



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

IVIA ARAUJO DAS VIRGENS

**APLICAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS SENSORIAIS PARA AVALIAR A
QUALIDADE DE CHOCOLATES COM ALTO TEOR DE CACAU PRODUZIDOS DE
VARIÉDADES CULTIVADAS NA REGIÃO SUL DA BAHIA-BRASIL**

SALVADOR – BA

2017

IVIA ARAUJO DAS VIRGENS

**APLICAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS SENSORIAIS PARA AVALIAR A
QUALIDADE DE CHOCOLATES COM ALTO TEOR DE CACAU PRODUZIDOS DE
VARIÉDADES CULTIVADAS NA REGIÃO SUL DA BAHIA-BRASIL**

Orientadora: Prof. Dr^a. Eliete da Silva Bispo

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

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia como requisito para obtenção do título de Mestre

SALVADOR – BA

2017

Este trabalho é inteiramente dedicado aos meus pais que com seus exemplos me proporcionaram perceber a importância de construir a minha história realizando o que acredito.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Antônio e Iracema e irmãos Marco, Gustavo, Danilo e Victor por serem presentes em minha vida e proporcionarem segurança e afeto. Aos sobrinhos queridos por, mesmo sem intenção, me trazer alívio nos momentos de ansiedade. Aos demais familiares que apoiaram e incentivaram, especialmente tia Frazilda que me acolheu e cuidou.

A toda equipe do SENAI – Dendezeiros que acreditou na minha vontade e encorajou a realização deste curso. Aos colegas do Colégio Super Star – Feira de Santana pela compreensão nas ausências.

À coordenação, apoio e professores da turma 2015.1 do Programa de Pós-Graduação em Alimentos da Faculdade de Farmácia – UFBA, por compartilhar os saberes e tornar possível a caminhada.

Aos colegas que estiveram mais próximos, Lucas Cardoso, Priscila Muniz, Rejane Pina, Sirlana Assis, Tássia Pires, Camila Barbosa, Cristiane Maia pelo amparo, incentivo e cuidado de sempre.

Aos proprietários e funcionários da fazenda Riachuelo, em nome de Sra Marilete e Sr. Raimundo Mororó pelo aprendizado, zelo e atenção.

A todos os provadores das etapas de Análise Sensorial pela disponibilidade.

À professora Lígia Santana por toda atenção, tempo dispensado, ensinamentos e cuidado durante a pesquisa.

Ao professor Sérgio Soares pela confiança e disponibilidade.

À professora Eliete Bispo pelo carinho, atenção, compreensão, orientação, incentivo e encorajamento.

A todos, enfim, que proporcionaram as condições para que este trabalho fosse realizado, muito obrigada!

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

CAPÍTULO I

Figura 1 - (A) Corte longitudinal do cacau – 1. Placenta, 2. Polpa, 3. Casca	
(B) Corte longitudinal da semente do cacau – 4. Testa, 5. Cotilédone, 6. Gérmen/Embrião.....	16
Figura 2 - Variedade mais comuns: Criollo, Trinitário e Forastero.....	16
Figura 3 – Regiões produtoras de cacau no Mundo.....	18
Figura 4 – Fluxograma do pré-processamento do cacau.....	20
Figura 5 – Alterações durante a fermentação de amêndoas de cacau.....	23
Figura 6 – Equilíbrio do conteúdo da mistura de amêndoa de cacau.....	25
Figura 7 - Fluxograma geral do processamento das sementes de cacau.....	28

CAPÍTULO II

Figura 1 – Principal Component Analysis of sensory data of chocolate samples obtained from different cocoa varieties. PCA loadings and scores for principal component I and II, including all evaluated sensory descriptors.....	53
Figura 2 - Frequency distribution obtained in ideal sweetness intensity test of dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002).....	57
Figura 3 - Frequency distribution obtained in ideal bitterness intensity test of dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002).....	58
Figura 4 - Frequency distribution obtained in ideal acidity intensity test of dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002).....	59
Figura 5 - Frequency distribution for the purchase intention test of dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002).....	60

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1 – Origem, tipo de cacau e duração da fermentação influenciando o <i>flavour</i>	19
Tabela 2 – Classificação dos testes e métodos em Análise Sensorial.....	31

CAPÍTULO II

Tabela 1 - Descriptive terms and reference materials used by panelist during training and quantitative descriptive analysis sessions.....	47
Tabela 2 - Means values of sensory descriptors that characterized the dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002) obtained by trained panelists using Quantitative Descriptive Analysis.....	50
Tabela 3 - Means values of sensory descriptors that characterized the dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002) obtained by trained panelists using Quantitative Descriptive Analysis.....	54
Tabela 4 - Means values of sensory attributes obtained on acceptance test for the dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002).....	57
Tabela 5 - Frequency of mentions for each sensory attribute obtained on CATA question for the dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002).....	61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	25
2 OBJETIVOS	27
2.1 OBJETIVO GERAL	27
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	27
CAPÍTULO I.....	28
1 O Cacau – Histórico e características.....	29
1.1 O mercado do cacau.....	32
1.2 Cacau fino e bulk	32
2 Pré processamento do cacau.....	34
2.1 Colheita e Quebra dos Frutos do Cacau.....	34
2.2 Fermentação.....	35
2.3 Secagem.....	37
2.4 Armazenamento	38
3 Atividade enzimática e formação do flavour de chocolate.....	39
4 Processamento das Amêndoas de Cacau	40
5 Chocolate.....	41
5.1 Processamento do chocolate.....	42
5.1.1 Mistura dos Ingredientes	42
5.1.2 Refino.....	42
5.1.3 Conchagem.....	43
5.1.4 Temperagem	43
6 Análise sensorial.....	44
6.1 Análise Descritiva Quantitativa	45
6.2 Teste de Aceitação	46
6.3 Teste Just-about right	47
referências	50
CAPÍTULO II.....	55
Abstract	56

The aim of this study was to evaluate the quality of chocolate samples (70% cocoa) obtained from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002) grown in the South Region of Bahia State, Brazil, using descriptive and affective sensory methods. It was used methodology based on Quantitative Descriptive Analysis (QDA), followed of Check-All-That-ApPLY questions (CATA) to determine the sensory characteristics by trained and no trained panelists, also were applied tests of acceptance, purchase intention and “Just right scale”. Twelve panelists carrying out the ADQ method describing the samples with seventeen attributes. CATA questions were applied to 100 consumers and. the seventeen attributes from ADQ method were used in the questionnaire. ANOVA and Tukey test ($p < 0,05$) results showed significant differences among the sensory profiles of dark chocolate samples. According to QDA, two principal components were used together and explained 92.10% of

the total variability observed among the treatments with Principal Components Analysis. SR162 and BN34 treatments were more characterized by the sweet/caramel and fruity aroma, sweet taste, fruity flavor, melting; showing higher acceptance scores for aroma, flavor and global quality attributes, ideal sweetness intensity and higher positive purchase intention (74% and 69%, respectively) by consumers. Conversely, the TSH1188, PH16 and CEPEC2002 treatments were primarily characterized by more intense brown color, brightness, cocoa/chocolate aroma and flavor, bitter and acid taste, astringent, firmness; they reached lower acceptance scores, showed higher bitterness and acidity intensity than ideal and presented 37% rejection, 33% doubts and 30% positive purchase intention, that can represent a potential market to be conquered. All treatments showed higher acceptance scores to appearance and texture attributes, revealing good appearance and firmness/softness of the dark chocolate samples. CATA question proved that the non-trained consumer panel was able to differentiate the dark chocolate samples produced from five cocoa varieties, favoring description of the them.56

Introduction57

2 Material and Methods59

 2.1 Material59

 2.2 Cocoa beans processing59

 2.3 Elaboration of dark chocolate samples60

 2.4 Quantitative Descriptive Analysis.....60

 2.5 Affective tests63

 2.6 CATA-Check All That Apply.....63

 2.7 STATISTICAL ANALYSIS.....64

3 Results and discussion64

 3.1 Quantitative Descriptive Analysis.....64

 3.2 Affective tests69

 3.3 CATA-Check All That Apply.....74

4 Conclusions75

References.....77

RESUMO

A exploração da cultura do cacau (*Theobroma cacao L.*) é realizada com interesse nos seus derivados que são amplamente propagados, entre eles o chocolate. A Bahia é o maior produtor de amêndoas de cacau do Brasil e vem tentando, após período de dificuldade devido à infestação pelo fungo *Moniliophthora perniciosa*, causador da vassoura de bruxa, se posicionar no mercado internacional especializado. Os aspectos bioquímicos e químicos da semente do cacau são pesquisados, pois apesar do fruto naturalmente não apresentar tais características de aroma e sabor, eles determinam, durante as etapas de pós colheita (fermentação e secagem) e processamento (torração e conchagem), o *flavour* do chocolate, atributo que o torna único e inigualável. O mercado restrito e especializado do cacau fino ou *flavour*, oriundos das árvores do tipo Criollo e Trinitário, vem crescendo com o aumento do consumo do chocolate amargo. Esta classificação é determinada pelas características sensoriais frutado, floral, ervas e notas de madeira, nozes e notas de caramelo. O cacau cultivado no Brasil é da árvore tipo Forastero e não apresenta tais características, sendo classificado como *bulk* ou comum. Programas de melhoramento genético vem sendo realizados para desenvolver um cacau resistente a doenças, com elevada produtividade e atributos sensoriais desejáveis para o mercado. A fim de avaliar a qualidade sensorial de chocolate com alto teor de cacau produzido com cinco variedades (BN34, TSH1188, PH16, SR162 e CEPEC2002), cultivadas no Sul da Bahia, foram aplicadas metodologia de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®) com painel de 12 julgadores selecionados e treinados por período de 12 semanas, durante as quais houve definição de dezessete termos descritores através de reunião de consenso. Após o período de treinamento houve avaliação das 5 amostras em triplicata num delineamento de blocos completos utilizando escala estruturada de 9 cm. Além disso foram realizados testes de Aceitação com 100 julgadores não treinados avaliando aparência, aroma, sabor, textura e qualidade global utilizando escala hedônica estruturada de 9 pontos ancorada em 9= gostei extremamente e 1= desgostei extremamente. Os mesmos 100 julgadores também avaliaram as amostras nos seguintes testes: *Just-about right* (escala do ideal) utilizando escala do ideal de cinco pontos (5= muito mais intenso que o ideal; 3= ideal; 1= muito menos intenso que o ideal) com relação a doçura, amargor e acidez; Intenção de compra utilizando escala estruturada de cinco pontos (5= certamente compraria; 1= certamente não compraria) e questionário *Check-all-that-apply* (CATA) com termos descritores utilizados em trabalho similar. Os resultados obtidos através de análise estatística ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$) mostraram diferenças significativas entre as amostras e alta aceitação dos chocolates descritos com atributo doçura. Análise de Componentes Principais utilizou juntos dois componentes principais, o que explicou 92,10% da variação total observada entre os tratamentos. Os tratamentos SR162 e BN34 foram caracterizados por aroma frutado e adocicado/caramelo, gosto doce, sabor frutado, derretimento; mostrando médias de aceitação mais elevadas para os atributos de aroma, sabor e qualidade global, intensidade de doçura ideal e alta intenção positiva de compra pelos consumidores (74% e 69%, respectivamente). Inversamente, os tratamentos TSH1188, PH16 e CEPEC2002 foram primariamente caracterizados por mais intensa cor marrom, brilho, aroma e sabor de cacau, gosto amargo e ácido, adstringente, firmeza; eles alcançaram médias menores de aceitação, mostraram intensidade de amargor e acidez mais elevadas que o ideal e apresentaram 37% de rejeição, 33% de dúvidas e 30% intenção de compra positiva, que pode representar um mercado potencial a ser

conquistado. Todos os tratamentos mostraram médias altas de aceitação para os atributos aparência e textura, revelando boa aparência e firmeza/maciez das amostras de chocolate. Um método simples, rápido e com provadores não treinados como o CATA é possível ser utilizado para descrever produtos e sua relação com outros testes torna melhor o entendimento da aceitação e atributos sensoriais dos chocolates com alto teor de cacau

Palavras-chave: Theobroma cacao, CATA, ADQ®, *Just about right*

ABSTRACT

The exploitation of cocoa culture (*Theobroma cacao* L.) is performed with interest in its derivatives that are widely propagated, including chocolate. Bahia is the largest cocoa beans producer in Brazil and has been trying after a period of difficulty due to infestation by the fungus *Moniliophthora perniciosa*, the cause of witch's broom disease, to position itself in the specialized international market. The biochemical and chemical aspects of the cocoa seed are investigated, because although the fruit does not naturally present such characteristics of aroma and flavor, they determine, during post-harvest (fermentation and drying) and processing (roasting and conching) stages, of chocolate, an attribute that makes it unique and surpassing. The restricted and specialized market for fine cocoa or flavor cocoa, originating from the Criollo and Trinitario trees, has been growing with the increase in consumption of dark chocolate. This classification is determined by the sensory characteristics fruity, floral, herbs and wood notes, nuts and caramel notes. The cocoa grown in Brazil is the Forastero tree type and does not have these characteristics, being classified as bulk or common. Genetic breeding programs have been carried out to develop a disease resistant cacao with high productivity and sensory attributes desirable for the market. In order to evaluate the sensorial quality dark chocolate produced with five varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162 and CEPEC2002) grown in the South of Bahia, it was applied Quantitative Descriptive Analysis (ADQ®) with 12 judges selected and trained for a period of 12 weeks, during which there were definition of seventeen terms descriptors through consensus meeting. After the training period, 5 samples were evaluated in triplicate in a complete block design using a 9 cm structured scale. In addition, Acceptance tests were performed with 100 untrained judges assessing appearance, aroma, taste, texture and overall quality using a structured 9-point hedonic scale anchored in 9 = extremely liked and 1 = extremely disliked. The same 100 judges also evaluated the samples in the following tests: Just-about right using the five-point ideal scale (5 = much more intense than ideal, 3 = ideal, 1 = much less intense than ideal) With respect to sweetness, bitterness and acidity; Intention to purchase using a five-point structured scale (5 = certainly buy; 1 = certainly not buy) and Check-all-that-apply (CATA) questionnaire with descriptor terms used in similar work. The results obtained by ANOVA and Tukey test ($p < 0.05$) showed significant differences between the samples and high acceptance of the chocolates described with sweetness attribute. Principal Component Analysis used two main components together, which explained 92.10% of the total variation observed between the treatments. The treatments SR162 and BN34 were characterized by fruity and sweet aroma / caramel, sweet taste, fruity taste, melting; Showing higher acceptance averages for the attributes of aroma, flavor and overall quality, optimum sweetness intensity and high positive intention of purchase by consumers (74% and 69%, respectively). Conversely, treatments TSH1188, PH16 and CEPEC2002 were primarily characterized by more intense brown color, bright, aroma and taste of cocoa, bitter and acid taste, astringent, firmness. They reached lower acceptance averages, showed higher bitterness and acidity than the ideal and presented 37% rejection, 33% doubts and 30% positive purchase intention, which may represent a potential market to be achieved. All treatments showed high acceptance averages for the appearance and texture attributes, revealing good appearance and firmness / softness of the chocolate samples. A simple, quick and untrained method such as CATA can be used to describe products and their relationship to other tests makes it easier to understand the acceptability and sensory attributes of dark chocolates.

Keywords: Theobroma cacao, CATA, QDA®, Just about right

1 INTRODUÇÃO GERAL

A exploração do cacau (*Theobroma cacao* L.) é histórica no mundo, especificamente nos territórios tropicais, por conta das suas características botânicas. O Brasil, enquanto país tropical, está incluído na zona de cultivo desta planta originária da Bacia Amazônica. Sua exploração se dá pela utilização dos produtos gerados com as sementes do fruto: manteiga de cacau e chocolate. (AFOAKWA, 2010)

A infestação pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* no final dos anos 80, causador da doença vassoura de bruxa, ocasionou a queda de posição do maior produtor de cacau para quinto lugar, causando uma grave crise no Sul da Bahia, região que domina este cultivo. Desde então, o Ministério da Agricultura, através da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC) vem implantando diversos programas para apoiar o desenvolvimento de clones resistentes a esta peste. (LOPES et al., 2011). Desta forma a Bahia ocupa atualmente a primeira posição na produção de amêndoas do Brasil. (IBGE, 2016)

O mercado do cacau hoje apresenta um crescimento concomitante ao aumento da procura da população por chocolates amargos, com alto teor de cacau e produzidos sem leite. O crescimento vem acompanhado da demanda por amêndoas especiais: cacau fino ou *flavour* que é definido por um mercado restrito e altamente exigente. O cacau fino é assim conhecido por suas peculiaridades aromáticas (frutado, floral, picante, notas de nozes e caramelo) e de maciez. (BECKETT, 2009)

Por conta desta especificidade o valor no mercado é maior que a amêndoa convencional, havendo as variedades *premium* oriundas do grupo Criollo e Trinitário. O grupo Forastero, predominante no Brasil não é considerado no mercado como cacau fino e sim como cacau *bulk* ou ordinário, porém seu valor não é reduzido por ser um cacau ruim, mas por não ter o aroma com as características já relatadas. Isto faz com que os produtores brasileiros que desejam produzir chocolates finos importem as amêndoas. (BECKETT, 2009). A CEPLAC desenvolve um programa de cruzamento para melhoria da qualidade genética e resistência à vassoura de bruxa. (LOPES et al., 2011)

A qualidade do chocolate pode ser definida pelo gosto do consumidor que avalia os atributos do alimento em termos de características como aparência, aroma, sabor e textura. Isto pode ser realizado subjetiva ou objetivamente. Em todos os casos

o desafio é relacionar o dado dos instrumentos aos dados obtidos pelo avaliador ou alcançar um método pelo qual os atributos sensoriais possam ser testados reologicamente e ser significativo. (AFOAKWA, 2010) Desta forma a principal preocupação de qualquer avaliação sensorial especializada é estar certo de que o método utilizado dá a resposta correta às questões levantadas para o produto em teste. Três tipos de teste são comumente utilizados, com diferentes objetivos e cada um com diferentes critérios de seleção de participantes, são eles:

Testes discriminativos – teste analítico que avalia diferença dos produtos por julgadores com acuidade sensorial, em alguns casos treinados;

Testes descritivos – teste analítico que avalia como os produtos diferem em atributos sensoriais específicos por julgadores com acuidade sensorial, motivados, treinados ou altamente treinados;

Testes afetivos – teste hedônico que avalia o quanto o produto é aceito ou qual o preferido por julgadores direcionados ao produto e não treinados. (HEYMANN e LAWLESS, 2010)

Neste trabalho cinco variedades de cacau clonados (TSH1188, PH16, BN34, SR162 e CEPEC2002) fizeram parte da produção de chocolate amargo com teor de 70% de cacau e foram submetidos a dois métodos de Análise Sensorial: Descritivos - ADQ® (Análise Descritiva Quantitativa) realizada com julgadores treinados e CATA (*Check-all-that-apply*) realizado com julgadores não treinados e Afetivos – *Just about right*, Aceitação e Intenção de compra, realizados com julgadores não treinados.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a qualidade sensorial de chocolates com alto teor de cacau produzidos a partir de cinco variedades utilizadas para a produção de cacau fino ou especial através de diferentes métodos sensoriais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Acompanhar etapa de processamento das amêndoas de cacau.

Acompanhar etapa de produção do chocolate com alto teor de cacau.

Selecionar e treinar equipe do painel sensorial.

Realizar Análise Descritiva Quantitativa dos chocolates varietais.

Realizar Testes Afetivos e CATA dos chocolates varietais.

CAPÍTULO I

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

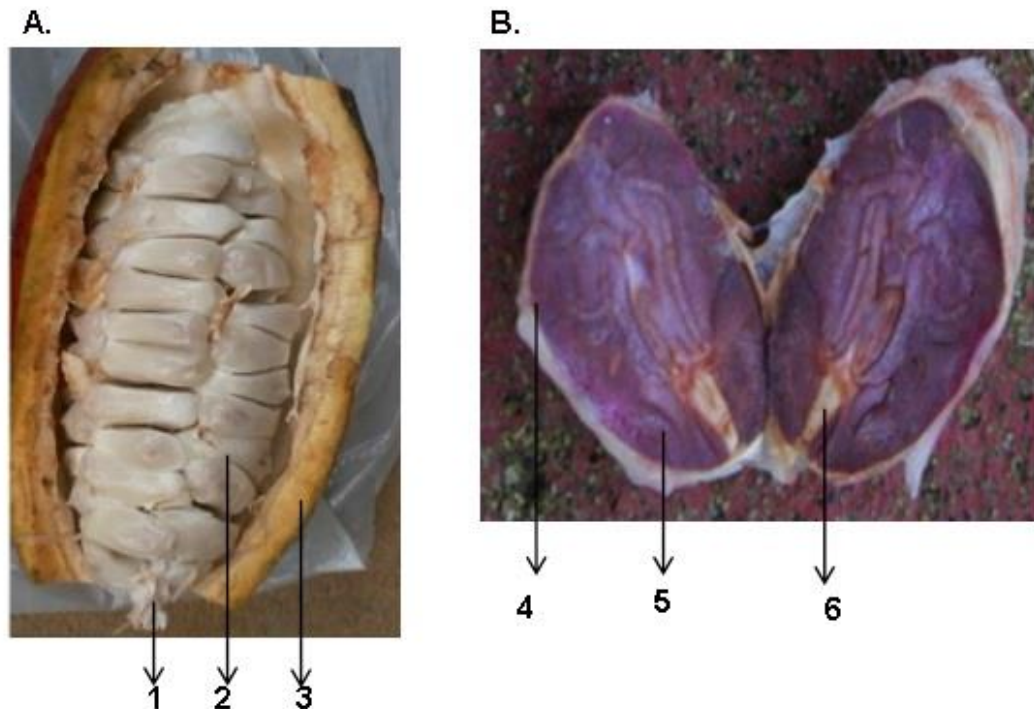
1 O CACAU – HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS

Originário da família *Malvaceae* o cacau ou *Theobroma cacao*, como classificado pelo botânico *Carls Linnaeus*, é o fruto do cacauzeiro, que é tipicamente plantado entre os trópicos de Câncer e Capricórnio. A árvore, nativa da floresta Amazônica, atinge de 4 a 12 metros de altura, é cultivada durante todo o ano em temperaturas maiores que 20°C, à sombra e em alta umidade. Historicamente as árvores de cacau ou *cacahuatl*, palavra de origem asteca, foram cultivadas pelos Maias de Yucatan e Astecas do México antes da sua chegada na Europa. Foram os astecas que difundiram a bebida *Chocolatl*, considerada exótica por ter propriedades afrodisíacas, produzida com o nibs de cacau torrado e triturado, misturado com água e acrescentado de baunilha, pimentas ou mel (MINIFIE, 1989; OETTERER, 2006).

Sendo ainda encontrado de forma nativa desde o Peru até o México, o cacau pode ser dividido em dois grupos: Criollo, desenvolvido às margens do rio Orinoco, Venezuela e Forasteiro: encontrado na bacia amazônica, Brasil (LANNES, 1997). Afoakwa (2010), entretanto, demonstra que os principais grupos de cacau são Criollo; Forastero; Nacional e Trinitário, um híbrido do Forastero. Wood (1991) citado por Fowler (2009) informa que no século XVIII uma variedade do Forasteiro, o Amelonado, foi introduzido na Bahia, Brasil e no século XIX foi espalhado para o Leste da África. O Forastero ainda tem as variedades Comum, Pará, Maranhão e Catongo que representam a maioria do cacau de consumo do mundo e também do Brasil (OETTERER, 2006).

O fruto do cacauzeiro maduro tem cor amarela ou multicolorida (amarela, vermelha, roxa), formato oval ou alongado, de tamanho variado com 10 sulcos. Contém de 40 a 60 sementes, cada uma com 2-4 cm por 1,2 a 2 cm envoltas numa polpa branca doce, mucilagínosa com 80% de umidade e 15% de açúcares (glicose, frutose e sacarose) (Figura 1A). O cotilédone e um pequeno gérmen de planta embrionária são recobertos por uma película denominada testa, ilustrados na Figura 1B (FAO, 2010; OETTERER, 2006; FOWLER, 2009).

Figura 1 (A) Corte longitudinal do cacau – 1. Placenta, 2. Polpa, 3. Casca
 (B) Corte longitudinal da semente do cacau – 4. Testa, 5. Cotilédone, 6. Gêrmen/Embrião



Fonte.: MACÊDO (2014)

Cada variedade tem suas características distintas quanto a formato, produtividade e suscetibilidade a doenças (COPETTI,2009), como pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2: Variedade mais comuns: Criollo, Trinitário e Forastero



Fonte: DELSOL (2012)

-Criollo: árvores de pequeno porte, pouco produtivas e mais suscetíveis a doenças e, por isso, um tipo raro. Produz cacau com leve aroma de nozes, de

excelente qualidade e destinado a produção de chocolates finos (COPPETI, 2009; FOWLER, 2009).

-Forastero: árvores de maior porte, mais produtivas e resistentes às doenças. Fonte do chamado cacau *bulk*, básico ou ordinário, produz cacau de boa qualidade e com aroma intenso de cacau, porém com menos notas de chocolate fino que o Criollo (COPPETI, 2009; FOWLER, 2009).

-Trinitário: as árvores conservam características dos grupos Criollo e Forastero por ser um híbrido, com os frutos mais resistentes às doenças e apresentando sabor suave e frutal (COPPETI, 2009; FOWLER, 2009).

-Nacional: Cresce apenas no Equador e as variedades totalmente puras quase desapareceram. Produz cacau com aroma completo de cacau e notas floral e picante (FOWLER, 2009).

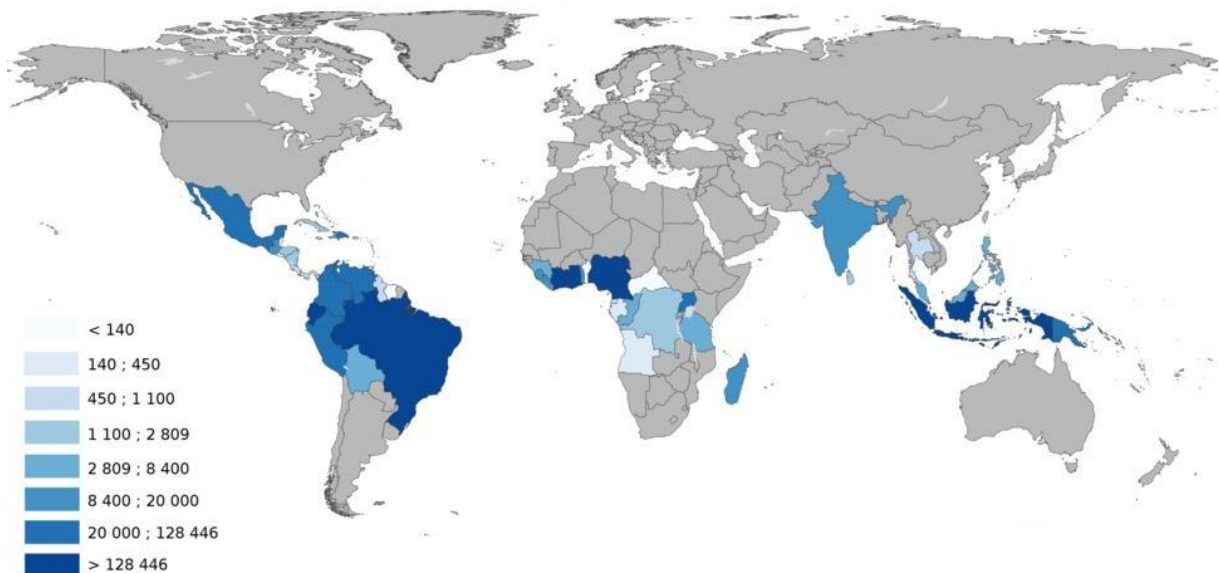
O botânico francês *Louis Frederic Warneaux* introduziu o cacau no Brasil, pelo estado da Bahia em 1746 trazido do Pará para presentear Antonio Dias Ribeiro na fazenda Cubículo situada no atual município de Canavieiras. Anos depois foi iniciado o seu plantio em Ilhéus na Bahia, mas somente em 1860 iniciou-se a sua exploração econômica, que a partir de 1903 suplantou o café, até então principal produto de exportação do país. Essa expansão tornou a Bahia o seu maior produtor. A partir do decênio 1920-1930 várias crises afetaram a lavoura, inclusive a Primeira Guerra Mundial, porém com a criação da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), órgão do Ministério da Agricultura houve investimentos nos estudos da monocultura e recuperação da produção (RANGEL, 1982).

Até o ano de 1989 a região Sul da Bahia era livre da enfermidade conhecida como “vassoura-de-bruxa”, causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa*, responsável por elevadas perdas em produção. Em decorrência dessa doença a produtividade média da região cacaueira da Bahia passou de 650 kg de cacau seco por ha/ano, para cerca de 200 kg/há. (MANDARINO e GOMES, 2009). Em 1989 a “vassoura de bruxa” disseminou a cultura do cacau e colocou o Brasil como quinto produtor mundial. Estrategicamente os produtores adotaram a produção de novas variedades resistentes a este fungo com o auxílio do Centro de Pesquisa do Cacau (CEPEC), que faz parte da CEPLAC. Assim a Bahia recebeu diversos programas de seleção para apoiar o desenvolvimento de clones resistentes. (LOPES et al, 2011)

1.1 O mercado do cacau

A International Cocoa Organization - ICCO (2012) posicionou as regiões produtoras mundiais de cacau. A África detém 71% da produção mundial com mais de dois milhões de toneladas, seguida da Ásia e Oceania com 15% e a América Latina com 14%, como pode ser visto na Figura 3. Apesar das diversas crises a Bahia se mantém com a maior produção de amêndoas de cacau do Brasil com 53,4%, seguida do Pará (41,3%), Rondônia (2,4%) e Espírito Santo (2,1%), sendo esta posição alcançada principalmente pelo investimento nos clones resistentes à “vassoura de bruxa”. Desta forma as regiões Norte e Nordeste do Brasil são responsáveis por mais de 98% da produção de amêndoas no Brasil que é de 54.497 toneladas (IBGE, 2016).

Figura 3: Regiões produtoras de cacau no Mundo.



Fonte: FABIEN (2012)

1.2 Cacau fino e *bulk*

O mercado mundial de cacau o distingue entre duas categorias amplas como cacau fino ou *flavour*, que tem características de sabor de frutas (frescas e maduras), notas de ervas e madeira e também notas de caramelo e nozes e o cacau *bulk* ou ordinário. Esta distinção é gerada pela natureza da amêndoa, pois o cacau dos grupos Criollo e Trinitário são considerados finos ou *flavour* e do grupo Forastero é considerado *bulk* ou ordinário, sem características sensoriais especiais, não apto para produção de cacau fino (BAREL,2005; ICCO 2017). Apesar da distinção generalizada existem conhecidas exceções, que são o caso do cacau do grupo Amelonado do Equador (variedade Forastero) que é considerado por suas características fino ou

flavour e o produto da árvore de Trinitário de Camarões na África que produz um cacau em pó levemente vermelho e com características de *bulk* ou ordinário (ICCO 2017).

Desta forma é um erro caracterizar o fruto brasileiro apenas como Forastero, visto que o cultivado na Bahia sofreu uma grande mudança na sua composição genética, tendo em seus genes 30% do grupo Trinitário, permitindo, assim, fazer parte da produção de cacau fino (SANTOS e SANTOS, 2012).

Afoakwa (2010) afirma que cada variedade de semente tem característica potencial única de *flavour*, mas diversas condições de manejo podem gerar variações na formação do *flavour* final. São elas: clima, tempo e quantidade de exposição a sol e chuvas, condições do solo, colheita, tempo entre colheita e fermentação dos grãos, conforme sugere a Tabela 1 que indica como as diferenças entre origem, duração de fermentação influenciam o *flavour* final.

Tabela 1: Origem, tipo de cacau e duração da fermentação influenciando o *flavour*.

Origin	Cocoa type	Duration (days)	Special flavour character
Ecuador	Nacional (Arriba)	Short 2	<i>Aromatic, floral, spicy, green</i>
Ecuador	Criollo (CCN51)	2	<i>Acidic, harsh, low cocoa</i>
Sri Lanka	Trinitario	1.5	<i>Floral, fruity, acidic</i>
Venezuela	Trinitario	2	<i>Low cocoa, acidic</i>
Venezuela	Criollo	2	<i>Fruity, nutty</i>
Zanzibar	Criollo	Medium 6	<i>Floral, fruity</i>
Venezuela	Forastero	5	<i>Fruity, raisin, caramel</i>
Ghana	Forastero	5	<i>Strong basic cocoa, fruity notes</i>
Malaysia	Forastero/Trinitario	6	<i>Acidic, phenolic</i>
Trinidad	Trinitario	Long 7–8	<i>Winy, raisin, molasses</i>
Grenada	Trinitario	8–10	<i>Acidic, fruity, molasses</i>
Congo	Criollo/Forastero	7–10	<i>Acidic, strong cocoa</i>
Papua New Guinea	Trinitario	7–8	<i>Fruity, acidic</i>

Fonte: AFOAKWA (2010)

O Brasil não aparece no último painel mundial de países exportadores de cacau fino divulgado pela *International Cocoa Organization*, um mercado altamente especializado, pequeno e restrito que importa um produto com alto valor comercial (BECKETT, 2009; ICCO, 2017). Recentemente o programa brasileiro de melhoramento tem envolvido também muitos germoplasmas de cacau fino, particularmente visando o mercado europeu (LOPES, 2011).

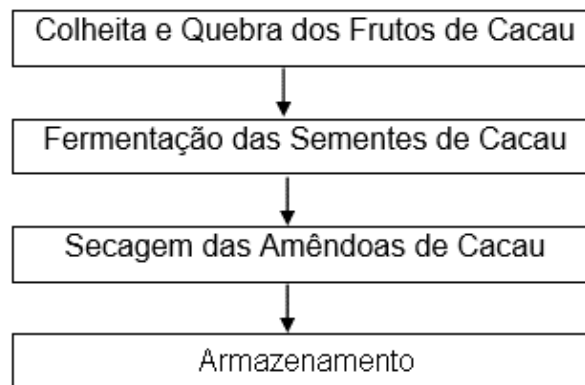
A demanda mundial por cacau fino é crescente devido à popularidade do chocolate amargo, onde o conteúdo de cacau pode chegar a 99%, diferente do chocolate ao leite que pode conter apenas 12% de cacau *bulk*. Sendo assim, quanto

maior a quantidade de cacau no chocolate, melhor a qualidade do *flavour* final. Atualmente a sua produção mundial total é estimada em 100.000 a 170.00 toneladas, aproximadamente 5% da produção mundial total (DANIELS et al, 2012).

2 PRÉ PROCESSAMENTO DO CACAU

O fruto do cacau quando maduro está apto aos procedimentos para transformação nos diversos produtos. Para isso, conforme indica o fluxograma da Figura 4, há o pré-processamento que acontece em campo pelos produtores e será detalhado em cinco fases, todas elas importantes para um bom resultado final (MARTINS et al,2011).

Figura 4: Fluxograma do pré-processamento do cacau



Fonte: A autora (2017)

2.1 Colheita e Quebra dos Frutos do Cacau

Dado o período de aproximadamente cinco anos de plantado o cacauzeiro, a colheita deve ser realizada com os frutos já maduros, pois assim estão no estágio ideal de peso das sementes e quantidade de açúcares, fundamentais para a fermentação. Como a maturação dos frutos não ocorre ao mesmo tempo, este processo é repetido a cada 2 – 4 semanas. Para a realização desta atividade, utilizam-se facões, tesoura ou similar se os frutos tiverem fácil acesso, caso contrário utiliza-se o podão. Deve-se evitar perfurar os frutos durante a colheita para não prejudicar a fermentação (MARTINS et al,2011; BECKETT, 2009).

Após serem todos amontoados em um local específico no chão e passar um período de descanso de 3 dias a quebra é realizada. Este momento é necessário para que haja concentração de açúcares, e outros compostos importantes para a fermentação, além da facilidade de soltura da casca. A quebra é realizada com um instrumento com lâmina de metal não afiado. A polpa retirada manualmente é conduzida a caixas de madeira e depois transportada para os cochos de fermentação no mesmo dia. Não devem fermentar sementes de dias diferentes de quebra (MARTINS et al,2011).

2.2 Fermentação

A fase de fermentação é a chave do pré-processamento para o resultado final do *flavour* de chocolate, pois ela dá início à formação dos precursores de sabor. Para isso as sementes devem estar completamente maduras, caso contrário o processo não poderá finalizar com o aroma desejado (AFOAKWA, 2010; ZIEGLEDER, 2009).

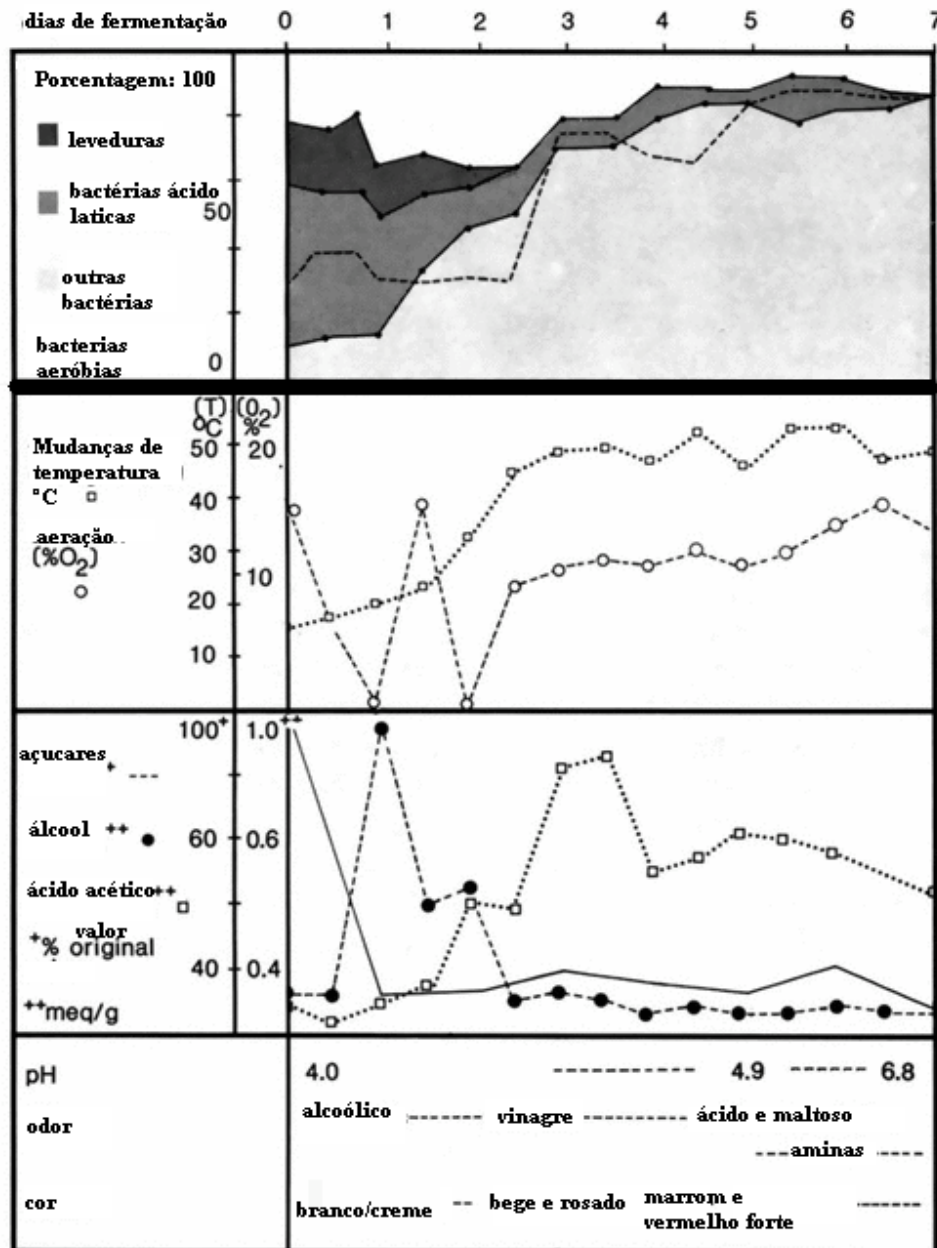
Usualmente simples, este estágio varia com o tipo de cacau e é realizado de formas diferentes a depender da localização. No Leste da África os pequenos produtores realizam a fermentação em montões cobertos com folha de bananeiras. Alguns deles revolvem as sementes no segundo ou terceiro dia. A fermentação dura até cinco dias, sendo o final determinado pela experiência. De outra forma, em grandes fazendas, as sementes são deixadas em caixas de madeira perfuradas no fundo com pequenos furos para drenagem e entrada de ar, medem de 1-1,5m e tem profundidade de 1m. Para melhorar a aeração e garantir a uniformidade da fermentação, as sementes são transferidas de caixas ou cochos a cada dia, num período de três dias. A fermentação pode durar cinco dias, porém pode ser estendida a 6 – 7 dias a depender da plantação (FOWLER, 2009).

Num primeiro estágio a polpa mucilagínosa que envolve as sementes rica em açúcares sofre a ação de microrganismos iniciando uma fermentação anaeróbia, gerando etanol, ácidos acético e láctico e dióxido de carbono. Estes compostos formados páram a germinação destas por conta do ácido e do calor gerado, aumentando lentamente o pH e resultando uma mudança na membrana celular. Nas primeiras 24-36 horas as leveduras dominam a fermentação (AFOAKWA, 2010; ZIEGLEDER, 2009). Papalexandratou et al (2011) em seu trabalho, mostram que na fase inicial da fermentação *Fructobacillus pseudoficulneus*, *Lactobacillus plantarum*, e

Acetobacter senegalensis estavam entre as espécies de bactérias lácticas que prevaleciam. Schwan & Wheals (2004) citado por Afoakwa (2010) informam que as leveduras comuns de serem encontradas nesta fase são *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces marxianus*, *Saccharomyces exiguous*, *Candida castelli*, *Candida saitoana*, *Candida guilliermondii*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Pichia farinosa* e *Torulopsis* spp. As enzimas liberadas pela ação das leveduras atacam a pectina gerando uma exsudação da polpa, tornando o processo de anaeróbio para aeróbio. A continuação deste processo produz vácuo e aumenta o consumo do ácido e o valor do pH, reduzindo progressivamente a ação das leveduras. O primeiro estágio finaliza com a inibição das leveduras e final da fase anaeróbia (AFOAKWA, 2010).

Inicia-se a fase de condensação oxidativa sob condições aeróbias e com presença predominante das bactérias ácido lácticas que se desenvolvem mais quando o processo de exsudação é intenso e drenado e a população de leveduras diminui. Com o crescimento da atividade microbiana, a temperatura também aumenta chegando a 45°C, é necessário revolvimento das sementes para controle da temperatura e aeração. O aumento da temperatura e a acidificação das sementes causa hidrólise das proteínas nos cotilédones resultando na quebra de componentes celulares e iniciando uma variedade de reações, como alterações de aroma, sabor e a mudança de cor das sementes. O ácido acético produzido se difunde no tegumento que envolve as amêndoas tornando-o permeável e possibilitando a ação das enzimas. Ao final do processo, as amêndoas apresentam coloração marrom intensa e aroma agradável. As alterações podem ser vistas na Figura 5 (OETTERER, 2006; AFOAKWA, 2010).

Figura 5 – Alterações durante a fermentação de amêndoas de cacau



Fonte: Adaptado de MINIFIE, 1989

2.3 Secagem

Ao final da fermentação as sementes são removidas dos cochos ou montões para secagem ao sol, sendo um processo ambientalmente favorável, de baixo custo e produz sementes de boa qualidade. Comumente no Sul da América, a secagem ocorre em plataformas altas ou barcaças com telhado móvel que pode ser puxada para proteger durante a noite ou em períodos de chuva. Nesta etapa muitas reações bioquímicas iniciadas na fermentação continuam e os grãos que ainda estão com 60%

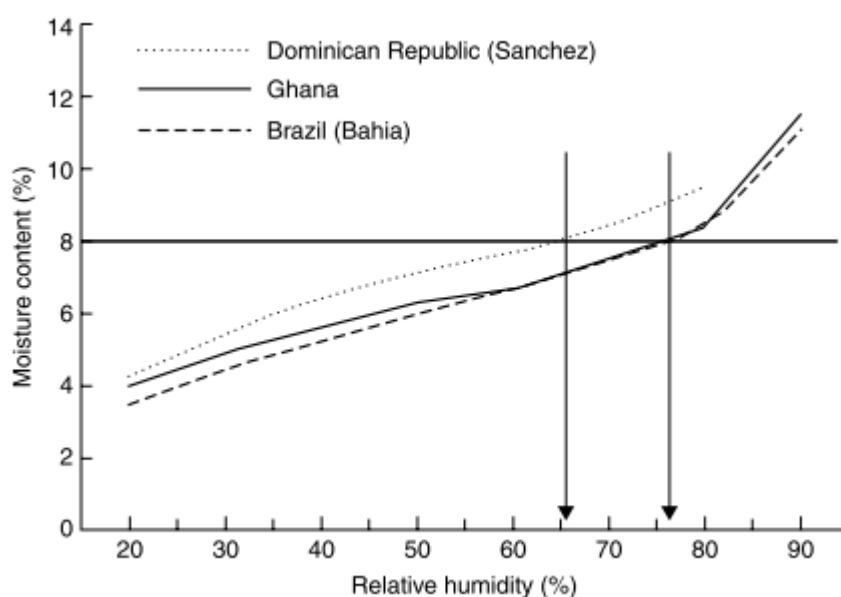
de umidade devem ao final do processo chegar a 7 a 8% com acidez reduzida num período de 8 a 12 dias que depende das condições climáticas. Aí também as sementes devem ser revolvidas periodicamente para uniformizar a secagem. Na impossibilidade de secagem natural, o processo artificial ocorre, com as sementes sendo colocadas numa superfície em secadores ou estufas, controlando a temperatura em torno de 50°C, realizando revolvimento durante aproximadamente 40h para chegar ao 7 – 8% de umidade. Dois problemas podem ser gerados durante a secagem artificial: rapidez no processo, ocasionando acidez da semente e residual de fumaça, reduzindo a qualidade sensorial do produto final. (FOWLER, 2009; MARTINS et al,2011). Como visto no estudo de Efraim et al (2010) a secagem por meio artificial em comparação à natural não permitiu a volatilização de compostos formados durante a fermentação, como por exemplo o ácido acético, levando à diminuição do pH e ao aumento da acidez total titulável, prejudicando sensorialmente os produtos obtidos.

Durante a secagem ocorre à reação de Maillard e os compostos de Amadori, são formados os primeiros intermediários das reações entre os aminoácidos e glicose. Entretanto, tais compostos de Amadori não são detectáveis por mudança da cor ou odor e podem ser reversíveis durante a secagem. Essas reações iniciais são importantes porque os compostos intermediários de Amadori decompõem-se durante torração em numerosos componentes voláteis (ZIEGLEDER, 2009).

2.4 Armazenamento

O armazenamento deve proporcionar ao grão de cacau seco a preservação da qualidade. Este dever ser realizado em ambiente arejado, iluminado, limpo e livre de produtos químicos ou orgânicos que possam afetar o sabor das amêndoas. O acondicionamento geralmente é realizado em sacos de 60 Kg e empilhado fora do chão. Os sacos de juta permitem o transporte de vapor de água, desta forma o equilíbrio entre a umidade das amêndoas de cacau e a do ambiente onde estão estocadas é garantido. O gráfico da Figura 6 mostra o equilíbrio do conteúdo da mistura para amêndoas de cacau estocadas em diferentes níveis de umidades relativas. Para manter o nível da amêndoa de cacau do Brasil em 8%, a umidade relativa do ar deve estar em torno de 75% (MARTINS, et al, 2011; AFOAKWA, 2010).

Figura 6: Equilíbrio do conteúdo da mistura de amêndoa de cacau



Fonte: AFOAKWA, 2010

3 ATIVIDADE ENZIMÁTICA E FORMAÇÃO DO *FLAVOUR* DE CHOCOLATE

A semente fresca do cacau não tem semelhança com o *flavour* de chocolate. Este processo de transformação inicia no começo da fermentação e nenhuma imitação tem sido sintetizada (MINIFIE, 1989).

Em seu trabalho Luna et al (2002) propõe que há uma relação entre o genótipo e os constituintes químicos do *flavour* (polifenóis, alcalóides, ácidos orgânicos e açúcares) com as características sensoriais chaves do cacau (amargor, adstringência, intensidade de sabor cacau, acidez, notas de frutas, flores e ervas). Os resultados comprovam que quanto maior o nível de polifenóis menos frutado é o líquido de cacau. Desta forma amargor e adstringência, ambos relacionados com polifenóis, mascaram o *flavour* frutado.

Camu et al (2008) reforça que os polifenóis e alcalóides contribuem para a adstringência e amargor do cacau e do chocolate. A temperatura ótima para a atividade da enzima polifenoloxidase é em torno de 42 a 45°C, que corresponde às condições de fermentação da semente de cacau. Embora a fermentação ocorra de forma descontrolada. Papalexandratou et al (2011) propõe que, em condições de

controle com uma diversidade restrita de espécies de bactérias durante esta etapa através de uma pós colheita ideal seja realizada a produção de cacau e chocolate com alta qualidade, independente do método de fermentação utilizado.

São observadas relações diretas entre a composição inicial e tratamento pós colheita (fermentação e secagem) das sementes de cacau e posterior processamento (torração e conchagem) e efeitos tecnológicos na formação do *flavour*, desenvolvimento e caracterização do chocolate (AFOAKWA, 2008).

A acidificação da semente de cacau por ácido acético, durante a fermentação, leva a várias modificações bioquímicas necessárias para o desenvolvimento dos precursores do sabor. Estas alterações incluem a geração de peptídeos e de aminoácidos, a partir da ação de proteases sobre as proteínas de armazenamento da semente de cacau, e a produção de açúcares redutores, que durante a torração das amêndoas de cacau, através da reação de Maillard, produz compostos de sabor do chocolate (BUHELLI et al., 2000).

4 PROCESSAMENTO DAS AMÊNDOAS DE CACAU

A torração desenvolve os precursores de sabor iniciados durante a fermentação e secagem. Por exemplo, os compostos de Amadori formados no escurecimento não enzimático, que são extremamente reativos, produzem um enorme número de *flavours*. O método original é torrar a amêndoa inteira, porém o *nibs* também pode ser utilizado (KAMPHUIS, 2009).

Nesta etapa muitas transformações físicas e químicas acontecem, como perda da casca e da umidade, escurecimento do cotilédone, degradação de aminoácidos e parte das proteínas são desnaturadas, redução de açúcares, perda de ácidos voláteis e outras substâncias que contribuem com acidez e amargor. Dentre os produtos voláteis estão pirazinas, aldeídos, cetonas, furanos, álcoois e ésteres. (MINIFIE, 1989)

As temperaturas de torração variam entre 110^o - 140^oC ao final do processo, porém iniciam mais baixas e vão aumentando gradativamente, assim como o tempo. O que vai determinar o final do processo são os resultados de umidade para não

favorecer o crescimento de bactérias, como a salmonela que pode estar presente (BURNDRED, 2009).

Torres - Moreno et al (2012) confirmam que o tempo de torração influencia sensorialmente os consumidores de chocolate amargo no seu trabalho onde trata amostras de chocolate de dois tipos de cacau com diferentes tempos de torração. Aqueles apresentados com tempo longo (maior que 35 minutos) de torração obtiveram notas de amostra rejeitada nos atributos sabor e aceitabilidade em relação aos que foram tratados com tempos menores. Isto pode ser verificado pelo efeito interativo da concentração de polifenóis com a duração da torração no *flavour* do cacau, pois a torração de 15 – 45 min a 120°C afeta significativamente o *flavour* do cacau (MISNAWI et al, 2003).

As amêndoas torradas são resfriadas e transformadas em *nibs* num equipamento que auxilia também a retirada das cascas através de jatos de ar. Após esta etapa é realizada a trituração do *nibs* para obtenção do *liquor* ou massa de cacau. Esta passagem de *nibs* de cacau para *liquor* acontece pela eficiente remoção de aproximadamente 55% da manteiga de cacau contida na estrutura celular (BECKETT, 2009).

5 CHOCOLATE

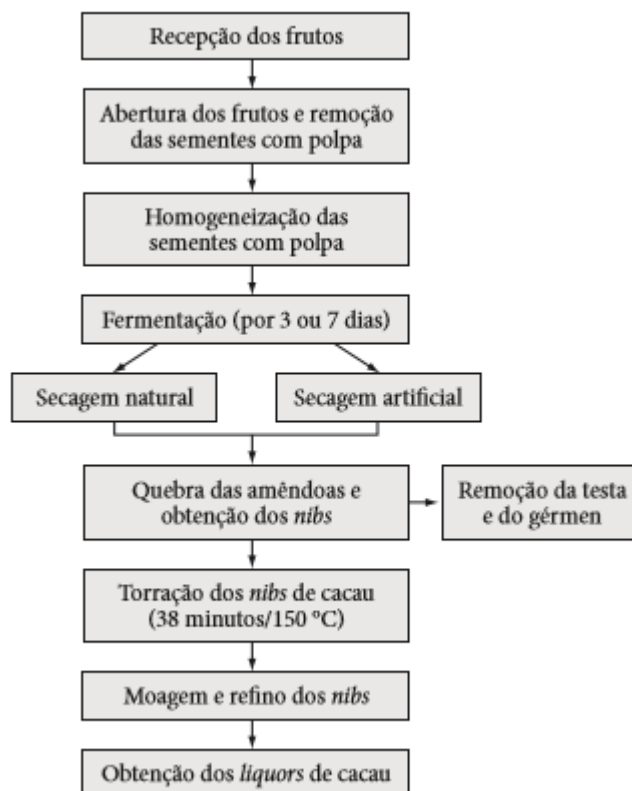
Chocolate é definido como o produto obtido da mistura de produtos de cacau, massa (ou pasta ou liquor) de cacau, pó de cacau e/ou manteiga de cacau com outros ingredientes, contendo o mínimo 25% (g/100g) de sólidos totais. O produto pode ser recheado, coberto, modelado e de consistência variada (BRASIL, 2005).

As duas maiores características que o distinguem são o sabor e a textura. Mesmo que misturado com outros gostos, o de chocolate sempre irá se sobressair. A textura deve ser sólida em temperatura ambiente (20 – 25°C) e derreter rapidamente na boca (37°C) apresentando um líquido que aparenta macio na língua. Para conseguir estas características o processo de fabricação do chocolate inicia com as amêndoas secas bem selecionadas e armazenadas (BECKETT, 2009).

Para iniciar o processamento do chocolate as amêndoas de cacau devem ser processadas de forma que as ações químicas e bioquímicas do pré-processamento

continuam formando o sabor de chocolate. Verifica-se na figura 7 o fluxograma geral de uma forma de processamento das sementes do cacau para chegar até a produção do chocolate (EFRAIM, 2010).

Figura 7: Fluxograma geral do processamento das sementes de cacau



Fonte: EFRAIM (2010)

5.1 Processamento do chocolate

5.1.1 Mistura dos Ingredientes

Esta etapa é realizada em tachos encamisados a 40°C e mistura *liquor* com açúcar (e leite em pó, a depender do tipo de chocolate) por tempo adequado para formar uma massa homogênea pronta para o refino (EFRAIM, 2004; AFOAKWA 2011).

5.1.2 Refino

Esta etapa é importante para adquirir a textura macia requerida pelos consumidores de chocolate. O refino da massa de cacau é realizado numa combinação de equipamento de dois ou cinco rolos. O tamanho da partícula final é um ponto crítico para a qualidade do chocolate. O teor de gordura do *nibs* influencia

de forma que massas muito secas são refinadas mais rapidamente, porém, apresentam tamanho de partículas mais elevados que o ideal. A redução das partículas varia de 15 – 35mm após passar pelo refinador. A temperatura deve ser observada neste processo, pois tem um relevante efeito na reologia do chocolate, influenciando o refino (EFRAIM, 2004; AFOAKWA, 2011).

Sokmen e Gunes (2006) ao substituírem o uso de sacarose por maltitol na produção de chocolate obtiveram bons resultados durante a fase de refino, visto que, devido ao seu baixo caráter higroscópico, o maltitol não sofreu alterações nas mesmas condições de funcionamento do refinador com sacarose.

5.1.3 Conchagem

Também considerada como etapa fundamental na formação do *flavor* de chocolate, a conchagem, diferente das etapas anteriores, não sintetiza novos compostos odorantes. Os níveis de pirazinas, aldeídos e furanos aumentam significativamente e formam compostos odorantes nos chocolates amargo e ao leite, enquanto os aldeídos da reação de Strecker são evaporados (AFOAKWA, 2010).

No início a massa contém usualmente de 2 a 5% menos gordura que no produto final. É nesta etapa que é adicionada a quantidade restante de manteiga de cacau, de acordo com a formulação do chocolate, e lecitina de soja. Desta forma contribui para o desenvolvimento da viscosidade e textura final, além do sabor. É o ponto final da formação do *flavour* de chocolate (AFOAKWA et al, 2007).

O processo ocorre sob agitação do chocolate derretido por conchas em temperatura acima de 50°C por algumas horas. No início a umidade é reduzida e há redução de compostos voláteis indesejáveis. O tempo e a temperatura de conchagem variam com o tipo de chocolate a ser produzido. Em chocolates amargos a temperatura varia de 70°C e continua até 82°C. Após a conchagem os componentes do flavor nos sólidos do cacau, gordura e superfície do açúcar são todos equilibrados (AFOAKWA et al, 2007; BECKETT, 2009).

5.1.4 Temperagem

Antes da passagem do chocolate da fase líquida para a sólida ele deve ser temperado. O processamento de chocolate está totalmente ligado à cristalização e ao comportamento polimorfo da gordura. É a técnica de cristalização controlada que é necessária para induzir a forma sólida mais estável da manteiga de cacau no produto

final. Desta forma o objetivo da temperagem é fazer com que um número suficiente de cristais seja desenvolvido para que a cristalização da fase gordurosa seja realizada na sua forma polimórfica mais estável, produzindo, assim, um chocolate mais estável. A temperagem ocorre com o derretimento completo do chocolate a 50°C seguido de resfriamento sob agitação para a formação de cristais e neste estágio as formas polimórficas estáveis e instáveis estão cristalizadas, então derrete novamente a forma instável. Desta forma o chocolate é temperado (TALBOT, 2009).

Após a temperagem do chocolate a moldagem é realizada para, além de oferecer forma, dar um brilho ao chocolate temperado que é geralmente inserido em moldes de acrílico sob agitação para uniformizar e passa por um resfriador em temperatura em torno de 12 a 15°C (GRAY, 2009).

Segue para a armazenagem, também importante para garantir o brilho e, finalmente, embalamento.

6 ANÁLISE SENSORIAL

O consumo de chocolate é apreciado por indivíduos em todo o mundo, especialmente por suas características únicas de textura, aroma e sabor. Elas variam de acordo com a origem do cacau, suas condições de cultivo e variedades. O *flavour* de chocolate não se apresenta desde o fruto, mas é desenvolvido a partir dos diversos passos no processamento, sendo os mais importantes a fermentação e secagem pós colheita, a torração das amêndoas secas e a conchagem na produção do chocolate (BECKETT, 2009).

Sendo um produto tão único em sua apresentação sensorial e influenciado por várias etapas de processamento, a utilização da análise sensorial como método científico é ampla e diversos estudos demonstram a sua importância, como visto no trabalho de Eskes, et al (2006) que utilizaram substâncias aromáticas na fermentação do cacau e confirmaram através de teste de preferência com provadores não treinados que afetou positivamente a qualidade do chocolate. Frauendorfen e Schieberle (2008) avaliaram compostos odorantes em amêndoas fermentadas da variedade Criollo torradas e não torradas e compararam os resultados sensoriais com resultados de cromatografia gasosa e espectrometria de massa. Em 2010, Efraim et al conduziram um estudo utilizando teste afetivo com escala hedônica para avaliar a influência das

etapas de fermentação e secagem nos atributos aroma, adstringência e amargor no *liquor* do cacau. Avaliando cultivares resistentes à vassoura de bruxa, Leite et al (2013) conseguiram através de método descritivo definir o perfil sensorial dos chocolates provenientes dessas variedades.

A utilização da análise sensorial é baseada na busca por questionamento sobre o produto estudado. Desta forma, o especialista deve estar consciente do método e teste que deve utilizar considerando a resposta que quer obter. Para isto existem métodos diferenciados que são apresentados na tabela 2 (HEYMANN e LAWLESS, 2010).

Tabela 2: Classificação dos testes e métodos em Análise Sensorial

Método	Questão de Interesse	Tipo de teste	Característica do painel
Discriminativo	Os produtos têm alguma diferença?	Analítico	Demonstrar acuidade sensorial, orientado ao método do teste, algumas vezes treinado
Descritivo	Como os produtos diferem em características sensoriais específicas?	Analítico	Demonstrar acuidade sensorial e motivação, treinado ou altamente treinado
Afetivo	Quanto se gosta do produto ou que produtos são preferidos?	Hedônico	Demonstrar uso do produto; não treinado

Fonte: Adaptado HEYMANN e LAWLESS, 2010

6.1 Análise Descritiva Quantitativa

Todos os métodos descritivos estão relacionados à detecção (discriminação) e a descrição dos aspectos sensoriais qualitativos e quantitativos de um produto por painel de julgadores treinados. A quantidade de julgadores varia com o tipo de produto/produção avaliada. Os painelistas devem estar aptos a detectar e descrever os atributos sensoriais das amostras de forma que consigam determinar os aspectos quantitativos (ex.: intensidade) e avaliar os aspectos qualitativos relativos a aparência, aroma, *flavour* e textura que caracterize ou diferencie o produto de outros. Com o uso deste método é possível obter descrições detalhadas sobre as amostras em pesquisa e desenvolvimento e em produção. Na análise qualitativa os termos descritivos são

também conhecidos como descritores, atributos, características, entre outros. Quantitativamente a intensidade vai determinar o grau que aquele atributo avaliado é encontrado. Os métodos descritivos conhecidos são: perfil de sabor, perfil de textura, análise descritiva de *spectrum*, tempo-intensidade e Análise Descritiva Quantitativa (ADQ®) (CIVILLE e CARR, 2007).

Para realizar a ADQ®, método clássico desenvolvido por Stone e Sidel (2004), é realizado inicialmente um processo de seleção do painel, treinamento e manutenção dos avaliadores. Procede-se, então com:

- (a) Geração dos atributos específicos que descrevem as similaridades e diferenças entre os produtos;
- (b) Determinação e concordância dos termos gerados para cada atributo selecionado;
- (c) Treinamento na avaliação e escalonamento dos atributos selecionados para cada amostra e
- (d) Análise quantitativa da amostra com uso de escala não estruturada.

As amostras serão avaliadas monadicamente e apresentadas individualmente de forma aleatória (VARELA e ARES, 2012).

6.2 Teste de Aceitação

Os testes afetivos são aplicados ao consumidor quando o pesquisador necessita identificar o seu estado afetivo, para que o mesmo avalie um produto quanto à escolha, preferência, gosto, atributos sensoriais geralmente através de questionários com escalas hedônicas utilizadas para determinar o grau de aceitável ou inaceitável; gosto ou desgosto da amostra avaliada (CIVILLE; CARR, 2007).

Uma demonstração da utilização dos testes afetivos pode ser vista em Melo, Bolini e Efraim, 2008 que avaliaram chocolates regulares, *diet* e com caloria reduzida aplicando teste afetivo em 116 consumidores para determinar o gosto em relação à aparência, *flavour*, textura e *aceitação geral*. Utilizaram escala não estruturada de 9 cm ancoradas nos extremos como “gostei extremamente” e “desgostei extremamente”. Os resultados foram demonstrados através de análise estatística das respostas e determinaram que a alteração nos açúcares é perceptível pelo

consumidor. Os dados deste estudo permitem aos produtores de chocolate avaliarem uma nova formulação que agrade o seu público.

6.3 Teste *Just-about right*

É o teste de consumidor mais frequentemente encontrado em larga escala, especialmente para desenvolvimento de produto. É apresentado em uma escala bipolar ancorada com as expressões “muito”, “pouco” ou “ideal” desenhada para medir a reação do consumidor não treinado a um atributo específico. A escala combina intensidade e julgamento hedônico para prover informações direcionais a reformulação de produtos, por exemplo. É um teste popular que fornece informações diretas a atributos específicos a serem melhorados e determina se a intensidade do atributo está no nível ótimo. Por ser um teste de consumidor não é recomendado seu uso para testes de perfil sensorial. (HEYMANN e LAWLESS, 2010; STONE e SIDEL, 2004)

Costa et al. (2017) utilizaram o teste *Just about right* (JAR) em concomitância com outros testes sensoriais para investigar a percepção do consumidor para um produto novo à base de leite de cabra e polpa de cupuaçu. Trezentos participantes responderam uma ficha com escala hedônica de cinco pontos com os atributos aroma, sabor, cor e textura para os quatro tratamentos propostos. O uso da escala JAR com outros testes sensoriais permitiu verificar que o aumento do conteúdo de cupuaçu resultou numa percepção melhor dos atributos ácido, alcoólico, *flavour* e aroma de cupuaçu, cor amarela, consistência e viscosidade além de diminuir a percepção do *flavour* caprino o que foi positivo para o desenvolvimento da nova sobremesa.

JAR também foi utilizado para avaliar a firmeza e crocância de 17 cultivares de cerejas colhidas em diferentes épocas durante um ano. A escala utilizada por 48 provadores foi de sete pontos variando de “muito mais macio”, “maciez ideal” a “muito mais firme/crocante”. Regressão linear modelou a relação entre os resultados JAR e valores analíticos de firmeza. A firmeza aceitável analítica apresentada foi calculada entre 2,52 e 4,75N, com valores de escala JAR entre 3 e 5 (ligeiramente macio a ligeiramente firme). As cerejas com valores 2,56 a 4,71N foram aceitas por 79,2 a 91,7% dos provadores. A relação entre teste sensorial e analítico desenvolveu diretriz para firmeza aceitável de cerejas para serem utilizadas em pesquisas. (HAMPSON et al., 2014)

6.4 Check-all-that-apply

A metodologia do *Check-all-that-apply* (CATA), utilizada para caracterizar sensorialmente os produtos, está em ascensão e consiste em um método simples, rápido e confiável, onde é aplicado um questionário estruturado de múltipla escolha apresentado ao consumidor com uma lista de palavras ou frases que ele pode escolher de acordo com o que considera ser aplicável ao produto. É um método baseado no consumidor que vem ganhando popularidade (VARELA & ARES, 2012; JAEGER et al, 2013; ARES et al, 2014).

Ares e Jaeger (2015) determinaram através de pesquisa que a utilização do questionário CATA concomitante a avaliações hedônicas na caracterização sensorial de produtos não provoca resultado tendencioso e parece ser uma escolha metodológica adequada para obter informações sobre preferência do consumidor e suas percepções sobre as características sensoriais dos produtos.

Os estudos com CATA vinham sendo conduzidos utilizando uma quantidade de consumidores baseada em outros testes similares, desta forma Ares et al (2014) verificaram que a estabilidade entre amostra e configuração do descritor depende do grau de diferença entre as amostras. Em amostras com o grau de diferença muito grande, estáveis configurações de amostras e descritores foram observadas com número de consumidores menor que 80.

A quantidade de questões que deve preencher o questionário CATA permanece sem considerações. Desta forma, Jaeger et al (2015) desenvolveram pesquisa em sete estudos de consumidor, com 735 consumidores e cinco categorias de produtos (biscoitos, queijos, bebidas saborizadas com frutas, chocolates e sobremesas ao leite), onde a caracterização sensorial de cada um foi realizada com questões curtas (10 a 17 termos) e longas (20 a 28 termos) no questionário CATA. Para as questões longas, foram adicionados sinônimos e antônimos dos termos já existentes nas questões curtas, por exemplo “duro” e “firme” e “duro” e “não duro” ou “natural” e “artificial”. O uso de longas questões CATA encorajou os consumidores a selecionar um número maior de termos para descrever as amostras. Observou-se também que o uso de questões com termos negativos tenderam a ser menores. Concluiu-se que o uso de curtas ou longas questões de 10 a 28 termos CATA tem

pouco impacto na caracterização sensorial dos produtos, não sendo um motivo de preocupação.

REFERÊNCIAS

AFOAKWA, E. O. **Chocolate Science and Technology**. 1 ed. United Kingdom: John Wiley And Sons Ltd, 2010. Disponível em: <http://books.google.com/books?id=404r7yb-618C&pgis=1>. Acesso em 05 maio 2016.

_____. et al. Flavor formation and character in cocoa and chocolate: A critical review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Glasgow, v. 48, n. 9, p. 840 – 857, 2008.

_____, PATERSON, A., FOWLER, M. Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate – a review. **Trends in Food Science & Technology**, Glasgow, v.18, n. 6, p. 290 – 298, 2007.

ARES, G. et al. Investigation of the number of consumers necessary to obtain stable sample and descriptor configurations from check-all-that-apply (CATA) questions. **Food Quality and Preference**, S.I, v. 31, n. 1, p. 135 – 141, 2014.

_____, JAEGER, S. Examination of sensory product characterization bias when check-all-that-apply (CATA) questions are used concurrently with hedonic assessments. **Food Quality and Preference**, S.I, v. 40, n.PA, p. 199 – 208, 2015.

BAREL, M., Le commerce du cacao dans le Monde. **Chocolat et Confiserie Magazine**, Paris, n.410, Sept-oct 2005

BECKETT, S.T. **Industrial Chocolate manufacture and use**. 4 ed. York: Blackwell Publishing Ltda, 2009, p. 1 - 9.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. VisaLegis. Resolução RDC Nº 264, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para chocolate e produtos de cacau. Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php>>. Acesso: 16 abr. 2016.

BUCHELI, P. et al. **Strategy for assessing cocoa flavour of a large number of samples for selection and breeding**. Proceedings of 13th International Cocoa Research Conference, Kata Kinobalu, Sabah, Malaysia, p. 865-870, 2000

BURNDRED, F. Food Safety in Chocolate Manufacture and Processing. *In*: BECKETT, S.T. **Industrial Chocolate manufacture and use**. 4 ed. York: Blackwell Publishing Ltda, 2009, p. 530 – 549

CAMU, N. et al. Fermentation of cocoa beans: influence of microbial activities and polyphenol concentrations on the flavour of chocolate, **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Bruxelas, v 88, p. 2288 – 2297, 2008

CIVILLE, G.V; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4.ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

COPETTI, M. V. **Micobiota do cacau: fungos e micotoxinas do cacau ao chocolate**. 2009. 155 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, 2009

COSTA, M.P et al., Consumer perception, health information, and instrumental parameters of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) goat milk yogurts, **J. Dairy Sci** , Rio de Janeiro, v.100, S.n, p 1-12, 2016

DANIELS, S., LADERACH, P., PASCHALL, M. **Reaching high-value markets: fine flavor cocoa in Ghana**. 2012. Disponível em: <<<http://pubs.iied.org/pdfs/16036IIED.pdf>>>. Acessado em: 15 dez. 2016.

DELSOL, Christine. Disponível em:

<<http://www.sfgate.com//mexico/mexicomix/article/Museum-blends-history-of-cocoa-with-Maya-s-daily-3714129.php#photo-3206192>>. Acesso em: 21 dez. 2016.

EFRAIM, P. et al. Influência da fermentação e secagem de amêndoas de cacau no teor de compostos fenólicos e na aceitação sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 142-150, 2010.

_____. **Estudo para minimizar as perdas de flavonóides durante a fermentação de cacau para produção de chocolate**. 2004. 114 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2004

MARTINS, J.M.et al. Melhoria da Qualidade de Cacau. Ilhéus. **CEPLAC/CENEX**, 2011. Disponível em:

<www.ceplac.gov.br/paginas/publicacoes/paginas/cartilhas_tecnicas/cartilhas/CT_04.pdf>. Acessado em: 13 dez. 2016.

ESKES, A. B. et al. Evidence for the Effect of the Cocoa Bean Flavour Environment during Fermentation on the Final Flavour Profile of Cocoa Liquor and Chocolate. *Ingenic*, S.I, v.12, p.1 – 7, 2006

FABIEN, F. Actualitix. Disponível em: <<http://pt.actualitix.com/pais/gnb/estatistica-apresentacao-guine-bissau.php>>. Acesso em: 26 dez. 2016

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. Fruit trees and useful plants in Amazonian life, 2010 Disponível em:<www.fao.org/docrep/015/i2360e/i2360e00.htm> Acesso em 15 mar. 2016

FOWLER, M.S. Cocoa Beans: from Tree to Factory. *In*: BECKETT, S.T. **Industrial Chocolate manufacture and use**. 4 ed. York: Blackwell Publishing Ltda, 2009, p. 10 – 47

FRAUENDORFER, F., SCHIEBERLE, P. Changes in key aroma compounds of criollo cocoa beans during roasting. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Garching, v 56, p. 10244 – 10251, 2008

GRAY, M.P. Moulding, Enrobing and Cooling Chocolate Products. *In*: BECKETT, S.T. **Industrial Chocolate manufacture and use**. 4 ed. York: Blackwell Publishing Ltda, 2009, p. 320 – 357

HAMPSON, C.H et al., Determining the optimum firmness for sweet cherries using Just-About-Right sensory methodology, **Postharvest Biology and Technology**, Canadá, v.91, p 104-111, 2014

HEYMANN, H.; LAWLESS, H.T. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices**. 2 ed. New York: Springer, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Levantamento sistemático da produção agrícola. 2016. Disponível em: <http://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_mensal/Fasciculo/lspa_201603.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2016.

INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION (ICCO) Annual Report 2012/2013. Disponível em:<<http://www.icco.org/>>. Acesso em: 29 dez. 2016.

_____. Fine or flavour cocoa. 2017. Disponível em:< <https://www.icco.org/about-cocoa/fine-or-flavour-cocoa.html>>. Acesso em: 03 jan. 2017.

Jaeger, S. R., et al. Check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization by consumers: Investigations into the number of terms used in CATA questions. **Food Quality and Preference**, S.I, v. 42, p. 154-164, 2015.

_____, et al Check-all-that-apply (CATA) responses elicited by consumers: Within-assessor reproducibility and stability of sensory product characterizations. **Food Quality and Preference**, S.I, v 30, n 1, p. 56 – 67, 2013

KAMPHUIS, H.J. Production and Quality Standards of Cocoa Mass, Cocoa butter and Cocoa powder. *In*: BECKETT, S.T. **Industrial Chocolate manufacture and use**. 4 ed. York: Blackwell Publishing Ltda, 2009, p. 121 -139

LANNES, S.C.S, **Estudo das propriedades físico-químicas e de textura de chocolates**. 1997. 167 p. Tese (Doutorado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) – Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 1997.

LEITE, P.B.; BISPO, E.S.; SANTANA, L.R.R. Sensory profiles of chocolates produced from cocoa cultivars resistant to *Moniliophthora Perniciosa*. **Fruitculture Brazilian Magazine**, Jaboticabal, v.35, n;2, p. 594-602, 2013.

MACÊDO, A.S.L. **Caracterização de enzimas em dois cultivares de cacau *Theobroma cacao* L.** 2014. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, 2014

MANDARINO, E.P.; GOMES, A.R.S., Produtividade do cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) cultivado em blocos monoclonais no Sul da Bahia, Brasil. Ilheus, **CEPLAC/CEPEC**. Boletim Técnico nº197. 2009.

MELO, L.L.M.M., BOLINI, H.M.A, EFRAIM, P. Sensory profile, acceptability, and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolates. **Food Quality and Preference**, S.I, v 20, n 2, p. 138 - 143, 2008.

TORRES-MORENO, M., et al. Dark chocolate acceptability: influence of cocoa origin and processing conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, S.I, v. 92, n.2, p. 404 - 411, 2012.

LOPES, U. V., et al. Cacao breeding in Bahia, Brazil: strategies and results. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, S.I, v. 11, n.spe, p. 73–81, 2011.

LUNA, F, et al. Chemical composition and flavor of Ecuadorian cocoa liquor. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 1, p. 3527-3532, 2002.

MINIFIE, B.W. **Chocolate Cocoa and confectionery: Science and Technology**. 3 ed. New York: AVI Book, 1989.

MISNAWI, J, S; JAMILAH, B; NAZAMID, S. Sensory properties of cocoa liquor as affected by polyphenol concentration and duration of roasting. **Journal of. Food Quality and. Preference**, S.I, v. 15, p. 403-409, 2003

OETTERER, M. Tecnologias de obtenção do cacau, produtos do cacau e do chocolate. In: OETTERER, M; M., REGITANO d'Arce A.; SPOTO, M.H.F. (Org.). **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri: Manole, v. 1, p. 1-50, 2006

PAPALEXANDRATOU, Z. et al Comparison of the bacterial species diversity of spontaneous cocoa bean fermentations carried out at selected farms in Ivory Coast and Brazil, **Food Microbiology**. Bruxelas, v 28, n 5, p. 964 – 973, 2011

RANGEL, J.F. (Ed.) CEPLAC/Cacau, Ano 25, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura: Brasília, 1982,

SANTOS, A.M.; SANTOS, G.B.M. Cacau fino no Brasil: conceitos e evolução. **Revista de Difusão Agropecuária**, CEPLAC-Bahia, v 4, n 1, p. 1-18, 2012

SOKMEN, A., GUNES, G. Influence of some bulk sweeteners on rheological properties of chocolate. **LWT - Food Science and Technology**, S.I, v. 39 n. 10, p. 1053–1058, 2006

STONE, H., SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. 3 ed. California: Elsevier Academic Press, 2004, p. 201 - 244

TALBOT, G. Chocolate Temper. *In*: BECKETT, S.T. **Industrial Chocolate manufacture and use**. 4 ed. York: Blackwell Publishing Ltda, 2009, p. 261 – 275

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**, S.I, v 48, n 2, p. 893 – 908, 2012.

ZIEGLEDER, G. Flavour Development in Cocoa and Chocolate. *In*: BECKETT, S.T. **Industrial Chocolate manufacture and use**. 4 ed. York: Blackwell Publishing Ltda, 2009, p. 169 – 188

CAPÍTULO II

**Application of different sensory methods
to assess the quality of dark chocolate
produced from cocoa varieties grown
in the South Region of Bahia-Brazil**

APPLICATION OF DIFFERENT SENSORY METHODS TO ASSESS THE QUALITY OF DARK CHOCOLATE PRODUCED FROM COCOA VARIETIES GROWN IN THE SOUTH REGION OF BAHIA-BRAZIL

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the quality of chocolate samples (70% cocoa) obtained from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002) grown in the South Region of Bahia State, Brazil, using descriptive and affective sensory methods. It was used methodology based on Quantitative Descriptive Analysis (QDA), followed of Check-All-That-Apply questions (CATA) to determine the sensory characteristics by trained and no trained panelists, also were applied tests of acceptance, purchase intention and "Just right scale". Twelve panelists carrying out the ADQ method describing the samples with seventeen attributes. CATA questions were applied to 100 consumers and. the seventeen attributes from ADQ method were used in the questionnaire. ANOVA and Tukey test ($p < 0,05$) results showed significant differences among the sensory profiles of dark chocolate samples. According to QDA, two principal components were used together and explained 92.10% of the total variability observed among the treatments with Principal Components Analysis. SR162 and BN34 treatments were more characterized by the sweet/caramel and fruity aroma, sweet taste, fruity flavor, melting; showing higher acceptance scores for aroma, flavor and global quality attributes, ideal sweetness intensity and higher positive purchase intention (74% and 69%, respectively) by consumers. Conversely, the TSH1188, PH16 and CEPEC2002 treatments were primarily characterized by more intense brown color, brightness, cocoa/chocolate aroma and flavor, bitter and acid taste, astringent, firmness; they reached lower acceptance scores, showed higher bitterness and acidity intensity than ideal and presented 37% rejection, 33% doubts and 30% positive purchase intention, that can represent a potential market to be conquered. All treatments showed higher acceptance scores to appearance and texture attributes, revealing good appearance and firmness/softness of the dark chocolate samples. CATA question proved that the non-trained consumer panel was able to differentiate the dark chocolate samples produced from five cocoa varieties, favoring description of the them.

Keywords: *Theobroma cacao*, acceptability, QDA®, CATA

INTRODUCTION

After the arrival of Witche's Broom disease in Bahia, the first cocoa producer state of Brazil, because of the fungus *Moniliophora pernicioso*, Brazil loses the second position and becomes the fifth producer of Cacao (*Theobroma cacao* L.) in the world. Strategically, the cacao farmers in the south region of Bahia State have adopted the production of new varieties resistant to this fungus with partnership of the Cacao Research Center- CEPEC; the Bahia State received recurrent selection programs to support the development of resistant clones (Lopes et al., 2011).

According to the botanical origin and geographical expansion of the cocoa species, two groups are known: *Criollo* and *Forastero*. The *Criollo* cocoa beans are characterized by white color in the cotyledon cells (absence of pigment) and are found in Venezuela, Central America, Mexico, Java, Sri Lanka and Samoa. The *Forastero* group is characterized by violet color of the cotyledons (pigmented cell). From the combination of characters of the previous groups, appeared a third hybrid group, called *Trinitario*, which presents the cotyledons color ranging from white to pale-violet. Compared to *Criollo* and *Trinitario*, whose aroma is considered soft with an excellent quality, *Forastero* has a more acid and astringent taste characteristic (Smith, 1999). Most cocoa traded worldwide is the *Forastero* type, and the *Trinitario* and *Criollo* types produce a chocolate considered superior with soft aroma and flavor (Beckett, 2009).

Fine chocolate is produced with fine cocoa beans or special flavor. These categories of cocoa beans are produced from *Criollo* or *Trinitario* cocoa trees and have like flavor characteristics: fruity, floral, herbal and wood notes, nut and caramel notes. Brazil didn't appear on the last panel of countries that exports fine cocoa beans in the world, a high-specialized, small and separate market, that means a product with high commercial value (ICCO, 2015). By the way, it is reported that the industry considers the Brazilian cocoa as "bulk" type, produced from the *Forastero*, with no special sensory characteristics, therefore unsuited for fine cocoa production (Barel, 2005). However, the characterization of the Brazilian cocoa only as *Forastero* is a mistake, because it does not correspond to reality, since today the cocoa cultured in Bahia State suffered a great change in their genetic composition, having around 30% of *Trinitario* group, considered suitable for fine cocoa production (Santos and Santos, 2012). The Bahia State has sought to develop itself as a producer of fine cocoa and chocolate

through innovative farming techniques, new cocoa varieties (hybrid seeds) and research about physicochemical and sensory characteristic of the products, to reach the former position of good cocoa producer.

Chocolate is a product obtained from the mixture of cocoa products (*Theobroma cacao* L.), mass (or paste, or liquor) of cocoa, cocoa powder and/or cocoa butter with other ingredients, containing at least 25% (g / 100g) total cocoa solids. The product may be filling, cover, shape and varying consistency (Brazil, 2005). The flavor characteristics of the chocolate depends on many factors, as: the origin of cocoa, growing conditions such as climate, the amount and time of sunshine and rainfall, soil conditions, ripening, time of harvesting, and the time between harvesting and bean fermentation and processing factors, all contribute to variations in the final flavor formation. Besides cocoa products has been appreciated for its sensory properties, such as odor and flavor, chocolate is being largely issued by its antioxidants qualities (Afoakwa et al., 2008).

Being the sensory characteristics an important factor to conquer the consumer liking and preference (Melo et al, 2009), the quantitative descriptive analysis (QDA), where trained judges identify and quantify the sensory properties, is considered an useful methodology to characterize cocoa products. Innovative techniques in the field of sensorial analysis have sprung up in search of product characterization by consumers and check-all-that-apply questions (CATA or checklists) have gained popularity. The CATA methodology consists in sentences/statements used by arbiters to mark out as many options as are needed to express their opinion about the product under analysis (Ares et al., 2010; Jaeger et al., 2015; Meyners et al., 2013). Such methodologies are descriptive, not lengthy, flexible and can be apply on the consumers without the need for trained appraisers. Check-all-that-apply questions have been reported to be a simple alternative to gather information about consumers' perception of the sensory characteristics of products and have been previously used to identify ideal products. Also, affective tests are important goals to be reached in development of a new product.

The aim of the study was to evaluate the sensory quality of dark chocolate samples obtained from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002) grown in the South Region of Bahia State, Brazil, using descriptive and affective methods, with trained and not trained panel of judges. It was used

methodology based on Quantitative Descriptive Analysis (QDA) and check-all-that-apply questions (CATA) to determine the sensory characteristics of chocolate samples with high cocoa content (70%) and it were applied tests of acceptance, “Just right scale” (ideal sweetness, bitterness and acidity intensity) and purchase intention of consumers, to provide relevant information about the acceptability of chocolates produced from cocoa varieties with potential to be classified as fine cocoa.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 MATERIAL

The cocoa bean samples were obtained from a commercial farm (Ibirataia, Bahia State) located in the Northeast of Brazil (14°41'96”S and 39°12'109”W) under a tropical climate during the period of November/2014 and January/2015. Healthy, ripe and selected fruits were used, based on the productivity and resistance to witches' boom disease (*Moniliophthora perniciosa*), indicated by CEPEC/CEPLAC (Cocoa Research Center) as cocoa varieties with characteristics of fine cocoa, that were the following varieties: BN34 (hybrid of unknown origin), TSH1188 (Trinidad Selected Hybrid- from Trinidad and Tobago), PH16 (hybrid of crossing between Amazonian Forastero and Trinitario), SR162 (originated from a genetic mutation of Catongo cocoa, which is characterized by white seeds), CEPEC2002 (hybrid of crossing between Amazonian Forastero and Trinitario). These materials may be grouped as (genetic ancestry): (1) descendent from the *Forastero* group- SR162, BN34; (2) descendent from the *Trinitario* group- TSH1188, PH16, CEPEC2002.

2.2 COCOA BEANS PROCESSING

The temperatures in the crop area during the period of fruit maturation were 14° and 28° C, respectively, the relative humidity between 90 and 95 % and the rainfall between 200 and 300 mm. The cocoa beans were preselected, transported at ambient temperature and fermentation was carried out in standard wooden boxes under controlled conditions (seeds with pulp for 5 days in wooden- 120 L boxes), followed by the drying process in sun-roof surfaces until 8.0% of moisture (Cruz et al., 2015). The fermented and dry beans (about 16 kg) were toasted in a rotary electric roaster (Jaf

Inox, TX, São Paulo, Brazil) at $120^{\circ} \pm 0.1^{\circ}$ C in heating jacket for 40 min (the roaster heating cover temperature was stabilized at 120° C in the beginning of the process).

2.3 ELABORATION OF DARK CHOCOLATE SAMPLES

The dark chocolate samples (high cocoa content) were obtained using the following proportions: cocoa mass (66.0%), cocoa butter (4.0%), sugar (29.60%) and lecithin (0.4%); they were prepared in a traditional Brazilian factory (Ihéus, Bahia, Brazil). The seeds were triturated to remove the peel and germ in order to obtain cocoa nibs. The nibs were ground in a knife-grinder (Jaf Inox, FX, São Paulo, Brazil), with sugar added in this phase. The cocoa paste was then refined in a grinder-roller (Jaf Inox, MX, São Paulo, Brazil), yielding a cocoa paste with an adequate granulation (21 μ m) for making chocolate. The refined paste was submitted to conching in a horizontal shell at 60° C for 24 hours; cocoa butter and lecithin were added during this phase. The chocolate was conveyed to a temper machine by a shaker table and was held until it reached 42° C, when the cocoa butter stable crystals were obtained. The chocolate samples were molded in rectangular polyethylene molds, obtained 5g bars that were cooled, packaged and maintained at 18° C for 15 days until sensory tests.

2.4 QUANTITATIVE DESCRIPTIVE ANALYSIS

Differences and similarities in the sensory characteristics of dark chocolate samples were described using the methodology based on Quantitative Descriptive Analysis (Stone and Sidel, 1985). Ethical clearance approval was granted by the Research Ethics Committee of the University of Bahia State-UNEB (Process n.1.231.812) for all sensory evaluation of this work.

A pre-selection questionnaire was administered to 50 volunteers to assess health status, eating habits and the ability of participants to express the taste sensations caused by tasting a derivative of cocoa. The pre-screening criteria based on good health (self report), non-smoker, a consumer of cocoa or its derivatives or at least did not dislike its consumption, no allergic reactions to consumption of cocoa and chocolate, availability and interest in participating, ability to work in group, and most importantly the skill to describe differences between products and express the sensation perceived.

Thirty candidates with age between 21 and 50 years (graduate students from Gastronomy and Nutrition Course, undergraduate students from the Science Food Program, employees and researchers from the Federal University of Bahia-UFBA and University of Bahia State-UNEB) were invited as pre-select panelists.

The selected panelists were trained in recognition of basic tastes as sweet (sucrose), salty (sodium chloride), sour (citric acid), bitter (caffeine), and no basic taste as astringent (tannic acid) through triangular test. The recognition of odors such as coffee, chocolate powder, cocoa paste, dried and roasted cocoa beans, dried coconut, caramel, vanilla, anise, cinnamon, butter, cloves, pepper sauce, lemon juice, lemon zest and oregano was also applied (Liu et al., 2015). Panelists were trained in sessions of 2 h per week for a period of 12 weeks by ordering tests. Using Kelly's Repertory Grid Method (Moskowitz, 1983) sensory descriptors for appearance, aroma, flavor, texture attributes were developed about similarity and differences among dark chocolate samples. The next step of the training consisted of the development and definition of each descriptive term and the production of consensual reference samples (Table 1). Training was finished when individuals had no difficulty to evaluate samples using the descriptive evaluation ballot. In a final session, each sample was evaluated in triplicate by each panelist using the reference samples (twelve tasters were selected for samples evaluation), with a complete block in the statistical design. The chocolate samples ($22 \pm 1^\circ \text{C}$) were placed in individual three-digit-coded plastic plates (5 g) and were presented to judges in individual booths during daylight, and they were instructed to cleanse their palates with filtered water between samples. On the unstructured scales of 9 cm labeled on both ends, with descriptive terms on the left (lower anchor) and on the right (upper anchor), the panelists rated the intensity of each descriptor for each sample, being required to test attributes in the following order: Appearance: brown color (scales labeled of clear/dark), brightness (little/much intense); Aroma: cocoa (scales labeled of little/much intense), sweet (none/much), fruity (none/much), vanilla (none/much), burnt (none/much), buttery (none/much); Flavor: chocolate/cocoa (scales labeled of little/much intense), bitter (none/much), sweet (little/much), fruity (none/much), acid (none/much), astringent (none/much); Texture: firmness (little/much firm), fraturability (little/much), melting (little/much).

Table 1 Descriptive terms and reference materials used by panelist during training and quantitative descriptive analysis sessions.

Sensory Descriptors	Definition	Reference Materials
Appearance		
Brown Color	Characteristic color of chocolate/ similar color to the mahogany brown.	Clear: alkaline cocoa powder at 10% added in 100g corn starch suspension (Unilever Ltda, Brazil). Dark: alkaline cocoa powder at 80% added in 100g corn starch suspension (Unilever Ltda, Brazil).
Brightness	<i>Light reflectivity on the product surface. Light emits shine or reflects greater shine.</i>	Little: dark chocolate 80% cocoa (AMA-BA, Brazil). Much: dark chocolate 80% cocoa with butter on surface (AMA-BA, Brazil).
Aroma		
Cocoa	Odor related to chocolate/ cocoa.	Little: powder cocoa solution at 0.5%. (Mãe Terra Ltda, Brazil). Much: powder cocoa solution at 5.0%. (Mãe Terra Ltda, Brazil).
Sweet	Odor obtained from caramel/sugar.	None: distilled water. Much: sugar warmed at 120°C until brown color.
Fruity	Characteristic odor of citrus fruit (tangerine, lemon, orange, mandarin).	None: distilled water. Much: essential oil (citric fruit) solution at 0.5% (Arcolor, Brazil).
Vanilla	Characteristic sweet odor of <i>Vanilla</i> Pod.	None: distilled water. Much: <i>Vanilla</i> essence solution at 2.5% (Food Degree, Brazil).
Burnt	Odor related to very toasted cocoa beans.	None: dry cocoa beans without toasting. Much: cocoa beans toasted at 160°C for 60 min.
Buttery	Odor related to butter/fat.	None: distilled water. Much: powder cocoa with butter (1:1) added in 100 g corn starch suspension.
Flavor		
Chocolate / Cocoa	Flavor related to chocolate/cocoa	Little: powder cocoa solution at 0.5%. (Mãe Terra Ltda, Brazil). Much: powder cocoa solution at 5.0%. (Mãe Terra Ltda, Brazil).
Bitter Taste	Characteristic taste of caffeine. Unpleasant taste of caffeine.	None: distilled water. Much: caffeine solution at 0.5% (Food Degree, Brazil).
Sweet Taste	Sweet taste obtained from sugar. Caramel flavor.	Little: sucrose solution at 1.0%. (União Ltda, Brazil). Much: sucrose solution at 10.0% (União Ltda, Brazil).
Fruity	Flavor related to citric fruit (tangerine, orange, lemon, mandarin)	None: distilled water. Much: essential oil (lemon and mandarin) solution at 0.5% (Arcolor, Brazil).
Acid Taste	Characteristic taste of citric acid.	None: distilled water. Much: citric acid solution at 1.0% (Food Degree, Brazil).
Astringent	Drying sensation from tasting green fruit. Contraction of mouth mucus.	None: milk chocolate (Nestlé Ltda, Brazil). Much: pieces of unripe banana (Grand Naine, Brazil).
Texture		
Firmness	Force needed to bite through the chocolate sample.	Little Firm: milk chocolate (Nestlé Ltda, Brazil). Much Firm: Dark chocolate 85% cocoa (AMA-BA, Brazil).
Fraturability	Easily broken or rupture.	Little: “rapadura”(Rapadurinha de Minas Ltda, Brazil). Much: “suspiro” (Benno Alimentos Ltda, Brazil).

Melting	Length of time for chocolate to melt in the mouth /Liquefied.	Little: Dark chocolate 85% cocoa (AMA-BA, Brazil) warmed in microwave oven for 20". Much: Dark chocolate 85% cocoa (AMA-BA, Brazil) warmed in microwave oven for 40".
---------	---	--

2.5 AFFECTIVE TESTS

The affective test was carried out with 100 consumers (varied ages and both gender), recruited according to interest, availability and chocolate consumption habit using a random complete block design. For the test, 5g sample of each treatment was served to the consumers at 22 ± 1 o C in disposable plates, randomly codified with three-digit number and presented in a sequential monadic way. The evaluations were carried out in individual booths equipped with fluorescent lamps and the panelists were instructed to cleanse their palates with water between the samples. The samples were evaluated for their acceptance of appearance, aroma, flavor, texture and overall quality attributes using a nine-point structured hedonic scale (9= liked extremely to 1= disliked extremely). Next step, the consumers were instructed to use a five-point "Just-about right" scale (5= much stronger than ideal, 3= ideal, 1= much weaker than ideal) to evaluate the samples for their sweetness, bitterness and acidity. Also, the purchase intention test was carried out using a five-point structured scale (5= certainly would buy to 1= certainly would not buy) (Meilgaard et al., 2007; Mucci et al., 2004).

2.6 CATA-CHECK ALL THAT APPLY

The perception of dark chocolate by 100 consumers was assessed by CATA (Check All That Apply) methodology (Ares et al., 2010), complementing the acceptance test. For each sample, consumers had to answer a check-all-that-apply question with 16 sensory attributes that they were considered appropriate to describe the chocolate. The words were selected based on results from the previous study using QDA to describe dark chocolate (Leite, Bispo and Santana, 2013). The attributes were the following: intense acid aroma, fruity aroma, roasted aroma, sweet/caramel aroma, vanilla aroma, buttery aroma, intense chocolate/cocoa aroma, intense sweet taste, roasted flavor, nuts, fruity, intense bitter taste, desirable acidity, firm to bite (but not hard), smooth to break/bite, it melts slowly in the mouth.

2.7 STATISTICAL ANALYSIS

Analysis of variance (ANOVA) two-way (samples and panelists) and Tukey's test at a 5 % level of significance were used to QDA®. Principal Component Analysis (PCA) was performed using Statistical Analysis System software (SAS, 2014). ANOVA and Tukey's test at (5 % significance) were used to the affective tests. For the CATA, the frequency of mention of each term was determined by counting the number of consumers that used that term to describe each product.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 QUANTITATIVE DESCRIPTIVE ANALYSIS

Panelists' performance was evaluated by significance levels (p) for the F test (samples and replicates), using the following criteria: discriminant power - p Fsamples < 0.50 ; reproducibility- p Freplicates ≥ 0.05 (Damasio and Costell, 1991; Melo et al., 2009). The results indicated the need for team reduction to twelve panelist (8 women and 4 men), and then two panelist were excluded due to unsatisfactory results (data not shown).

The results of the scores given by the panelists to the attributes in the QDA showed that there were significant differences ($p \leq 0.05$) in the sensory characteristics of the chocolate samples with high cocoa content (70%), obtained from the five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162 and CEPEC2002) in the experimental conditions (Table 2). The TSH1188 and PH16 treatments were distinguished from the others as a result of their higher intensity of the descriptors: brown color, brightness, cocoa aroma, burnt and buttery aroma, bitter and acid taste, cocoa flavor, astringent and firmness. The CEPEC2002 treatment showed similar characteristics of the TSH1188 and PH16 treatments, except for the cocoa and burnt aroma, that presented lower intensities. However, the BN34 and SR162 treatments demonstrated a more intensity of sweet/caramel, fruity and vanilla aroma, sweet taste, fruity flavor and melting quality.

Table 2 Means values of sensory descriptors that characterized the dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002) obtained by trained panelists using Quantitative Descriptive Analysis.

Descriptor	Treatments					SMD**
	BN34	TSH1188	PH16	SR162	CEPEC2002	
Brown color	6.1* \pm 0.9 b	7.0 \pm 0.3 a	7.3 \pm 0.4 a	5.8 \pm 1.1 c	7.1 \pm 0.3 a	0.31
Brightness	6.0 \pm 1.0 b	6.5 \pm 0.5 a	6.7 \pm 0.5 a	5.6 \pm 1.0 c	6.8 \pm 0.5 a	0.26

Cocoa aroma	4.9 ± 0.6 b	6.0 ± 1.2 a	6.3 ± 0.5 a	5.0 ± 1.3 b	5.1 ± 1.1 b	0.41
Sweet aroma	4.8 ± 0.7 a	1.7 ± 0.8 b	1.8 ± 0.6 b	5.1 ± 0.9 a	1.8 ± 1.1 b	0.36
Fruity aroma	4.5 ± 0.4 b	0.8 ± 0.3 d	0.9 ± 0.5 cd	4.9 ± 0.9 a	1.1 ± 0.6 c	0.24
Burnt aroma	0.9 ± 0.5 cd	1.4 ± 0.6 ab	1.6 ± 0.9 a	0.8 ± 0.4 d	1.2 ± 0.6 bc	0.31
Vanilla aroma	3.0 ± 0.9 a	0.8 ± 0.4 b	0.7 ± 0.5 b	3.1 ± 0.5 a	0.9 ± 0.5 b	0.38
Buttery aroma	1.1 ± 0.4 b	1.4 ± 1.0 ab	1.6 ± 0.6 a	1.1 ± 0.5 b	1.6 ± 0.7 a	0.38
Sweet taste	4.4 ± 0.7 a	1.7 ± 0.6 c	1.6 ± 0.4 c	4.5 ± 0.9 a	2.5 ± 0.7 b	0.34
Bitter taste	3.6 ± 0.9 b	6.1 ± 0.6 a	6.1 ± 0.7 a	3.3 ± 0.7 b	6.0 ± 1.0 a	0.45
Acid taste	1.8 ± 0.4 b	5.8 ± 1.3 a	5.8 ± 0.9 a	1.6 ± 0.5 b	5.6 ± 1.4 a	0.27
Cocoa flavor	4.8 ± 0.8 b	5.8 ± 1.0 a	6.0 ± 0.7 a	4.6 ± 0.7 b	5.8 ± 0.5 a	0.41
Fruity flavor	3.7 ± 1.1 b	0.8 ± 0.6 c	0.8 ± 0.5 c	4.2 ± 0.9 a	1.0 ± 0.5 c	0.40
Astringent	1.5 ± 0.7 b	3.2 ± 0.6 a	3.4 ± 0.7 a	1.3 ± 0.4 b	3.1 ± 0.8 a	0.42
Firmness	3.9 ± 0.8 b	5.8 ± 0.4 a	5.9 ± 0.3 a	3.7 ± 0.2 b	5.6 ± 0.9 a	0.41
Fraturability	3.1 ± 0.9 a	2.8 ± 0.9 a	2.7 ± 0.7 a	3.2 ± 1.2 a	2.9 ± 1.1 a	0.55
Melting	4.9 ± 0.6 a	3.0 ± 0.7 b	3.1 ± 0.4 b	5.1 ± 0.6 a	3.1 ± 0.9 b	0.54

*Mean ± standard deviation

**SMD= Significant Minimum Difference

Equal letters in the same line indicates no significant difference between treatments for each attribute, according to the Tukey test ($p > 0.05$)

The TSH1188 and PH16 treatments showed lower scores to sweet/caramel, fruity and vanilla aroma, as well as to sweet taste and fruity flavor. Conversely, these treatments showed higher scores to bitter and acid taste, and astringency. The bitter taste of cocoa beans is mainly due to the alkaloids present, although not exclusively, since molecules such as diketopiperazines, free L-amino acids or peptides also contribute to the perception of bitterness, as proven by Stark et al. (2006). Other molecules that may also contribute to the perception of bitterness, not directly but rather as a “bitter astringent” sensation, are low molecular weight tannins such as epicatechins, catechins and procyanidins (polyphenols). Astringency is often confused with bitterness because many individuals do not clearly understand its nature, and many polyphenols exhibit both bitterness and astringency (Ramli et al., 2006). Similar results were found in the study of Stark et al. (2006), that reported the intensity order for samples of cocoa was bitter > sour > astringent. Conversely, Vázquez-Ovando et al (2015) found higher scores to sour taste than bitter taste for cocoa beans from cultivated trees of Sonosco (Chiapas, Mexico). The authors reported that the panelists have given higher scores to acidity than to bitterness, for cocoa grown in different regions of the world, i.e. the contents of organic acids (lactic, citric, succinic, acetic, malic) are found in different amounts depending on the cocoa growing region (latitude and climates have a determining impact on this attribute).

Luna et al. (2002) conducted a study with samples of Ecuadorian cocoa to determine the re-relationship between genotypes and chemical compounds

(polyphenols, alkaloids, organic acids and sugars) involved in chocolate's aroma and flavor, and their primary sensory characteristics (bitterness, acidity, astringency, cocoa flavor, fruity, floral and green notes), using a panel of trained panelists. The results indicated that the polyphenols were positively correlated with astringency, bitterness and negatively correlated with the fruity attribute. Different levels of polyphenols found in the products may be due to either a genotypic contribution or the fermentation and roasting conditions; however, polyphenols are essential for the sensory characteristics of the cocoa.

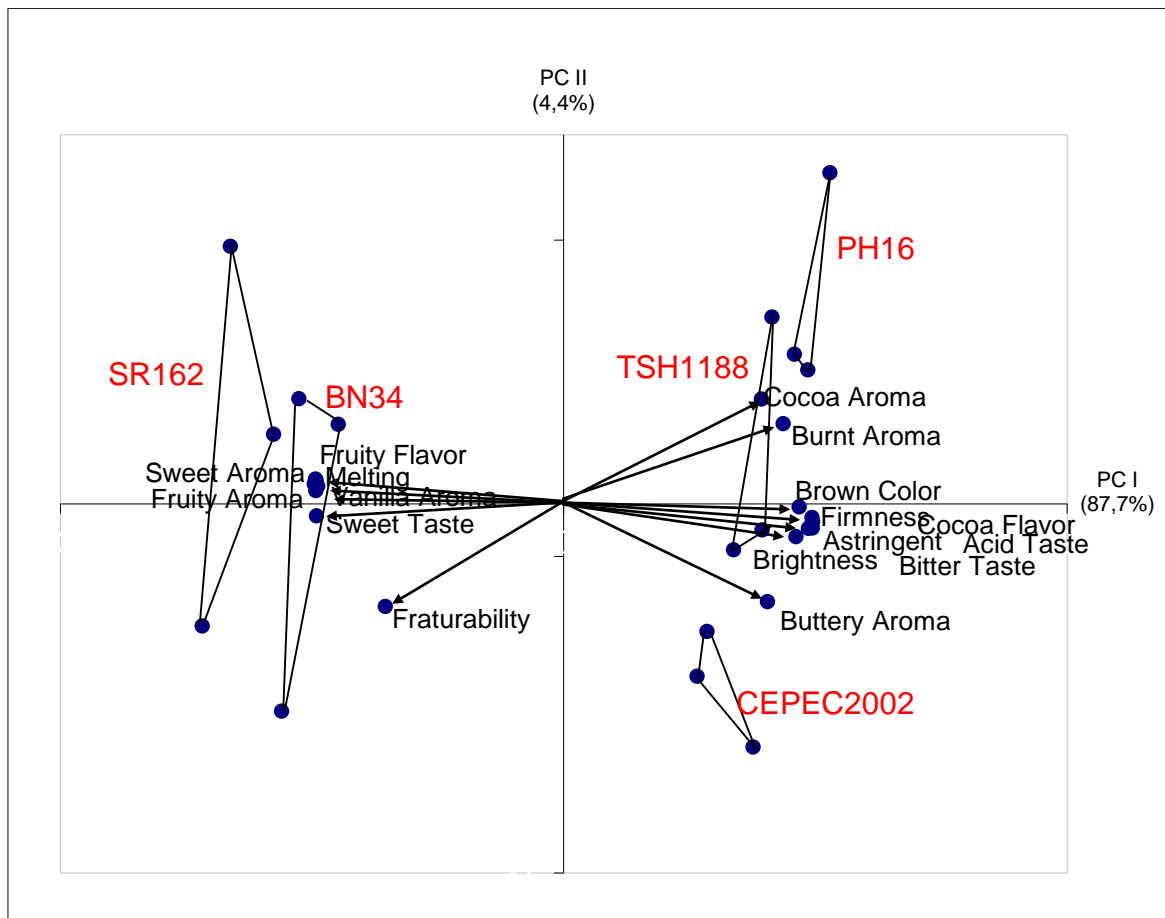
The SR162 and BN34 treatments showed higher scores to sweet/caramel, fruity and vanilla aroma, as well as to sweet taste and fruity flavor. It has been reported that the compounds present in cocoa beans contributing to sweet taste (monosaccharides, disaccharides, oligosaccharides and some L-amino acids), and may be present in higher concentration in some cocoa beans than in others beans (Stark et al., 2006). Thus some treatments (TSH1188 and PH16) could have had a concentration below the threshold for the perception of the panelists; mainly of sucrose, which is reported to be the sugar contributing widely to this attribute.

The texture results indicated that the firmness and melting property were associated and a strong negative correlation was observed between these attributes, i.e. the treatments that showed higher firmness (TSH1188, PH16 and CEPEC2002) had lower melting scores. Conversely, the treatments that showed lower firmness (BN34 and SR162) had higher melting scores. There was greater difficulty by the panelists in the discrimination of fracturability property for the dark chocolate samples. All treatments showed low intensity of this attribute and there was no significant difference ($p > 0.05$) among the treatments, thus, it was considered to be not important in characterizing these products.

Figure 1 illustrates the Principal Component Analysis (PCA) results. Each sample is represented by a triangle and each vertex of the triangles corresponds to the mean value attributed by the panelist group for each replicate. Samples are located near the descriptors that characterize them. In the present study, the two principal components were used together and explained 92.10% of the total variability observed among the treatments. PCA confirmed ANOVA results (Table 2). The PCA indicated that the TSH1188 and PH16 treatments were characterized by the descriptors brown color, brightness, cocoa and burnt aroma, bitter and acid taste,

cocoa flavor, astringent and firmness more intense. The SR162 and BN34 treatments were characterized by sweet, fruity and vanilla aroma, sweet taste, fruity flavor, melting more intense. The CEPEC2002 treatment presented intermediate sensory characteristics between those of the others treatments.

FIGURE 1 Principal Component Analysis of sensory data of chocolate samples obtained from different cocoa varieties. PCA loadings and scores for principal component I and II, including all evaluated sensory descriptors.



Treatments (cocoa varieties) = TSH1188; PH16; CEPEC2002; SR162; BN34.

Leite et al. (2013) evaluated the sensory quality by methodology based on QDA of dark chocolates obtained from two cocoa cultivars (PH16 and SR162) resistant to the *Moniliophthora perniciosa* mould. Similar results were found for these two varieties, the chocolate samples from the PH16 cultivar were characterized by more intense brown color, chocolate aroma and flavor, bitterness and firmness; the chocolate samples from the SR162 cultivar were characterized by a more intensity of sweetness and melting.

The Table 3 shows the correlation test results conducted between the averages of the sensory descriptors of the dark chocolate samples analyzed by the Pearson coefficient. It was observed a positive correlation between sweet aroma, fruity aroma, vanilla aroma, sweet taste and fruity flavor, signaling a cocoa bean characteristic that may be related to the volatile compounds naturally present in the beans. The bitter and acid taste, astringency and cocoa flavor were stronger correlated. The existing negative correlation between bitter and acid taste and sweet taste and fruity flavor decrease consumer acceptance for the product; some authors (Luna et al., 2002) state that those attributes mask and decrease the perception of fruity aroma and flavor.

Table 3 Matrix of Pearson correlations between the sensory descriptors of the dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, R162, CEPEC2002).

	BROW	BRIG	ACOC	ASWE	AFRU	ABUR	AVAN	ABUT	SWEE	BITT	ACID	FCOC	FRUI	ASTR	FIRM	FRAT	MELT
BROW	1,00																
BRIG	0,92	1,00															
ACOC	0,74	0,59	1,00														
ASWE	-0,90	-0,90	-0,72	1,00													
AFRU	-0,91	-0,90	-0,74	0,99	1,00												
ABUR	0,79	0,76	0,88	-0,82	-0,82	1,00											
AVAN	-0,94	-0,01	-0,75	0,98	0,97	-0,82	1,00										
ABUT	0,74	0,82	0,57	-0,78	-0,75	0,71	-0,81	1,00									
SWEE	-0,91	-0,87	-0,85	0,97	0,98	-0,88	0,96	-0,74	1,00								
BITT	0,92	0,91	0,72	-0,99	-0,99	0,80	-0,98	0,79	-0,96	1,00							
ACID	0,88	0,89	0,72	0,99	-0,99	0,84	-0,97	0,78	-0,97	0,98	1,00						
FCOC	0,90	0,90	0,70	-0,98	-0,97	0,83	-0,96	0,76	-0,95	0,97	0,98	1,00					
FRUI	-0,92	-0,92	-0,73	0,99	0,99	-0,83	0,98	-0,77	0,97	-0,99	-0,99	-0,97	1,00				
ASTR	0,93	0,92	0,75	-0,98	-0,99	0,82	-0,98	0,77	-0,97	0,99	0,98	0,96	-0,99	1,00			
FIRM	0,91	0,89	0,75	-0,98	-0,98	0,82	-0,97	0,74	-0,98	0,99	0,98	0,98	-0,98	0,98	1,00		
FRAT	-0,64	-0,64	-0,63	0,64	0,61	-0,72	0,67	-0,58	0,67	-0,67	-0,65	-0,62	0,66	-0,66	-0,67	1,00	
MELT	-0,71	-0,88	-0,73	0,98	0,98	-0,79	0,96	-0,78	0,96	-0,99	-0,98	-0,95	0,98	-0,97	-0,98	0,68	1,00

BROW: Brown color; BRIG: Brightness; ACOC: Cocoa aroma; ASWE: Sweet/Caramel aroma; AFRU: Fruity aroma; ATOS: Burnt aroma; AVAN: Vanilla aroma; ABUT: Buttery aroma; SWEE: Sweet taste; BITT: Bitter taste; ACID: Acid taste; FCOC: Cocoa flavor; FRUI: Fruity flavor; ASTR: Astringent; FIRM: Firmness; FRAT: Fraturability; MELT: Melting.

Similar tendency for the Pearson correlation between sensory descriptors of dark chocolate samples obtained from two cocoa cultivars (PH16 and SR162) was found by Leite et al. (2013), as high positive correlation between brown color and chocolate/cocoa aroma (0.98), toasted aroma (0.98), bitterness (0.94), toasted flavor (0.97), chocolate/cocoa flavor (0.87) and firmness (0.88). Also, sweetness presented high negative correlation (-0.94) with bitterness, and the same relationship was observed with toasted flavor (-0.97). The chocolate sample with higher intensity of

bitterness and toasted flavor obtained lower sweetness score. High negative correlation (-0.97) was observed between the firmness and melting quality. The chocolate samples that melted quickly required less force to bite.

3.2 AFFECTIVE TESTS

Table 4 shows the results of acceptance test of dark chocolate samples for appearance, aroma, flavor, texture and global quality attributes with the use of hedonic scale. Regarding to the appearance attribute, were found the highest scores, that were between 7.92 and 8.0 (none significant difference among treatments), corresponding to the hedonic term “liked much”, these results revealed good appearance of the dark chocolate samples (high cocoa content, 70%).

Table 4 Means values of sensory attributes obtained on acceptance test for the dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002).

Descriptor	Treatments					SMD**
	BN34	TSH1188	PH16	SR162	CEPEC2002	
Appearance	7.97* ± 0.8 a	8.0 ± 0.9 a	7.93 ± 1.0 a	7.97 ± 1.0 a	7.92 ± 1.1 a	0.22
Aroma	7.01 ± 1.6 ab	6.71 ± 1.5 bc	6.83 ± 1.1 abc	7.19 ± 1.3 a	6.46 ± 1.5 c	0.47
Flavor	6.06 ± 1.2 ab	5.76 ± 1.2 bc	5.43 ± 1.5 c	6.50 ± 1.2 a	6.01 ± 1.1 ab	0.58
Texture	7.15 ± 1.5 ab	6.97 ± 1.5 b	7.03 ± 1.6 ab	7.35 ± 1.2 a	7.14 ± 1.4 ab	0.37
Global quality	6.58 ± 1.6 ab	6.34 ± 1.2 b	6.23 ± 1.4 b	6.93 ± 1.3 a	6.47 ± 1.6 b	0.46

*Mean ± standard deviation. **SMD= Significant Minimum Difference.

Equal letters in the same line indicates no significant difference between treatments for each attribute, according to the Tukey test ($p > 0.05$)

The SR162 and BN34 treatments obtained greater acceptability by the consumers, they reached higher score for aroma and flavor attributes (corresponding to “liked slightly” and “liked moderately”) and statistically differed from others treatments (except to BN34); probably their higher acceptability score can be due to the descriptors as sweet, fruity and vanilla aroma, and also sweet taste and fruity flavor (mentioned in the QDA). The consumers’ commentaries found in their ballots were pleasant fruity flavor, sweet taste and chocolate/cocoa flavor. The others treatments (TSH1188, PH16, CEPEC2002) reached lower scores for acceptance of these attributes (corresponding to “liked slightly” and “neither liked/nor disliked”), and the consumers’ commentaries were unpleasant bitter and acid taste. The genotypic contribution and the specific chemical constituents of these varieties must have contributed for aroma and flavor characteristics of these cocoa beans. Similar tendency was observed for global quality, the SR162 and BN34 treatments reached greater acceptance (corresponding to “liked moderately”), and statistically they differed

from the TSH1188, PH16 and CEPEC2002 treatments (except to BN34), probably higher scores of aroma and flavor attributes reflected directly in the global impression of the consumers. Regarding texture, the chocolate samples obtained good acceptability and there was no significant difference among treatments.

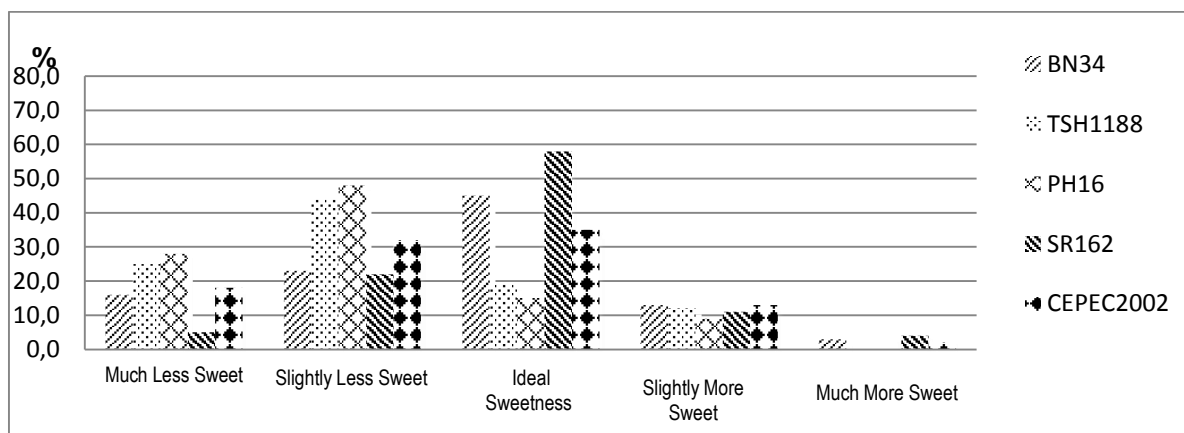
Hough et al. (1998) observed that the flavor of a product is the most important sensory attribute, if the consumers don't like the flavor of a specific product, the rejection is immediate, same as other attributes pleasing the consumers. According to the authors, in the case of a product with unpleasant flavor, not even the proper appearance, aroma and texture attributes can approve it. Torres-Moreno et al (2012) carried out a study on sensory acceptability (overall impression, color, odor, flavor and texture) of dark chocolate samples from different origins (Ghana and Ecuador) and processing conditions (evaluated by 95 consumers). The authors also concluded that the differences in acceptability of dark chocolate samples were mainly related to differences in flavor acceptance.

Leite et al. (2013) evaluated the sensory acceptance of chocolate samples obtained from two cocoa varieties resistant to *Moniliophthora perniciosa* mould (PH16 and SR162). The results showed good sensory acceptance related to appearance, aroma, flavor, texture and global quality attributes, and there were not significant differences ($p > 0.05$) among the chocolate samples, that reached scores corresponding to hedonic terms "liked slightly" and "liked very much". Also, the results of the purchase intention test indicated that the attitude of the consumers was highly positive for both chocolate samples. In their study, Efraim et al (2013) claimed that the chocolate samples produced from Forastero group descendants were less accepted and differed significantly from Trinitario group descendants, showing the consumer preference for these materials and the possibility to gain quality in genetic improvement of cocoa.

Figure 2 shows the frequency distribution obtained from the results of the sweetness intensity test of dark chocolate samples using "Just-about right". It was observed that the SR162 and BN34 treatments showed normal distribution of values being considered with ideal sweetness intensity by 58% and 45% of consumers, respectively. While the PH16 and TSH1188 treatments were considered less sweet than ideal, respectively by 69% and 76% of the consumers (added categories "much less sweet" and "slightly less sweet"). The CEPEC2002 treatment had an intermediate

percent, 35% considered with ideal sweetness and 50% assigned as less sweet than ideal ("slightly less sweet" + "much less sweet"). In this study, the dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002) were not considered with higher sweetness than ideal (only 10% assigned "much" or "slightly more sweet"), this result can be expected to chocolate samples with high cocoa content and without milk.

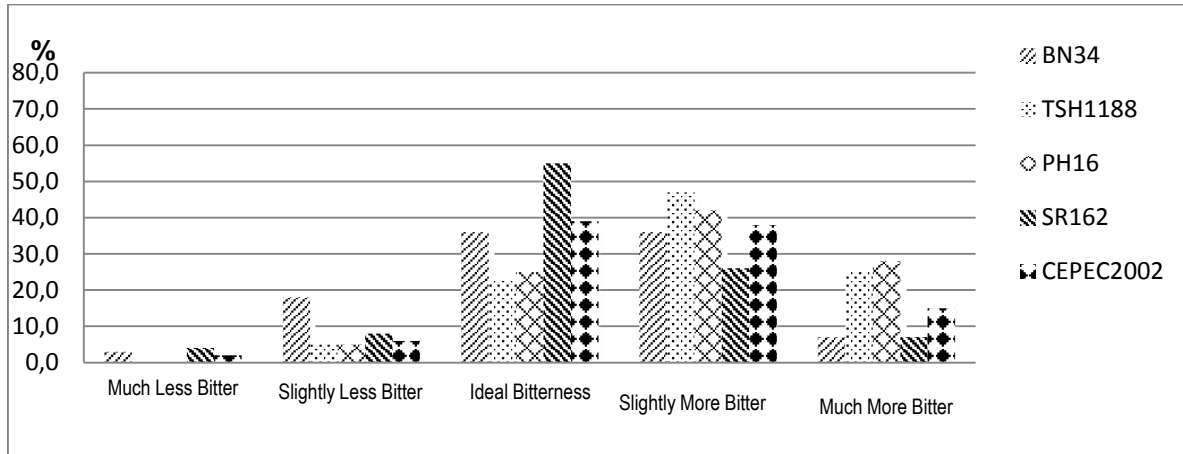
Figure 2 – Frequency distribution obtained in ideal sweetness intensity test of dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002).



Treatments (cocoa varieties) = BN34; TSH1188; PH16; SR162; CEPEC2002.

Figure 3 shows the frequency distribution obtained from the results of the bitterness intensity test of dark chocolate samples. It was observed that the SR162 treatment was considered with ideal bitterness intensity by 55% of consumers (normal distribution of values). While the PH16 and TSH1188 treatments were considered more bitter than ideal, respectively by 72% and 70% of consumers (added categories "Much more bitter" and "Slightly more bitter"). The CEPEC2002 and BN34 treatments showed ideal bitterness intensity by 39% and 36% consumers, respectively. When added categories "slightly more bitter" and "Much more bitter" were found 53% and 43%, respectively. According to consumers, the dark chocolate samples from the five cocoa varieties didn't show bitterness intensity less bitter than ideal (around 10% rated the products as "much" or "slightly less bitter" than the ideal), probably the presence of 70% cocoa content in their formulation may have intensified some peculiar characteristics of these varieties, such as bitterness.

Figure 3 – Frequency distribution obtained in ideal bitterness intensity test of dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002).

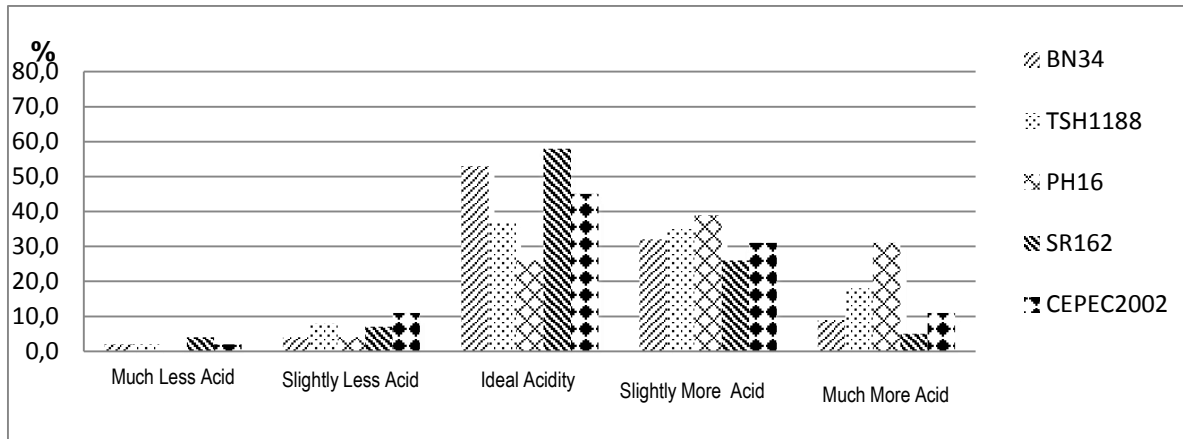


Treatments (cocoa varieties) = BN34; TSH1188; PH16; SR162; CEPEC2002.

Leite et al. (2013) evaluated the sensory quality of chocolates from two cocoa varieties, PH16 (hybrid of Criollo and Forastero groups) and SR162 (mutation of Catongo cocoa). The authors found that chocolate samples from the PH16 treatment were characterized by more intense bitter taste and less intensity of sweetness. Chocolate samples from the SR162 treatment showed more intense sweetness.

Figure 4 shows the frequency distribution obtained from the results of the acidity intensity test of dark chocolate samples. It was observed that the SR162 and BN34 treatments showed ideal acidity intensity by 58% and 52% of consumers, respectively. While the PH16 and TSH1188 treatments were considered more acid than ideal (added categories "much more acid" and "slightly more acid") by 70% and 54%, respectively. The CEPEC2002 treatment showed that 43% considered with ideal acidity and 42% assigned more acid than the ideal.

Figure 4 – Frequency distribution obtained in ideal acidity intensity test of dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002).

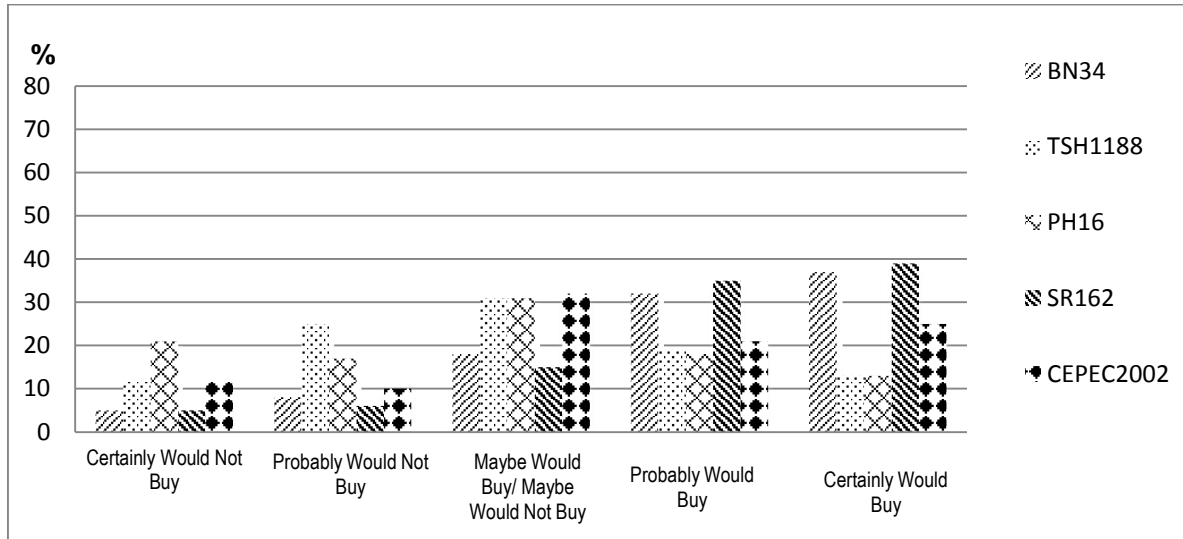


Treatments (cocoa varieties) = BN34; TSH1188; PH16; SR162; CEPEC2002.

Figure 5 shows the frequency distribution of the purchase intention test by consumers of the dark chocolate samples. The results showed that the SR162 and BN34 treatments presented higher positive purchase intent (added categories "certainly buy" and "probably buy"), 74% and 69% respectively, if these products were available. The CEPEC2002 treatment presented moderate percent of ideal sweetness intensity, consequently presented moderate positive purchase intention (47%). However, it was found a rejection for the TSH1188 and PH16 treatments (added categories "certainly would not buy" and "probably would not buy"), 37% and 38% respectively. Also, the consumers were divided in their purchase intention for dark chocolate samples with higher intensity of bitterness and acidity, it as found about 33% doubts and 30% positive acceptance, that can represent a potential market to be conquered.

In this study, it was found that consumers presented higher acceptance and positive purchase intent for dark chocolate samples that presented ideal sweetness intensity, higher score of fruity aroma and flavor, as preponderant factor. According to Paiva (2012) one of the factors that most influence the buying decision is the flavor. Few studies have focused on the sensory acceptability of dark chocolate (high cocoa content) by consumers and the factors affecting it. It seems to be very important to consider not only the physicochemical properties, cocoa origin and genetic, and the processing conditions of the products to predict consumer acceptability, but also the influence on consumer response of demographic characteristics, consumer habits and individual preferences (Costell et al, 2010).

Figure 5 – Frequency distribution for the purchase intention test of dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002).



Treatments (cocoa varieties) = BN34; TSH1188; PH16; SR162; CEPEC2002.

3.3 CATA-CHECK ALL THAT APPLY

Table 5 shows the frequency of mentions raised by consumers for each CATA question. The most quoted mentions assigned by the consumers were: fruity aroma, roasted aroma, sweet/caramel aroma, cocoa/chocolate aroma, sweet taste, fruity flavor, bitter taste, acidity, firmness, melting. All treatments were characterized with higher frequency of mentions for chocolate/cocoa aroma and firm to bite (but not hard). The results of the CATA analysis clearly indicate the direction of the kind of product that was obtained from each cocoa variety. Since the consumer distinguished chocolate sample produced from SR162 and BN34 varieties with: fruity aroma and flavor, sweet/caramel aroma, sweet taste, pleasant acidity, soft to break/bite, judging by the high frequency note regarding these statements. The chocolate samples produced from TSH1188, PH16 and CEPEC2002 varieties received the highest number of mentions for: roasted aroma, unpleasant bitter taste, desirable acidity, it melts slowly in the mouth.

Table 5 Frequency of mentions for each sensory attribute obtained on CATA question for the dark chocolate samples produced from five cocoa varieties (BN34, TSH1188, PH16, SR162, CEPEC2002).

Mentions*	Treatments				
	BN34	TSH1188	PH16	SR162	CEPEC2002
Intense acid aroma	09	12	15	05	10
Fruity aroma	19	12	18	58	15
Roasted aroma	19	23	22	11	22
Sweet/caramel aroma	16	08	06	18	10
Vanilla aroma	06	02	02	09	05
Buttery aroma	04	07	04	04	10
Intense chocolate/cocoa aroma	45	56	60	49	53
Sweet taste	16	07	04	20	10
Roasted cocoa flavor	06	10	12	03	09
Nuts flavor	07	11	07	08	15
Fruity flavor	27	12	09	56	20
Unpleasant bitter taste	19	36	49	13	25
Desirable/pleasant acidity	29	25	17	35	25
Firm to bite (but not hard),	53	59	60	44	57
Soft to break/bite	44	26	23	55	38
It melts slowly in the mouth.	08	19	23	9	14

n=100

In this study, the CATA question provided important attributes to describe the products and to research the consumer perception as a quick technique for the complete description of the dark chocolate samples (compared to QDA). It could be seen from the CATA question that the non-trained consumer panel was able to conclusively differentiate the dark chocolate samples produced from different cocoa varieties, suggesting the possibility and interest use of this simple technique to describe products. And the alliance between CATA sentences, hedonic and “just right scale” made possible the understanding of acceptance and sensorial attributes of the dark chocolate samples.

The efforts of cocoa producers in the South Region of the Bahia State, Brazil, to obtain new materials not only disease resistant but also with elevated productivity and superior physical, chemical and sensory characteristics have been very important. Thus, it has become relevant to evaluate the technological and sensory performance of these new materials in the production of chocolate, especially searching for an improvement in quality and consequent increase in value of Brazilian cacao.

4 CONCLUSIONS

The studied treatments presented significant differences according to Quantitative Descriptive Analysis. Two principal components were used together and explained 92.10% of the total variability observed among the treatments. SR162 and

BN34 treatments were more characterized by the sweet/caramel and fruity aroma, sweet taste, fruity flavor, melting. TSH1188, PH16 and CEPEC2002 treatments were primarily characterized by more intense brown color, brightness, cocoa/chocolate aroma and flavor, bitter and acid taste, astringent, firmness.

The SR162 and BN34 treatments showed greater acceptability, ideal sweetness intensity and higher positive purchase intention. They reached higher score for aroma and flavor attributes (corresponding to “liked slightly” and “liked moderately”) and reflected directly in the global impression of the consumers; statistically differed from others treatments (TSH1188, PH16 and CEPEC2002) that reached lower acceptance, higher intensity of bitterness and acidity; for them was found 37% rejection, 33% doubts and 30% positive purchase intention, that can represent a potential market to be conquered. Regarding texture, the chocolate samples obtained good acceptability and there was no significant difference among treatments.

CATA question proved that the non-trained consumer panel was able to differentiate the dark chocolate samples produced from five cocoa varieties, suggesting the possibility of use of a simple technique to describe products. And the alliance between CATA sentences, hedonic and “just right scale” enabled the understanding of sensorial attributes that characterized the dark chocolate samples.

REFERENCES

- Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., & Ryan, A. (2008) Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical review. **Critical reviews in food science and nutrition**, 48(9), 840-857. <http://dx.doi.org/10.1080/10408390701719272>.
- Ares, G., Barreiro, C., Deliza, R., Giménez, A., & Gámbaro, A. (2010). Application of a Check-All-That-Apply Question To the Development of Chocolate Milk Desserts. **Journal of Sensory Studies**, 25(1), 67-86. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-459X.2010.00290.x>.
- Barel M. (2005). Le commerce du cacao dans le Monde. **Chocolat et Confiserie Magazine**. Sept-oct 2005 n° 410. Paris.
- Beckett, S. T. (2009) **Industrial chocolate manufacture and use**. 4th ed. USA: Blackwell Publishing. 732p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. VisaLegis. Resolução RDC Nº 264, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para chocolate e produtos de cacau. Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php>>. Accessed: 06 mar. 2016.
- Costell E., Tarrega A., & Bayarri, S. (2010) Food acceptance: the role of consumer perception and attitudes. **Chemosens Percept**, 3(1), 42–50.
- Cruz, J.F.M., Leite, P.B., Soares, S.E., & Bispo, E.S. (2015) Bioactive compounds in different cocoa (*Theobroma cacao*, L) cultivars during fermentation. **Food Science and Technology**, Campinas, 35(2), 279-284. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.6541>.
- Damasio, M.H., & Costell, E. (1991) Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Revista Agroquímica de Tecnología de Alimentos**, 31(2), 165-78.
- Efraim P., Pires J.L, Garcia A.O, Grimaldi R., Luccas V., Pezoa-Garcia, N.H. (2013). Characteristics of cocoa butter and chocolates obtained from cocoa varieties grown in Bahia, Brazil, **European Food Research and Technologie**, 237(1), 419-428.
- Hough, G., & Sanchez, R. (1998). Descriptive analysis and external preference mapping of powdered chocolate milk. **Food Quality Preference**, 9(1), 197–204.
- ICCO –International Cocoa Organization. 2016. Production of cocoa beans. Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics, v. XLI, n. 2, Cocoa year 2014/15. Disponível em: http://www.icco.org/about-us/international-cocoa-agreements/cat_view/30-related-documents/46-statistics-production.html. Accessed:16jun2016
- Jaeger, S. R., Beresford, M. K., Paisley, A. G., Antúnez, L., Vidal, L., Cadena, R. S., Giménez, A., & Ares, G. (2015). Check-all-that-apply (CATA) questions for sensory product characterization by consumers: Investigations into the number of terms used in CATA questions. **Food Quality and Preference**, 42, 154-164. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.02.003>.
- Leite, P.B., Bispo, E.S., & Santana, L.R.R. (2013). Sensory profiles of chocolates produced from cocoa cultivars resistant to *Moniliophthora Perniciosa*. **Fruitculture Brazilian Magazine**, Jaboticabal, 35(2), 594-602.

- Liu, J., Liu, M., Congcong, H., Huanlu, S., Jia, G., YeWang, W., Haiying, Y. & Xiaoxia, S. (2015). Sensory profile of a specialty Sicilian chocolate. **Journal Food Science and Agriculture**, Oxford, 95(1), 1362-1372.
- Lopes, U. V., Monteiro, W. R., Pires, J. L., Clement, D., Yamada, M. M., & Gramacho, K. P. (2011). Cacao breeding in Bahia, Brazil: strategies and results. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 11(spe), 73–81.
- Luna F, Crousillart D, Cirou L, Bucheli P. (2002). Chemical composition and flavor of Ecuadorian cocoa liquor. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, Washington, 50(1), 3527-3532.
- Meilgaard, M., Civille, G.V., & Carr, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4.ed. Boca Raton: CRC Press, 2007. 448 p.
- Melo, L. L. M. M., Bolini, H. M. A., & Efraim, P. (2009). Sensory profile, acceptability, and their relationship for diabetic/reduced calorie chocolates. **Food Quality and Preference**, 20(2), 138-143. [http:// dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.09.001](http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.09.001).
- Meyners, M., Castura, J. C., & Carr, B. T. (2013). Existing and new approaches for the analysis of CATA data. **Food Quality and Preference**, 30(2), 309-319. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.06.010>.
- Moskowitz, H. R. **Product testing and sensory evaluation of foods: Marketing and R&D approaches**. Westport: Food and Nutrition Press,1983. 605p
- Mucci, A., Hough, G., & Ziliani, C. (2004). Factors that influence purchase intent and perceptions of genetically modified foods among Argentine consumers. **Food Quality and Preference**, 15(6), 559-567. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2004.02.004>.
- Paiva AP, Barcelos MFP, Pereira JAR, Ferreira EB, Ciabotti S. (2012). Characterization of food bars manufactured with agroindustrial by-products and waste. **Ciência e Agrotecnologia**, 36(1), 333-340.
- Ramli, N., Hassan O., Said M., Samsudin, W., & Idris N.A. (2006) Influence of roasting conditions on volatile flavor of roasted Malaysian cocoa beans. **Journal of Food Processing and Preservation**, 30(3), 280-298. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-4549.2006.00065.x>
- Santos, A.M., Santos, G.B.M. (2012). Cacau fino no Brasil: conceitos e evolução. **Revista de Difusão Agropecuária**, CEPLAC-Bahia, 4(1), 1-18.
- Statistical Analysis System-SAS. (2014) User's procedures guide. Version 6.0 Cary, NC: SAS Institute, Inc.
- Smith, N. (1999). **The Amazon River Forest: a natural history of plants, animals, and people**. New York: Oxford University Press. 204 p.
- Stark, T., Bareuther, S., & Hofmann, T. (2006). Molecular definition of the taste of roasted cocoa nibs (*Theobroma cacao*) by means of quantitative studies and sensory experiments. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 54(15), 5530-5539. <http://dx.doi.org/10.1021/jf0608726>. PMID:16848542
- Stone, H., & Sidel, J.L. (1985) Descriptive analysis. In: Stone, H.; Sidel, J.L. (Eds.) **Sensory Evaluation Practices**. London: Academic Press. 311 p.
- Torres-Moreno, M., Tarrega, A., Costell, E., & Blanch, C. (2012) Dark chocolate acceptability: influence of cocoa origin and processing conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 92(2), 404-411. <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.4592>

Vázquez-Ovando, A., Chacón-Martínez, L., Betancur-Ancona, D., Escalona-Buendía, H. & Salvador-Figueroa, M. (2015) Sensory descriptors of cocoa beans from cultivated trees of Soconusco, Chiapas, Mexico. **Food Science and Technology**, Campinas, 35(2), 285-290. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.6552>.