24 a ± 0,93	29,16 ± 0,81	79,81 ± 4,72
2	31,09 a ± 0,72	31,09 a ± 0,37	30,42 a ± 0,31	29,35 ± 0,08	76,67 ± 3,36
3	32,65 a ± 1,49	34,44 a ± 1,15	34,99 a ± 1,71	29,58 ± 0,31	72,25 ± 0,25
4	38,39 a ± 3,50	37,53 a ± 1,99	40,10 a ± 1,90	29,71 ± 0,08	68,50 ± 4,42
5	41,27 a ± 1,91	40,19 a ± 2,12	41,59 a ± 3,31	29,81 ± 0,41	65,83 ± 9,96
6	41,67 a ± 2,80	40,91 a ± 2,07	41,63 a ± 2,54	29,86 ± 0,61	68,58 ± 13,67

Fonte: dados da pesquisa. Letras iguais na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$). F1 (50% CCN 51 e 50% CEPEC 2005); F2 (50% CCN 51 e 50% PS 1319); F3 (50% CEPEC 2005 e 50% PS 1319). * Temperatura do ambiente; ** Umidade relativa.

APÊNDICE C - UMIDADE (%), ACIDEZ TITULÁVEL (mEqNaOH/100 g), pH E SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX) DE FORMULAÇÕES DA AMÊNDOAS DE CACAU DURANTE A FERMENTAÇÃO (0 AO 6° DIA) E SECAGEM (7 AO 13° DIA).

Tempo (dia)	Formulação	Umidade (%)	Acidez titulável (mEqNaOH/100 g)	pH	Sólidos solúveis (°Brix)
0	F1	60,88 b ± 1,78	3,87 a ± 0,29	5,08 a ± 0,04	9,90 a ± 1,35
	F2	66,30 a ± 3,25	2,32 b ± 0,36	4,37 b ± 0,06	7,33 b ± 1,26
	F3	70,97 a ± 1,40	1,97 b ± 0,12	4,47 b ± 0,06	9,16 ab ± 1,04
1	F1	56,86 c ± 2,43	3,93 b ± 0,69	4,58 a ± 0,25	9,48 a ± 1,20
	F2	65,45 b ± 0,07	4,14 b ± 0,24	4,17 b ± 0,06	9,67 a ± 0,58
	F3	74,00 a ± 1,95	6,40 a ± 0,19	4,07 b ± 0,06	9,50 a ± 1,32
2	F1	56,08 b ± 2,94	5,50 a ± 0,92	4,17 a ± 0,05	8,47 a ± 2,02
	F2	64,35 a ± 1,91	6,47 a ± 0,85	4,00 b ± 0,10	10,33 a ± 0,29
	F3	62,78 a ± 1,45	5,27 a ± 1,80	4,20 a ± 0,00	8,17 a ± 1,44
3	F1	58,28 b ± 1,85	5,30 c ± 0,55	4,32 a ± 0,10	6,32 b ± 0,35
	F2	62,10 ab ± 0,00	13,43 a ± 0,32	3,67 c ± 0,06	6,33 b ± 1,04
	F3	64,10 a ± 1,90	10,40 b ± 0,75	4,03 b ± 0,06	8,17 a ± 0,29
4	F1	56,88 a ± 3,36	25,48 a ± 1,06	4,52 a ± 0,35	10,47 b ± 0,32
	F2	62,20 a ± 2,97	17,86 b ± 0,60	4,33 a ± 0,06	13,00 a ± 1,00
	F3	60,10 a ± 1,75	14,67 c ± 0,95	4,60 a ± 0,00	12,00 a ± 0,50
5	F1	52,32 a ± 6,03	27,45 a ± 2,37	4,63 a ± 0,26	10,28 b ± 0,99
	F2	57,35 a ± 0,21	18,35 b ± 2,19	4,07 b ± 0,06	11,67 ab ± 1,15
	F3	60,03 a ± 1,20	15,47 b ± 1,59	4,00 b ± 0,00	12,83 a ± 0,29

Fonte: dados da pesquisa. Letras iguais na coluna em um mesmo tempo não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p ≥ 0,05). F1 (50% de CCN 51 e 50% de CEPEC 2005); F2 (50% de CCN 51 e 50% de PS 1319); F3 (50% de CEPEC 2005 e 50% de PS 1319).

CONTINUAÇÃO: APÊNDICE C - UMIDADE (%), ACIDEZ TITULÁVEL (mEqNaOH/100 g), pH E SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX) DE FORMULAÇÕES DA AMÊNDOAS DE CACAU DURANTE A FERMENTAÇÃO (0 AO 6° DIA) E SECAGEM (7 AO 13° DIA).

Tempo (dia)	Formulação	Umidade (%)	Acidez titulável (mEqNaOH/100 g)	pH	Sólidos solúveis (°Brix)
6	F1	54,26 b ± 2,90	11,09 ab ± 3,31	4,93 a ± 0,22	11,88 a ± 1,26
	F2	60,30 a ± 0,99	7,16 b ± 0,38	4,80 a ± 0,00	9,83 b ± 0,58
	F3	64,73 a ± 0,97	15,68 a ± 0,95	4,40 b ± 0,00	10,83 ab ± 0,58
7	F1	38,00 b ± 4,73	8,00 a ± 2,79	5,57 a ± 0,16	13,63 a ± 2,16
	F2	49,10 a ± 0,85	6,61 a ± 1,33	5,30 b ± 0,00	7,17 b ± 0,29
	F3	47,83 a ± 3,24	5,83 a ± 1,08	5,00 c ± 0,00	9,83 b ± 0,29
8	F1	19,06 b ± 1,66	5,29 a ± 2,12	5,73 b ± 0,15	13,30 ab ± 1,08
	F2	46,20 a ± 3,67	6,75 a ± 0,21	6,00 a ± 0,00	14,83 a ± 0,29
	F3	45,70 a ± 3,31	6,89 a ± 0,61	5,80 ab ± 0,00	12,17 b ± 0,29
9	F1	10,40 b ± 1,80	9,43 a ± 4,48	5,68 a ± 0,04	13,47 a ± 0,53
	F2	36,95 a ± 0,21	3,86 a ± 0,12	4,90 b ± 0,00	13,00 a ± 0,50
	F3	36,90 a ± 1,68	3,37 a ± 0,21	4,73 c ± 0,06	12,50 a ± 0,87

Fonte: dados da pesquisa. Letras iguais na coluna em um mesmo tempo não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p ≥ 0,05). F1 (50% de CCN 51 e 50% de CEPEC 2005); F2 (50% de CCN 51 e 50% de PS 1319); F3 (50% de CEPEC 2005 e 50% de PS 1319).

CONTINUAÇÃO: APÊNDICE C - UMIDADE (%), ACIDEZ TITULÁVEL (mEqNaOH/100 g), pH E SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX) DE FORMULAÇÕES DA AMÊNDOAS DE CACAU DURANTE A FERMENTAÇÃO (0 AO 6º DIA) E SECAGEM (7 AO 13º DIA).

Tempo (dia)	Formulação	Umidade (%)	Acidez titulável (mEqNaOH/100 g)	pH	Sólidos solúveis (°Brix)
10	F1	9,22 c ± 0,40	7,72 b ± 0,97	5,67 a ± 0,26	17,25 a ± 1,60
	F2	20,85 b ± 0,35	7,60 b ± 0,56	5,06 b ± 0,06	16,00 a ± 0,00
	F3	22,93 a ± 1,18	9,42 a ± 0,12	5,30 ab ± 0,00	17,17 a ± 0,29
11	F1	7,96 c ± 0,44	6,78 a ± 2,45	5,75 b ± 0,05	16,33 b ± 0,85
	F2	13,10 a ± 0,42	7,24 a ± 0,44	5,97 a ± 0,06	18,33 a ± 0,58
	F3	11,93 b ± 0,40	10,12 a ± 0,36	5,37 c ± 0,06	19,33 a ± 0,29
12	F1	-	-	-	-
	F2	10,65 a ± 0,07	10,05 a ± 0,12	5,53 b ± 0,06	23,00 a ± 0,50
	F3	9,00 b ± 0,34	7,44 b ± 0,95	5,37 c ± 0,06	20,67 b ± 0,58
13	F1	-	-	-	-
	F2	8,95 a ± 0,78	7,03 b ± 0,07	5,73 a ± 0,06	22,17 a ± 1,15
	F3	7,87 b ± 0,45	11,17 a ± 0,42	5,20 b ± 0,17	23,50 a ± 0,50

Fonte: dados da pesquisa. Letras iguais na coluna em um mesmo tempo não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p ≥ 0,05). F1 (50% de CCN 51 e 50% de CEPEC 2005); F2 (50% de CCN 51 e 50% de PS 1319); F3 (50% de CEPEC 2005 e 50% de PS 1319).

APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PADRONIZAÇÃO DO PROCESSO FERMENTATIVO E DESENVOLVIMENTO DE CHOCOLATE NO VALE DO JAGUARIBE

Bianca Mara Reges, Mayara Salgado Silva e Marlene Nunes Damaceno

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

Justificativa e objetivos:

A elaboração de novos produtos é uma prática comum realizada pela indústria de alimentos, contudo o grande impasse é obter boa aceitação por parte dos consumidores. Dessa forma, a análise sensorial é imprescindível para destinar ou não o produto à comercialização sem prejuízos ao fabricante. Nesse viés, a incorporação de ingredientes pouco comuns adicionados em alimentos de grande consumo é uma maneira de agradar o paladar do consumidor. O chocolate é um exemplo clássico, e na forma trufada pode receber inúmeros recheios, dando ao fabricante espaço para a geração de alimentos mais nutritivos.

A pesquisa tem por objetivo desenvolver um chocolate trufado com recheios alternativos e ricos em compostos benéficos à saúde e avaliá-los por meio de teste de aceitação, preferência e intenção de compra.

Procedimentos:

Participando do estudo você avaliará amostras de chocolate trufado elaborado na Planta de Frutas e Hortaliças do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) Campus Limoeiro do Norte e preencherá um questionário referente à avaliação sensorial. A análise se dará com produtos microbiologicamente estáveis e terá duração de aproximadamente dez minutos.

A avaliação sensorial será realizada no laboratório de análise sensorial do IFCE, no período de 11 a 15 de fevereiro de 2019. As amostras de chocolate trufado serão armazenadas sob refrigeração (4-5 °C), por no máximo 15 dias, até o momento da análise sensorial.

Desconfortos e riscos:

Você não poderá participar desta análise sensorial caso apresente aversão, intolerância ou alergia a qualquer ingrediente presente na formulação do chocolate e dos recheios. Também não poderá participar se não se sentir confortável em assinar ou não concordar com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os riscos provenientes dessa pesquisa são baixos, desde que você não apresente aversão, intolerância ou alergia a qualquer ingrediente presente na formulação do chocolate e dos recheios. Podem existir riscos de fadiga, contudo a sala de testes é climatizada condicionando o ambiente e minimizando os riscos de cansaço. Estará presente durante a realização do teste um responsável para acompanhamento caso queira se retirar da sala ou esteja com algum desconforto físico ou mental, sendo, portanto, encaminhado para a enfermaria do *Campus*.

Benefícios:

A pesquisa terá como benefício a obtenção da resposta dos avaliadores sobre a análise sensorial dos chocolates trufados com recheios diferentes, visando a inclusão de um produto novo no mercado.

Acompanhamento e assistência:

Você será acompanhado pelo responsável da pesquisa durante o desenvolvimento da análise, estando este à disposição para ajuda-lo em caso de constrangimento ou algum eventual problema que possa acontecer. Se houver necessidade de intervenção, você sairá da análise, juntamente com o responsável pela pesquisa, e será assistido por um profissional de saúde (Enfermeira) do IFCE *Campus* Limoeiro do Norte para que se tomem as devidas providências. E caso seja necessário será encaminhado para o hospital regional.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado.

Ressarcimento e indenização:

A pesquisa será realizada durante o horário de trabalho ou estudo dos participantes, sendo assim não haverá de ressarcimento de despesas com diária, alimentação, transporte, etc. Você terá a garantia ao direito à indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com os pesquisadores Bianca Mara Reges, Mayara Salgado Silva e Marlene Nunes Damaceno, Instituto Federal do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte - CE, mestrado acadêmico em Tecnologia de Alimentos, (88) 3447-6421 e (88) 3447-6400.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFCE das 08:00 às 12:00 h e das 13:00 às 17:00 h no IFCE Reitoria: R. Jorge Dumar, 1703 - Jardim América, Fortaleza - CE, 60410-426; fone (85) 34012332 e-mail: cep@ifce.edu.br.

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar e declaro estar recebendo uma via original deste

documento assinada pelo pesquisador e por mim, tendo todas as folhas por nós rubricadas:

Nome do(a) participante:

Contato telefônico (opcional):

E-mail (opcional):

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

Data: ____/____/____.

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Nome do(a) pesquisador(a):

[Assinatura do(a) pesquisador(a)]

Data: ____/____/____.

APÊNDICE E - FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL DOS CHOCOLATES TRUFADOS

Nome: _____		Data: ____/____/____		Idade: _____									
Escolaridade: _____		Tribo: _____											
Frequência que consome trufa: () todo dia () uma a duas vezes por semana () quinzenalmente () mensalmente () raramente () mensalmente Qual o sabor de trufa mais diferente que você já consumiu? _____ Qual o sabor que você consome com maior frequência? _____													
Você está recebendo três amostras codificadas de trufas de chocolate com recheios diferentes. Avalie cada amostra da esquerda para a direita e utilize a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou. Utilize o QUADRO DE AVALIAÇÃO para deixar sua opinião.													
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> (9) Gostei muitíssimo (8) Gostei muito (7) Gostei moderadamente (6) Gostei ligeiramente </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> (5) Nem gostei/nem desgostei (4) Desgostei ligeiramente (3) Desgostei moderadamente (2) Desgostei muito (1) Desgostei muitíssimo </td> </tr> </table>						(9) Gostei muitíssimo (8) Gostei muito (7) Gostei moderadamente (6) Gostei ligeiramente	(5) Nem gostei/nem desgostei (4) Desgostei ligeiramente (3) Desgostei moderadamente (2) Desgostei muito (1) Desgostei muitíssimo						
(9) Gostei muitíssimo (8) Gostei muito (7) Gostei moderadamente (6) Gostei ligeiramente	(5) Nem gostei/nem desgostei (4) Desgostei ligeiramente (3) Desgostei moderadamente (2) Desgostei muito (1) Desgostei muitíssimo												
Quadro de avaliação													
Código	Impressão global	Aparência	Aroma	Derretimento	Textura	Sabor							
Intenção de compra													
Se você encontrasse esse produto disponível no mercado, você:													
(1) Certamente compraria (2) Provavelmente compraria (3) Talvez comprasse/Talvez não comprasse (4) Provavelmente não compraria (5) Certamente não compraria													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Código</td> <td style="text-align: center;">Intenção de compra</td> </tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </table>						Código	Intenção de compra						
Código	Intenção de compra												
Ordene da menos preferida para a mais preferida													
- _____ _____ _____ +													
Comentários: _____													
