



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
MESTRADO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**

JANAÍNA DE CARVALHO ALVES

**CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL DO CACAU DO SUL DA BAHIA: UM FOCO NA
PRODUÇÃO DE CACAU FINO**

Salvador
2020

JANAÍNA DE CARVALHO ALVES

**CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL DO CACAU DO SUL DA BAHIA: UM FOCO NA
PRODUÇÃO DE CACAU FINO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia como requisito do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof^o Dr Sérgio Eduardo Soares

Coo-Orientadora: Prof^o Dra Lígia Regina

Radomille de Santana

Salvador
2020

Alves, Janaína de Carvalho.

Caracterização sensorial do cacau do sul da Bahia: um foco na produção de cacau fino /
Janaína de Carvalho Alves. - 2020.

81 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Eduardo Soares.

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Lígia Regina Radomille de Santana.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Salvador,
2020.

1. Cacau - Bahia 2. Cacau - Avaliação sensorial - Bahia 3. Cacau - Análise - Bahia I. Soares,
Sérgio Eduardo. II. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Farmácia III. Título

CDD - 338.17374

CDU - 633.74(813.8)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

TERMO DE APROVAÇÃO

JANAÍNA DE CARVALHO ALVES

CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL DO CACAU DO SUL DA BAHIA: UM FOCO NA PRODUÇÃO DO CACAU FINO

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos (nível Mestrado Acadêmico) da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciência de Alimentos.

Aprovada em 24 de janeiro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Sérgio Eduardo Soares
Universidade Federal da Bahia
Orientador

Dr.ª. Adriana Cristina Reis Ferreira
Universidade Estadual de Santa Cruz

Dr. Leonardo Fonseca Maciel
Universidade Federal da Bahia

*“O que você faz pra viver é o que faz com
que você se sinta vivo?”
Reverb Poesia*

*Santíssima Trindade, Santa Maria, Mãe e Pai.
Dedico*

AGRADECIMENTOS

Eleanor H. Porter escreveu que “Se Deus se deu ao trabalho de nos dizer oitocentas vezes para estarmos feliz e nos alegrarmos, Ele deve querer mesmo que façamos isso.” Pois bem, Ele quer, e corrobora todos os dias para que isso ocorra, pois tudo só é possível graças a Ele. Maria, minha amada mãe, grata a ti por toda interseção junto a teu filho Jesus;

Mainha e Painho, suas orações, abnegações, ligações, conselhos e diversas outras demonstrações de amor e cuidado, incentivam-me acordar toda manhã e lutar para ser uma pessoa melhor. Obrigada pelo suporte sentimental, psicológico e material. Eu os amo incondicionalmente;

Judite e Emanoela, obrigada por prontamente receberem-me e fazerem com que eu me sentisse em minha casa; E todos os familiares, que mesmo longe, transmitem tanto carinho;

Jeferson Oliveira, nossa história iniciou justamente no início dessa minha desafiadora empreitada. Coincidência ou providencia? Obrigada por toda compreensão, companheirismo, amor e torcida. Aqui, agradeço-te sobretudo, por além de namorado, ser o meu melhor amigo;

Janielly Lima, Iraíldo Soares, Neyeli Cristine e demais amigos, vocês sempre terão parte em minhas conquistas, pois, parafraseando Antoine de Saint-Exupéry “vocês eram pessoas iguais a cem mil outras. Mas, eu fiz de vocês amigos, e agora são únicos no mundo”;

Karina Lizeth, por todos os momentos que vivemos, por me tolerar, se tornar uma grande amiga, e ser minha família nessa cidade: ¡Muchas gracias! Agradeço também aos demais amigos e colegas conquistados durante essa trajetória: Camila, Fernanda, Aurora, Madian, Josy, Margarida, Saulo e Renata. E também toda a minha turma 2018.1.

Professor Dr. Sérgio Eduardo Soares, obrigada pela oportunidade, orientação, ensinamentos e por contagiar-me com paz e tranquilidade nos momentos de aflição;

Minha querida Co-orientadora Professora Dra. Lígia Regina Radomille de Santana, exemplo de profissional e ser humano, gratidão pelo seu incansável apoio, resiliência, auxílio e disponibilidade em todos os momentos, pelos preciosos conhecimentos compartilhados, confiança e incentivo. Vou levar-te com carinho no coração;

Professoras Dra. Janice Druzian e Dra. Eliete Bispo, obrigada pela beneficência, empatia e exemplo de competência;

Sandro Nascimento, João Lino e Patrícia Anjos, Joelaine e Lusiene sou grata pela colaboração, carinho, empenho e responsabilidade no desenvolvimento da pesquisa;

Todos os provadores, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho;

Universidade Federal da Bahia (UFBA) e seus colaboradores por toda assistência. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo apoio financeiro; e Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos. Em tempos sombrios, continuemos acreditando que a Educação e Pesquisa podem e devem ser melhor todos os dias no nosso país. Resistir é preciso!

Ao Centro de Inovação do Cacau (CIC), na pessoa de Adriana Reis, pela atenção, parceria e concessão das amostras analisadas;

Enfim, muito obrigada a todos que de alguma forma ajudaram-me a concluir essa fase tão importante da minha vida.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURA	11
LISTA DE TABELAS.....	12
RESUMO	13
ABSTRACT	15
1 INTRODUÇÃO.....	17
2 OBJETIVOS	19
OBJETIVO GERAL	19
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
CAPÍTULO I.....	20
REVISÃO DE LITERATURA.....	20
1 CACAU.....	21
1.1 CACAUEIRO	21
1.2 VARIEDADES DE CACAU.....	23
1.3 PROCESSAMENTOS DE PÓS-COLHEITA.....	25
1.3.1 Colheita e Quebra.....	26
1.3.2 Fermentação.....	27
1.3.3 Secagem e armazenamento.....	29
1.4 TORREFAÇÃO.....	31
1.5 SABOR E AROMA DO CACAU	33
1.6 CACAU FINO	37
1.7 BRASIL E O CULTIVO DE CACAU	39
2 AVALIAÇÃO SENSORIAL EM ALIMENTOS.....	43
2.1 TESTE <i>CHECK-ALL-THAT-APPLY</i>	45
2.2 TESTE DE ACEITAÇÃO.....	47
REFERÊNCIAS	49
CAPITULO II.....	58
ARTIGO CIENTÍFICO: QUALIDADE SENSORIAL DE NIBS DE CACAU PROVENIENTES DOS ESTADOS DA BAHIA E ESPÍRITO SANTO.....	58
RESUMO	59
ABSTRACT	61

1 INTRODUÇÃO.....	62
2 MATERIAIS E METODOS	63
2.1 AMOSTRAS.....	63
2.2 PREPARO DAS AMOSTRAS.....	66
2.3 AVALIAÇÃO SENSORIAL.....	66
2.3.1 Apresentação das Amostras	66
2.3.2 Aspectos éticos do estudo.....	66
2.3.3 Seleção e Treinamento dos participantes.....	66
2.3.5 Teste de aceitação	68
2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	68
3 RESULTADOS	69
3.1 CHECK ALL THAT APPLY (CATA).....	69
4 CONCLUSÃO	77
REFERÊNCIAS.....	79

LISTA DE FIGURA

CAPITULO I

Figura 1 - Sistema de produção de cacau tipo Cabruca às margens da BR - 101, próximo à cidade de Camacan, Sul da Bahia.....	22
Figura 2 - Ilustração de árvore de cacau (a), folhas (b), flores (c), Polpa e sementes (d) e suas amêndoas secas	23
Figura 3 - Frutos de cacau. Variedades <i>Forastero</i> (a), <i>Criollo</i> (b) e <i>Trinitário</i> (c).....	25
Figura 4 - Fluxograma do beneficiamento das amêndoas.....	26
Figura 5 - Torrefação de amêndoas de cacau	32
Figura 6 - Resumo histórico dos principais acontecimentos referentes ao cacau no Brasil	39
Figura 7 - Produção de amêndoas de cacau no Brasil entre os anos de 1958 a 2017	40
Figura 8 - Áreas de cultivo e produção de cacau no Brasil.....	41
Figura 9 -Etapas de um cronograma geral de Análise Sensorial.....	44
Figura 10 - Exemplo de apresentação de Amostras.....	46
Figura 11 - Modelo de ficha aplicado em teste CATA.....	46

CAPITULO II

Figura 1 - Indicação Geográfica de origem das amostras de cacau.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 2 - Representação da frequência de menções em porcentagem dos termos do questionário CATA.....	70
Figura 3 - Análise de Correspondência para aromas obtida a partir dos resultados do questionário CATA. (a) Aromas (b) Amostras de nibs de cacau	71
Figura 4 - Análise de Correspondência referente à sabor e gosto obtida a partir dos resultados do questionário CATA. (a) Gosto e sabor (b) Amostras de nibs de cacau	72
Figura 5 - Representação das características sensoriais correlacionadas à melhores notas referente ao teste de aceitação para qualidade global das amostras de nibs de cacau	73
Figura 6 - Dendograma de grupos de consumidores	75
Figura 7 . Análise multifatorial entre as variáveis: termos descritores que apresentaram frequência acima de 20% no questionário CATA, aceitação global, pH, índice de fermentação e sub-fermentação das amostras	76

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I

Tabela 1 - Principais compostos voláteis no cacau..... 34

Tabela 2 -Principais semelhanças e diferenças entre as práticas agrícolas e de pós-colheita, adotadas no cacau fino em relação ao comum 38

CAPITULO II

Tabela 1- Informações gerais à respeito das amostras utilizadas nesse estudo 64

Tabela 2- Termos descritores e materiais de referência utilizados pelos participantes durante o treinamento e sessões de análise descritiva quantitativa 67

Tabela 3 - Lista de atributos utilizados no questionário CATA 68

Tabela 4- Teste de Q de Cochran para cada atributo do questionário CATA 69

Tabela 5 - Médias de notas em ordem decrescente, referentes aceitação global obtidas para cada grupo de consumidores 75

RESUMO

No mercado mundial existem duas categorias de cacau: grãos de cacau finos e comuns, também chamado de *Bulk*. Amêndoas de cacau fino possuem aroma e sabor delicado, trazendo notas sensoriais raras, como por exemplo: frutado, florais, ervas, amadeirado, nozes e caramelizadas, além de bases de chocolate ricas e equilibradas. Com isso, considerando o grande consumo e imensa apreciação dos produtos de cacau e seus derivados junto aos consumidores, este estudo visa avaliar a qualidade sensorial de 37 amostras de cacau provenientes de 16 municípios do Estado da Bahia e Espírito Santo por meio dos testes *check-all-that-apply* (CATA) e aceitação, assim como, selecionar amostras com potencial para cacau fino. As 37 amostras foram submetidas ao questionário CATA contendo 19 termos descritores e, também, ao teste afetivo através de escala hedônica de 9 pontos, com a participação de 106 consumidores. As amostras (a 40°C) foram oferecidas em recipientes descartáveis com tampa, o estudo foi realizado por meio de um delineamento de bloco incompleto e de forma randomizada. Os resultados do CATA foram avaliados por teste não paramétrico Cochran's Q ao nível de 5% de significância e análise de correspondência (CA). Os dados do teste de aceitação foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e teste de médias de Tukey também ao nível de 5% de significância. Uma análise de múltiplos fatores foi usada para investigar a relação entre os termos que apresentaram frequência de menções acima de 20% no questionário CATA, aceitação global, município de origem, época de colheita, pH e índice de fermentação e subfermentação das amostras. Além disso, realizou-se uma Análise hierárquica de Grupo (HCA), utilizando distâncias euclidianas (dissimilaridade), método de Ward (aglomeração) e truncamento automático. Para tais procedimentos, contou-se com auxílio do programa estatístico XLSTAT® 2019. O teste Q de Cochran revelou que os consumidores identificaram diferença significativa ($p < 0,005$) entre as amostras em 16 termos descritores listados no questionário CATA. Os descritores aroma floral, aroma torrado e sabor amanteigado, não apresentaram diferença significativa, enquanto que os termos gosto amargo, aroma de chocolate/cacau e sabor torrado, apresentaram os maiores percentuais de menções. Os termos aromas frutado e ácido apresentaram correlação negativa com os termos aromas amadeirado, nuts/oleaginosas, amanteigado, cacau e adocicado. Através da Análise de Componentes Principais observou-se que os termos descritores gosto doce, sabor cacau, sabor nuts/oleaginosas, sabor frutado, aroma chocolate, aroma adocicado apresentaram correlação negativa com os atributos aroma ácido, sabor torrado, aroma amadeirado, gosto amargo, gosto ácido e adstringente. Assim, pode-se inferir

que os jogadores foram capazes de distinguir uma variação entre as amostras estudadas. Os atributos gosto doce e sabor de cacau/chocolate representaram os descritores com maior efeito positivo nas médias de preferência, enquanto que as propriedades adstringência, gosto ácido e amargo implicaram em menores notas de aceitação por parte desse grupo de consumidores em estudo. Os resultados do teste de aceitação global revelaram que houve diferença significativa entre as amostras. As médias variaram entre 6,05 (correspondente ao termo hedônico “gostei ligeiramente”) e 4,46 (“desgostei ligeiramente”). Na análise fatorial múltipla houve correlação negativa entre as variáveis gosto ácido e adstringência com a variável pH. Concluiu-se que o teste CATA, assim como, os descritores utilizados mostraram-se adequados para descrever a qualidade sensorial dos *nibs* de cacau avaliados. Os participantes conseguiram diferenciar as amostras de acordo com suas características sensoriais, possibilitando assim, sugerir que as amostras de cacau Jaguaquara/28, Itacaré/26, Porto Seguro/32, Ilhéus/11, Ilhéus/4, Uruçuca/34, Belmonte/16, Ibicaraí/20, Apuarema/11, Arataca/14, Ilhéus/09, Uruçuca/35, Camacan/17, Maraú/29 por terem sido associadas a notas características de cacau fino (gosto doce, sabor cacau/chocolate, sabor nuts/oleaginosas, sabor frutado, aroma chocolate, aroma adocicado), apresentam maior potencial para essa classificação. Com isso, abre-se uma perspectiva para a implementação da denominação de origem para essa região. No entanto, para isso, faz-se necessário realização de mais estudos aprofundados e conforme os protocolos adequados para esse fim específico.

Palavras-chave: CATA; Aroma de chocolate; Sabor amargo; Cacau fino; Análise de correspondência

ABSTRACT

SENSORY CHARACTERIZATION OF SOUTH BAHIA COCOA: A FOCUS ON FINE COCOA PRODUCTION

In the world market there are two categories of cocoa: fine and common cocoa beans, also called Bulk. Fine cocoa almonds have a delicate aroma and taste, bringing rare sensory notes such as fruity, floral, herbs, woody, walnuts and caramelized, as well as rich and balanced chocolate bases. Thus, considering the high consumption and immense appreciation of cocoa products and their consumers, this study evaluated the sensory quality of 37 cocoa varieties from 16 municipalities of the state of Bahia and Espirito Santo through check-all-tests (CATA) and acceptance, as well as select samples with potential for fine cocoa. The 37 samples were submitted to the CATA questionnaire containing 19 descriptive terms and to the affective test through a 9-point hedonic scale, with the participation of 106 consumers. Samples (at 40°C) were offered in disposable containers with a lid, using an incomplete block design and at random. CATA results were evaluated by non-parametric Cochran's Q test at 5% significance level and correspondence analysis (CA). Acceptance test data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and Tukey's means test also at 5% significance level. A multiple factor analysis was used to investigate the relationship between terms that presented frequency of mentions above 20% in the CATA questionnaire, global acceptance, municipality of origin, harvest time, pH and fermentation and subfermentation index of the samples. In addition, a Hierarchical Group Analysis (HCA) was performed using Euclidean distances (dissimilarity), Ward's method (clustering) and automatic truncation. These procedures were supported by the XLSTAT® 2019 statistical program. The Cochran Q test revealed that consumers identified a significant difference ($p < 0.005$) between the samples in 16 descriptive terms listed in the CATA questionnaire. The descriptors floral aroma, roasted aroma and buttery flavor showed no significant difference, while the terms bitter taste, chocolate / cocoa aroma and roasted flavor presented the highest percentage of mentions. The terms fruity and acidic aromas presented a negative correlation with the terms woody, nuts / oilseeds, buttery, cocoa and sweet. Through the Principal Component Analysis it was observed that the terms descriptors sweet taste, cocoa taste, nuts / oilseed taste, fruity taste, chocolate flavor, sweet flavor presented negative correlation with the attributes acid flavor, roasted flavor, woody flavor, bitter taste, acidic and astringent taste. Thus, it can be inferred that the tasters were able to distinguish a variation between the samples studied. The attributes

sweet taste and cocoa / chocolate flavor represented the descriptors with the greatest positive effect on the preference averages, while the astringency, acid taste and bitter properties implied lower acceptance scores by this group of consumers under study. The results of the global acceptance test revealed that there was a significant difference between the samples. The averages ranged from 6.05 (corresponding to the hedonic term “slightly liked”) to 4.46 (“slightly disliked”). In the multiple factor analysis there was a negative correlation between the acid taste and astringency variables with the pH variable. It was concluded that the CATA test, as well as the descriptors used were adequate to describe the sensory quality of the evaluated cocoa nibs. Participants were able to differentiate the samples according to their sensory characteristics, thus suggesting that the cocoa samples Jaguaquara/28, Itacaré/26, Porto Seguro/32, Ilhéus/11, Ilhéus/4, Uruçuca/34, Belmonte/16, Ibicarai/20, Apuarema/11, Arataca/14, Ilhéus/09, Uruçuca/35, Camacan/17, Maraú/29, for having been associated with characteristic notes of fine cocoa (sweet taste, cocoa / chocolate flavor , nut / oil flavor, fruity flavor, chocolate flavor, sweet flavor) have the highest potential for this classification. This opens a perspective for the implementation of the designation of origin for this region. However, for this, it is necessary to carry out further in-depth studies and according to the appropriate protocols for this specific purpose.

Keywords: CATA; Chocolate flavoring; Bitter taste; Fine cocoa; Correspondence Analysis.

1 INTRODUÇÃO

O *Theobroma cacao* L., também conhecido como “manjar dos deuses” é oriundo das cabeceiras dos rios Orinoco e Amazonas, com importante caráter econômico. No Brasil, oficialmente iniciou-se o seu cultivo em 1679 no Estado do Pará (CEPLAC, 2014). Segundo estimativas da Organização Internacional de Cacau (ICCO, 2019), a produção mundial nos anos 2018 e 2019 foi de 4.849 milhões de toneladas.

Atualmente o Brasil ocupa a posição de 7º maior produtor mundial (ICOO, 2019) produzindo 252.540 mil toneladas de amêndoas, e movimentando cerca de 23 bilhões de reais no país, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019) e da Associação das Indústrias Processadoras de Cacau (AIPC, 2019).

Salienta-se ainda o recente ingresso do país na lista de exportadores de cacau com aromas e sabores especiais (notas frutado, florais, ervas, amadeirado, nozes e caramelizadas), definido como cacau fino. Essas amêndoas, por serem mais valorizadas, atingem preço mais elevados quando comparadas a amêndoas do tipo comum, também chamadas de *Bulk* (ICCO, 2019).

A qualidade das amêndoas de cacau vem sendo objeto de estudo de diversos pesquisadores que visam compreender os mecanismos de obtenção das amêndoas e suas influências nas características do produto final e seus derivados (AFOWAK *et al.* 2008; EFRAIM *et al.* 2010; OLIVEIRA *et al.* 2011). Assim como, a ausência de parâmetros bem definidos para a classificação do cacau fino vem justificando a realização de diversas pesquisas que objetivam verificar a associação de características sensoriais com diversas outras variáveis (ARAÚJO *et al.* 2014; INIAP, 2006; OLUNLOYO, IBIDAPO e DINRIFO, 2012).

Com isso, uma vez que o critério final de qualidade das amêndoas é o aroma e sabor após o processamento (FERRÃO, 2002), surge a análise sensorial de alimentos utilizando o homem como principal ferramenta e com importante aplicação na investigação dessas características. Dentre os diversos métodos existentes nesse ramo da ciência de alimentos, ressalta-se a metodologia descritiva *Check-all-that-apply* (CATA) e Teste afetivo de aceitação.

Considerado recente, quando comparado aos demais testes consagradas na análise sensorial, o método CATA (ADAMS *et al.* 2007) utilizando consumidores não treinados, revela resultados semelhantes ao teste realizado com painel treinado (ARES *et al.* 2010). Além disso, possui excelente reprodutibilidade (ARES *et al.* 2014), e possibilita de forma

simples e rápida não só uma descrição das características sensoriais de um alimento, mas também, dados referentes a intenção de compra, ocasiões de uso, e/ou vínculos afetivos, propiciando verificar associações indiretas entre essas variáveis e diversas outras (ARES *et al.* 2010; LAZO *et al.* 2016; VARELA e ARES, 2014).

Quanto ao teste de aceitação, inúmeros pesquisadores o tem utilizado para verificar a postura afetiva do consumidor frente à produtos de cacau e seus derivados (EFRAIM, *et al.*, 2010; LEITE, BISPO E SANTANA, 2013; SILVA *et al.* 2017).

Com isso, considerando o grande consumo e imensa apreciação dos produtos de cacau e seus derivados junto aos consumidores, este estudo objetivou avaliar a qualidade sensorial de amostras de *nibs* de cacau utilizando o método Check-All-That-Apply (CATA) e teste de aceitação global para a caracterização sensorial de 36 variedades de cacau provenientes de 16 municípios do Estado da Bahia, assim como verificar seu potencial para cacau fino.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade sensorial de 36 amostras de cacau provenientes de 16 municípios do Estado da Bahia por meio dos testes *check-all-that-apply* (CATA) e aceitação, assim como, selecionar amostras com potencial para cacau fino.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar processo de torrefação das amêndoas de cacau e Produzir *nibs* de cacau;
- Recrutar e realizar prévio treinamento sensorial com equipe de provadores;
- Utilizar método sensorial descritivo CATA para caracterizar aroma, gosto e sabor das amostras em estudo;
- Verificar aceitação global dos *nibs* de cacau por meio do teste afetivo de aceitação;
- Aplicar Análise Multivariada no estudo de parâmetros sensoriais, pH, índice de Fermentação, sub-fermentação, época de colheita e de origem geográfica das amostras, verificando associações entre essas variáveis;
- Selecionar amostras com potencial para cacau fino.

1 CACAU

1.1 CACAUEIRO

O caráter religioso da planta do cacau influenciou o botânico sueco Carolus Linneu (1707 - 1778), à denomina-la de *Theobroma cacao*, que significa, “manjar dos deuses” (CEPLAC, 2014). A atual classificação botânica do cacau é: Classe *Magnoliopsida*; Ordem *Malvales*; Família *Malvaceae*; Gênero *Theobroma*; Espécie e nome científico *Theobroma cacao* L. (LORENZI *et al.*, 2006). O gênero é dividido entre 22 espécies e o *Theobroma cacao* L. é o mais conhecido no mundo e um dos poucos economicamente explorado (ALVES, 2002).

Ele é melhor cultivado à sombra, em solo profundo e fértil, pH de neutro a ligeiramente ácido (intervalo 5,0-7,5), sendo muito susceptível a pragas e fungos. Também é sensível à falta de água, de modo que o solo deve apresentar boas propriedades de retenção de água e drenagem (BECKETT, 2009; DIOMANDE *et al.* 2015; MARTINI, 2004).

O sistema agroflorestal de cacau, conhecido como cabruca (figura 1), confere à essa árvore um grande valor ecológico, pois crescendo em conjunto com árvores nativas de grande porte, sem destruir o ambiente ecológico existente, é capaz de proporcionar preservação do microclima e heterogeneidade, resguardar a vida das espécies vegetais e animais das áreas cultivadas, além de proteger o solo dos efeitos da erosão e da lixiviação (CEPLAC, 2012; EFRAIM, 2004).

Esse sistema é adotado em diversas regiões do mundo, como no sudeste da Bahia, sudeste de Camarões, sudoeste da Nigéria e leste de Gana. Essa região baiana, detém de uma das maiores concentrações de remanescentes de Mata Atlântica do nordeste brasileiro. Já em outras localidades (maior parte da Costa do Marfim, oeste de Gana, Malásia e Indonésia) o cacau encontra-se principalmente cultivado em sistemas com pouca ou nenhuma sombra (PIASANTIN e SAITO, 2014; SCHROTH *et al.* 2004).

Uma árvore de cacau (Figura 1a) pode atingir entre 5 a 10 metros de altura. Seu caule é ereto, de casca lisa e verde durante os dois primeiros anos, tornando-se cinza-escuro e de superfície irregular na planta adulta (NETO e GROSS, 2013). Suas folhas (Figura 1b) apresentam variações, podendo ser mais estreitas ou mais largas, elípticas a ovaladas; bem como sua coloração pode variar entre verde claro à matizes de vermelho. Além disso, diferenças quanto as bordas, ápices e bases foliares também são descritas (BARTLEY, 2005).

Figura 1 - Sistema de produção de cacau tipo Cabruca às margens da BR - 101, próximo à cidade de Camacan, Sul da Bahia



Fonte: Mello e Gross, 2013.

As flores dessa árvore são pequenas (Figura 1c), com apenas um centímetro de comprimento e largura, por isso, apenas insetos menores conseguem adentrar para participar da polinização. A partir de cinco a seis meses após a fecundação, surgem os frutos (BAREL, 2012). O ciclo produtivo da planta pode ultrapassar 100 anos, sendo o ideal em torno de 35 anos (SUFRAMA, 2005).

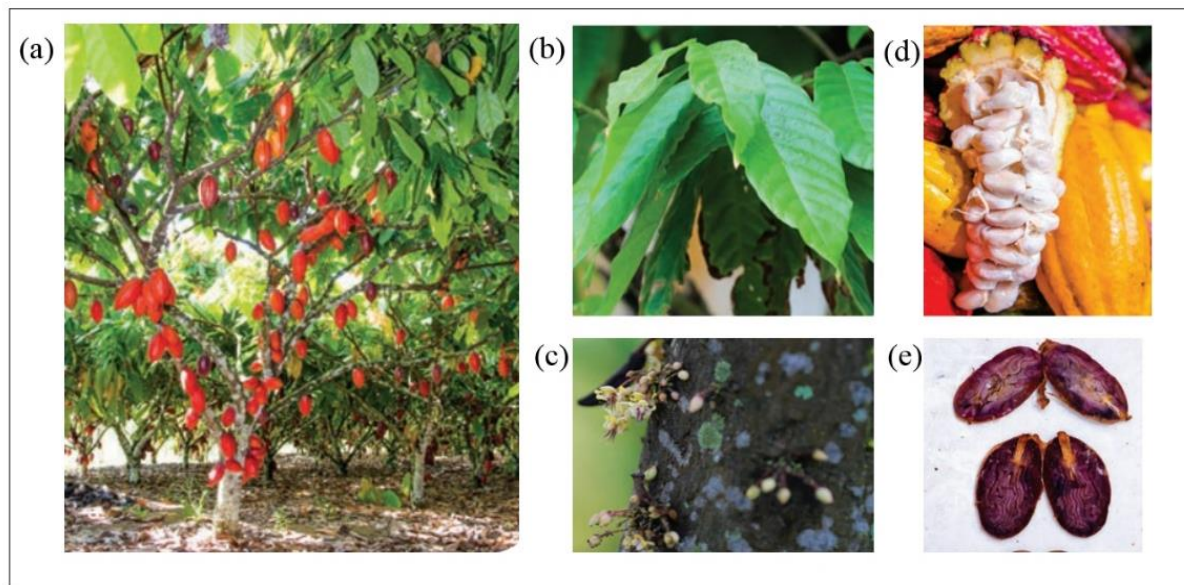
Crescendo nos troncos e/ou galhos das árvores, os frutos, podem diferir de acordo com ambiente e variedade (BARTLEY, 2005). Em geral, apresentam-se como cápsulas, medindo cerca de 10 a 30 cm de comprimento, contendo aproximadamente 20 a 40 sementes envoltas numa polpa (BATALHA, 2009; BECKETT, 2009).

Essa polpa (Figura 1d) apresenta características mucilaginosa, adocicada e ácida, é fixada a uma placenta com as mesmas propriedades: contendo água, pectina, ácido cítrico e carboidratos, com destaque para sacarose, glicose e frutose, além de possuir proteínas e vários sais inorgânicos. E por conta dessa composição, desempenha importante papel na fermentação das sementes (SANTANA, 1981).

Economicamente, as sementes de cacau correspondem à principal parte valorativa da árvore, e portanto, justificam o interesse e investimento no cultivo da mesma. Elas dispõem de formatos que variam de elipsóide à ovóide, medindo de 2 a 3 cm de comprimento. Após processo de fermentação, transformam-se em amêndoas (Figura 1e), que são utilizadas para a

produção de *nibs*, manteiga de cacau, pó de cacau, chocolate, entre outros derivados (BECKETT, 2008; CEPLAC, 2012; SUFRAMA, 2003).

Figura 2 - Ilustração de árvore de cacau (a), folhas (b), flores (c), Polpa e sementes (d) e suas amêndoas secas (e)



Fonte: Adaptado de Brito e Araújo, 2018.

Quanto a sua composição podem diferenciar de acordo com a origem de procedência, variedade do fruto, grau de fermentação e secagem, condições de armazenamento, assim como, dos métodos analíticos utilizados. O autor Koblitz (2011), apresenta os seguintes valores como referência: umidade 3,5%, lipídios 31,3%, proteína 8,4%, cinzas 3,2 %, teobromina 2,4% e 0,8% de cafeína. Já Carneiro, (2019) ao estudar composição centesimal de 20 amostras de amêndoas secas provenientes de diversos municípios do Sul da Bahia, encontrou teor médio de umidade 6,87%, lipídios no intervalo de 43,79-58,50%, proteína 10,67-16,26% e cinzas 1,96 a 2,98%. Além disso, seus resultados apontaram que a composição de ácidos graxos varia com a época de colheita dos frutos, corroborando com os resultados apresentados por Alvarado, Villacis e Zamora, (1983).

1.2 VARIEDADES DE CACAU

Tradicionalmente, os cacauzeiros estão divididos em três grandes grupos, distintos geneticamente. Os dois grupos principais, *Forastero* e *Criollo*, são definidos com base em características morfológicas e origens geográficas. E o terceiro grupo, *Trinitário* consiste de um híbrido entre os dois principais grupos. Essas variedades, como supracitado, exibem

diferenças quanto ao formato, produtividade e resistência às doenças, além de exigirem diferentes parâmetros no processamento das amêndoas (CHEESMAN 1994; MOTAMAYOR *et al.* 2002).

O Cacau *Forastero* é encontrado originalmente na América do Sul, possuem diferentes habitats na região amazônica e por este motivo são classificados em dois subgrupos: *Forastero* Alto Amazônico e *Forastero* Baixo Amazônico. Os Alto Amazônicos concentram a maior parte da variabilidade desse grupo (SERENO *et al.* 2006). Já os Baixo Amazônicos englobam plantas silvestres das Guianas e do leste da Amazônia (SERENO *et al.* 2006) que teriam sido primariamente cultivadas no Pará, Brasil.

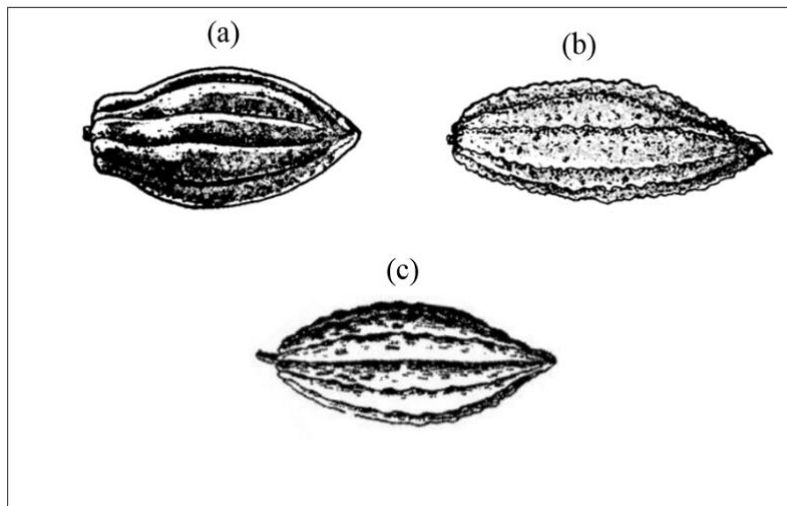
Essa variedade, geralmente apresenta árvores de maior porte, longevas, produtivas e resistentes à enfermidades. É responsável pela maior parte da produção no Brasil e no continente Africano (BECKETT, 2009; CEPLAC, 2019). Os frutos (Figura 1a) são arredondados, com cerca de 25cm de comprimento e 10cm de diâmetro, dispo de 30 à 50 sementes intensamente pigmentadas, achatadas e com sabor mais ácido e adstringente, quando comparado a variedade *Criollo* (BECKETT, 2009; EFRAIM, 2004). As sub-variedades baianas originárias do *Forastero* são: Pará e sua sub-variedade Parasinho, Maranhão, Amelonado; e as variedades mutantes: Catongo e Almeida (NETO e GROSS, 2013).

Já a variedade *Criollo* é encontrada originalmente na América Central, é correspondente à 5 % da produção mundial comercializada. Atualmente, são encontradas em velhas plantações ou cultivados em regiões da Venezuela, Jamaica, Trinidad e outras pequenas ilhas do Caribe, Madagascar, Sri Lanka e Samoa. Suas árvores apresentam pequeno porte, baixa produtividade, são menos vigorosas e mais vulnerável às doenças. Os frutos (Figura 3 b) são caracterizados pela forma alongada, com ponta proeminente. Sua superfície externa é enrugada e geralmente apresenta cinco sulcos longitudinais profundos e cinco menos pronunciados. As sementes são ovais e se encontram relativamente soltas na polpa. Os cotilédones não contêm células pigmentadas, sendo portanto, de coloração branca. Suas sementes apresentam delicado e raro sabor, e por isso são conhecidas mundialmente como “cacau fino” (BECKETT, 2009; PIRES, 2003).

No século XVII, na Ilha de Trindade houve uma devastação das árvores da variedade *Criollo*, surgindo então, o grupo *Trinitário*, denominado assim, em alusão a sua origem. Como já relatado, esse cacauero consiste em uma variação híbrida entre *Forastero* e *Criollo* (BECKETT, 2009). Com isso, o fruto dessa variedade (Figura 3 c), reúne as características

sensoriais do *Criollo* e a resistência à pragas própria do *Forastero* (DIOMANDE *et al.* 2015; EFRAIM, 2004).

Figura 3- Frutos de cacau. Variedades *Forastero*(a), *Criollo*(b) e *Trinitário* (c)



Fonte: Adaptado de FAO, (1984).

Contudo, visto a diversidade existente, uma classificação de apenas três tipos de grupos é limitante. O estudo de Motamayor *et al.* (2008), confirmou isso, sugerindo um novo agrupamento que apresenta uma maior precisão na diversidade genética. Segundo os autores, há pelo menos 10 grupos genéticos de cacau cultivado, sendo eles: Marañon, Curaray, *Criollo*, Iquitos, Nanay, Contamana, Amelonado, Purús, Nacional e Guiana. A denominação de cada um desses, levou em consideração a localização ou cultivar tradicional mais representativa dentro de cada grupo.

1.3 PROCESSAMENTOS DE PÓS-COLHEITA

Para que o cacauero possa ser utilizado na indústria alimentar, suas sementes precisam passar por várias etapas de beneficiamento, que vão desde a maturação do fruto até ao momento em que as amêndoas são exportadas. O pós colheita é considerado artesanal, pois é dependente de mão de obra humana durante todos os esses procedimentos, que geralmente, são efetivados pelos próprios produtores (ARRUDA, 2014).

Papalexandratou *et al.* (2019) a partir de seu estudo com cacau fino Nicaraguense, concluíram que os tratamentos pós-colheita podem anular o impacto da variedade genética na qualidade sensorial do cacau. Com isso, reconhece-se a importância desses processamentos na qualidade final das amêndoas.

Abaixo, encontra-se um fluxograma do beneficiamento das amêndoas ilustrado, com aspectos importantes que devem ser considerados em cada etapa.

Figura 4- Fluxograma do beneficiamento das amêndoas



Fonte: Imagens adaptadas de Mello e Gross, (2013) e Brito e Araújo, (2018).

1.3.1 Colheita e Quebra

No Brasil, a sazonalidade do cacau distingue-se em dois períodos: Safra principal, compreendendo os meses de outubro à janeiro; e o secundário de maio à agosto, conhecido como temporão. Contudo, isso depende sobretudo das condições climáticas de cada região (CRUZ, 2002).

A colheita, primeira etapa do pré-processamento, é realizada manualmente com facão ou outras ferramentas apropriadas para a retirada do fruto dos troncos e galhos. Quando os frutos encontram-se localizados em ramos superiores, utilizam-se facas fixadas em compridas varas. Esse procedimento deve ser realizado de forma que evite-se danificar os botões florais, frutos e/ou a planta. (BECKETT, 2009).

Os frutos colhidos são amontoados em “bandeirolas” (monte de cacau agrupado), para serem posteriormente cortados. São colhidos a cada 2 - 4 semanas, pois colheitas frequentes reduzem as perdas para insetos, ratos e outros animais que se alimentam dos frutos e também reduzem enfermidades por pragas. No que diz respeito aos principais cuidados no momento da colheita, chama-se atenção para que se evite injúrias no cacau, pois, caso isso

ocorra, o processo fermentativo é iniciado antecipadamente, comprometendo assim a sua qualidade (EFRAIM, 2009; BECKETT, 2009).

Considerando o estágio de maturação, apenas os frutos maduros devem ser colhidos, uma vez que nos frutos imaturos a quantidade de açúcar contida na polpa é insuficiente à fermentação, e o destaque das sementes envolvidas na mesma, torna-se mais complicado. Por outro lado, quando os frutos encontram-se excessivamente maduros, são mais suscetíveis à doenças, a polpa pode tornar-se liquefeita, e as sementes podem vir a germinar, conseqüentemente, culminando na perda do material (ALMEIDA, 1990).

Contudo, é necessária experiência para o reconhecimento do estágio de maturação, pois o mesmo é realizado com base na coloração dos frutos, todavia, como se sabe, essa tonalidade é variável de acordo com o grupo genético (CRUZ, 2002).

Após a colheita, inicia-se a segunda etapa, quebra. Para esse processo, são utilizados facões. Ao quebrar o fruto, encontra-se as sementes envolvidas numa polpa branca e açucarada, essas devem ser removidas e acondicionadas em recipientes, de preferência estanques, prezando pela conservação da polpa, devido à seu importante papel no processo de fermentação. O intervalo entre esses processos pode variar conforme época do ano e região, no entanto, considera-se adequado que aconteça no mesmo dia de colheita, e quando inviável, não deve exceder as 48h. É recomendado selecionar as sementes de qualidade, retirando sementes imaturas ou sobremaduras, que podem ser fermentadas separadamente, gerando um cacau de qualidade inferior. Além disso, é preciso estar atento à profundidade do corte, evitando danificar as sementes (VERÍSSIMO, 2012).

1.3.2 Fermentação

Os percussores de aromas típicos de cacau, são desenvolvidos nas próximas etapas, fermentação e secagem, consideradas cruciais para a qualidade final das amêndoas (LAGUNES-GALVEZ *et al.* 2007).

O sucesso da fermentação é condicionado à diversos fatores, tal como: grau de maturação do fruto, doenças do fruto, relação massa polpa/ massa de semente, diferenças climáticas, intervalo de tempo entre a colheita e a quebra, volume do lote, regime de remeximento e arejamento, assim como, a duração da fermentação (ALMEIDA, 1990).

De acordo com Crafacck *et al.* (2014), a origem do cacau e o processo de fermentação são fatores importantes na formação dos compostos voláteis. Eles observaram ainda, que o efeito da fermentação é maior do que os manejos de cultivo do cacau.

A variedade genética do cacau possui forte influência sobre a duração do processo. As amêndoas de cacau *criollo* necessitam de apenas três dias, os *Trinitários* cinco dias, enquanto que o cacau *Forastero*, devido ao seu representativo conteúdo de polifenóis, (30 a 60 % a mais que o grupo crioulo), necessita de períodos superiores a 5 dias para uma fermentação eficiente (COPETTI, 2009; EFRAIM, 2004; GOMES e PIRES, 2015). Uma fermentação excessivamente longa provoca a decomposição das proteínas e a consequente liberação de amônia, conferindo aroma e sabor estranhos ao produto (OETTERER *et al*, 2006).

Salienta-se ainda que fatores como região de origem, condições de infraestrutura do produtor e exigências das processadoras de cacau, também possuem grande influência nesse processo. O método mais comum envolve o uso cochos de madeiras, com diversas capacidades (altura mínima de 60cm; máxima de 80 cm), protegidos do clima, com drenos nas partes inferior e lateral, essenciais para o escoamento do mel de cacau. O tamanho do lote deve conter entre 100 à 1000kg de massa de cacau (GOMES e PIRES, 2015).

É importante que o material seja revolvido para que ocorra a penetração de ar, bem com garantir a homogeneização do processo (OWUSU *et al*. 2012). Geralmente são cobertas com sacos de juta ou folhas de bananeira visando preservar o calor e consequente ressecamento da camada superficial (ARRUDA, 2014; OETTERER *et al*. 2006).

É essencial o controle e registro de alguns parâmetros, tal como a temperatura da massa e do ambiente; pH e acidez da polpa e do cotilédone (GOMES e PIRES, 2015).

Quando as sementes envolvidas na polpa, são removidas da casca do fruto, são naturalmente inoculadas com microrganismos que variam de acordo com o ambiente, e cinética de crescimento dependente da composição da polpa fresca, bem como das práticas aplicadas durante a fermentação (PAPALEXANDRATOU e NIELSEN, 2016). Com isso, destacam-se duas fases bastante distintas na fermentação de cacau: a fase anaeróbica, conduzida principalmente por leveduras e a fase aeróbica, promovida principalmente por bactérias acéticas (BECKETT, 2009).

Na fase inicial, hidrolítica anaeróbica, as leveduras geram uma fermentação alcoólica, e os açúcares presentes na polpa são convertidos em álcool e dióxido de carbono. As leveduras atuam nas primeiras 24-36 horas, sendo que as enzimas liberadas atacam os constituintes de pectina das paredes das células da massa da polpa, as cavidades aumentam de tamanho, permitindo entrada de ar e assim ocorrências como a combinação desta mudança de anaeróbio para condições aeróbicas no substrato; E o aumento do teor de álcool a ser gerado a

partir da fermentação dos açúcares, leva a eventual inibição da atividade, sinalizando o fim dessa fase (AFOAKWA, 2010; EFRAIM, 2004).

Segunda fase, condensação oxidativa ou fase aeróbia, ocorre em condições aeróbias inicialmente por bactérias lácticas, havendo redução da adstringência e amargor devido à oxidação dos compostos fenólicos, e formação de açúcares redutores e aminoácidos, que são os precursores da reação de Maillard durante a torração (BECKETT, 2009; EFRAIM, 2004).

Resumidamente, a fermentação se dá em cinco eventos: mudança de pH, secreção de exsudados, queda da concentração de açúcares, elevação de temperatura e remoção de enzimas dos compartimentos intracelulares (MARTINHO; SILVA; SOUZA, 2012).

Ao final da fermentação, o teor de umidade deve estar entre 50 e 60% e os polifenóis próximos a 2% (OETTERER *et al.*, 2006). Enquanto que teores de polifenóis maiores do que 10 % são considerados sinais de baixa fermentação (WOLLGAST; ANKLAM, 2000). Esses compostos são responsáveis pela adstringência e amargor do cacau e podem ser detectados pelas diferenças na pigmentação das sementes (EFRAIM *et al.* 2006).

Uma amêndoa de cacau bem fermentada apresenta cotilédones de coloração marrom. Enquanto que uma coloração marrom com violeta, roxo ou púrpura, sinalizam amêndoas parcialmente fermentadas. Os teores de ácidos orgânicos, principalmente os ácidos láctico e acético, encontrados nas amêndoas também são indicadores da qualidade do processo de fermentação (SANTANA, 1981).

1.3.3 Secagem e armazenamento

Finalizada a fermentação, as amêndoas devem ser imediatamente conduzidas à secagem, inibindo as reações bioquímicas indesejadas e o crescimento de microrganismos, e com isso, interrompe-se a fermentação. Nessa etapa, encerra-se o beneficiamento primário das amêndoas (BECKETT, 2009).

Nesse momento, as amêndoas encontram-se livres da polpa, no entanto, ainda possuem elevado teor de umidade (BECKETT, 1994). A secagem deve ser conduzida de forma que aconteça uma redução de 40-50% para 6-8% de teor de umidade no produto. Isso porque, um teor de umidade superior a 8%, favorece o crescimento de fungos no armazenamento e transporte, enquanto que, secagens excessivas resultando em amêndoas com percentual de umidade abaixo de 6, derivam amêndoas frágeis e quebradiças (AFOAKWA, 2010; BECKETT, 2009).

Ao final dessa etapa, deve-se obter amêndoas de coloração marrom, com baixa adstringência e amargor, além de ausência de sabor relacionado a acidez excessiva, uma vez que, durante a secagem, grande parte do ácido acético formado durante a fermentação é eliminado. Além disso, enzimas atuam no interior da amêndoa promovendo reações químicas tal como a redução do teor de polifenóis, promovendo equilíbrio no sabor das amêndoas (AFOAKWA, 2010; BAREL, 2012; EFRAIM, 2004).

Embora o método mais utilizado no Brasil, seja a secagem natural, existe ainda o método de secagem artificial. No primeiro, as amêndoas são espalhadas ao sol, em camadas de 3 ou 4 cm de espessura, na superfície de instalações construídas de alvenaria de pedras ou tijolos, com lastro de madeira de 6 a 12m de comprimento, podendo apresentar cobertura de zinco ou alumínio móvel, por cerca de 15 dias (CRUZ, 2002; BAREL 2012; EFRAIM, 2009).

Enquanto que no segundo, utiliza-se secadores à base de calor produzido pela queima de madeira (SANTANA, 1981). É comumente utilizado em períodos chuvosos ou quando o espaço disponível nas barcaças não é suficiente para comportar o volume de produção (CRUZ, 2002). A secagem artificial, pode aumentar a acidez (EFRAIM *et al.* 2010), pois quando é ultrapassada a temperatura de 65°C, há inibição das enzimas polifenoloxidase ocorrendo maior retenção de ácido acético no interior das amêndoas (ALMEIDA, 1998). Por isso, prefere-se a secagem natural, pois essa, expõe as amêndoas por mais tempo à ação da polifenoloxidase, resultando em amêndoas menos adstringentes (ALMEIDA, 1998).

Essa também é uma etapa crítica no processo pós colheita, e é preciso estar atento à alguns aspectos, tal como: a velocidade de secagem e uniformidade do material. Secagens lentas proporcionam desenvolvimento de fungos que, quando presentes, conferem sabor desagradável ao produto final, além da provável produção de micotoxinas, assim como, o inverso, onde a secagem é realizada de forma excessivamente rápida ocorre-se a migração da gordura do interior dos cotilédones para a superfície, ocasionando problemas com a gordura (manteiga de cacau) e com o desenvolvimento do sabor do chocolate. A temperatura ideal para secagem e para ótima atuação das enzimas encontra-se no intervalo entre 35 a 40°C. Quanto a uniformidade, também são necessários revolvimentos a cada duas horas, aumentando os intervalos para 2 à 3 vezes ao dia (MARTINS, 2012).

Sales e Cândida, (2016) desenvolveram um protótipo de estufa vertical via energia solar, e segundo eles, esse equipamento conseguiu reduzir a redução da área de secagem; é sustentável, uma vez que não utiliza energia elétrica e queima de lenhas; proporcionou

melhorias nas condições de trabalhos; realizar uma secagem eficiente e eficaz; além de praticidade, visto que o revolvimento tornou-se desnecessário.

Finalizada a etapa de secagem, as amêndoas fermentadas e secas são submetidas à limpeza para remoção de sujidades como pedras, madeira, metais ou outros materiais estranhos e armazenadas na fazenda produtora em sacos de aniagem de 60 kg por cerca de 30 dias, e podem ficar nas cooperativas por vários meses e nos armazéns dos portos por cerca de 15 dias. O tempo total de armazenamento não deve exceder 90 dias (OETERRER, 2006). Com isso, para preservar a qualidade do produto obtido, deve-se manter cuidados especiais no seu armazenamento.

A estocagem não deve permitir a absorção de umidade e aromas indesejáveis já que trata-se de um produto altamente higroscópico (BECKETT, 2009, EFRAIM, 2009). As instalações destinadas ao armazenamento devem apresentar luminosidade e aeração adequadas. Evitando-se ainda, armazenamento de grandes volumes de amêndoas em ambientes com elevada umidade e pouca circulação de ar (BECKETT, 1994).

1.4 TORREFAÇÃO

Já com os percussores de aroma desenvolvidos nas etapas anteriores, inicia-se a torrefação das amêndoas, onde são desenvolvidos compostos voláteis, por meio de reações químicas envolvendo aminoácidos livres e açúcares redutores, reduz-se o ácido acético e teor de umidade, facilitando a remoção da sua casca, conhecida como testa de cacau (BECKETT, 2009).

O método de torrefação por convecção (Figura 5) é o mais aplicado, e os parâmetros de tempo e temperatura são essenciais para determinar a concentração e os tipos dos compostos de sabor que serão gerados. Esses parâmetros são definidos de acordo com o tipo de produto que se pretende fabricar, origem e tipo das amêndoas, tratamentos anteriores a torrefação, umidade e tamanho das amêndoas ou *nibs* (OWUSU *et al.* 2012; LOPES *et al.* 2003). Geralmente, as amêndoas são submetidas a um fluxo forçado de ar quente, à uma temperatura de 120 a 150 °C (BAREL, 2012). Zyzelewicz *et al.* (2016) perceberam que diferentes condições de secagem afetaram a estabilidade dos polifenóis contidos nas amêndoas.

O cacau pode ser torrado em três formas: na amêndoa inteira, no *nibs* ou no *liquor*. A forma mais utilizada é amêndoa integral, pois com a redução da umidade, facilita-se a remoção das cascas que são quebradas pelo impacto contra placas de metal. Além disso, há maior uniformidade da torrefação pelo fato do tamanho das amêndoas serem semelhantes.

Para realizar torrefação em *nibs*, a remoção das cascas deve ser feita antes da torrefação, conseguindo-se melhor transferência de calor. E quando feito na forma de *liquor*, antes da torrar, as amêndoas são descascadas e trituradas até a formação dos mesmo, e desse modo, há maior homogeneidade e controle durante o processo, além da remoção parcial de qualquer excesso de ácido acético, bem como redução do tempo de torrefação (AFOAKWA, 2010; BECKETT, 2009).

Este processo ocorre mediante duas fases: Desidratação da semente e reações de Maillard. Na primeira fase, as amêndoas perdem cerca de 6% água, resultando em um produto com teor de umidade de 2,5%, aproximadamente (OETTERER, 2006). A desidratação é importante também por estar associada a eliminação de ácidos acéticos e outros compostos voláteis indesejáveis, que por estarem misturadas à água, sofrem vaporização devido ao calor. Com isso, durante a torrefação é desejável que a umidade não seja eliminada de forma demasiadamente rápida, evitando-se a desidratação da superfície dos cotilédones. Uma desidratação rápida provoca a formação de uma película na superfície externa do cotilédone quebrado (*nibs*) ou da amêndoa inteira, que impede a evaporação da água (MEINERS *et al.* 1984).

Figura 5- Torrefação de amêndoas de cacau



Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Quanto a reação de Maillard, principal responsável pela formação de *flavour*, constitui-se de uma reação complexa influenciada pela temperatura, tempo, pH e teor de água das amêndoas. Essa reação acontece em três etapas. Na primeira ocorre uma condensação entre grupos amina provenientes de aminoácidos livres e um açúcar redutor, levando a formação de N-glicosilamina, formando produtos Amadori ou Heyns. Em seguida, a partir de produtos da fragmentação do açúcar, ocorre a liberação de um grupo amino. Por fim, desencadeiam-se reações de desidratação, fragmentação, ciclização e polimerização em que grupos amino participam novamente. É nesse momento que inicia-se a formação de *flavour* por meio da degradação de Strecker (VAN BOEKEL, 2006).

1.5 SABOR E AROMA DO CACAU

Sabe-se que o aroma, sabor e gosto das amêndoas de cacau são condicionados a fatores relacionados à variedade genética, ambiente de cultivo, métodos de colheita e pós-colheita, assim como, dos métodos empregados no processo tecnológico de torrefação (AFOAKWA *et al.* 2008).

A variável genética apresenta relação com a qualidade e intensidade do sabor. Enquanto que, uma adequada colheita e quebra dos frutos, garantem qualidade da massa de cacau que será submetida aos processos de fermentação. Conforme supracitado, a condução correta desses processos de beneficiamento, são imprescindíveis, na qualidade do produto final.

Segundo Barel, (2012) existem três tipos de aroma nas amêndoas de cacau: Aroma de constituição, Aroma de fermentação e Aroma térmico. O primeiro, trata-se do aroma que a semente traz a partir de sua variedade genética; O Aroma de Fermentação, é aquele desenvolvido no processo de fermentação, inicialmente conduzido por diferentes microrganismos próprios do ambiente, que produzem substâncias que podem penetrar na semente, e enriquecem os precursores do aroma, com sabores de frutas frescas ou secas, madeira, tabaco. E por último, o Aroma Térmico formado durante a torrefação de amêndoas fermentadas.

Aprotosoiaie, Luca e Miron, (2015) afirmaram que a compreensão dos processos envolvidos na geração do sabor, são cruciais para um sistema de rastreabilidade do cacau e que os componentes de sabor e propriedades sensoriais estão estreitamente vinculados.

Camu *et al.* (2008) avaliaram sete fermentações de cacau, provenientes de colheitas em duas diferentes safras, em duas propriedades em Gana, e perceberam que mesmo quando

as fermentações de cacau são realizadas na mesma fazenda, com o mesmo cultivar, e sob as mesmas condições de fermentação e secagem, as características de sabor obtidas podem ser diferentes. Eles atribuíram isso à variabilidade microbiana, dinâmica populacional, e cinética de metabólitos entre as fermentações.

Frauendorfer e Schieberle, (2008) estudaram as alterações dos principais compostos aromáticos em grãos de cacau *Criollo* durante a torrefação. Antes do processo, os autores identificaram a presença dos compostos ácido 2- e 3-metilbutanóico, 2-feniletanol, 3-hidroxi-4,5-dimetil-2 (5*H*) -furanona, 2-metil-3- (ditio) -furano, ou ácido fenilacético; e após torrefação observaram a formação de 2 e 3-metilbutanal, fenilacetaldeído, 4-hidroxi-2,5-dimetil-3 (2*H*) -furanona e 2,3-dietil-5-metilpirazina.

Sabe-se que o sabor de chocolate deriva da interação de mais de 400 compostos. Contudo, a influência de um composto sobre o perfil aromático do cacau depende da sua concentração e intensidade de atuação. Nesse sentido, Aprotosoia, Luca e Miron, (2015) listaram os principais alcaloides, polifenóis, proteínas e carboidratos envolvidos na percepção sensorial das amêndoas de cacau. Esses dados podem ser visualizados na tabela 1.

Tabela 1 - Principais compostos voláteis no cacau

COMPOSTO	QUALIDADE DO ODO	PERCEPÇÃO SENSORIAL
ÁLCOOIS E FENÓIS		
1-Propanol	Doce	Chocolate, doce
2-metil-1-butanol	Frutado, uva	Frutado
2,3-Butanodiol	Manteiga de cacau	Chocolate doce
2-Pentanol	Verde, verde suave	Vegetal
1-Hexanol	Frutado, verde	Frutado, à base de plantas
2-Hexanol	Frutado, verde	Frutado, à base de plantas
Trans - 3-hexen-1- ol	Gramado, verde	Vegetal
2-Heptanol	Citrusy	Frutado
1-Feniletanol	Mel, floral	Floral
2-Feniletanol	Mel, floral	Floral
Álcool benzílico	Doce, floral	Floral
ALDEÍDOS E CETONAS		
2-Fenilacetaldeído	Mel, floral	Floral
2-metilpropanal	Chocolate	Chocolate doce
2-Fenilpropanal	Floral	Floral
2-metilbutanal	Chocolate	Chocolate doce
3-metilbutanal	Chocolate	Chocolate doce
2-fenil-2-butenal	Doce	Chocolate doce
4-metil-2-fenil-2-pentenal	Cacau	Chocolate doce
n-Hexanal	Verde	Herbal
5-Metil-2- fenil-2-hexenal	Cacau	Chocolate doce
2-Nonenal	Verde	Herbal
Vanilina	Chocolate, doce, baunilha	Chocolate doce
2-Pentanona	Frutado	Frutado
2-Heptanona	Frutado, floral	Frutado, floral
Acetofenona	Floral	Floral
2-hidroxi acetofenona	Floral pesado, herbáceo	Floral, à base de plantas
4-metil acetofenona	Frutado, floral	Frutado, floral

	ÁCIDOS	
Ácido 2-metilpropiónico	Floral	Floral
Ácido 3-fenilpropiónico	Doce Rosa	Floral
Ácido cinâmico	Mel, floral	Floral
	ÉSTERES	
Acetato de etilo	Abacaxi	Frutado
Acetato de isobutil	Frutado	Frutado
Acetato de isoamilo	Frutado, banana	Frutado
Acetato de benzilo	Floral, jasmim	Floral
Acetato de metilfenilo	Doce, mel, jasmim	Floral
Acetato de etilfenilo	Frutado, doce	Floral
Acetato de 2-feniletil	Mel, floral	Floral
Butirato de etilo	Abacaxi	Frutado
Lactato de etilo	Frutado	Frutado
Succinato de dietilo	Aroma agradável	Floral
2-Metilbutanoato de etilo	Frutado	Frutado
3-Metilbutanoato de etilo	Frutado	Frutado
Valerato de etilo	Frutado, maçã	Frutado
Hexanoato de etilo	Frutado	Frutado
Octanoato de etilo	Frutado, floral	Frutado
Decanoato de etilo	Pêra, uva	Frutado
Laurato de etilo	Frutado, floral	Frutado, floral
Benzoato de isoamilo	Bálsamo, doce	Floral
Salicilato de metila	Amêndoa amarga	Noz
Cinamato de metilo	Balsâmico, morango	Frutado
Cinamato de etilo	Doce, tipo canela	Chocolate doce
	AMINAS, AMIDAS, NITRILOS, PURINAS	
Benzonitrilo	Amêndoa	Noz
N- (2-fenetil) formamida	Essências	Floral
	LACTONES	
δ - Octenolactona	Coco	Noz
γ - Decalactona	Pêssego	Frutado
	TERPENÓIDES	
Geraniol	Floral, rosa, frutado	Floral, frutado
Acetato de geraniol	Rosa, lavanda	Floral
Formato de α - terpenil	Herbáceo, cítrico	Ervas, frutado
Linalol (cis - piranóide)	Floral, verde	Floral, à base de plantas
Linalol (trans-piranóide)	Floral	Floral
Óxido de linalol (cis - furanóide)	Noz	Noz
Óxido de linalol (trans-furanóide)	Floral, cítrico	Frutado, floral
	FURANOS, FURANONAS, PIRANOS, PIRONAS	
2-Furfural	Amêndoa	Noz
5-metil-2-furfural	Doce, caramelo	Chocolate doce
Acetato de 2-furfurilo	Frutado, banana	Frutado
2-Acetilfurano	Doce, balsâmico, ligeiramente café	Chocolate doce
2-Acetil-5-metilfurano	Noz forte	Noz
Propionato de 2-furfurilo	Picante, floral	Floral
5- (1-Hidro-etil) -2-furanona	Frutas vermelhas, geléia, notas verdes	Frutado, à base de plantas
Di-hidro-3-hidroxi-4,4-dimetil-2-furanona	Coco	Noz
4-Hidroxi - 2,5 - dimetil - 3 - furanona (furanool)	Frutado, morango, açúcar quente	Frutado, noz
3-Hidroxi - 2 - metil - 4 - pirona (maltol)	Nozes torradas	Noz
5,6-Di-hidro-6-pentil-2-pirona	Coco	Noz
	PIRROLES	
Pirrole	Noz	Noz
2-acetilpirrol	Chocolate, avelã	Chocolate doce

Pirrole - 2 - carboxaldeído	Noz	Noz
PIRAZINAS		
2-Metilpirazina	Noz, chocolate, cacau, nozes torradas	Chocolate doce, noz
2-Etilpirazina	Manteiga de amendoim, noz mofada	Noz
2,5-Dimetilpirazina	Cacau, nozes enferrujadas	Chocolate doce, noz
2,6-Dimetilpirazina	Noz, café, verde	Noz, ervas
2-Etil - 5 - metilpirazina	Batata crua e noz	Noz, hernal
2,3-Dietilpirazina	Noz, avelã, cereais	Noz
2,3-Dimetilpirazina	Caramelo, cacau	Chocolate doce
2,3,5-Trimetilpirazina	Cacau, nozes enferrujadas, amendoim	Chocolate doce, noz
2,3,5,6-Tetrametilpirazina	Chocolate, cacau, café	Chocolate doce
2,3,5-Trimetil - 6 - etilpirazina	Doce, doce	Chocolate doce

Fonte: Aprotosoiaie, Luca e Miron, 2015

Afoakwa *et al.* (2008) acreditam que os aspectos químicos mais importantes, qualitativa e quantitativamente, em amêndoas frescas são os ésteres, álcoois e os ácidos. Estes compostos são responsáveis por aromas florais, frutado e doces.

A nota ácida é um outro atributo de sabor típico e deve-se principalmente ao ácido láctico e o acético formado durante o processo de fermentação, enquanto que a adstringência é atribuída aos compostos fenólicos (KADOW *et al.* 2013). A concentração de ácido láctico e o acético podem ser utilizadas como parâmetros de qualidade bioquímica para a descrição detalhada da qualidade do cacau (ROHSIUS *et al.* 2010).

Caligiani *et al.* (2016) observaram diferenças na composição peptídica de amostras de cacau com diferentes níveis de fermentação, além disso, conseguiram identificar por meio disso as diferenças de origens das amêndoas. Eles sugeriram que as transformações ocorridas com os peptídeos e aminoácidos durante o beneficiamento do cacau precisam ser estudadas de forma mais profunda, pois essas mudanças determinam o bom aroma do cacau.

Com isso, visto a complexidade da cadeia de produção de cacau, muitos pesquisadores têm se dedicado a compreender esses processos e assim contribuir no desenvolvimento e condução de métodos eficientes e eficazes para obtenção de produtos de qualidade (EFRAIM *et al.* 2010). Oliveira *et al.* (2011), por exemplo, conseguiram melhorar a qualidade das amêndoas de cacau por meio de enzimas microbianas.

Ainda nesse sentido, os Estados de São Paulo e Bahia são os estados brasileiros com a maior quantidade de depósito de patentes relacionadas às tecnologias de beneficiamento e derivados do cacau (GOMES e KALID, 2020).

1.6 CACAU FINO

O mercado internacional de cacau é dividido entre “comum ou bulk” e “cacau fino”, e em 2012, esse cacau representava 5% da produção mundial, e apenas 0,5% da produção nacional, com preço 100% maior quando comparado a amêndoas convencionais (PWC, 2012).

O Equador se destaca na produção de cacau, possuindo percentual declaratório de 75% de suas exportações compostas por cacau fino, sendo referência internacional nesse tipo de produção (ICCO, 2017).

A ICCO, define cacau fino como um cacau de variedade específica que gera amêndoas de sabor e cor padronizados, produzido pelos países incluídos na lista do acordo internacional do cacau. Deve ser proveniente dos grupos *Criollo* e *Trinitário*, como por exemplo, o Nacional do Equador (notas florais), Porcelana da Venezuela (notas de mel e caramelo), *Criollo* do México, entre outros. Já para as indústrias, são amêndoas que resultarem em aroma e características originais de sabor e aroma delicado, típicos de alguns tipos de cacaos: aroma frutado, floral, amadeirado, amendoado, entre outros. Enquanto que para os pesquisadores são amêndoas de cacau fino que apresentam aroma de constituição agradáveis e são evidenciados após o beneficiamento das mesmas (ESTIVAL, 2015).

Contudo, ainda não há um critério único de reconhecimento mundial para avaliar e enquadrar as características de qualidade organolépticas e químicas do cacau Tipo Fino. Em virtude disso, o Instituto Nacional de Investigações Agropecuárias (INIAP, 2006), financiado pela ICCO e outras instituições, realizou um estudo em que foram encontradas diferenças sensoriais entre os materiais estudados, na composição dos compostos voláteis responsáveis (principalmente pirazinas), pelo sabor e na relação quantitativa de compostos químicos (teobromina/cafeína e frutose/glicose), e além disso, confirmaram que o meio ambiente possui importante influência nos perfis sensoriais do mesmo genótipo cultivados em países distintos.

Por muito tempo, o Brasil foi considerado como produtor apenas de amêndoas do tipo comum. Esse cenário começou a mudar em 2010, quando produtores baianos receberam prêmios internacionais em concursos de chocolates realizado em Paris (GOMES e PIRES, 2015). Após oito anos, a região sul da Bahia e o Município de Linhares Espírito Santo, conquistaram o almejado selo de procedência. E em 2019 a ICCO, incluiu o Brasil na lista de exportadores de cacau fino, marco histórico de grande relevância para o país (ICCO, 2019).

A produção de cacau fino exige alguns cuidados específicos e na Tabela 2, podem ser vistas as principais semelhanças e diferenças entre as práticas agrícolas e de pós-colheita, adotadas no cacau fino em relação ao comum.

Tabela 2 -Principais semelhanças e diferenças entre as práticas agrícolas e de pós-colheita, adotadas no cacau fino em relação ao comum

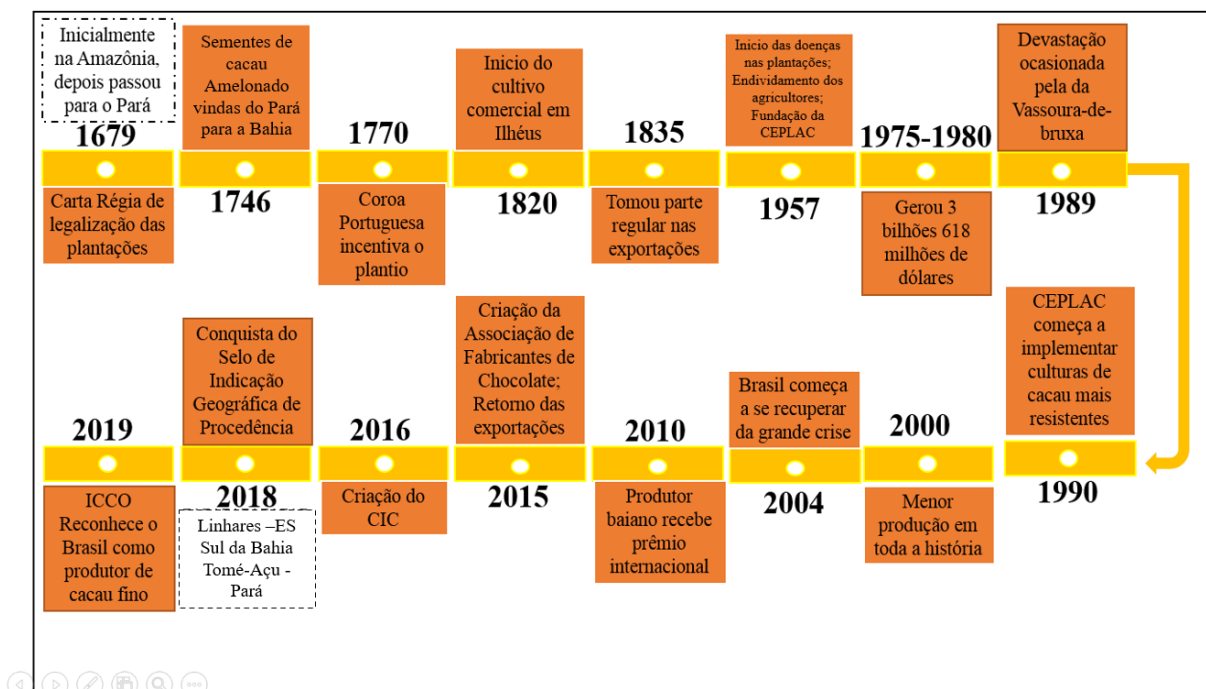
Práticas Agrícolas	Cacau Comum	Cacau Fino
Colheita	Intervalo entre colheita maior; Colheita de frutos verdes, verdoengos, maduros e sobremaduros.	Intervalo entre colheita no máximo de 14 dias; Colheita apenas de frutos maduros.
Embandeiramento	Frutos colhidos com facão ou podão; Montes menores.	Frutos colhidos com a mão ou com gancho; Montes maiores.
Seleção de Frutos	Não é feita.	Seleção por sanidade, maturação, variedade.
Quebra	Início da quebra na 6ª dia; Retira todas as sementes do fruto.	Início da quebra no 6º dia após a colheita; Cuidado para não ferir as amêndoas com o facão; Retira todas as sementes do fruto, separa as sementes, elimina totalmente cibira, sementes achatadas e germinadas.
Transporte Fermentação	Quando possível; Mistura cacau de frutos; Quebrados em dias diferentes	Obrigatoriamente no mesmo dia. Não mistura cacau de frutos quebrados em dias diferentes; Acompanha temperatura durante a fermentação; Adiciona pedaços de folha de banana para aumentar a temperatura; Cobre a massa de cacau com folhas de bananeira; Nivela a superfície da massa de cacau.
Secagem	Secagem natural e artificial; Retira os restos de cascas, pedúnculos e cibiras; Se ocorrer mofo realiza pisoteio; 8% de umidade.	Secagem natural. Retira os restos de cascas, pedúnculos e cibiras; Ao final da tarde, amontoa a massa de cacau em uma ou duas pilhas e fecha a barçaça; 7% de umidade.
Seleção de amêndoas	Não é feita.	Padronizada por tamanho; Elimina totalmente restos de cibira, sementes quebradas, achatadas e germinadas.
Armazenamento	Armazém limpo e arejado.	Armazém limpo e arejado.

Fonte: APCFE, citado por Zugaib (2011)

1.7 BRASIL E O CULTIVO DE CACAU

Na Figura 6, encontra-se um resumo dos principais acontecimentos relacionados ao cacau no Brasil.

Figura 6- Resumo histórico dos principais acontecimentos referentes ao cacau no Brasil



Fonte: elaboração da autora, 2019.

Oficialmente, essa história iniciou no ano de 1679, após os colonizadores serem autorizados pela Carta Régia, à iniciar as plantações no país. Iniciou-se o cultivo no Estado do Pará, que foi prejudicado pela pobreza dos solos, gerando assim sucessivos insucessos. Contudo, após diversas tentativas, em 1780 o Pará já produzia mais de 100 arrobas de cacau, porém a prática não se estabeleceu naquele tempo e permaneceu como uma simples atividade extrativa até anos recentes (CEPLAC, 2019).

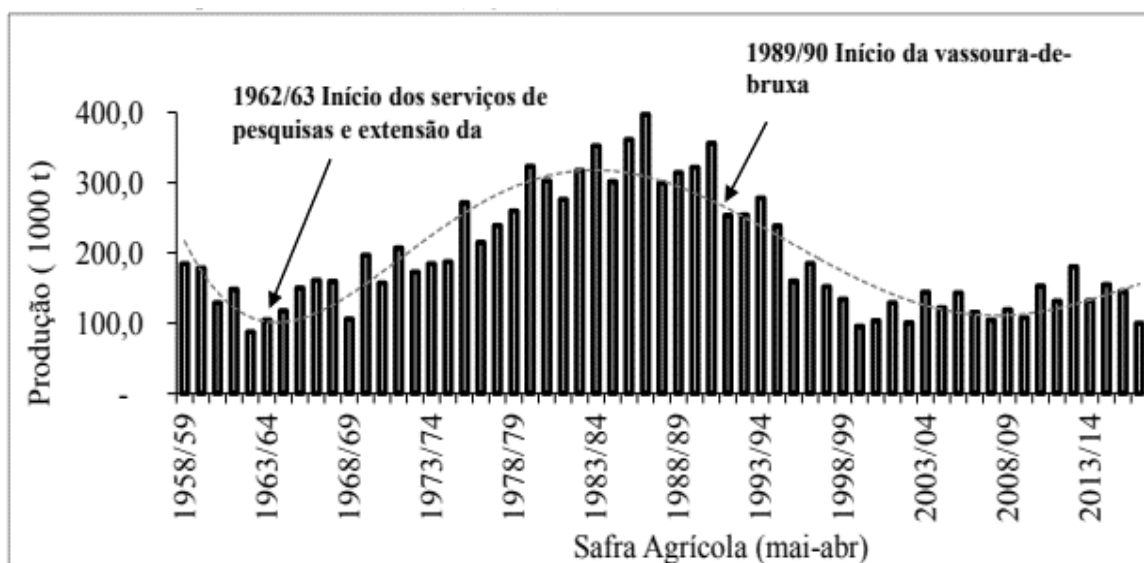
Na Bahia, a história cacaeira, data de 1746, quando Antônio Dias Ribeiro recebeu algumas sementes de cacau do Tipo *Forastero* (Amenolado) provenientes do Pará, trazidas pelo colonizador francês Luiz Frederico Warneau. O primeiro plantio foi realizado na fazenda Cubículo, às margens do rio Pardo, atual município de Canavieiras (CEPLAC, 2019).

O cacau apresenta relevante importância econômica. Segundo a AIPC (2019), o setor representa mais de 4.000 empregos diretos e indiretos e é um dos elos de uma cadeia de mais de 120 mil pessoas, incluindo produtores rurais e indústrias de chocolate. No total, é estimado que esse setor represente 23 bilhões de reais anuais de valor gerado ao país.

Ambientalmente, o cacau, contribui para a preservação da biodiversidade local, pela possibilidade do cultivo na forma de sistemas agroflorestais, ou seja, a cultura do cacau está associada a outras espécies vegetais como a seringueira, essências florestais e frutífera (CEPLAC, 2012).

O pico máximo de produção na Bahia, ocorreu em 1986/87, com aproximadamente 397 mil toneladas comercializadas (CEPLAC, 2017). A figura 7, apresenta Produção comercializada de amêndoas de cacau no Brasil entre os anos de 1958 e 2017.

Figura 7- Produção de amêndoas de cacau no Brasil entre os anos de 1958 a 2017



No século XX, ocorreu uma série de eventos na região baiana, como as doenças das plantas em 1957, a entrada de outros países no mercado do cacau e o endividamento financeiro dos agricultores de cacau. No final da década de 1980, a doença vassoura de bruxa, fatidicamente, devastou toda a produção de cacau, que na época, correspondia a segunda maior do mundo. Com isso, os agricultores declararam falência, e a produção do País entrou em colapso, atingindo seu menor nível de produção em 1999/2000, com apenas 96 mil toneladas (CEPLAC, 2017).

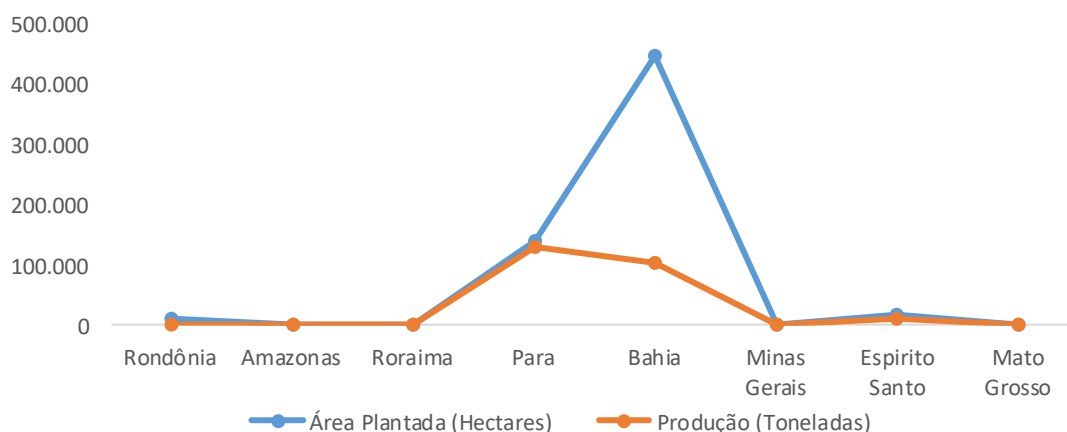
Em 1957, havia sido instituída a Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC, órgão do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Essa Instituição conseguiu modernizar a produção de cacau no Brasil, combater pragas e doenças do cacaueiro e recuperar a produção do cacau. E com isso, a partir de 2004 o cultivo de cacau no Brasil começou a se recuperar. Até os dias atuais, continua desenvolvendo pesquisas voltadas ao,

melhoramento genético, práticas culturais, utilização de defensivos químicos e controle biológico, profissionalizando assim a cultura no país (CEPLAC, 2017).

De acordo com ICCO, estima-se que o Brasil seja o 7º maior produtor mundial, posicionando-se abaixo da Costa do Marfim, Gana, Camarões, Nigéria, Equador e Nigéria. O Continente Africano destaca-se por ser responsável por cerca de 75% da produção mundial.

Em 2019, o Brasil produziu mais de 252.540 mil toneladas de amêndoas de cacau. Sendo os Estados do Pará e Bahia, líderes de produção no Brasil, contribuindo com 22% e 18% da safra, respectivamente (IBGE, 2019). Na figura, encontra-se os Estados produtores do Brasil e suas respectivas áreas de cultivo e produção.

Figura 8- Áreas de cultivo e produção de cacau no Brasil



Fonte: IBGE – Levantamento Sistemático da Produção Agrícola

Conforme resultados do censo agropecuário de 2017, o polo cacauicultor baiano abrange cerca de 110 municípios, sendo dez responsáveis pela maior produção do fruto no Estado, com destaque para Ilhéus, Uruçuca e Ibirapitanga (IBGE, 2017).

A Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996, regulamenta a Lei de Propriedade Industrial (LPI), que por meio da Indicação Geográfica deve garantir proteção a produtos e suas respectivas regiões produtoras. Essa divide-se em: Indicação de procedência (IP) e Denominação de origem. A primeira caracteriza-se por valorizar a tradição produtiva e reconhecimento público referente a qualidade e características específicas de determinado produto. Enquanto que a segunda, refere-se as características ambientais exclusivas daquela região que agregam diferencial ao produto (INPI, 2019).

No Brasil, apenas o Sul da Bahia demarcando 83 municípios, e os Municípios de Linhares no Espírito Santo e de Tomé-Açu no Estado do Pará, possuem certificado de

Indicação de Procedência (FERREIRA; SANTANA, 2017; INPI, 2019). O Sul da Bahia tem trabalhado arduamente para obter também o selo de Denominação de origem, produto já reconhecido internacionalmente pelas suas características.

Diomande *et al.* (2015) confirmaram que as características de origem geográficas das amêndoas, dentre outras variáveis, está relacionada a qualidade do produto. Assim, há uma necessidade de desenvolver métodos adequados para que haja rastreabilidade dessa matéria prima, para poder diferenciá-la de acordo com sua qualidade e também sua origem. Vázquez-Ovando *et al.* (2015) utilizaram a quimiometria, para classificar amostras de cacau de diferentes regiões do México em função de suas características químicas, físicas e físico-químicas. E com isso, conseguiram organizar as amostras em três grupos. Desse modo a identificação de origem do cacau vem sendo estudado em muitos trabalhos (HUE *et al.* 2014).

Nesse sentido, destaca-se a atuação do Centro de Inovação o Cacau (CIC), inaugurado em 2017, uma importante instituição que busca alavancar o potencial da cacauicultura Brasileira. Essa possibilita o monitoramento da qualidade do cacau brasileiro, possibilitando sua justa valorização monetária no mercado internacional.

O grau de fermentação, e conseqüentemente a qualidade das amêndoas, é realizada pelo teste de corte. Neste teste, as amêndoas são classificadas como Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3 ou fora do tipo a depender de algumas características, como presença de mofo, fumaça, amêndoas danificadas por insetos, ardósia, germinadas e achatadas. O teste consiste em cortar longitudinalmente 300 amêndoas e contar a proporção de roxa e marrom presentes (BRASIL, 2008).

Já para a importação de amêndoas de cacau, o padrão oficial refere-se Instrução Normativa nº 38 de 23 de junho de 2008 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que preconiza os requisitos de qualidade, em função dos limites máximos de tolerância de defeitos.

Araújo *et al.* (2014) propôs um índice denominado *Cocoa Quality Index*, e levando em consideração o interesse da indústria de cacau, e o uso do mesmo para a produção de chocolate e aspectos relacionados a produção de medicamentos, saúde humana e segurança alimentar, perceberam que para elevar a qualidade do cacau baiano de acordo com esse índice, seria necessário um aumento da gordura, compostos fenólicos, frutose e glicose; e diminuição dos níveis de fenóis totais, ácidos orgânicos, metais e cafeína.

Olunloyo, Ibidapo e Dinrifo (2012) desenvolveram um protótipo de nariz eletrônico para monitorar a qualidade dos grãos de cacau originários da Nigéria. Gu *et*

al. (2013) utilizaram essa mesma tecnologia para avaliar a variação de aroma em amostras de cacau fermentadas e secas de diferentes países, incluindo China, Indonésia e Papua Nova Guiné.

2 AVALIAÇÃO SENSORIAL EM ALIMENTOS

Embora a composição química, físico-química e física do cacau sejam critérios utilizados para avaliação da qualidade das amêndoas secas, o critério final de qualidade continua sendo o sabor e aroma após o processamento (FERRÃO, 2002).

Com isso, tem-se a Análise Sensorial que pode ser definida como “a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações às características de bens alimentares e de outros bens materiais tais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, sabor, tato e audição (STONE *et al.* 2012).

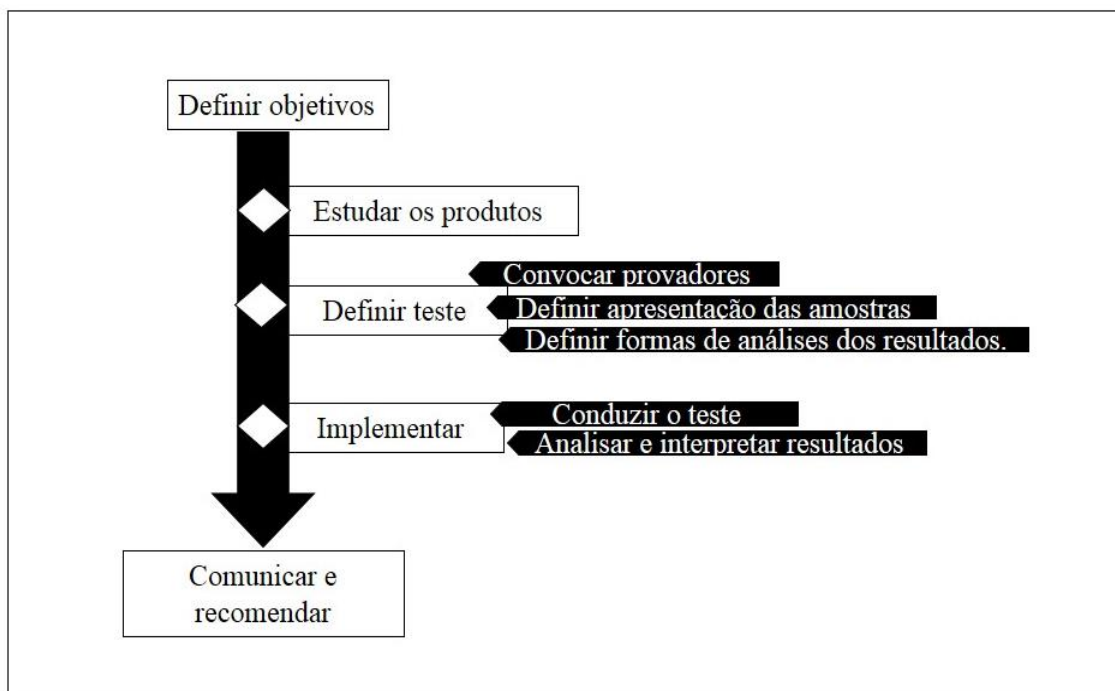
De acordo com Araújo *et al.* (2014) a qualidade sensorial de um produto é definida pela aceitação das características deste, que são percebidas pelos consumidores que são usuários regulares ou que compreendem o mercado-alvo.

Já foram desenvolvidas máquinas com simulações sensoriais de inúmeras vantagens, como simplicidade, economia de tempo e aspecto econômico (FRANKE *et al.* 2005), todavia encontrou-se também grandes limitações, como: desvio, instabilidade, necessidade de calibração frequente e baixa reprodutibilidade (MARSILI, 2001).

Portanto, o homem com suas apreciações subjetivas, é e sempre será, o melhor meio para realizar análises sensoriais, pois é o único capaz de agregar conhecimentos técnicos e científicos a valores culturais e socioeconômicos, fundamentais para a comercialização de produtos alimentares (TEXEIRA, 2009). São capazes de identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis, definir as características sensoriais importantes de um produto de forma rápida e capacidade de detectar particularidades que não podem ser percebidas por outros procedimentos analíticos (MUNOZ *et al.* 1992).

Para obter-se sucesso nos resultados, o desenvolvimento da análise deve seguir uma ordem de passos e organização. A Figura 9 apresenta, resumidamente essas etapas.

Figura 9-Etapas de um cronograma geral de Análise Sensorial



Fonte: adaptado de ALVELOS, (2002) e de STONE *et al.* (2012).

Para que a análise ocorra de forma eficiente, revelando resultados confiáveis, é necessário adotar uma série de estratégias que minimizam as influências fisiológicas e psicológicas. Dentre as quais cita-se o uso de um número adequado de indivíduos, a seleção e planejamento dos métodos de testes, o uso de uma amostra representativa e a depender do teste, utilização de painéis de jogadores treinados (MACNEIL e HOLLENDER 1990).

Outras medidas importantes são: manter sigilo quanto informações específicas das amostras e variar o tipo de produto apresentado, eliminando riscos de erros de expectativa e habituação, respectivamente. Cabines de avaliação individual, são imprescindíveis a fim de evitar contato e comunicação entre jogadores (ALVELOS, 2002).

Existem três tipos de testes sensoriais que são usados com diferentes objetivos: Teste discriminativo, descritivo e afetivo. Os participantes são selecionados por meio de diferentes critérios. Os Testes de discriminação, são utilizados quando o objetivo é verificar se existe diferença perceptível entre produtos; testes descritivos, utilizados quando o objetivo é descrever e/ou quantificar características sensoriais de um produto, e os testes afetivos, por sua vez, são usados para medir o “grau de gostar” dos consumidores frente aos produtos (LAWLESS e HEYMANN, 1999).

Os testes descritivos fornecem descritores sensoriais da produto, permitindo comparações entre produtos (STONE *et al.* 2012).

A Análise Descritiva apresenta-se como uma metodologia que proporciona obtenção de uma descrição das propriedades sensoriais de um produto, representado um dos métodos mais completos, nesse sentido (LAWLESS e HEYMANN, 1999). Possui inúmeras aplicações, como por exemplo: acompanhamento de produtos concorrentes, testes de armazenamento, desenvolvimento e controle de qualidade de produtos, e relação entre testes sensoriais e instrumentais (STONE e SIDEL, 2004).

Os testes afetivos ou hedônicos, dividem-se em dois grandes grupos, os testes de aceitação e os testes de preferência (ALVELOS 2002).

Não requerem treinamento dos jogadores e são importantes por expressar a opinião dos consumidores sobre o produto a ser testado. É uma importante ferramenta, pois determina diretamente a opinião do consumidor em relação a ideias, características específicas ou globais de determinado produto, sendo, por isso, também denominados de teste de consumidor (MININ *et al.* 2006).

2.1 TESTE *CHECK-ALL-THAT-APPLY*

Introduzida na área e ciência de alimentos por Adams *et al.* (2007), o *Check-All-That-Apply* (CATA), quando comparada aos demais métodos, é uma das mais atuais, inovadoras, práticas e rápidas técnica na área e análise sensorial de alimentos (MEYNER *et al.* 2013). E por isso, tem sido frequentemente utilizada por pesquisadores. Exemplos recentes da aplicação de perguntas CATA são: molho *barbecue* (CHOI *et al.* 2014), presunto cozido (HENRIQUE, DELIZA e ROSENTHAL, 2015), iogurte (TÁRREGA, MARCANO e FISZMAN, 2016), e até mesmo alimentos à base de insetos (TAN, VERBAAN e STIEGER, 2017).

Nesse teste, são utilizados consumidores que recebem acompanhados das amostras de estudo, uma lista de palavras ou frases das quais devem selecionar todas as que considerarem apropriadas para descrever o produto (Figura 10). Além de termos descritores podem ser utilizados termos relacionados à intenção de compra, ocasiões de uso, e/ou vínculos afetivos (VARELA e ARES, 2014). Com isso, além da descrição de aspectos qualitativos da percepção dos consumidores, é possível identificar associações indiretas (LAZO *et al.* 2016). Recentemente, Gunaratne *et al.* (2019) utilizaram esse método para determinar termos emocionais para descrever chocolate.

Os termos da lista podem ser gerados por um painel de avaliadores treinados ou por um grupo de consumidores, ao testar o produto (DOOLEY *et al.* 2010).

Figura 10 - Exemplo de apresentação de Amostras



Fonte: Arquivo pessoal, (2019).

De acordo com a literatura, questionários entre 10 a 17 termos e divididas por grupos específicos de atributos são mais eficazes quando comparadas a lista extensas com mais de 20 termos (ARES *et al.* 2013). Segue abaixo, modelo de ficha aplicado em teste CATA para *nibs* de cacau.

Figura 11- Modelo de ficha aplicado em teste CATA

CATA - Check All That Apply

Nome: _____ Sexo: ____ Idade: ____ Data: ____

Por favor, prove as amostras codificadas da esquerda para a direita, assinale com um X em cada atributo que sentiu na amostra:

Atributo	Amostra _____	Amostra _____	Amostra _____	Amostra _____	Amostra _____
01- Aroma adocicado					
02- Aroma ácido					
03- Aroma cacau/chocolate					
04- Aroma de Nuts (oleaginosas)					
05- Aroma frutado					
06- Aroma amadeirado					
07- Aroma amanteigado					
08- Aroma de especiarias					
09- Aroma floral					
10- Aroma torrado					
11- Gosto ácido					
12- Gosto doce					
13- Gosto amargo					
14- Sabor de cacau					
15- Sabor de Nuts					
16- Sabor frutado					
17- Sabor amanteigado					
18- Sabor de torrado					
19- Adstringente					

Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Ares *et al.* (2014), através da introdução de uma segunda sessão de avaliação, utilizando as mesmas condições da primeira, obtiveram resultados positivos ao investigar a reprodutibilidade do questionário CATA e sua eficiência em detectar diferenças e caracterizar os diversos produtos. Esses resultados confirmam pesquisas anteriores (LADO *et al.* 2010).

Além disso, alguns estudos compararam os mapas sensoriais gerados pelas perguntas do CATA com os fornecidos pela análise descritiva de um painel de avaliadores treinados, relatando similaridades de resultados (ARES *et al.* 2010; DOOLEY *et al.* 2010).

Ressalta-se ainda que o questionário CATA pode ser aplicado em conjunto com teste de aceitação, possibilitando averiguar a influência dos atributos na percepção afetiva do consumidor (ARES *et al.* 2014).

Embora não haja investigações suficientes que indiquem um número adequado de participantes, um estudo com relevância estatística deve provavelmente considerar o uso de 100 ou mais consumidores. A discriminação e inferência das diferenças dos produtos por atributo entre as amostras, é verificada através da aplicação do teste estatístico Q de Cochran (CASTURA; MEYNER, 2014).

Quanto à análise gráfica, tem-se a Análise de Correspondência, utilizada para visualizar a tabela de contingência gerada pelo questionário. Para evitar influências negativas, é recomendável retirar dos cálculos atributos que não mostraram discriminação significativa (MEYNER *et al.* 2013).

2.2 TESTE DE ACEITAÇÃO

O teste afetivo de aceitação pretende determinar o grau de aceitação de um produto pelos seus consumidores, sendo para tal usada uma escala hedônica onde os consumidores exprimem o que sentem relativamente ao produto (ALVELOS, 2002). A escala hedônica de 9 níveis é geralmente a mais usada, variando de “desgosto extremamente” até “gosto extremamente” (STONE *et al.*, 2012).

É comumente utilizado para comparar produtos concorrentes, desenvolvimento de novos produtos e melhoria da qualidade. E com isso, é possível transformar dados subjetivos em objetivos, e obter informações importantes sobre o grau com que as pessoas gostam ou não de um determinado produto (STONE e SIDEL, 2004).

Carroll (1972), desenvolveu o mapa de preferência, também conhecido como Análise de Preferência Multidimensional. A partir disso, com os dados de aceitabilidade é possível relacionar a preferência do consumidor com as características sensoriais dos produtos ou com

medidas instrumentais e/ou químicas, sendo essencial para a compreensão dos dados e orientação guia para a otimização das características sensoriais do produto (DUTCOSKY, 2011).

Existem dois principais tipos de mapa de preferência: Interno e Externo. O mapa de preferência interno é uma análise de componentes principais (ACP) onde as amostras (produtos) e os consumidores são representados no mesmo gráfico. E o mapa de preferência Externo, obtido por meio de uma ACP dos dados descritivos sensoriais, seguida da correlação destes dados com os resultados de aceitação de cada consumidor (CRUZ MARTÍNEZ e HOUGH, 2002).

Efraim *et al.* (2010) estudou a aceitação sensorial de chocolates produzidos a partir de amêndoas provenientes de processos de fermentação e secagem distintos, e os resultados confirmaram a influência desses processos na qualidade dos produtos.

Leite, Bispo e Santana (2013), através desse teste, puderam constatar que cacau comum, e cacau proveniente de cacaueiros resistentes ao fungo causador da doença *vassoura-de-bruxa*, derivam chocolates com a mesma qualidade sensorial. Silva *et al.* (2017) também utilizaram esse teste para avaliar a aceitabilidade de chocolates probiótico, verificando potencial na comercialização desse alimento funcional.

Rocha (2016), verificou o impacto da temperatura e tempo de torração sobre a aceitação e o perfil sensorial de chocolates, e observou impacto da temperatura, porém não do tempo, sobre a aceitação dos chocolates.

Diante de todo o exposto, é evidente a necessidade de investigação sobre a qualidade do cacau da Bahia, sobretudo no aspecto sensorial, fornecendo informações relevantes sobre possíveis características específicas do produto dessa região. Com isso, essa pesquisa visa caracterizar 36 amostras de cacau da região sul da Bahia, verificar sua qualidade global pelo teste afetivo de aceitação e a partir desses resultados verificar amostras com potencial para serem classificadas como cacau fino.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, J.; WILLIAMS, A.; LANCASTER, B.; FOLEY, M. **Advantages and uses of check-all-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks**. Poster presented at the Pangborn Sensory Science Symposium. Minneapolis, MN, USA, 2007.
- AFOAKWA, E. O. **Chocolate Science and Technology**. 3 ed. England: Wiley-Blackwell, 2010.
- AFOAKWA, E. O., PATERSON, A., FOWLER, M., RYAN, A. (2008). Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical review. **Critical Reviews. Food Science and Nutrition**, v. 48, n.9, p. 840-857, 2008.
- AIPC - **Associação das Indústrias Processadoras de Cacau**. Disponível em: <http://www.aipc.com.br/>, acesso em: 23 de novembro de 2019.
- ALMEIDA, M. H. G. (1990), *A Tecnologia do Cacau – Influência na formação do “flavour”*, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. 155 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, (1990).
- ALMEIDA, M. H. G. **Cacau – Tecnologia Pós-Colheita. A Fração volátil no “flavour”**. 1998, Dissertação (Mestrado em Engenharia Agro – Industrial) Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, 1998.
- ALVARADO, J. D.; VILLACIS, F. E.; ZAMORA, G. F. Efecto de la época de cosecha sobre la composición de cotiledones crudos y fermentados de dos variedades de cacao y fracciones de cascarilla. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 33, n. 2, p. 335–339, 1983.
- ALVELOS, H. M. P. P. D. **Análise, Desenvolvimento e Teste de Métodos e Técnicas para Controlo Estatístico em Análise Sensorial**, 2002. Tese (Doutor em ciências de Engenharia), Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Porto, Portugal . Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/12427>, Acesso em: 20 de junho de 2019.
- ALVES, S. A. M. **Epidemiologia da vassoura de bruxa (*Crinipellis pernicioso* (STAHEL) SINGER) em cacauzeiros enxertados em Uruçuca, Ba**. 2002. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba–SP, 2002.
- APROTOSOAIÉ, A. C.; LUCA, S. V. Flavor Chemistry of Cocoa and Cocoa Products An Overview. **Comprehensive reviews in food science food safety**. v. 15, n. 1, p. 73-91, 2016.
- ARAUJO, Q. R., FERNANDES, C. A. F., RIBEIRO, D. O., EFRAIM, P., STEINMACHER, D. Cocoa Quality Index - a Proposal. **Jounal Food Control**, v. 46, n.1 p. 49–54, 2014.
- ARES, G.; ANTÚNEZ, L.; GIMÉNEZ, A.; ROIGARD, C. M.; PINEAU, B.; HUNTER, D. C.; JAEGER, S. R. Further investigations into the reproducibility of check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization elicited by consumers. **Food Quality and Preference**, v.36, n. 1. P.111–121, 2014.

ARES, G.; BARREIRO, C.; DELIZA, R.; GIMÉNEZ, A.; GÁMBARO, A. Application of a checkall-that-apply question to the development of chocolate milk desserts. **Journal of Sensory Studies**, v.25, n.1, p. 67–86, 2010.

ARES, G.; JAEGER, S. R.; BAVA, C. M.; CHHEANG, S. L.; JIN, D.; GIMENEZ, A., VARELA, P.; CATA questions for sensory product characterization: Raising awareness of biases. **Food Quality and Preference**, v. 30, p. 114-127, 2013.

ARRUDA, C. G. **Caracterização de Chocolate Amargo e Meio Amargo de diferentes marcas comerciais.**2014. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Departamento Acadêmico de Alimentos - Dalim, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Ufpr, Campo Mourão, 2014. Disponível em:<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4974/1/CM_COEAL_2014_1_02.pdf>. Acesso em: 10 set. 2018.

BAREL, M. Du Cacao au Chocolat, l'épopée d'une gourmandise. **Future Science**, p. 1-36, 2012.

BARTLEY, B. G. D. **The Genetic Diversity of CACAO and its Utilization.** Oxfordshire, CAB Publishing, 2005.

BARTLEY, G. D. **The genetic diversity of cacao and its utilization.** Wallingford, UK: CABI Publishing, 2005.

BATALHA, P. G. **Caracterização do cacau catongo de São Tomé e Príncipe.** Lisboa. 2009. 101 f. Mestrado (Mestre em Engenharia de Alimentos – Tecnologia de Produtos vegetais) Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa – Portugal, 2009.

BECKETT, S. T. **Industrial Chocolate Manufacture and Use.** 4 ed. London: Chapman and Hall, p.70, 2009.

BECKETT, S. T. **Industrial chocolate manufacture and use.** London: Chapman and Hall, 2009. p. 720. 978-1-4051-3949-6.

BECKETT, S. T. **The Science of chocolate.** Second ed. Cambridge: RSCPublishing, 2008

BECKETT, S. T. **Industrial chocolate manufacture and use.** 2 ed. London: Chapman and Hall, p. 408, 1994.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 38, de 23 de junho de 2008. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 jun. 2008.

BRITO, A; ARAÚJO, W. **Serviço nacional de aprendizagem rural. Cacau: produção, manejo e colheita** / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – Brasília: Senar,145 p; il. 21 cm (Coleção Senar, 215), 2018

CALIGIANI, A.; MARSEGLIA, A.; PALLA, G. **Cocoa: Production, Chemistry, and use.** Encyclopedia of Food and Health, Elsevier, ed. 1, 2016.

CAMU, N.; WINTER, T.; ADDO, S. K.; TAKRAMA, J. S.; BERNAERT, H. VUYST, L. Fermentation of cocoa beans: influence of microbial activities and polyphenol concentrations

on the flavour of chocolate. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. v. 88, n. 13, p. 2288 – 2297, 2008.

CARROLL, J.D. **Individual differences and multidimensional scaling**. In R.N. Shepard, A.K. Romney & S.B. Nerlove (Eds.): *Multidimensional scaling: theory and applications in the behavioral sciences*. Vol. I: Theory. New York: Seminar Press, 1972.

CEPLAC - CEPLAC-Comissão Executiva Plano da Lavoura Cacaueira, 2017. **NOTA TÉCNICA EFEITO DA ESTIAGEM NA PRODUÇÃO DE CACAU DA BAHIA NAS SAFRAS DE 2016/17 e 2017/18**. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/restrito/lerNoticia.asp?id=2382>, acesso em: 03 de janeiro de 2020.

CEPLAC (COMISSÃO EXECUTIVA DO PLANO DA LAVOURA CACAUEIRA). *Cacau: história e evolução*. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/radar_cacau.htm>. Acesso em: 20 jan. 2014

CEPLAC. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. Superintendência no Estado do Pará. **Sinopse do mercado de cacau em 2011**. Pará, Brasil. 2012. Disponível em: <http://www.ceplacpa.gov.br/site/?p=2964>. Acesso em 01 de agosto de 2012.

CHEESMAN, E. E. Notes on the nomenclature, classification and possible relationships of cocoa populations. **Trop Agricult**, v. 21, n.1, p.144–159, 1944.

CHOI, J. H.; GWAK, M. J.; CHUNG, S. J.; KIM, K. K.; O'MAHONY, M.; BAE, R.; Y. Identifying the drivers of liking by investigating the reasons for (dis)liking using CATA in cross-cultural context: a case study on barbecue sauce, **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.95, n.8, p. 1613–1625, 2015.

CIC - Centro de inovação do cacau – disponível em <https://pctsb.org/cic/institucional/> acesso em: 10 de dezembro de 2019.

COPETTI, M. V. **Microbiota do cacau = fungos e micotoxinas do cacau ao chocolate**. 2009. 155 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP., 2009. Disponível em:

<<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/254577>>. Acesso em: 13 ago. 2019.

COPETTI, M. V. **Microbiota do cacau: fungos e micotoxinas do cacau ao chocolate**. 2009. CRAFACCK, M.; K, H.; ESKILDSEN, C. E.; PETERSEN, M. A.; SAERENS, S.; BLENNOW, A.; SKOVMAND-LARSEN, M.; SWIEGERS, J. H.; PETERSEN, G. B.; HEIMDAL, H.; NIELSEN, D. S. Impact of starter cultures and fermentation techniques on the volatile aroma and sensory profile of chocolate. **Food Research International**, v. 63, n. 1, p.306-316, 2014.

CRUZ, C. L. C. V. **Melhoramento do sabor de amêndoas de cacau através de tratamento térmico em forno convencional e de microondas**. 2002. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2002.

CRUZ, M. J. S.; MARTÍNEZ, C.; HOUGH, G. Descriptive analysis, consumer clusters and preference mapping of commercial mayonnaise in Argentina. **Journal of Sensory Studies**, v. 17, n.4, p.309-325, 2002

DE VUYST, L.; WECKX, S. The cocoa bean fermentation process: from ecosystem analysis to starter culture development. **Journal of Applied Microbiology**, n.121, n. 1, p. 5–17, 2016.

DE VUYST, L.; WECKX, S. The cocoa bean fermentation process: from ecosystem analysis to starter culture development. **Journal of Applied Microbiology**, v. 121, n.1, p. 5–17, 2016.

DIOMANDE, D et al. Multi-element, multi-compound isotope profiling as a means to distinguish the geographical and varietal origin of fermented cocoa (*Theobroma cacao* L.) beans. **Food Chemistry**, v. 188, p 576–582, 2015.

DIOMANDE, D.; ANTHEAUME, I.; LEROUX, M.; LALANDE, J.; BALAYSSAC, S.; REMAUD, G. S.; TEA, I. Multi-element, multi-compound isotope profiling as a means to distinguish the geographical and varietal origin of fermented cocoa (*Theobroma cacao* L.) beans. **Food Chemistry**, v. 188, n.1, p. 576–582, 2015.

DOOLEY, L.; LEE, Y. S.; MEULLENET, J. F. The application of check-all-that-apply (CATA) consumer profiling to preference mapping of vanilla ice cream and its comparison to classical external preference mapping. **Food Quality and Preference**, v. 21, n. 1, p. 394-401, 2010

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de Alimentos**. 3 ed. Curitiba: Champagnat, p.426, 2011.

EFRAIM, P. **Contribuição à melhoria de qualidade de produtos de cacau no Brasil, através da caracterização de derivados de cultivares resistentes à vassoura-de-bruxa e de sementes danificadas pelo fungo**. Campinas, 2009. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2009.

EFRAIM, P. **Estudo para minimizar as perdas de flavonóides durante a fermentação de sementes de cacau para produção de chocolate**. 2004. 126p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas – SP, 2004.

EFRAIM, P. *et al.* Teores de compostos fenólicos de sementes de cacau de diferentes genótipos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 9, n. 4, p. 229–236, 2006.

EFRAIM, P.; PEZOA-GARCÍA, N. H.; JARDIM, D. C. P.; NISHIKAWA, A.; HADDAD, R.; EBERLIN, M. N. Influência da fermentação e secagem de amêndoas de cacau no teor de compostos fenólicos e na aceitação sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 142-150, 2010.

ESTIVAL, K. G. S; LAGISNESTRA, A. M. **A construção dos mercados de qualidade do cacau no Brasil**. 2015, in: Rio de Janeiro, RJ, XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2015.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). Cocoa. Abidjan, Côte d'Ivoire: Institut Africain pour le Développement Économique et Social, 1984.

FERRÃO, J. E. M. A «morte da semente» sua importância na tecnologia pós-colheita do cacau. Lisboa, v. 31, n. 1, p. 262-267, jan. 2008. Disponível em <http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2008000100023&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 06 jan. 2020.

FERREIRA, A. C. R. **Guia da indicação Geográfica Sul da Bahia** / org. Adriana Cristina Reis Ferreira, Cristiano de Souza Sant'Ana. - Editora: PTCSB, Ilhéus-BA; 2017.

FRAUENDORFER, F.; SCHIEBERLE, P. Changes in key aroma compounds of *Criollo* cocoa beans during roasting. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 21, p. 10244-10251, 2008.

GOMES, F. C. S.; KALID, R. Prospecção tecnológica: um estudo das tecnologias aplicada ao beneficiamento e derivados do cacau, **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, 2020.

GU, F.; TAN, L.; WY, H.; FANG, Y. XU, F.; CHU, Z.; WANG, Q. Comparison of cocoa beans from China, Indonesia and Papua New Guinea. **Foods**, v. 2, n. 2, p. 183–197, 21 maio 2013.

GUNARATNE, T. M.; GONZALEZ VIEJO, C.; FUENTES, S.; TORRICO, D. D.; GUNARATNE, N. M.; ASHMAN, H.; DUNSHEA, F. R. (2018). Development of emotion lexicons to describe chocolate using the Check-All-That-Apply (CATA) methodology across Asian and Western groups. **Food Research International**, v.115, n.1, p.526-534, 2019

HENRIQUE, N. A.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A. Consumer Sensory Characterization of Cooked Ham Using the *Check-All-That-Apply* (CATA) Methodology. **Food Engineering Reviews**, v.7, n.2, p. 265–273, 2015.

HUE, C; GUNATA, Z.; BERGOUNHOU, A.; ASSEMAT, S.; BOULANGER, R.; SAUVAGE, F.; DAVRIEUX, F. Near infrared spectroscopy as a new tool to determine cocoa fermentation levels through ammonia nitrogen quantification. **Food Chemistry**, v. 148, n.1, p. 240–245, 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado> acesso em: 07 de janeiro de 2020.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Resultado dos Dados Preliminares do Censo Agro**. Rio de Janeiro: 2017.

ICCO – International Cocoa Organization. **Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics**, v. 45, n. 1, 2019. Disponível em: http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat_view/30-related-documents/46-statistics-production.html. Acesso em: 16 jun 2019.

INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/indicacao-geografica/indicacao-geografica-no-brasil>, acesso em: 10 de janeiro de 2020.

KADOW, D.; BOHLMANN, J.; PHILLIPS, W.; LIEBEREI, R. Identification of main fine or flavour components in two genotypes of the cocoa tree (*Theobroma cacao* L.). **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v.86, n.1, v.1, 2013.

KOBLITZ, M. G. B. **Matérias-primas alimentícias: composição e controle de qualidade**. Rio de Janeiro (RJ): Guanabara Koogan, p. 301, 2011.

KRAHMER, A., ENGEL, A.; KADOW, D.; ALI, N., UMAHARAN, P.; KROH, L. W.; SCHULZ, H. Fast and neat – Determination of biochemical quality parameters in cocoa using near infrared spectroscopy. **Food Chemistry**, v.181, n.1, 152–159, 2015.

KREIBICH, H. H. **Qualidade e segurança das amêndoas de cacau (*Theobroma cacao* L.) e seus produtos com relação aos contaminantes biológicos e a descontaminação de fungos toxigênicos com ozônio gasoso**. 2016, Dissertação (mestrado Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Ciências Agrárias, Florianópolis- SC, 2016.

LADO J.; VICENTE E.; MANZZIONIA, A; ARES, G. Application of a check-all-that-apply question for the evaluation of strawberry cultivars from a breeding program. **Science Food and Agriculture**, v. 90, n.1, p.2268–2275, 2010.

LAGUNES GÁLVEZ, S.; LOISEAU, G.; PAREDES, J. L.; BAREL, M.; GUIRAUD, J. P.; Study on the microflora and biochemistry of cocoa fermentation in the Dominican Republic. **International Journal of Food Microbiology**, v.114, n.1, p.124-130, 2007.

LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Discrimination Testing**. In: Lawless, H.T., Ed., *Sensory Evaluation of Food*, Aspen Publication, Gaithersburg, 116-139, 1999.

LEITE, P. B.; BISPO, E. DA S.; SANTANA, L. R. R. Sensory profiles of chocolates produced from cocoa cultivars resistant to *Moniliophthora Perniciosa*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n.2, p.594–602, 2013.

LOPES, A. S.; PEZOA-GARCÍA, N. H.; VASCONCELOS, M. A. M. Avaliação das condições de torração após a fermentação de amêndoas de cupuaçu (*Theobromagrandiflorum* Schum) e cacau (*Theobromacacao* L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 2, p. 309-316, 2003.

LOPES, Alessandra Santos. **Estudo químico e nutricional de amendoas de cacau (*Theobroma cacao* L.) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) em função do processamento**. 2000. 112 p. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/255219>>. Acesso em: 27 jul. 2019.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SATORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum DE Estudos da Flora, 2006.

MACNEIL J. H.; HOLLENDER, R. **Applications of Sensory Evaluation in Food Product Development**, Penn State University, Food Science Department, p. 9-14, 1990.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2019. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/brasil-quer-retomar-protagonismo-no-cenario-global-de-cacau-e-chocolate>. Acesso em: 16 de dezembro de 2019.

MARTINHO, J.; SILVA, N. B.; SOUZA, P. G. de. **INDÚSTRIA DE CHOCOLATE**. 2012. Disponível em: <https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/881626/mod_resource/content/1/Projeto%20Industria%20de%20Chocolates%20Finalizado.pdf>. Acesso em: 13 out. 2018.

MARTINI, M. H. **Caracterização das sementes de seis espécies de *Theobroma* em relação ao *Theobroma cacao* L.** 2004. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2004.

MEYNNERS, M.; CASTURA, J. C.; CARR, B. T. Existing and new approaches for the analysis of CATA data. **Food Quality and Preference**, v.30, n.2, p.309–319, 2013.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Ed. UFV, p.225, 2006.

MOTAMAYOR, J. C.; RISTERUCCI, A. M.; LOPEZ, P. A.; ORTIZ, C. F.; MORENO, A.; LANAUD, C. Cacao domestication I: the origin of the cacao cultivated by the Mayas. **Heredity** v.89, n.1, p.380–386, 2002

MUNOZ, A. M. Análises sensorial no controle de qualidade, *In: Avanços em análise sensorial*. São Paulo: Varela, p. 89-110, 1999.

NETTO, M, D. L. E GROSS, E. **Guia de Manejo do Agroecossistema Cacau Cabruca** - volume 1 Editora. Instituto Cabruca. Ilhéus, Bahia: 2013.

NIELSEN D. S.; CRAFACK M.; JESPERSEN L.; JAKOBSEN M. The Microbiology of Cocoa Fermentation. **Chocolate in Health and Nutrition**. v. 7. n.1, p.39-60, 2013.

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

OLIVEIRA, E. W.; ESMERINO, E. A.; THOMAS CARR, B.; PINTO, L. P. F.; SILVA, H. L. A.; PIMENTEL, T. C.; BOLINI, H. M. A.; CRUZ, A. G.; FREITAS, M. Q. Reformulating Minas Frescal cheese using consumers' perceptions: Insights from intensity scales and check-all-that-apply questionnaires. **Journal of Dairy Science**, v.100, n.8, p. 6111-6124, 2017.

OLIVEIRA, H. S. S., MAMEDE, M. E. O., GÓES-NETO, A.; KOBLITZ, M. G. B. Improving Chocolate Flavor in Poor-Quality Cocoa Almonds by Enzymatic Treatment. **Journal of Food Science**, v.76, n.5, p.755–759, 2011.

OLUNLOYO, V. O.; IBIDAPO, T. A.; DINRIFO, R. R. Neural network-based electronic nose for cocoa beans quality assessment. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, v. 13, n. 4, 2011

OWUSU, M.; PETERSE, M. A.; HANNE, H.; Effect of Fermentation Method, Roasting and Conching Conditions on the Aroma Volatiles of Dark Chocolate. **Journal of Food Processing and Preservation**. United States, v. 36, n. 5, p.446-456, 2012.

PAPALEXANDRATOU, Z., KAASIK, K., KAUFFMANN, L. V., SKORSTENGAARD, A., BOUILLON, G., ESPENSEN, J. L.; et al. Linking cocoa varieties and microbial diversity of Nicaraguan fine cocoa bean fermentations and their impact on final cocoa quality appreciation. **International Journal of Food Microbiology**, v.304, n.1, p.106–118, 2019.

PAPALEXANDRATOU, Z.; NIELSEN, D. S. It's Gettin' Hot in Here: Breeding Robust Yeast Starter Cultures for Cocoa Fermentation. **Trends in Microbiology**, v.24, n. 3, p.168–170, 2016.

PIRES J. L. **Avaliação Quantitativa e molecular de germoplasma para o melhoramento do cacau com ênfase na produtividade, qualidade de frutos e resistência a doenças**. 2003, Tese (Doutorado em genética e melhoramento) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-Minas Gerais, 2003.

PWC - Agribusiness Research and Knowledge Center. **The Brazilian Cocoa Industry Market Research**. Ribeirão Preto: PwC Brazil, 2012.

ROHSIUS, C., ELWERS, S., LIEBEREI, R. **Cocoa Atlas Edition 2010**”, DVD. German Cocoa and Chocolate Foundation. <http://www.thecocoa-atlas.com>, 2010.

SALES, J. H.; CÂNDID, T. Efeito da temperatura sobre a amêndoa de cacau: secador vertical, **Revista GEINTEC**, v. 6, n.3, 2016.

SAMBUICHI, R.H.R.; HARIDASAN, M. Recovery of species richness and conservation of native Atlantic forest trees in the cacao plantations of southern Bahia in Brazil. **Biodiversity Conservation**, v.16, n.1, p.3681-3701, 2007.

SANTANA, C. A. M. **Beneficiamento e padronização do cacau**. Uruçuca, Bahia: CEPLAC/DEPED/EMARC-UR/NAGRI, p. 46, 1981.

SCHIFFMAN, H. R. **Sensation and Perception**. An Integrated Approach, 4^a ed. New York: John Wiley e Sons, 1996.

SCHROTH, G.; FONSECA, G. A. B.; HARVEY, C. A.; GASCON, C.; VASCONCELOS, H. L.; IZAC, A. N. **Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes**. Washington: Island Press, 2004.

SERENO, M. L.; ALBUQUERQUE, P. S. B.; VENCOVSKY, R.; FIGUEIRA, A. Genetic diversity and natural population structure of cacao (*Theobroma cacao* L.) from the Brazilian Amazon evaluated for microsatellite markers. **Conservation Genetics**, v. 7, n.1, p. 13–24, 2006.

SILVA NETO, P. J. **Sistema de Produção de cacau para a Amazônia brasileira**. Belém, PA. CEPLAC. 125 p, 2001.

SILVA, M. P., TULINI, F. L., MARINHO, J. F. U., MAZZOCATO, M. C., DE MARTINIS, E. C. P., LUCCAS, V.; FAVARO-TRINDADE, C. S. Semisweet chocolate as a vehicle for the probiotics *Lactobacillus acidophilus* LA3 and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BLC1: Evaluation of chocolate stability and probiotic survival under in vitro simulated gastrointestinal conditions. **LWT**, v.75, p. 640–647, 2017.

STONE, H.; REBECCA N. B; HEATHER, A. T. **Sensory Evaluation Practices**, 4ª Ed., Academic Press, 2012.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. Academic Press Inc., Tragon Corporation, Redwood City, p. 408, 2004.

SUFRAMA - Superintendência Da Zona Franca De Manaus. **Potencialidades Regionais e Estudo da viabilidade econômica do cacau**. Sumário Executivo, 2005. Disponível em: http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/sumario/cacau.pdf. Acesso em: 13/12/2018

SUFRAMA- Superintendência Da Zona Franca De Manaus. **Cacau: Potencialidades regionais, estudo de viabilidade econômica**. Manaus, Amazonas: ISAE/FGV, p. 14, 2003.

TAN, H. S. G.; VERBAAN, Y. T.; STIEGER, M. How will better products improve the sensory-liking and willingness to buy insect-based foods? **Food Research International?** v. 92, n. 1, p. 95 – 105, 2017.

TÁRREGA, A.; MARCANO, J.; FISZMAN, S. Yogurt viscosity and fruit pieces affect satiating capacity expectations. **Food Research International**. v. 89, n. 1, p. 574 – 581, 2016.

TEIXEIRA, V. L. Análise sensorial na indústria de alimentos, **Journal of Candido Tostes Dairy Institute**, v.366, v. 664, p. 12–21, 2009.

VAN BOEKEL, M. A. J. S. Formation of flavour compounds in the Maillard reaction. **Biotechnology Advances**. v. 24, n.2, p. 230–233, 2006.

VARELA, P.; ARES, G. **Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling**. Boca Raton: CRC Press; Taylor e Francis, 2014.

VARELA, P.; ARES, G. (Eds.), **Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling**, CRC Press, Boca Raton, FL, 2014.

VERÍSSIMO, A. J. M. **Efeito da origem do cacau na sua qualidade comercial, funcional e sensorial. O caso do cacau catongo de São Tomé e Príncipe e do Brasil**. 2012. Dissertação (mestrado em Engenharia Alimentar – Processamento de Alimentos). Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, 2012

WOLLGAST, J.; ANKLAN, E. Review in polyphenols in Theobroma cacao: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. **Food Research International**, n. 33, v.1, p. 423-447, 2000.

ZUGAIB, A. C. C. **A Agregação de Valores e a Busca por Novos Nichos no Mercado de cacau. Metamorfoses do Cacau** in: Simpósio Internacional II – Cacau e Sustentabilidade no Sul da Bahia – 2011.

ZYZELEWICZ, D.; KRYSIAK, W.; ORACZ, J.; SOSNOWSKA, D.; BUDRYN, G.; NEBESNY, E. The influence of the roasting process conditions on the polyphenol content in cocoa beans, nibs and chocolates. **Food Research International**, v. 89, n.1, p. 918–929, 2016.

CAPITULO II

ARTIGO CIENTÍFICO: QUALIDADE SENSORIAL DE *NBS* DE CACAU PROVENIENTES DOS ESTADOS DA BAHIA E ESPÍRITO SANTO

CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL DO CACAU DO SUL DA BAHIA: UM FOCO NA PRODUÇÃO DE CACAU FINO

Janaina de Carvalho ALVES¹, Ligia Regina Radomille de SANTANA², Adriana Cristina Reis FERREIRA³,
Sergio Eduardo SOARES¹

¹Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia - (UFBA). Rua Barão de Geremoabo s/n, Campus de Ondina, CEP:40170-210, Salvador-BA.

²Departamento Ciências da Vida, Curso de Nutrição, UNEB. End.:Estrada das Barreiras s/n, Narandiba/Cabula. CEP: 41195-001, Salvador-BA.

³Centro de Inovação do Cacau. Parque Científico e Tecnológico do Sul da Bahia. Rodovia Jorge Amado, km 16 – UESC. IPAF – Instituto de Pesquisa em Análises Físico-Químicas. CEP 45662-900, Ilhéus-BA.

RESUMO

Objetivou-se avaliar sensorialmente 36 amostras de cacau por meio dos testes *check-all-that-apply* (CATA) e aceitação, assim como, selecionar amostras com promissor potencial para cacau fino. O questionário CATA apresentou 19 termos descritores e o teste de aceitação uma escala hedônica de 9 pontos, o estudo foi por meio delineamento de bloco incompleto e de forma randomizada, com a participação de 106 consumidores. Os resultados do CATA foram avaliados por teste não paramétrico Cochran's Q ($p < 0,05$) e análise de correspondência. Os dados do teste de aceitação foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e teste de médias de Tukey ($p < 0,05$) e análise hierárquica de grupo. Os dados foram também submetidos à uma análise de múltiplos fatores. Para tais procedimentos, contou-se com auxílio do programa estatístico XLSTAT® 2019. O teste Q de Cochran revelou que os consumidores identificaram diferença significativa ($p < 0,005$) entre as amostras em 15 termos descritores listados no questionário CATA. Os atributos gosto doce e sabor de cacau/chocolate representaram os descritores com maior efeito positivo nas médias de preferência, enquanto que as propriedades adstringência, gosto ácido e amargo implicaram em menores notas de aceitação por parte desse grupo de consumidores em estudo. Os resultados do teste de aceitação global revelaram que houve diferença significativa entre as amostras. As médias variaram entre 6,05 (correspondente ao termo hedônico “gostei ligeiramente”) e 4,46 (“desgostei ligeiramente”). Na análise fatorial múltipla houve correlação negativa entre as variáveis gosto ácido e adstringência com a variável pH. Concluiu-se que o teste CATA, assim como, os descritores utilizados mostraram-se adequados para descrever a qualidade sensorial dos *nibs* de cacau avaliados. Os participantes conseguiram diferenciar as amostras de acordo com suas características sensoriais, possibilitando assim, sugerir que as amostras de cacau Jaguaquara/27, Itacaré/25, Porto Seguro/31, Ilhéus/10, Ilhéus/3, Uruçuca/34,

Belmonte/16, Ibicaraí/20, Apuarema/11, Arataca/14, Ilhéus/09, Uruçuca/35, Camacan/17, Maraú/29 apresentaram promissor potencial para cacau fino.

Palavras-chave: CATA; Aroma de chocolate; Sabor amargo; Cacau fino; Análise de correspondência

ABSTRACT

SENSORY CHARACTERIZATION OF SOUTH BAHIA COCOA: A FOCUS ON FINE COCOA PRODUCTION

The objective was to sensorially evaluate 37 cocoa samples through the check-all-that-apply (CATA) and acceptance tests, as well as to select samples with promising potential for fine cocoa. The CATA questionnaire presented 19 descriptive terms and the acceptance test had a hedonic scale of 9 points, the study was by means of an incomplete block design and in a randomized way, with the participation of 106 consumers. The results of CATA were evaluated by Cochran's Q non-parametric test ($p < 0.05$) and correspondence analysis. The acceptance test data were submitted to Analysis of Variance (ANOVA) and Tukey's means test ($p < 0.05$) and hierarchical group analysis. The data were also subjected to an analysis of multiple factors. For such procedures, the XLSTAT® 2019 statistical program was assisted. The Cochran Q test revealed that consumers identified a significant difference ($p < 0.005$) between the samples in 15 descriptive terms listed in the CATA questionnaire. The attributes sweet taste and cocoa / chocolate flavor represented the descriptors with the greatest positive effect on preference means, while the astringency, acid and bitter taste properties resulted in lower acceptance scores by this group of consumers under study. The results of the global acceptance test revealed that there was a significant difference between the samples. The averages varied between 6.05 (corresponding to the hedonic term "I liked it slightly") and 4.46 ("I disliked it slightly"). In the multiple factor analysis, there was a negative correlation between the variables acid taste and astringency with the variable pH. It was concluded that the CATA test, as well as the descriptors used, were adequate to describe the sensory quality of the evaluated cocoa nibs. The participants were able to differentiate the samples according to their sensory characteristics, thus making it possible to suggest that the cocoa samples Jaguaquara/27, Itacaré/25, Porto Seguro/31, Ilhéus/10, Ilhéus/3, Uruçuca/34, Belmonte/16, Ibicaraí/20, Apuarema/11, Arataca/14, Ilhéus/09, Uruçuca/35, Camacan/17, Maraú/29 presented promising potential for fine cocoa.

Keywords: CATA; Chocolate flavoring; Bitter taste; Fine cocoa; Correspondence Analysis

1 INTRODUÇÃO

O cacau é uma *commodity* global e de acordo com a Organização Internacional do Cacau (ICCO, 2019), a produção global anual em 2018 e 2019 foi de 4.849 milhões de toneladas. No Brasil, destacam-se como maiores produtores os Estados do Pará, Bahia, Espírito Santo, Rondônia, Roraima, Mato Grosso, Tocantins e Minas Gerais. E segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no polo baiano os principais produtores são os municípios de Ilhéus, Uruçuca e Ibirapitanga (IBGE, 2017).

Inicialmente, com base em características morfológicas e geográficas definiu-se três principais grupos genéticos para o cacau: Criolo, Forasteiro e *Trinitário* (CHEESMAN, 1994). Contudo, após estudos realizados com marcadores moleculares, Motamayor (2008) propôs uma nova classificação, dividindo-os em dez novos grupos: Marañon, Curaray, Criollo, Iquitos, Nanay, Contamana, Amelonado, Purús, Nacional e Guiana.

Já o mercado mundial de cacau utiliza duas categorias: grãos de cacau finos e ou comuns (Bulk), sendo a principal diferença sabor e aroma das amêndoas. Os sabores finos incluem frutado, aromas florais, de ervas e amadeirado, nozes e caramelizadas, além de bases de chocolate ricas e equilibradas (BAREL, 2012; ICCO, 2019).

Diversos fatores podem influenciar nas características químicas e sensoriais das amêndoas de cacau, tais como variáveis genética, ambientais, protocolos referentes à colheita, fermentação, secagem e torrefação (AFOAKWA *et al.* 2008).

Uma pesquisa realizada pelo Instituto Nacional de Investigações Agropecuárias (INIAP, 2006), e financiada pela ICCO e outras instituições, realizou um estudo em que foram encontradas diferenças: sensoriais, na composição dos compostos voláteis responsáveis (principalmente pirazinas), pelo sabor e na relação quantitativa de compostos químicos (teobromina/cafeína e frutose/glicose), e além disso, confirmaram que o meio ambiente possui importante influência nos perfis sensoriais do mesmo genótipo cultivados em países distintos.

A partir disso, entende-se a importância da certificação de Indicação de Procedência (IP) que estabelece normas e condições para a produção, obtenção e uso do selo de Origem e Qualidade da Indicação Geográfica (INPI, 2019).

No Brasil, apenas o Sul da Bahia demarcando 83 municípios, Município de Linhares (ES) e Tomé-açu (PA), possuem certificado de IP (FERREIRA; SANTANA, 2017; INPI, 2020). Outro marco importante para o país, foi o recente reconhecimento da ICCO, incluindo o Brasil como exportador de cacau fino (ICCO, 2019).

Nesse contexto, apresenta-se a metodologia *Check-All-That-Apply* (CATA) uma técnica de análise sensorial utilizada para coletar informações sobre a percepção dos consumidores sobre as características sensoriais dos produtos (ADAMS *et al.* 2007). A execução do método consiste em apresentar aos participantes uma lista de atributos com o intuito de que sejam selecionadas as palavras ou frases que melhor descrevem suas experiências com as amostras avaliadas, que são apresentadas através de um desenho experimental randomizado ou balanceado (VARELA; ARES, 2012; VALENTIN *et al.* 2012; VARELA; ARES, 2014).

Dentre as principais vantagens do método CATA destacam-se a simplicidade e rapidez com que os consumidores realizam as avaliações. Estudos que comparam sua eficiência em relação ao uso de avaliadores treinados relatam elevadas correlações, evidenciando que os consumidores são capazes de avaliar atributos sensoriais de forma semelhante (BRUZZONE *et al.* 2012; ARES *et al.* 2010).

Recentemente, Gunaratne *et al.* (2019) utilizaram o método para determinar termos emocionais para descrever chocolate, outros alimentos também foram avaliados por meio dessa técnica, tal como, molho *barbecue* (CHOI, *et al.* 2014), presunto cozido (HENRIQUE, DELIZA e ROSENTHAL, 2015), iogurte (TÁRREGA, MARCANO e FISZMAN, 2016), vinhos (OLIVEIRA *et al.* 2017) e até mesmo alimentos à base de insetos (TAN, VERBAAN e STIEGER, 2017). Todavia, não foi encontrada nenhuma pesquisa que realizou caracterização do perfil sensorial de *nibs* de cacau utilizando essa técnica.

Com isso, considerando o grande consumo e imensa apreciação dos produtos de cacau e seus derivados junto aos consumidores, este estudo objetivou avaliar a qualidade sensorial de amostras de *nibs de cacau* utilizando o método CATA para a caracterização sensorial de 36 amostras de cacau provenientes de 16 municípios do Estado da Bahia, assim como avaliar a aceitação global destas e verificar potencial para cacau fino.

2 MATERIAIS E METODOS

2.1 AMOSTRAS

As 36 amostras de amêndoas de cacau utilizadas foram disponibilizadas pelo Centro de Inovação do Cacau – CIC, localizado na cidade de Ilhéus-Bahia. As análises foram realizadas as cegas, visto que as amostras foram recebidas de forma codificada. Após a realização das análises, foram disponibilizadas pelo CIC, informações à respeito da prova de

corte, produtor, índice de fermentação, índice de subfermentação, índice de amêndoas totalmente fermentadas, pH e os municípios de origem das amostras. O sigilo quanto aos produtores foi mantido, identificando-os por algarismos romanos. As amêndoas estudadas correspondem o período safra (coletadas entre os meses outubro à janeiro) e temporão (Coletadas entre os meses maio à agosto) do ano 2017, pertenciam ao tipo 1, ou seja, possuem qualidade superior de acordo com a Instrução Normativa nº 38, de 23 de junho de 2008 (BRASIL, 2008).

Identificou-se os produtos utilizando o nome do município de origem e números sequenciais de 1 à 36, conforme consta na Tabela 1, onde também encontram-se outras informações. Na Figura 1, é possível verificar a localização geográfica dos municípios de origem das amostras.

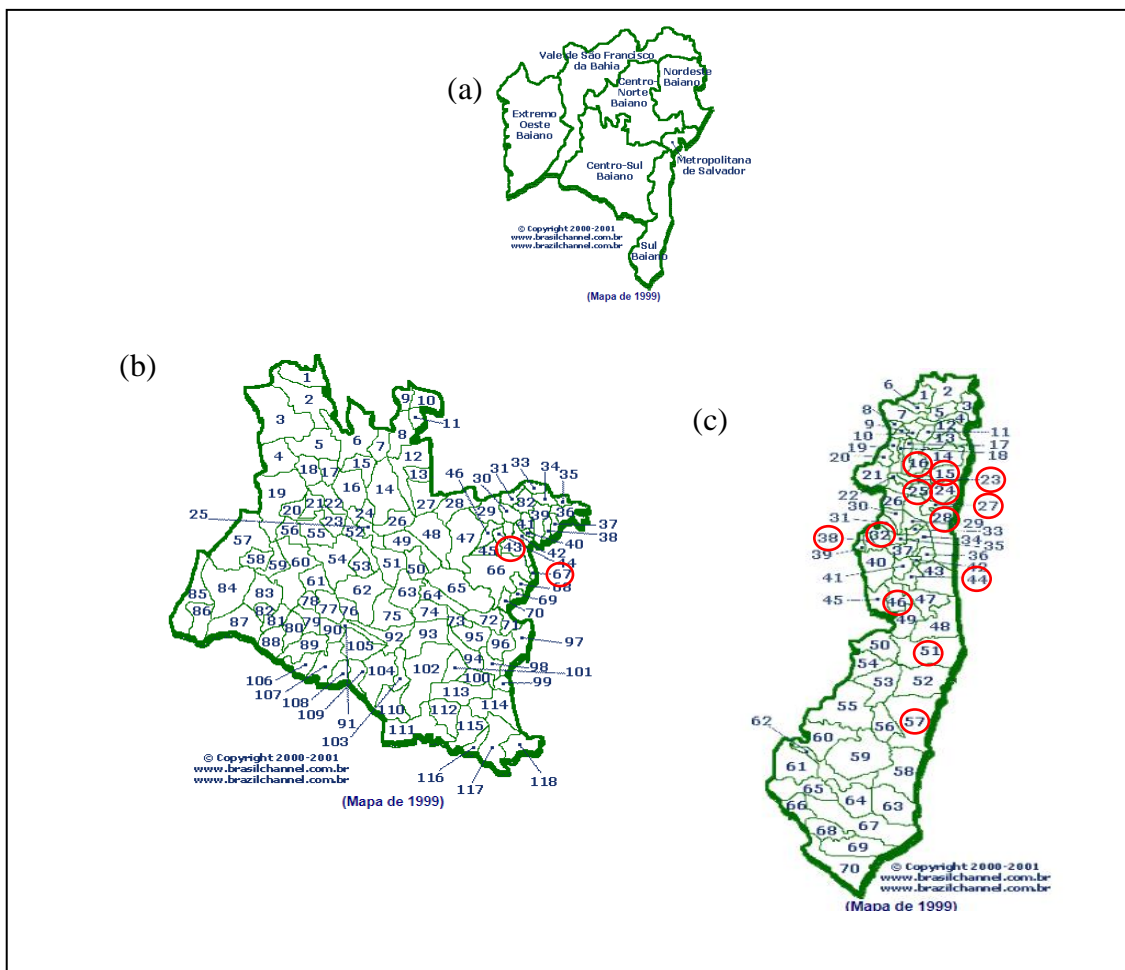
Tabela 1- Informações gerais à respeito das amostras utilizadas nesse estudo

N	Identificação (Município /N)	Colheita	Fazenda	Localização geográfica*
1	(Ilhéus/1)	Temporão	IV	28 (Sul da Bahia)
2	(Ilhéus/2)	Safra	VII	
3	(Ilhéus/3)	Temporão	IV	
4	(Ilhéus/4)	Safra	IV	
5	(Ilhéus/5)	Temporão	IV	
6	(Ilhéus/6)	Temporão	IV	
7	(Ilhéus/7)	Temporão	IV	
8	(Ilhéus/8)	Safra	IV	
9	(Ilhéus/9)	Safra	VIII	
10	(Ilhéus/10)	Safra	VII	
11	(Apuarema/11)	Temporão	XI	67 (Centro-Sul da Bahia)
12	(Arataca/12)	Temporão	XVI	44 (Sul da Bahia)
13	(Arataca/13)	Temporão	XVI	
14	(Arataca/14)	Temporão	XVI	
15	(Aurelino Leal/15)	Temporão	XV	25 (Sul da Bahia)
16	(Belmonte/16)	Safra	XII	51 (Sul da Bahia)
17	(Camacan/17)	Temporão	XX	46 (Sul da Bahia)
18	(Floresta Azul/18)	Temporão	XXVII	32 (Sul da Bahia)
19	(Ibicaraí/19)	Safra	III	38 (Sul da Bahia)
20	(Ibicaraí/20)	Safra	I	
21	(Ibirapitanga/21)	Safra	XIX	16 (Sul da Bahia)
22	(Ibirapitanga/22)	Safra	XXIII	
23	(Itacaré/23)	Temporão	XIV	24 (Sul da Bahia)
24	(Itacaré/24)	Safra	XXII	
25	(Itacaré/25)	Temporão	XXV	

26	(Jaguaquara/ 26)	Temporão	XXIV	43 (Centro-Sul da Bahia)
27	(Jaguaquara/ 27)	Temporão	XIII	
28	(Maraú/28)	Safra	XXVI	15 (Sul da Bahia)
29	(Maraú/ 29)	Safra	XXVI	
30	(Porto Seguro/ 30)	Temporão	X	57 (Sul da Bahia)
31	(Porto seguro/31)	Safra	X	
32	(Ubaitaba/32)	Safra	VI	23 (Sul da Bahia)
33	(Ubaitaba/33)	Safra	VI	
34	(Uruçuca/34)	Safra	IV	27 (Sul da Bahia)
35	(Uruçuca/35)	Safra	XVIII	
36	(Uruçuca/36)	Safra	XXVII	

*Número presente na Tabela para visualização da localização geográfica do município na Figura 1.

Figura 1 – Localização Geográfica dos municípios de origem das amostras de cacau estudadas.



(a) Divisão do Estado da Bahia por mesorregiões; (b) Municípios da Mesorregião centro-sul da Bahia; (c) Municípios da Mesorregião Sul da Bahia; Fonte: Brasil Channel

2.2 PREPARO DAS AMOSTRAS

Para obtenção dos *nibs* de cacau, as amêndoas fermentadas e secas foram dispostas em bandejas vazadas e submetidas ao processo de torrefação por meio de estufa com circulação de ar (DE LEO Equipamentos laboratorial, Rio Grande do Sul) a $120^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ por vinte minutos (ROCHA, 2015). Posteriormente, procedeu-se o descascamento e obtenção dos *nibs*, que foram moídos utilizando um equipamento triturador (Nutri Ninja Auto IQ). O material obtido foi acondicionado em embalagem à vácuo para posterior avaliação sensorial.

2.3 AVALIAÇÃO SENSORIAL

2.3.1 Apresentação das Amostras

Foram realizadas 8 sessões, em laboratório de Análise Sensorial com cabines individuais providas com iluminação por luz branca direta e climatizado. As amostras (aproximadamente 1g) foram apresentadas em recipientes descartáveis com tampa, identificados com números aleatórios de três dígitos. As mesmas foram aquecidas em banho-maria à temperatura de 120°C por cinco minutos e oferecidas ao provador à temperatura de 40°C . Os testes foram realizados de forma randomizada, utilizando delineamento de bloco incompleto. Durante todos os testes foram disponibilizados café em grãos e água potável para neutralização dos sentidos entre a avaliação das amostras.

2.3.2 Aspectos éticos do estudo

A aprovação para realização deste estudo com seres humanos foi concedida pelo Comitê de Ética da UNEB (Processo n. 2.554.892). O termo de consentimento livre e esclarecido foi assinado por cada participante antes do início da avaliação.

2.3.3 Seleção e Treinamento dos participantes

Os testes sensoriais das amostras foram realizados com 106 consumidores, variando entre 18 a 55 anos, 78,3% mulher e 21,7% homens, recrutados de acordo com o interesse e disponibilidade para participar do teste.

Realizou-se um prévio treinamento com os participantes sobre odores em cacau utilizando alguns materiais de referência, esses foram disponibilizados em recipientes de porcelana, cobertos por papel alumínio e identificados com seus respectivos termos (Tabela

2). No início de cada seção, os participantes foram convidados a sentir o odor contido em cada amostra referência.

Tabela 2- Termos descritores e materiais de referência utilizados pelos participantes durante o treinamento e sessões de análise descritiva quantitativa

Descritores Sensoriais	Definição	Material de Referência
AROMA		
Ácido/fermentado	Odor relativo ao ácido	20 ml de água; 10 ml vinagre de maçã (Marata); 10 ml de vinagre de álcool (Marata).
Adocicado /Caramelo	Odor obtido do açúcar/caramelo	Açúcar refinado (União Ltda, Brasil) aquecido em micro-ondas por três minutos.
Amadeirado		20g de raspa de madeira.
Amanteigado	Odor relativo à manteiga / gordura	100g de amido de milho (Maizena) homogeneizado com 10g manteiga(Aviação).
Cacau/Chocolate	Odor relativo ao chocolate/cacau	20 ml água 100g cacau em pó 100% (Nestlé)
Especiarias	Odores que remetam á especiarias	Pimenta, a noz-moscada, o cravo, o gengibre, a pimenta-da-jamaica, mostarda e canela, salvia, ervas finas.
Floral	Odores que remetam á Rosas, violetas, gerânio, jasmim, flor de laranjeira, alecrim, giesta.	Solução de 30ml de água filtrada e óleo essencial de flor de laranjeira, rosas e violeta.
Frutado	Odor obtido de tangerina, limão, laranja e outras	Solução de 30ml de água filtrada e óleo essencial de tangerina, limão e laranja. (1 gotas/cada)
Nut /oleaginosas	Sabor relativo a amêndoas, nozes, castanhas Pará e caju.	Mistura de nozes, amêndoas, castanha do Pará e caju, amendoim (Jasmine S.A.).
Torrado	Odor relativo ao cacau muito torrado	Nibs torrado em microndas potência alta por 3 min.

2.3.4 Caracterização sensorial das amostras através do método CATA (Check-All-That-Apply)

A metodologia CATA (ADAMS, *et al.* 2007) foi aplicada para descrever o perfil sensorial das amostras de *nibs* de cacau com a participação de consumidores.

Os 19 termos descritores apresentados no questionário CATA (Tabela 3) foram selecionados com base no estudo desenvolvido por Efraim, *et al.* (2010) e Rocha *et al.* (2015)

que realizaram avaliações sensoriais de cultivares de cacau para elaboração de chocolate por métodos descritivos.

Tabela 3 - Lista de atributos utilizados no questionário CATA

Atributos	
Aroma	Gosto/ Sabor
1- Aroma ácido	11- Gosto ácido
2- Aroma adocicado	12- Gosto doce
3- Aroma cacau/chocolate	13- Gosto amargo
4- Aroma de Nuts (oleaginosas)	14- Sabor de cacau
5- Aroma frutado	15- Sabor de Nuts (oleaginosas)
6- Aroma floral	16- Sabor frutado
7- Aroma amanteigado	17- Sabor amanteigado
8- Aroma amadeirado	18- Sabor de torrado
9- Aroma especiarias	19- Adstringente
10- Aroma torrado	

Antes da apresentação das amostras, foi realizada uma introdução descrevendo o protocolo experimental e o questionário CATA, com cada membro participante, verbalmente. Ademais, todos os participantes foram convidados a revisar os termos marcados na ficha de avaliação, para garantir que eles assinalaram os aromas e sabores corretos, segundo sua percepção. Também, foi solicitado aos participantes que avaliassem os atributos relacionados ao aroma das amostras de cacau imediatamente após a abertura da tampa do recipiente que continha cada amostra (aquecida) e, em seguida, avaliassem os atributos do sabor/gosto usando uma colher de plástico disponibilizada na bandeja.

2.3.5 Teste de aceitação

As amostras foram submetidas à avaliação por método afetivo. Foi solicitado aos participantes que avaliassem a aceitabilidade das amostras de cacau com relação à qualidade global, usando uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, que variou de 9 = gostei muitíssimo a 1 = desgostei muitíssimo (MINIM, 2010).

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os resultados do método CATA foram avaliados por teste não paramétrico Cochran's Q ao nível de 5% de significância. Utilizou-se a análise de correspondência (CA) para obter uma representação bidimensional da relação entre amostras e termos descritores do

CATA, expressos em um gráfico de dispersão das amostras (tratamentos) em relação aos dois primeiros componentes principais (MEYNER *et al.* 2013).

Os dados do teste de aceitação com uso da escala hedônica foram submetidos à ANOVA e teste de médias de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Uma análise de múltiplos fatores foi usada para investigar a relação entre os termos que apresentaram frequência acima de 20% no questionário CATA, aceitação global, município de origem, época de colheita, pH e índices: de fermentação, de amêndoas totalmente fermentadas e subfermentadas (ASSELIN, PAGES e MORLAT, 1992).

Além disso, realizou-se uma Análise hierárquica de Grupo (HCA), utilizando distâncias euclidianas (dissimilaridade), método de Ward (aglomeração) e truncamento automático (MOGOLLON, BERMUDEZ e ROMERO, 2015).

Para tais procedimentos, contou-se com auxílio do programa estatístico XLSTAT® 2019 (ADDINSOFT INC., ANGLESEY, REINO UNIDO).

3 RESULTADOS

3.1 CHECK ALL THAT APPLY (CATA)

O teste Q de Cochran revelou que os consumidores identificaram diferença significativa ($p < 0,005$) em 15 dos 19 termos descritores listados no questionário CATA, conforme descrito na Tabela 4. Com isso, foi possível perceber que o teste foi capaz de apontar diferenças nas amostras de *nibs* de cacau, segundo a percepção dos consumidores. Apenas os descritores de aroma: floral, torrado, chocolate; e de sabor: amanteigado, não foram significativos e, portanto, não contribuíram para diferenciar as amostras.

Moreira, *et al.* (2016), em seus estudos de avaliação sensorial através da análise descritiva qualitativa de chocolates formulados com híbridos de cacau brasileiros, revelaram que não houve diferença significativa para os atributos sabor de caramelo, frutado, chocolate, floral e aroma de chocolate ($p > 0,005$).

Tabela 4- Teste de Q de Cochran para cada atributo do questionário CATA

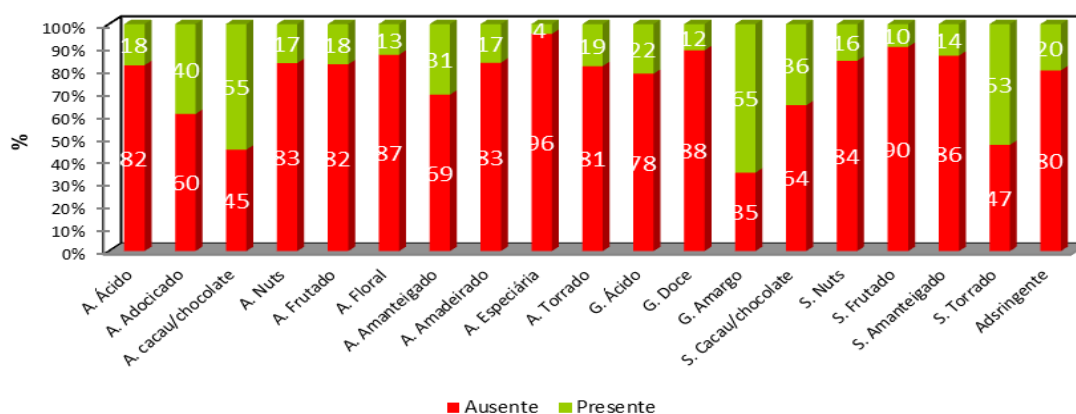
Aroma	p-valores	Gosto/Sabor	p-valores
Ácido	< 0,0001	Ácido	< 0,0001
Adocicado	0,001	Doce	< 0,0001
Chocolate	0,067	Amargo	< 0,0001
Nuts	0,002	Cacau	0,013
Frutado	0,011	Nuts	< 0,0001

Floral	0,523	Frutado	< 0,0001
Amanteigado	0,009	Amanteigado	0,075
Amadeirado	0,007	Torrado	0,001
Especiária	0,024	Adstringente	< 0,0001
Torrado	0,112		

Teste de Q de Cochran ($p < 0,05$)

Na Figura 2, é possível visualizar o percentual geral de citações referente aos termos descritores do questionário CATA. Notou-se que embora alguns termos tenham apresentado baixa frequência, todos foram usados para descrever as amostras. O termo aroma de especiaria apresentou o menor percentual entre os descritores. Essa nota é comumente encontrada em cacau do tipo *Criollo* cultivados na Ilha de Java, Indonésia. Seu valor comercial chega a ser o triplo do atribuído ao cacau do tipo convencional (BAREL, 2006).

Figura 2 – Representação gráfica da frequência de menções em porcentagem dos termos do questionário CATA.

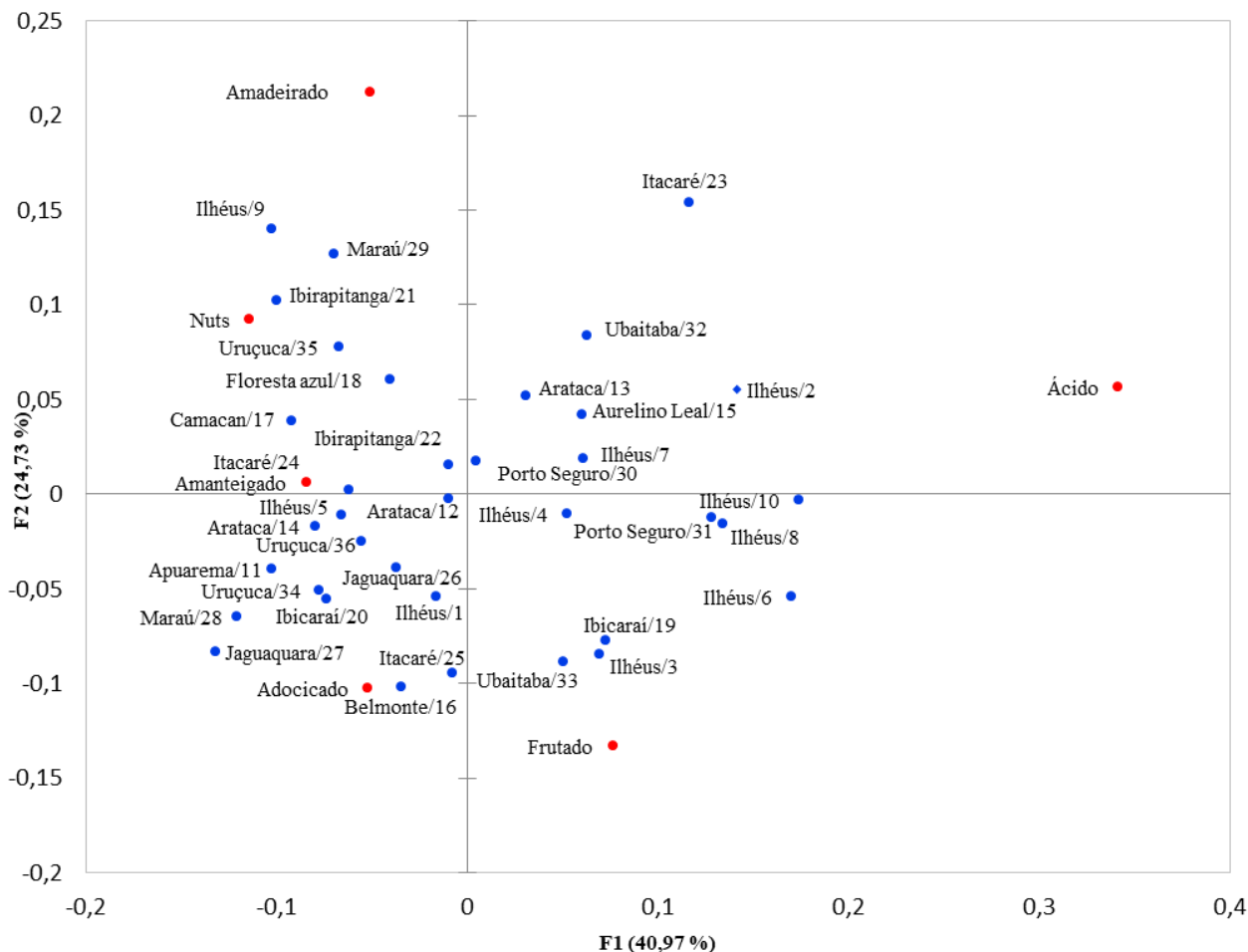


Os descritores Gosto amargo, Aroma de chocolate/cacau e Sabor torrado apresentaram os maiores percentuais de menções. A elevada frequência do descritor gosto amargo pode estar relacionada ao material genético do cacau, uma vez que o Forasteiro constitui o grupo cultivado em maior escala na Bahia, e esse, é reconhecido pelas características sabor básico de chocolate e amargor (FOWLER, 2009).

No que diz respeito ao descritor Aroma de chocolate, ressalta-se que em 2010 um produtor baiano foi reconhecido internacionalmente em um concurso que lhe conferiu o prêmio de melhor da América do Sul na categoria “aroma cacau chocolate” (GOMES e PIRES, 2015).

A Figura 3 ilustra associações entre as amostras e os aromas que apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), por meio da Análise de Correspondência.

Figura 3 - Análise de Correspondência para aromas obtida a partir dos resultados do questionário CATA.



A soma das dimensões um e dois, apresentou 65,67% da variância total dos dados. Resultado semelhante ao encontrado por Owusu, Petersen e Heimdal (2013), que conseguiram 60% da variação total com dimensões 1 e 2 para análise sensorial de quatro amostras distintas de chocolate, todavia optaram por utilizar componentes 1 e 3, com 53% da variação, pois apresentavam uma melhor distinção entre as amostras.

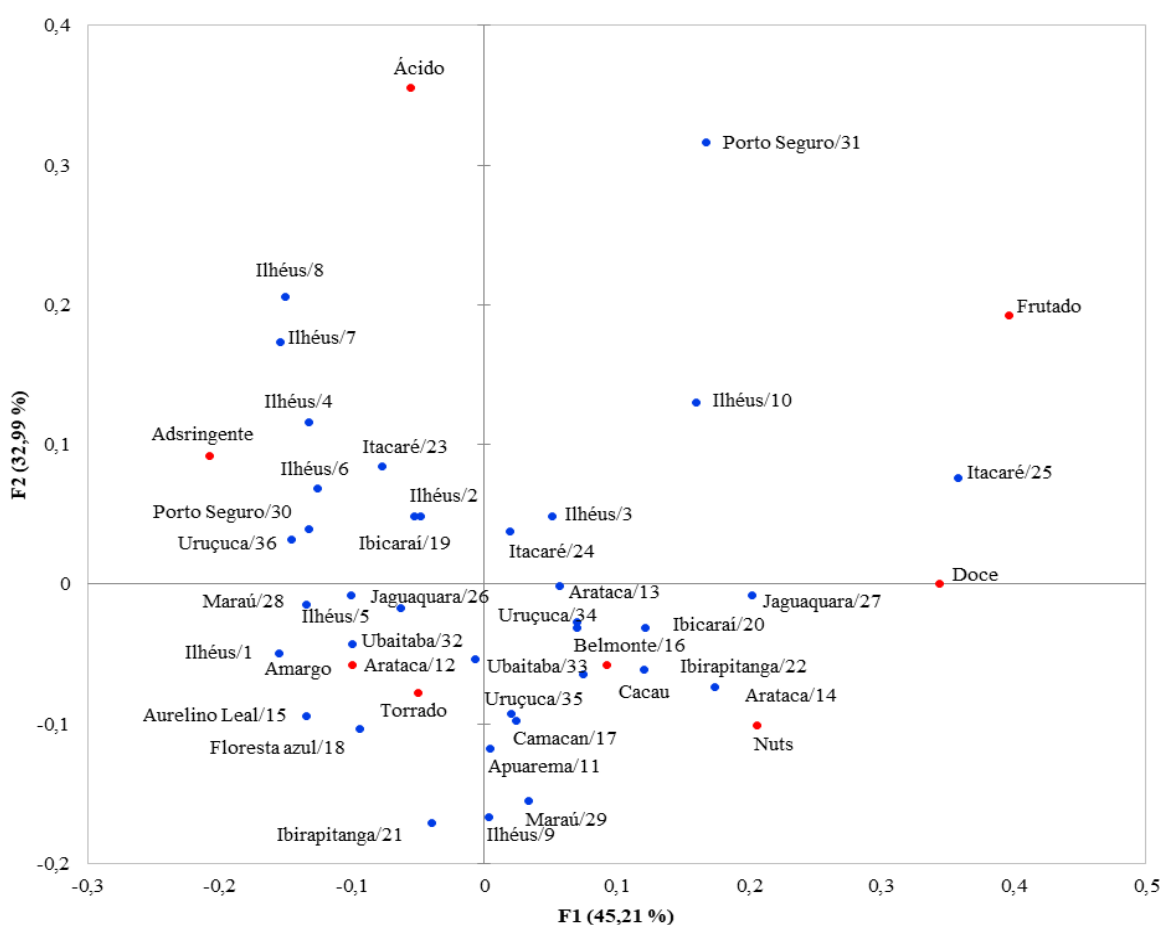
Os termos aroma frutado e ácido posicionaram-se ao lado direito do gráfico, apresentando correlação negativa com os termos descritores aroma amadeirado, nuts/oleaginosas, amanteigado e adocicado.

A relação entre aroma frutado e ácido pode estar ligada à habilidade dos participantes associarem o aroma cítrico intrínseco do descritor frutado ao aroma ácido. Liendo (2015), encontrou a mesma correlação destes atributos em amostras de licor de cacau.

As amostras localizadas no quadrante inferior direito chamaram atenção por se associarem ao termo aroma frutado, enquanto que amostras localizadas no quadrante inferior esquerdo foram descritas pelo termo Aroma adocicado.

A análise de correspondência disposta na Figura 4 mostra a representação bidimensional das amostras e descritores pertinentes ao sabor e gosto. As duas primeiras dimensões proporcionaram uma explicação de 78,20% da variância total apresentada pelas amostras.

Figura 4- Análise de Correspondência referente ao sabor e gosto obtida a partir dos resultados do questionário CATA.



Notou-se que na porção direita do gráfico posicionaram-se descritores que de acordo com Barel (2009), são descritores que contribuem na valorização do cacau de qualidade, enquanto que na porção esquerda, agruparam-se características ácido, adstringente, amargo e torrado. Além disso, percebe-se que as amostras distribuíram-se por todos os quadrantes. Com isso, pode-se inferir que os julgadores foram capazes de distinguir as diferenças entre os produtos.

Semelhante aos resultados desse estudo, Misnawi *et al.* (2004) e Owusu, Petersen e Heimdal (2013), também encontraram correlação negativa entre adstringência e doçura no cacau. Sugerindo que a adstringência é capaz de mascarar a percepção de doçura no cacau e seus derivados.

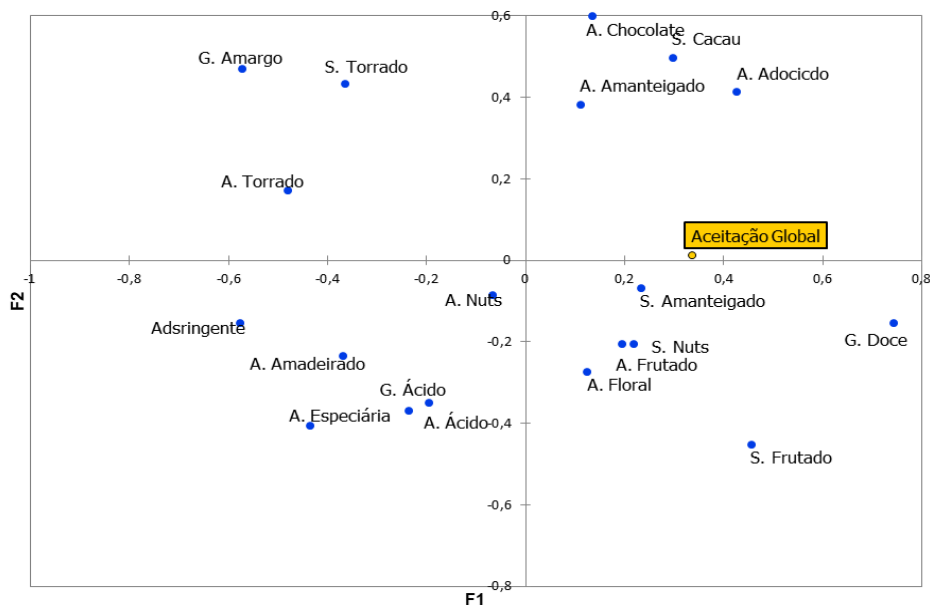
Sukha e Butler (2008) ao estudarem o perfil sensorial de licor de cacau, revelaram que os descritores sabor de cacau, nozes, cru, cremoso e amargo se diferenciaram das propriedades de sabor frutado, ácido e floral, respectivamente.

Liendo (2015) também percebeu associação entre sabor de cacau e frutado, e entre adstringência e acidez, entretanto, diferente ao obtido nesse estudo, o mesmo obteve correlação negativa entre sabor nuts e gosto doce.

Em sua pesquisa, Luna *et al.* (2002) confirmaram que os polifenóis estavam positivamente correlacionados com amargor e adstringência e negativamente com notas frutadas. Enquanto que, Barrientos *et al.* (2019) verificaram que o sabor doce teve uma correlação positiva com a concentração de sacarose, devido à sua hidrólise durante o processo de fermentação.

A Figura 5 mostra o efeito das características sensoriais sobre as médias do teste de aceitação por consumidores para o atributo qualidade global.

Figura 5 - Representação das características sensoriais correlacionadas à melhores notas referente ao teste de aceitação para qualidade global das amostras de *nibs* de cacau



Observou-se que os atributos Aromas: chocolate, adocicado, amanteigado, frutado, floral; e sabores: de cacau, amanteigado, nuts, frutado e gosto doce representaram os descritores com maior efeito positivo nas médias, enquanto que os descritores Adstringencia,

Gostos amargo e ácido, sabor torrado e aromas de torrado, nuts, amadeirado, especiária e ácido posicionaram-se de forma oposta a qualidade global dos *nibs*, ou seja, implicaram na redução das notas atribuídas aos produtos.

Esse resultado corrobora com os apresentados pela análise de correspondência, onde atributos com efeitos positivos se agruparam em direções opostas aos descritores que apresentaram efeito negativo (Figuras 3 e 4).

Quanto ao teste de aceitação, a ANOVA e teste de Tukey revelaram que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras para o atributo qualidade global, as médias variaram entre 6,05 (correspondente ao termo hedônico gostei ligeiramente) e 4,46 (desgostei ligeiramente), sendo que 54% das amostras foram qualificadas com escores “gostei ligeiramente” e “nem gostei/nem desgostei” e 46% atingiram score “desgostei ligeiramente”. A amostra Itacaré/25 destacou-se com a melhor aceitação entre as variedades em estudo, enquanto que Ubaitaba/32 alcançou a menor média.

Não foram encontradas na literatura estudos sobre aceitação de *nibs* de cacau, contudo foram encontrados resultados similares no estudo de Efraim et al. (2010), que ao avaliarem a aceitação global de *liquors* de cacau revelaram médias entre $5,9 \pm 0,8$ e $6,3 \pm 0,7$. Também, Rocha et al. (2015) ao estudarem a influência do tempo e temperatura de torrefação de amêndoas de cacau oriundas de Ilhéus-Bahia nas características sensoriais de chocolates, obtiveram médias entre 6,43 e 4,77; Leite, Bispo e Santana (2013) encontraram médias iguais a 6,50 para chocolates produzidos a partir de cultivares de cacau provenientes do Sul da Bahia e resistentes ao fungo *Moniliophthora Perniciosa*, observaram que os resultados encontrados estão dentro do esperado para produtos produzidos a partir de variedades de cacau baiano.

Encontra-se na Figura 6 o Dendograma representando os grupos de consumidores. Ele representa como o algoritmo trabalha para agrupar os jogadores e, em seguida, os subgrupos de provadores. Nesse caso o algoritmo agrupou com sucesso. A linha pontilhada representa o truncamento automático, levando a três grupos de consumidores com preferências semelhantes. Sendo o Grupo 1 composto por 34 consumidores (cor azul), grupo 2 por 26 indivíduos (vermelho), e grupo 3 formado por 46 consumidores (verde).

E na figura 7, estão apresentadas as médias de notas referentes aceitação global das amostras de *nibs* de cacau obtidas em cada grupo de consumidores.

Figura 6 - Dendrograma de grupos de consumidores

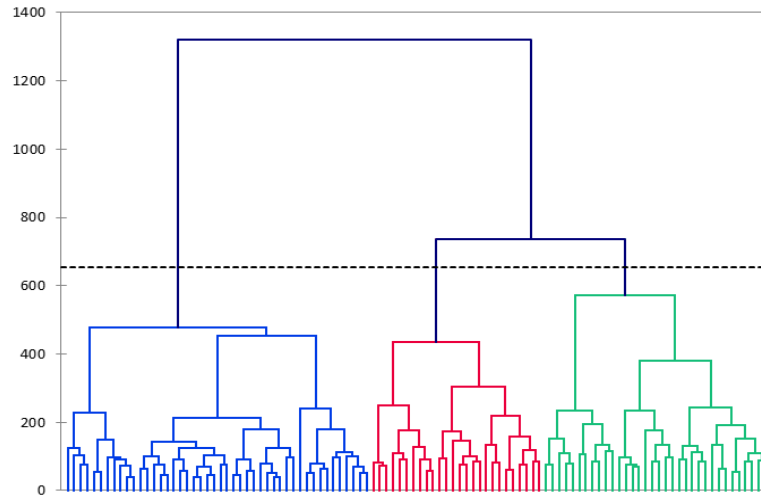
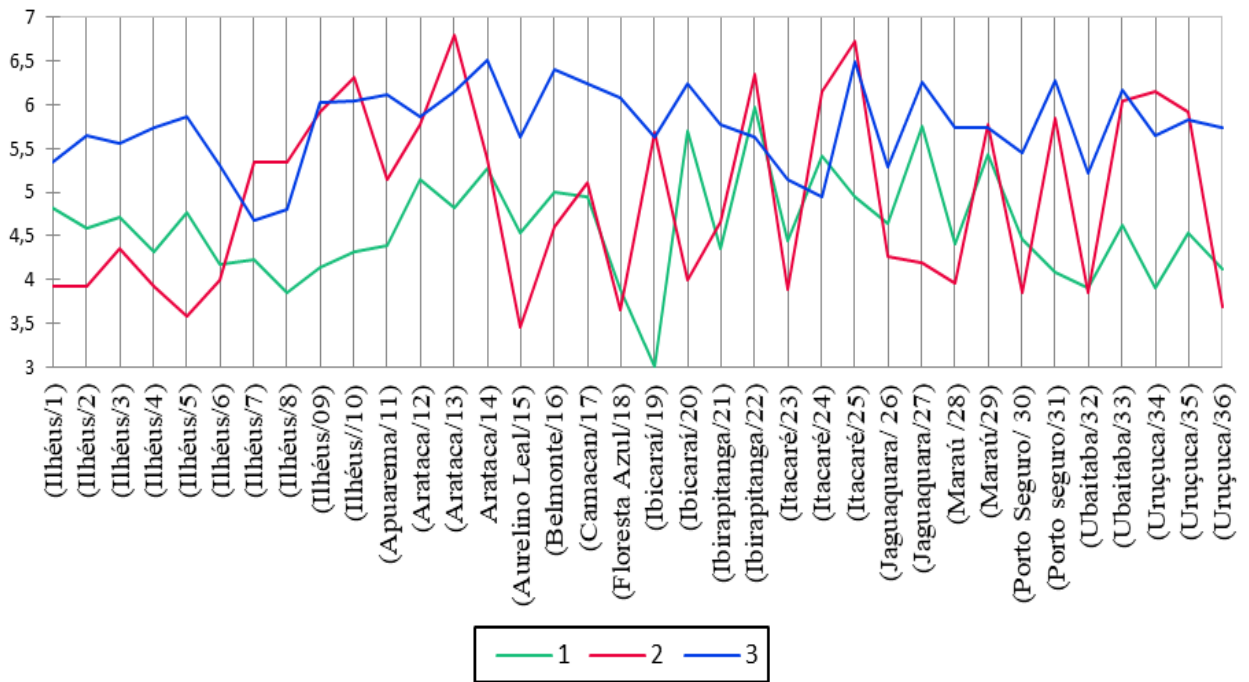


Figura 7 - Média de notas referentes aceitação global das amostras de nibs de cacau obtidas em cada grupo de consumidores



Observa-se no gráfico, que o grupo de consumidores 3 resultou em maiores médias quanto a avaliação global das amostras de nibs de cacau, quando comparados aos grupos 1 e 2. É possível verificar ainda que as amostras Arataca/13, Arataca/14, Ibirapitanga/22, Itacaré/25, Porto Seguro/31, Ubaitaba/33 e Uruçuca/35 apresentaram melhores médias de aceitação global.

A Figura 8 apresenta a Análise Fatorial Múltipla, que exhibe a relação entre os termos que apresentaram frequência acima de 20% no questionário CATA, aceitação global, pH,

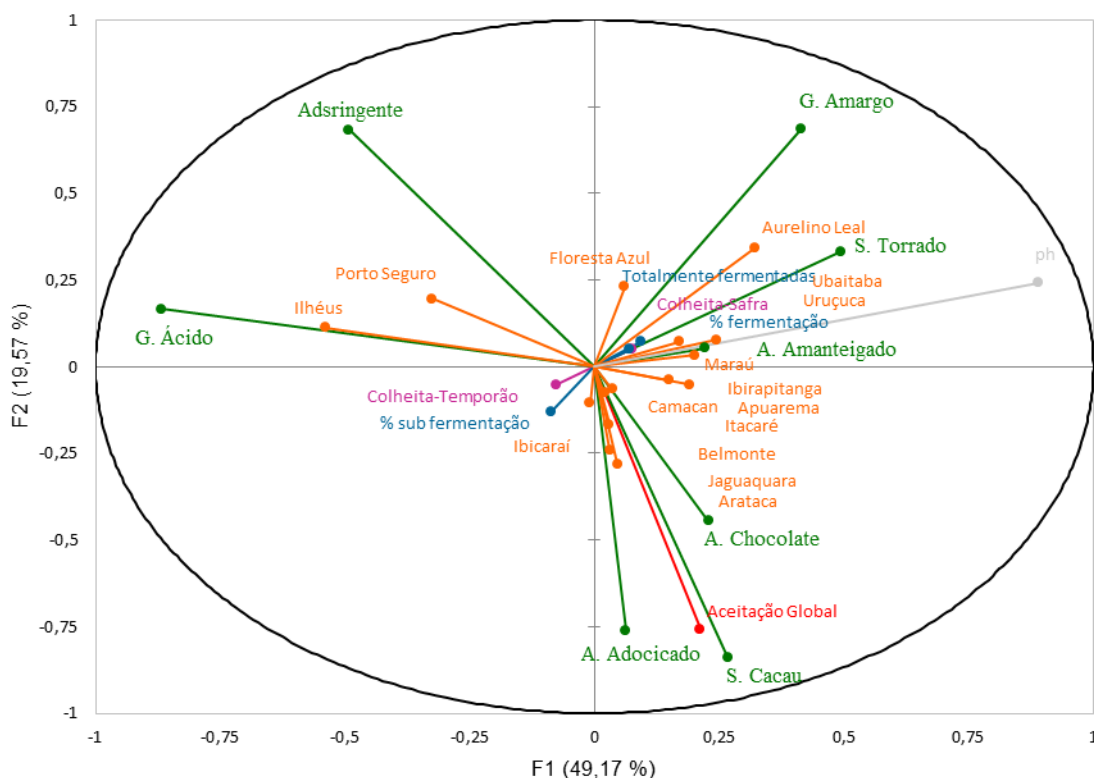
índice de fermentação, amêndoas totalmente fermentadas e sub-fermentação das amostras. Os dois primeiros componentes resultaram em uma explicação de 68,74% da variância total dos dados.

Conforme resultados apresentados na Figura 5, a aceitação global correlacionou-se fortemente com os atributos Aroma de chocolate/cacau, sabor de cacau e aroma adocicado.

Observou-se, também, a formação de três grupos distintos quanto variável origem das amostras. Além disso, os municípios de Maraú, Uruçuca e Ubaitaba obtiveram forte correlação com o atributo aroma amanteigado e, os municípios de Ilhéus e Porto Seguro, foram correlacionados com as características sensoriais gosto ácido e adstringência, enquanto que Aurelino Leal ao sabor torrado e amargo.

Além disso, houve correlação negativa entre gosto ácido e adstringência para com a variável pH. Indicando que quanto menor o pH, maior foi a percepção desses atributos nas amostras. O pH das amêndoas de cacau variou no intervalo de 4,7 à 6,17.

Figura 8- Análise multifatorial entre as variáveis: termos descritores que apresentaram frequência acima de 20% no questionário CATA, aceitação global, pH, índice de fermentação e sub-fermentação das amostras



Ziegleder (1991) comparou extratos de cacau em dois tratamentos, sendo eles: ácido natural (pH 5,5-6,5) e alcalino (pH 8). No primeiro tratamento puderem obter um aroma mais intenso e de chocolate que foram atribuídos aos altos teores de ácidos aromáticos e da degradação do açúcar que produziu notas aromáticas e de caramelo.

Observou-se que a época de colheita, índice de sub-fermentação, amêndoas totalmente fermentadas e fermentação não se correlacionaram com as demais variáveis.

Ressalta-se que com exceção das amostras Arataca/12 e Porto Seguro/30, que apresentaram índice de fermentação de 54,3% e 70% respectivamente, todas as demais amostras variaram entre 87,7 à 100%. Para que um lote de amêndoas receba o selo de origem e qualidade de IP – Região Sul da Bahia, no teste de corte deve apresentar um mínimo de 65% de índice de fermentação (FERREIRA, 2017).

Zugaib (2011) elucida uma série de cuidados e diferenças entre as práticas adotadas no cultivo e pós-colheita no cacau fino em relação ao comum. Como por exemplo, para produção de cacau fino, deve-se realizar a colheita com intervalo máximo de 14 dias, e apenas colher frutos maduros com a mão ou gancho. Selecionar as sementes por sanidade, maturação, variedade. A quebra deve ser iniciada 6º dia após a colheita de forma cuidadosa para não ferir as amêndoas com o facão. O transporte para fermentação deve ser realizado obrigatoriamente no mesmo dia da quebra, e não misturar cacau de frutos quebrados em dias diferentes, além de acompanhar a temperatura durante todo o período de fermentação buscando estratégias para aumentar a temperatura, tal como utilizar pedaço de folha de banana. Ao final do processo de secagem deve-se obter 7% de umidade. Além disso, deve-se padronizar por tamanho e eliminar totalmente os restos de cibira, sementes quebradas, achatadas e germinadas.

Com base nos resultados apresentados, podemos sugerir que as amostras de cacau Jaguaquara/27, Itacaré/25, Porto Seguro/31, Ilhéus/10, Ilhéus/3, Uruçuca/34, Belmonte/16, Ibicarai/20, Apuarema/11, Arataca/14, Ilhéus/09, Uruçuca/35, Camacan/17, Maraú/29 apresentaram maior potencial para cacau fino uma vez que foram associadas à notas características para esta classificação.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que o teste CATA, assim como, os descritores utilizados mostraram-se adequados para descrever a qualidade sensorial dos *nibs* de cacau avaliados. Os consumidores

conseguiram diferenciar as amostras de acordo com suas características sensoriais uma vez que as amostras e atributos dispersaram-se nos gráficos de análises de correspondências.

Os produtos de melhor qualidade sensorial foram associados aos descritores sabor *nuts*, sabor frutado, gosto doce e, principalmente, aos descritores aroma adocicado, sabor e aroma de cacau/chocolate. Enquanto que os descritores adstringência, gosto ácido e amargo conferiram efeito negativo na avaliação afetiva das amostras. Com isso, pode-se sugerir que algumas das amostras estudadas possuem maior potencial para serem classificadas como cacau fino.

Além disso, a partir dos resultados encontrados, abre-se uma perspectiva para a implementação da denominação de origem para essa região. Para isso, faz-se necessário a realização de mais estudos aprofundados conforme os protocolos adequados para esse fim específico.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, J.; WILLIAMS, A.; LANCASTER, B.; FOLEY, M. **Vantagens e usos da resposta de verificação de aplicação total em comparação com a escala tradicional de atributos para lanches salgados.** 2007 No 7º *Simpósio de Ciência Sensorial Pangborn*, de 12 a 16 de agosto, Minneapolis, MN, EUA.
- ASSELIN C., PAGES J. e MORLAT R. Tipologia sensorial do Cabernet Franc e influência do terroir. Utilização de métodos estatísticos multidimensionais. **J. Int. Sci. Vigne Vin**, v. 26, n 3, p. 129-154, 1992.
- BAREL, M. **De la cabosse au tablete.** Conférence prononcée dans le cadre de l'exposition "Le chocolat, remède à tous les maux", 2006
- BARRIENTOS, L. D. P.; OQUENDO, J. D. T.; GARZÓN, M. A. G.; ÁLVAREZ, O. L. M.; Effect of the solar drying process on the sensory and chemical quality of cocoa (*Theobroma cacao* L.) cultivated in Antioquia, Colombia. **Food Research International**. v. 115, n. 1, p. 259-267, 2019.
- BISPO, E. S.; FERREIRA, L. V. P.; SANTANA, L. R. R.; YOTSUYANAGI, Katumi Perfil Sensorial De Pó De Cacau (*Theobroma Cacao* L.) Alcalinizado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 2, pp. 375-381, 2005.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 23 de junho de 2008. **Diário Oficial da União**, Brasília, 24 jun. 2008.
- BRUZZONE, F.; ARES, G.; GIMÉNEZ, A. Consumers' texture perception of milk desserts. II comparison with trained assessors' data. **Journal of Texture Studies**, v. 43, n. 1, p. 214-226, 2012.
- CHEESMAN, E. Notes on the nomenclature, classification and possible relationship of cocoa populations. **Tropical Agricultures**, Trinidad, v. 21, p.144-159, 1994.
- CHOI, J. H.; GWAK, M. J.; CHUNG, S. J.; KIM, K. K.; O'MAHONY, M.; BAE, R.; Y. Identifying the drivers of liking by investigating the reasons for (dis)liking using CATA in cross-cultural context: a case study on barbecue sauce, **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.95, n.8, p. 1613–1625, 2015.
- EFRAIM, P.; PEZOA-GARCÍA, N. H.; JARDIM, D. C. P.; NISHIKAWA, A.; HADDAD, R.; EBERLIN, M. N. Influência da fermentação e secagem de amêndoas de cacau no teor de compostos fenólicos e na aceitação sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 30, n. 1, pp.142-150, 2010.
- FERREIRA, Adriana C. R. **Indicação de Procedência Sul da Bahia - Manual de controle da Qualidade do Cacau Sul da Bahia** / Adriana Cristina Reis Ferreira. – Editora: PTCSB, Ilhéus-BA; 2017.
- FOWLER, M. S.; **Cocoa Beans: From Tree to Factory.** In: BECKETT, S. T. Industrial chocolate manufacture and use. 4 th ed. York, UK, p. 10-47, 2009

GARCIA-MOGOLLON, Carlos; ALVIS-BERMUDEZ, Armando; ROMERO, Pedro. Application of the External Preferences Map in the Formulation of a Flavored Drink made from Whey and Passion Fruit Pulp. **Inf. tecnol. La Serena**, v. 26, n. 5, p. 17-24, 2015.

GOMES, A. S.; PIRES, M. M. **Cacaucultura: estrutura produtiva, mercados e perspectivas** / org.: Andréa da Silva Gomes, Mônica de Moura Pires. – Ilhéus, BA: Editus, p.272, 2015.

HENRIQUE, N. A.; DELIZA, R.; ROSENTHAL, A. Consumer Sensory Characterization of Cooked Ham Using the *Check-All-That-Apply* (CATA) Methodology. **Food Engineering Reviews**, v.7, n.2, p. 265–273, 2015.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Resultado dos Dados Preliminares do Censo Agro**. Rio de Janeiro: 2017.

ICCO - The International Cocoa Organization. **Boletim Trimestral de Estatísticas do Cacau**, Ano cacau 2016/2017. Recuperado em <https://www.icco.org/home/latest-news.html>, acesso em: 10 de outubro de 2019.

ICCO - The International Cocoa Organization. **Boletim Trimestral de Estatísticas do Cacau**, Abidjan, Costa do Marfim, 2019. Recuperado em <https://www.icco.org/home/latest-news.html>, acesso em: 10 de outubro de 2019.

LIENDO, R. J. Efecto del volteo sobre los perfiles sensoriales del cacao fermentado **Revista de la Facultad de Agronomía – LUZ**, v.32, n.1, p.41-62, 2015.

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

MEYNERS, M.; CASTURA, J. C.; CARR, B. T. Existing and new approaches for the analysis of CATA data. **Food Quality and Preference**. v. 30, n. 2, p. 309-319, 2013.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial - estudo com consumidores**. Ed. 4, Viçosa: UFV, 2010.

MISNAWI, J.S.; JAMILAH, B.; NAZAMID, S. Effect of polyphenol concentration on pyrazine formation during cocoa liquor roasting. **Food Chemistry**, v. 85, n. 1, p. 73-80, 2004.

MOREIRA, I. M. V.; MIGUEL, M. G. C. P.; RAMOS, C. L.; DUARTE, W. F.; EFRAIM, P.; SCHWA R. F. Influence of Cocoa Hybrids on Volatile Compounds of Fermented Beans, Microbial Diversity during Fermentation and Sensory Characteristics and Acceptance of Chocolates, **Journal of Food Quality**, v. 39, n. 6, p. 839–849, 2016.

OFOAKWA, E. O.; PATERSON, A.; FOWLER, M.; RYAN, A. Flavor Formation and Character in Cocoa and Chocolate: A Critical Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, n.1 p. 840-857, 2008.

OLIVEIRA, E. W.; ESMERINO, E. A.; THOMAS CARR, B.; PINTO, L. P. F.; SILVA, H. L. A.; PIMENTEL, T. C.; BOLINI, H. M. A.; CRUZ, A. G.; FREITAS, M. Q. Reformulating

Minas Frescal cheese using consumers' perceptions: Insights from intensity scales and check-all-that-apply questionnaires. **Journal Of Dairy Science**, v.100, n.8, p. 6111-6124, 2017.

OWUSU, M., PETERSEN, M. A. E; HEIMDAL, H. J. Relationship of sensory and instrumental aroma measurements of dark chocolate as influenced by fermentation method, roasting and conching conditions. **Journal of Food Science and Technology**, v. 50, n. 5, p.909-917, 2013.

ROCHA, I. S. **Influência do tempo e temperatura de torração de amêndoas de cacau nas características sensoriais de chocolates**, 2016. Dissertação de Mestrado (Ciência de Alimentos) Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

SUKHA, D. A.; BUTLER, D. R.; UMAHARAN, P.; BOULT, E. The use of an optimised rganoleptic assessment protocol to describe and quantify different flavour attributes of cocoa liquors made from Ghana and Trinitario beans. **European Food Research and Technology**. v. 226, n. 3, p. 405-413, 2008

TAN, H. S. G.; VERBAAN, Y. T.; STIEGER, M. How will better products improve the sensory-liking and willingness to buy insect-based foods? **Food Research International?** v. 92, n. 1, p. 95 – 105, 2017.

TÁRREGA, A.; MARCANO, J.; FISZMAN, S. Yogurt viscosity and fruit pieces affect satiating capacity expectations. **Food Research International**. v. 89, n. 1, p. 574 – 581, 2016.

VALENTIN, D.; LELIÈVRE, M.; ABDI, H. Quick and dirty but still pretty good: a review of new descriptive methods in food science. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 47, n. 8, p. 1563-1578, 2012.

VARELA, P.; ARES, G. **Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling**. Boca Raton: CRC Press; Taylor & Francis, 2014.

VARELA, P.; ARES, G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. **Food Research International**, v. 48, n. 2, p. 883-908, 2012.

ZIEGLEDER, G. Composition of flavor extracts of raw and roasted cocoas. **Z Lebensm Unters Forch**. v. 192, n. 6, p. 512–525, 1991.

ZUGAIB, Antonio Cesar Costa. **A Agregação de Valores e a Busca por Novos Nichos no Mercado de cacau. Metamorfoses do Cacau** – Simpósio Internacional II – Cacau e Sustentabilidade no Sul da Bahia – 2011

Agradecimentos

A CNPq pelo apoio financeiro ao projeto, CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudos e ao CIC pela parceria para desenvolvimento desse trabalho.