

Moreira, LF, Souza, PA, Costa, FB, Vieira, JN, Ribeiro, WS, Braga, RC, Sales, GNB & Vieira, NRS. (2020). Physical and chemical characterization of theobroma cacao l. pulp produced in the mesorregiao do Jaguaribe, Ceará, Brazil. *Research, Society and Development*, 9(7):1-18, e175973743.

**Caracterização físico-química da polpa de *theobroma cacao l.* produzidos na mesorregião do Jaguaribe, Ceará, Brasil**

**Physical and chemical characterization of *theobroma cacao l.* pulp produced in the mesorregiao do Jaguaribe, Ceará, Brazil**

**Caracterización física y química de *theobroma cacao l.* pulpa producida en el mesorregiao do Jaguaribe, Ceará, Brasil**

Recebido: 17/04/2020 | Revisado: 25/04/2020 | Aceito: 30/04/2020 | Publicado: 03/05/2020

**Lunian Fernandes Moreira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6393-165X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: [lunian\\_moreira@hotmail.com](mailto:lunian_moreira@hotmail.com)

**Pahlevi Augusto de Souza**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7964-3193>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: [pahlevi10@hotmail.com](mailto:pahlevi10@hotmail.com)

**Franciscleudo Bezerra da Costa**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6145-4936>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [franciscleudo@yahoo.com.br](mailto:franciscleudo@yahoo.com.br)

**Jallyne Nunes Vieira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4681-8145>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [jallynenunes@hotmail.com](mailto:jallynenunes@hotmail.com)

**Wellington Souto Ribeiro**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8195-6279>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [wellingtisouto@gmail.com](mailto:wellingtisouto@gmail.com)

**Renata Chastinet Braga**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6630-2835>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: [rchastinet@ifce.edu.br](mailto:rchastinet@ifce.edu.br)

**Giuliana Naiara Barros Sales**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4909-6774>

Universidade Federal de Campina Grande, Brasil

E-mail: [giulianasales@outlook.com](mailto:giulianasales@outlook.com)

**Marcos Ribeiro da Silva Vieira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9753-840X>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: [mrv@ufpa.br](mailto:mrv@ufpa.br)

## **Resumo**

A adaptação do cacau e a qualidade de seus frutos produzidos no Nordeste, principalmente no Vale Jaguaribe - Ceará, ainda encontra-se em estudo. Logo, objetivou-se caracterizar a qualidade de frutos de seis genótipos de Cacau produzidos na Mesorregião do Jaguaribe, Nordeste brasileiro. Pomares de seis genótipos de *Theobroma cacao* (PS1319, CCN51, CEPEC 2002, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e CEPEC 2006) foram implantados na cidade de Russas, Ceará, Brasil. No laboratório de processamento de frutas e hortaliças, os frutos foram dimensionados quanto a forma e despulpados para determinar as características de rendimento de polpa, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, ácido ascórbico, composição centesimal e compostos bioativos. De acordo com os resultados obtidos, o genótipo 'PS1319' possui maiores porcentagens de polpa, elevados teores de ácido ascórbico, de umidade e de proteínas, podendo ser considerado o melhor genótipo. Porém, se a meta for a produção da cultura para a utilização das sementes na indústria chocolateira, o genótipo 'CCN51' apresentou melhores características como massa fresca e maiores diâmetros das sementes, em relação aos demais genótipos. Portanto, os genótipos 'PS1319' e 'CCN51' são os mais indicados quando se deseja a utilização dos mesmos na produção de produtos alimentícios como o chocolate.

**Palavras-chave:** Análise de alimentos; Cacau; Compostos bioativos.

## **Abstract**

The adaptation of cacao and the quality of its fruits produced in the Northeast, mainly in the Jaguaribe Valley - Ceará, is still under study. Therefore, the objective was to characterize the quality of fruits of

six cocoa genotypes produced in the Mesoregion of Jaguaribe, Northeast Brazil. Orchards of six genotypes of *Theobroma cacao* (PS1319, CCN51, CEPEC 2002, CEPEC 2004, CEPEC 2005 and CEPEC 2006) were implanted in the city of Russas, Ceará, Brazil. In the fruit and vegetable processing laboratory, the fruits were dimensioned in terms of shape and pulped to determine the characteristics of pulp yield, pH, titratable acidity, soluble solids, ascorbic acid, chemical composition and bioactive compounds. According to the results obtained, the 'PS1319' genotype has higher pulp percentages, high levels of ascorbic acid, moisture and proteins, and can be considered the best genotype. However, if the goal is to produce the crop for the use of seeds in the chocolate industry, the 'CCN51' genotype showed better characteristics such as fresh weight and larger seed diameters, compared to the other genotypes. Therefore, the genotypes 'PS1319' and 'CCN51' are the most suitable when it is desired to use them in the production of food products such as chocolate.

**Keywords:** Food analysis; Cocoa; Bioactive compounds.

## Resumen

La adaptación del cacao y la calidad de sus frutas producidas en el noreste, principalmente en el Valle de Jaguaribe - Ceará, aún está en estudio. Por lo tanto, el objetivo era caracterizar la calidad de las frutas de seis genotipos de cacao producidos en la Mesorregión Jaguaribe, en el noreste de Brasil. Se implantaron huertos de seis genotipos de cacao *Theobroma* (PS1319, CCN51, CEPEC 2002, CEPEC 2004, CEPEC 2005 y CEPEC 2006) en la ciudad de Russas, Ceará, Brasil. En el laboratorio de procesamiento de frutas y verduras, las frutas fueron dimensionadas en términos de forma y pulpadas para determinar las características de rendimiento de pulpa, pH, acidez titulable, sólidos solubles, ácido ascórbico, composición química y compuestos bioactivos. Según los resultados obtenidos, el genotipo "PS1319" tiene porcentajes de pulpa más altos, altos niveles de ácido ascórbico, humedad y proteínas, y puede considerarse el mejor genotipo. Sin embargo, si el objetivo es producir el cultivo para el uso de semillas en la industria del chocolate, el genotipo 'CCN51' mostró mejores características como peso fresco y diámetros de semillas más grandes, en comparación con los otros genotipos. Por lo tanto, los genotipos "PS1319" y "CCN51" son los más adecuados cuando se desea utilizarlos en la producción de productos alimenticios como el chocolate.

**Palabras clave:** Análisis de alimentos; Cacao; Compuestos bioactivos.

## 1. Introdução

A fruticultura brasileira ocupa a terceira posição no ranking mundial (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura [FAO], 2016) e o Nordeste participa com 26% da produção nacional (Vidal & Ximenes, 2016). O estado do Ceará, se destaca pela modernização das técnicas de irrigação, plasticultura e podas, contribuindo, efetivamente,

com o PIB estadual (Quintino, et al., 2010). Frutos de banana e melão são tradicionalmente produzidos no Vale do Jaguaribe, Ceará e são exportados. Entretanto, estudos de adaptação de outras culturas, como o *Theobroma cacao L.*, a região e a qualidade dos frutos produzidos estão sendo estudados (Franck, et al., 2016).

O aproveitamento total do fruto do cacau tem crescido gradativamente nas últimas décadas. Quando comparado com outras culturas tropicais que são utilizadas pelas indústrias alimentícias, o aproveitamento da polpa de cacau se torna mais vantajoso, tendo em vista sua abundância devido a sua cultura já estar estabelecida e adaptada (Oetterer, et al., 2006).

As polpas de frutas são produtos obtidos a partir do despulpamento, que possui como finalidade a separação da parte carnosa do fruto dos resíduos (casca, sementes, entre outros.), podendo ser um meio de aproveitamento, evitando o desperdício de frutas em abundância no período de safra (Amorim, et al., 2010; Mapa, 2000). A polpa do cacau pode ser definida como uma mucilagem de coloração branca aderida fixamente às sementes. Lefeber, et al. (2010) e Guehi, et al. (2010) descrevem a polpa do cacau como alimento rico em açúcares fermentáveis e elevada acidez, dada, principalmente, pela presença de ácidos orgânicos, e ainda, pode ser considerada como fonte energética (Neto, 2013).

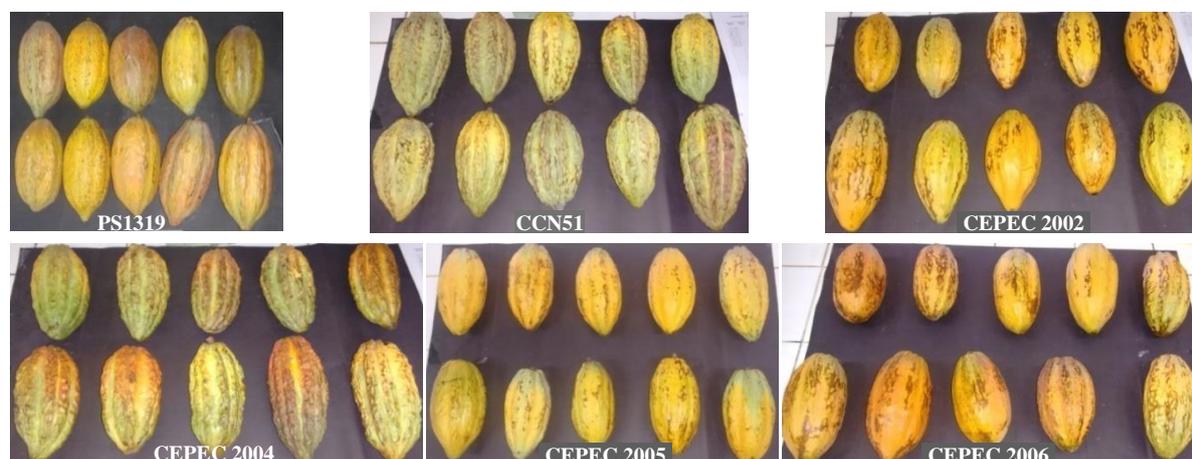
Dados sobre a caracterização da polpa do cacau para posterior processamento ainda são incipientes, os trabalhos existentes sobre o gênero *Theobroma cacao L.*, estão direcionadas as etapas de fermentação e secagem das sementes, bem como a caracterização do chocolate obtido a partir dessas etapas. Tendo em vista a escassez de literatura a respeito da caracterização da polpa do cacau, e a inserção dessa nova cultura no Ceará, objetivou-se caracterizar a polpa de frutos de seis genótipos de cacauzeiros produzidos no Vale do Jaguaribe – Ceará.

## **2. Metodologia**

Trata-se de uma pesquisa laboratorial de tipo exploratório e descritiva com delineamento experimental e abordagem quantitativa. Os frutos dos seis genótipos de cacauzeiros foram colhidos na empresa FRUTACOR, na cidade de Russas – CE. Os genótipos estudados foram PS-1319, CCN51, CEPEC 2002, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e CEPEC 2006 colhidos no mês de julho de 2016, doados pela empresa responsável por sua produção e comercialização (Figura 1). Os frutos passaram por uma seleção em campo, sendo descartados os frutos imaturos, com deficiências, ataque de pragas e/ou em estágio avançado

de maturação. Em seguida, foram transportados em caixas de papelão ao Laboratório de Processamento de Frutas e Hortaliças.

**Figura 1.** Frutos dos genótipos de cacauero PS1319, CCN51, CEPEC 2002, CEPEC 2004, CEPEC 2005 e CEPEC 2006.



Fonte: Dados da Pesquisa, Limoeiro do norte-CE, 2016.

Vinte frutos de cada genótipo foram sanitizados e separados para a caracterização física, química, composição centesimal e análise de compostos fenólicos e capacidade antioxidante.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), sendo 4 repetições com 5 frutos por repetição.

Nas análises físicas, os frutos primeiramente foram pesados inteiros, em seguida cortados ao meio com o auxílio de lâminas de aço inoxidável, para pesagem das cascas e polpa com sementes individualmente, em balança analítica marca A. Científica/Eduotec® e os valores foram expressos em gramas. As medidas de diâmetro longitudinal e diâmetro transversal foram realizadas no fruto inteiro, nas sementes inteiras e na espessura da casca com o auxílio de paquímetro universal série 125 MEB, Starrett® Brasil e as medidas foram expressas em milímetros.

Quanto a caracterização química, primeiramente foi realizada a análise de pH, onde foi determinado com potenciômetro modelo Hanna Instruments®, onde o eletrodo foi imerso diretamente na polpa (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

A análise dos sólidos solúveis (SS) foi realizada com 1,0 g de polpa diluída em 10 mL de água destilada; foi transferida de 3 a 4 gotas das amostras homogeneizada para o prisma do

refratômetro e obtida a leitura em refratômetro digital, modelo Abbe Refractometer®, Optronic (Association of Official Analytical Chemistry, 2002).

Determinação da acidez titulável (AT) foi realizada de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008), a partir do peso de 3,0 g da polpa, 50 mL de água, solução de NaOH 0,1 N e solução de fenolftaleína 0,1 como indicador.

Ácido ascórbico foi analisado de acordo com a metodologia proposta por Strohecker & Henning (1967), pesou-se 5,0 g de polpa, diluiu-se para 100 mL de ácido oxálico, posteriormente, retirou-se 5,0 mL do extrato, adicionou-se 50 mL de água destilada e a titulação foi realizada com solução de Tilman como indicador.

Determinação da atividade de água ( $A_w$ ) foi utilizado o aparelho DecagonAqualab Lite®. As amostras foram colocadas em cubetas plásticas, em quantidade suficiente para a realização da leitura e inseridas no equipamento. A preparação da amostra e a utilização do aparelho foram realizadas conforme instruções descritas no manual de operação do mesmo, (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Quantificação lipídica descrita por Bligh & Dyer (1959), pensando-se 10g em um erlenmeyer de 250 mL, acrescentou-se 50 mL de metanol, 25 mL de clorofórmio e 10 mL de água destilada, onde a solução ficou por agitação em agitador magnético por 15 minutos, em seguida, foi levada para funis de separação e adicionou-se uma pequena quantidade de sulfato de sódio anidro para remover possíveis traços de água presentes na solução. Após separação de fases, a fração lipídica foi levada para estufa a aquecida a 105 °C, até peso constante.

Teor de proteína total foi expressa como nitrogênio total (N), que foi determinado pelo método de Kjeldahl, que consiste em 3 etapas: digestão, destilação e titulação; o nitrogênio da amostra é transformado em sulfato de amônio por digestão ácida e em nitrogênio amoniacal por destilação em meio alcalino; o nitrogênio é então quantificado por titulação em ácido padronizado e multiplicado pelo fator adequado para transformação para proteína bruta, que é 6,25 para alimentos em geral. A análise de proteínas foi realizada segundo metodologia preconizada pela Association of Official Analytical Chemistry [AOAC] 1995, para realização dessa análise pesou-se 0,3 gramas de amostra.

A análise de umidade foi realizada por meio de secagem direta, onde se pesou 3,0 g de amostra em cadinhos de porcelana previamente tarados, que foram colocadas em estufa aquecida a 105°C por 3 horas, resfriadas em dessecador por meia hora e pesadas posteriormente; as operações de aquecimento e resfriamento foram repetidas até peso constante das amostras, e os sólidos totais foram obtidos através da diferença da umidade (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Para a determinação do teor de cinzas, foi pesado 3,0 g da amostra em cápsulas de porcelana taradas anteriormente, carbonizadas em chapa aquecedora e incineradas em forno mufla a 550 °C por 6 horas; em seguida foram resfriadas em dessecador até a temperatura ambiente e pesadas; as operações de aquecimento e resfriamento foram repetidas até peso constante das amostras (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

A análise de compostos fenólicos foi realizada de acordo com metodologia de adaptada de Larrauri, et al. (1997) e Obanda & Owuor (1977). Para obtenção dos extratos, pesou-se em média 20 gramas das amostras em um béquer, adicionou-se 40 mL de metanol 50 %, homogeneizou-se a amostra e deixou-a em repouso durante 60 minutos. Posteriormente, centrifugou-se a amostra a 5.000 rpm durante 15 minutos, recolheu-se o sobrenadante em um balão volumétrico de 100 mL. No resíduo da primeira extração, adicionou-se 40 mL de acetona 70 % e deixou-se repousar por mais 60 minutos, centrifugou-se novamente a 5.000 rpm por 15 minutos, recolheu-se o sobrenadante, juntando no mesmo balão do primeiro sobrenadante e aferiu-se o balão com água destilada. Em seguida, foi preparada a curva padrão com ácido gálico, onde utilizou-se a solução inicial de 100 mL de ácido gálico (50µg) e fez-se as diluições sucessivas variando de 0 a 40 µg. Em seguida, colocou-se em tubos de ensaio 1mL de cada diluição e adicionou-se 1 mL do Follin Ciocalteau (diluído de 1:3), 2 mL do carbonato de sódio 20% e 2 mL de água destilada. Homogeneizou-se e deixou em repouso durante 30 minutos para realização da leitura. A análise foi realizada em ambiente isento de luz (natural ou artificial) e as leituras em espectrofotômetro a 700 nm.

Prepararam-se três repetições, em triplicata, em tubos de ensaio. Adicionou-se em ambiente escuro 1 mL do extrato preparado, 1 mL do Follin Ciocalteau, 2 mL do carbonato de sódio 20% e 2 mL de água destilada. Para o preparo do branco para zerar o espectrofotômetro, utilizou-se 1 mL de água destilada no lugar do extrato. Esperou-se 30 minutos e em seguida foram lidos em espectrofotômetro a 700 nm. A partir das absorbâncias obtidas, determinaram-se as concentrações das amostras a partir da equação da reta da curva padrão, onde os resultados foram expresso em mg de ácido gálico/ 100 g de polpa.

Para a análise de capacidade antioxidante pelo método ABTS foram preparados previamente as soluções de estoque ABTS 7 mM, solução de persulfato de potássio 140 mM e a solução radical ABTS que é preparado a partir da reação de 5 mL da solução estoque de ABTS com µL da solução de persulfato de potássio.

Para a curva padrão do Trolox, foi preparada soluções em balões de 10 mL contendo 0,5, 2,5, 5,0, 7,5 e 10 mL de solução padrão de trolox e o volume aferido com álcool etílico

P.A. Em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de 30  $\mu$ L de cada solução trolox para tubos de ensaio, misturou-se com 3,0 mL de solução radical ABTS e homogeneizou-se em agitador mecânico de tubos de ensaio. O espectrofotômetro foi calibrado com álcool etílico P.A. e a leitura foi realizada após 6 minutos da mistura, a 734 nm. A leitura das amostras foi realizada em triplicata, em tubos de ensaio e ambiente escuro. Transferiu-se 30  $\mu$ L de cada diluição do extrato para os tubos de ensaio com 3,0 mL do radical ABTS e homogeneizou-se em agitador mecânico de tubos e esperou-se 6 minutos para realização da leitura que foi feita a 734 nm, em ambiente escuro e o álcool etílico P.A. foi utilizado como branco para calibração do espectrofotômetro. Posteriormente, os dados foram plotados de acordo com os valores obtidos das leituras.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software estatístico ASSISTAT 7.7 versão beta (Silva & Azevedo, 2014).

### **3. Resultados e Discussão**

A massa fresca do fruto inteiro (MFI) dos genótipos CEPEC 2005, CEPEC 2006, CCN51 e PS1319 foram maiores. A massa da casca (MC) do genótipo CEPEC 2004 foi menor. A espessura da casca (EC) dos genótipos CEPEC 2002, CEPEC 2005 e CEPEC 2006 foram maiores. O diâmetro longitudinal dos frutos (DLF) dos genótipos CEPEC 2004 e CCN51 foram maiores. O diâmetro transversal do fruto (DTF) e a massa das sementes do genótipo CCN 51 foram maiores. O número de sementes (NS) dos frutos dos genótipos CCN51 e PS1319 foram maiores (Tabela 1).

**Tabela 1.** Massa do fruto inteiro (MFI), massa da casca (MC), espessura da casca (EC), diâmetros longitudinal (DL) e transversal (DT), massa das sementes (MS) e número de sementes (NS) em seis genótipos de cacauzeiros.

GENÓTIPOS	MFI	MC	EC	DLF	DTF	MS	NS
<b>CEPEC 2002</b>	375,6±	331,8±	9,03±	148,37±	76,10 ±	1,73±	40,14±
	40,59* <sup>b,c</sup>	79,46 <sup>a</sup>	1,69 <sup>a,b</sup>	9,86 <sup>b</sup>	3,46 <sup>b</sup>	0,20 <sup>b</sup>	4,26 <sup>b</sup>
<b>CEPEC 2004</b>	361,84 ±	258,5±	7,48±	171,37 ±	73,65 ±	1,70±	38,57±
	26,72 <sup>c</sup>	26,48 <sup>b</sup>	0,79 <sup>cd</sup>	12,58 <sup>a</sup>	2,61 <sup>c</sup>	0,17 <sup>b</sup>	2,76 <sup>b</sup>
<b>CEPEC 2005</b>	466,24 ±	359,5±	9,70±	157,88 ±	76,45 ±	1,61±	40,25±
	57,81 <sup>a</sup>	46,13 <sup>a</sup>	1,03 <sup>a</sup>	6,76 <sup>b</sup>	1,90 <sup>b</sup>	0,16 <sup>b</sup>	3,54 <sup>b</sup>
<b>CEPEC 2006</b>	427,19 ±	344,3±	8,81±	150,70 ±	75,89 ±	1,55±	37,13±
	46,18 <sup>ab</sup>	44,51 <sup>a</sup>	0,87 <sup>ab,c</sup>	7,18 <sup>b</sup>	2,92 <sup>b</sup>	0,22 <sup>b</sup>	4,38 <sup>b</sup>
<b>CCN51</b>	469,38 ±	319,6±	7,57±	174,47±	80,56±	2,34±	41,57±
	49,45 <sup>a</sup>	65,43 <sup>ab</sup>	1,45 <sup>b,c,d</sup>	9,40 <sup>a</sup>	2,73 <sup>a</sup>	0,26 <sup>a</sup>	3,91 <sup>a,b</sup>
<b>PS1319</b>	477,92 ±	304,2	6,76±	151,83±	76,22 ±	1,53±	46,78±
	22,94 <sup>a</sup>	31,4 <sup>ab</sup>	0,55 <sup>d</sup>	8,05 <sup>b</sup>	2,24 <sup>b</sup>	0,14 <sup>b</sup>	2,28 <sup>a</sup>

Fonte: Dados da Pesquisa, Limoeiro do norte-CE, 2016.

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade ± desvio padrão.

Alexandre, et al. (2015), caracterizando clones de cacauzeiro CCN 10, CEPEC 2002, PH 15, CCN 51, PS 1319, TSH 1188 e PH 16, obtiveram valores equivalentes a 812,38; 485,58; 491,50; 820,19; 561,86; 1124,27 e 732,26g para o fruto inteiro, sendo estes dados superiores aos encontrados no presente experimento com os clones estudados. Santos, et al. (2012) observaram média igual a 512,72g para frutos obtidos através do banco de germoplasma do Centro de Pesquisa do Cacau – CEPEC.

Em relação à massa da casca (MC), observou-se resultados semelhantes, para todos os genótipos, com maior valor médio para o genótipo ‘CEPEC 2005’, com média igual a 359,5 g. A casca é um subproduto da produção cacauzeira, é responsável pela maior porcentagem de massa do fruto, de acordo com Otterer, et al. (2006) pode atingir, em média, 75% da massa total do fruto. Os genótipos apresentaram valores estaticamente diferentes para a variável espessura da casca (EC), com médias de 9,03; 9,70 e 8,81 cm, para ‘CEPEC 2002’, ‘CEPEC 2005’ e ‘CEPEC 2006’, respectivamente.

Observou-se diferença significativa entre os genótipos em relação à massa da polpa. As maiores médias foram observadas nos genótipos ‘CEPEC 2005’, ‘CCN51’ e ‘PS-1319’, com valores de 22,78; 32,08 e 28,28g de polpa, respectivamente.

Para o diâmetro longitudinal dos frutos (DLF), observou-se diferença entre os genótipos estudados, tendo o ‘CEPEC 2004’ e ‘CCN51’ apresentado os maiores valores, com médias de 171,37 e 174, 47 mm. Quanto ao diâmetro transversal (DTF), os genótipos

apresentaram diferenças, tendo o ‘CCN51’ e ‘CEPEC 2004’ apresentado os maiores e menores valores para essa variável, com médias de 80,56 e 73,65 mm, Alexandre et al.(2015) obtiveram valores de diâmetro transversal para os clones de CCN 10, CEPEC 2002, PH 15, CCN 51, PS 1319, TSH 1188 e PH 16, equivalentes a 9,96; 8,46; 8,81; 9,64; 8,86; 11,14 e 9,00 mm respectivamente.

Foram observados maiores valores de massa das sementes (MS) para os frutos do genótipo ‘CCN51’ com média de 2,34 g; Já para a quantidade de sementes, os genótipos ‘CCN51’ e ‘PS-1319’ apresentaram as maiores quantidades, com médias de 41,57 e 46,78 sementes por fruto, respectivamente, de acordo com Oetterer, et al. (2006), cada fruto pode conter de 20 a 50 sementes; Houve diferença para o diâmetro longitudinal e transversal das sementes, onde o genótipo ‘CCN51’ apresentou os maiores valores médio (Tabela 1).

A polpa ou mucilagem que envolve as sementes do cacau são naturalmente ácidas, devido, principalmente, a presença de ácido cítrico (Penha & Matta, 1998). Observou-se diferença significativa entre os genótipos para os valores de pH (Tabela 2). Os genótipos ‘PS1319’ e ‘CEPEC 2005’ apresentaram os maiores e menores valores, com médias de 3,58 e 3,06, respectivamente.

O pH da polpa da polpa dos frutos do genótipo PS1319 foi maior. O teor de sólidos solúveis (SS) da polpa dos genótipos CEPEC 2004, CEPEC 2005 e CCN 51 foram maiores. A acidez titulável da polpa do genótipo CEPEC 2005 foi maior. O ratio (SS/AT) da polpa dos genótipos prevaleceu maior o genótipo CEPEC 2004. O teor de ácido ascórbico (AsA) na polpa dos genótipos CEPEC 2006, CEPEC 2002 e PS 1319 foram maiores (Tabela 2).

**Tabela 2.** Potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA) em seis genótipos de cacaueiros.

GENÓTIPOS	pH	SS	AT	SS/AT	AsA
CEPEC 2002	3,36±0,05 <sup>*b</sup>	20,70±1,00 <sup>b</sup>	0,69±0,18 <sup>b</sup>	30,00±0,00 <sup>a</sup>	27,22±2,19 <sup>b</sup>
CEPEC 2004	3,37±0,03 <sup>b</sup>	21,60±0,75 <sup>a</sup>	0,53±0,08 <sup>b,c</sup>	40,75±0,00 <sup>a</sup>	21,78±0,00 <sup>b</sup>
CEPEC 2005	3,06±0,04 <sup>d</sup>	23,36±0,62 <sup>a</sup>	0,97±0,07 <sup>a</sup>	24,08±0,00 <sup>a</sup>	20,82±2,19 <sup>b</sup>
CEPEC 2006	3,27±0,06 <sup>c</sup>	21,61±1,18 <sup>b</sup>	0,62±0,17 <sup>b</sup>	34,85±0,00 <sup>a</sup>	96,40±7,49 <sup>a</sup>
CCN51	3,39±0,03 <sup>b</sup>	20,10±2,98 <sup>a</sup>	0,62±0,25 <sup>b</sup>	32,42±0,00 <sup>a</sup>	22,42±4,74 <sup>b</sup>
PS1319	3,58±0,04 <sup>a</sup>	18,51±0,73 <sup>c</sup>	0,41±0,04 <sup>c</sup>	9,46±0,00 <sup>a</sup>	101,14±2,64 <sup>a</sup>

Fonte: Dados da Pesquisa, Limoeiro do norte-CE, 2016.

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade ± desvio padrão.

Para os teores de sólidos solúveis (SS) observou-se diferença significativa entre os genótipos (Tabela 2), sendo o maior teor verificado no genótipo ‘CEPEC 2005’ e o menor no genótipo ‘PS1319’ com médias de 23,36 e 18,51°Brix, respectivamente. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2000), que estabelece os Regulamentos de Identidade e Qualidade dos produtos agropecuários estabeleceu valores mínimos de sólidos solúveis em polpas de cacau, equivalentes a 14 °Brix, tendo, no entanto todos os genótipos estudados com valores acima dos valores mínimos pré-estabelecidos pela legislação vigente.

Houve diferença significativa para a acidez titulável (AT) entre os genótipos estudados (Tabela 2). Os maiores teores foram observados no genótipo ‘CEPEC 2005’, com média de 0,97 % enquanto que os genótipos ‘PS1319’ e ‘CEPEC 2004’ apresentaram os menores teores com médias de 0,41 e 0,53 % de ácido cítrico, respectivamente. Não houve diferença significativa para a variável Ratio entre os genótipos estudados, entretanto, de acordo com os maiores valores médios, o genótipo ‘CEPEC 2004’ apresentou o maior valor, com média de 40,75, enquanto o genótipo ‘PS1319’ apresentou o menor valor com média de 9,46.

Alexandre, et al. (2015) ao avaliar a composição físico-química da polpa do T. cacau, visualizou pH de 3,19-3,45, que são valores próximo ao genótipo do estudo CEPEC 2002, CEPEC 2004 e PS1319. Penha & Matta (1998) identificaram AsA na polpa do cacau de 3,30-7,60, resultado distante de todos os valores dos genótipos avaliados na pesquisa, demonstrando que os genótipos do T cacau produzidos no nordeste brasileiro possuem um excelente composição química, principalmente em relação ao ácido ascórbico, conforme mostram Souza, et al. (2018) a relevância e variedade das características físico-química do fruto em estudo.

Estudos acerca da quantificação de ácido ascórbico na polpa de cacau são incipientes, sendo no trabalho em questão, possível observar que houve diferença significativa entre os genótipos estudados para este parâmetro (Tabela 2), tendo os genótipos ‘CEPEC 2006’ e ‘PS1319’ apresentado os maiores teores com médias de 48,35 e 55,46 mg 100g<sup>-1</sup>, respectivamente. Penha e Matta (1998) obtiveram teores de vitamina C para cacaos da safra e cacaos temporões equivalentes a 7,64 e 4,5 mg 100g<sup>-1</sup>, respectivamente.

Avaliando a atividade de água na polpa dos seis genótipos, apenas o genótipo ‘CEPEC 2005’ apresentou resultados estatisticamente inferior aos demais, com média equivalente a 0,94 (Tabela 3).

Não houve diferença significativa entre os genótipos estudados quanto ao teor de lipídeos, apresentando os genótipos ‘CCN51’ e ‘PS1319’ maiores médias, correspondentes a 1,28g 100g<sup>-1</sup> de matéria lipídica para os dois genótipos. Houve diferença significativa entre os

genótipos estudados para o teor de proteínas (Tabela 3), apresentando o genótipo ‘CEPEC 2004’ o maior teor médio, equivalente a 1,41g 100g<sup>-1</sup>; Houve diferença significativa para a variável umidade entre os genótipos estudados, apresentando o genótipo ‘PS1319’ o maior valor médio com 84,67g 100g<sup>-1</sup> de umidade; Para a variável cinzas, também não houve diferença significativa entre os genótipos, apresentando o genótipo ‘CEPEC 2004’ o maior valor médio com 1,92g 100g<sup>-1</sup> de cinzas; Houve diferença entre os genótipos para a variável sólidos totais, apresentando o genótipo ‘CEPEC 2004’, o maior valor médio com 23,18 g 100g<sup>-1</sup>.

**Tabela 3:** Composição centesimal da polpa dos frutos de seis genótipos de cacauzeiros.

Genótipos	a <sub>w</sub> *	Lipídio	Proteína	g 100g <sup>-1</sup>		
				Umidade	Cinzas	Sólidos
CEPEC	0,97±0,00 <sup>a</sup>	1,00	1,17	82,76±6,14 <sup>ab</sup>	1,70±1,29 <sup>a</sup>	17,23±0,56 <sup>b</sup>
CEPEC	0,97±0,01 <sup>a</sup>	0,86±0,11 <sup>a</sup>	1,41±0,09 <sup>a</sup>	76,81±2,43 <sup>b</sup>	1,92±1,66 <sup>a</sup>	23,18±2,43 <sup>a</sup>
CEPEC	0,94±0,01 <sup>b</sup>	0,76±0,54 <sup>a</sup>	0,95±0,15 <sup>ab</sup>	81,53±1,99 <sup>a</sup>	1,23±1,20 <sup>a</sup>	19,01±2,02 <sup>abc</sup>
CEPEC	0,98±0,01 <sup>a</sup>	0,74±0,77 <sup>a</sup>	1,18±0,00 <sup>ab</sup>	79,84±0,62 <sup>ab</sup>	1,35±1,09 <sup>a</sup>	20,16±0,61 <sup>a</sup>
CCN51	0,98±0,01 <sup>a</sup>	1,28±0,61 <sup>a</sup>	1,31±0,14 <sup>a</sup>	78,77±0,93 <sup>ab</sup>	0,35±0,03 <sup>a</sup>	21,22±0,92 <sup>ab</sup>
PS1319	0,98±0,00 <sup>a</sup>	1,28±0,90 <sup>a</sup>	1,22±0,08 <sup>ab</sup>	84,67±0,57 <sup>a</sup>	0,21±0,05 <sup>a</sup>	15,63±0,56 <sup>c</sup>

Fonte: Dados da Pesquisa, Limoeiro do norte-CE, 2016.

\* a<sub>w</sub> – atividade de água; Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade ± desvio padrão.

A atividade antioxidante dos genótipos estudados diferiu estatisticamente, apresentando o genótipo ‘CEPEC 2004’, os maiores valores médios com 4,10μMtrolox g<sup>-1</sup>. Mesmo em pequenas quantidades, os compostos bioativos podem apresentar uma variedade de propriedades biológicas benéficas que desempenham um papel importante na manutenção da saúde humana, quando associados às propriedades funcionais e nutricionais de determinados alimentos (Duarte, et al., 2017).

**Tabela 4:** Compostos bioativos da polpa dos frutos de seis genótipos de cacauzeiros

Genótipos	Capacidade antioxidante	Compostos fenólicos
	Trolox ( $\mu\text{M g}^{-1}$ )	mg $100\text{g}^{-1}$
CEPEC 2002	0,98 $\pm$ 0,24 <sup>d</sup>	38,26 $\pm$ 14,95 <sup>a</sup>
CEPEC 2004	4,10 $\pm$ 0,40 <sup>a</sup>	23,00 $\pm$ 3,29 <sup>ab</sup>
CEPEC 2005	3,05 $\pm$ 0,03 <sup>bc</sup>	15,51 $\pm$ 2,22 <sup>b</sup>
CEPEC 2006	3,49 $\pm$ 0,08 <sup>ab</sup>	32,57 $\pm$ 8,11 <sup>a</sup>
CCN51	2,54 $\pm$ 0,45 <sup>c</sup>	41,62 $\pm$ 12,68 <sup>a</sup>
PS1319	2,56 $\pm$ 0,42 <sup>c</sup>	8,74 $\pm$ 4,40 <sup>b</sup>

Fonte: Dados da Pesquisa, Limoeiro do norte-CE, 2016.

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade  $\pm$  desvio padrão.

A atividade antioxidante que Santos, et al. (2010) encontrou, avaliando várias marcas comerciais de polpa de cupuaçu, pelo método ABTS, obteve para seis amostras valores equivalentes a 1,33; 1,57; 1,11; 1,12; 1,54 e 1,33 $\mu\text{M g}^{-1}$  de Trolox, respectivamente, entretanto, para algumas marcas não foi possível a quantificação dessa variável, as amostras de polpa comercial adicionada de sacarose e conservantes, uma marca de suco pronto para beber com conservantes e uma marca de suco integral à base de cupuaçu, não apresentaram atividade antioxidante.

Houve diferença significativa em relação aos compostos fenólicos dos genótipos estudados, tendo o genótipo ‘CCN51’ apresentado os maiores valores médios com 41,62mg  $100\text{g}^{-1}$ . Os compostos bioativos, como atividade antioxidante e compostos fenólicos, por exemplo, desempenham importante papel na saúde humana, como prevenção de enfermidades, cardiovasculares e circulatórias, cancerígenas, diabéticas, entre outras (Kuskoski, et al., 2006).

Os produtos à base de cacau são classificados como altamente energéticos, estimulantes e antioxidantes, devido ao alto teor de gordura de 40% a 50% e a compostos bioativos, como os polifenóis. Os compostos fenólicos encontrados no cacau fazem parte do grupo de taninos e flavonóides. Os flavonóides têm ação anti-inflamatória contra doenças cardiovasculares e prevenção da oxidação do colesterol, prevenindo ou diminuindo o acúmulo de jejum nas paredes dos vasos sanguíneos (Souza, et al., 2018)

Os compostos fenólicos quantificados por Santos, et al. (2010) em seis diferentes marcas de polpas comerciais de cupuaçu, em uma marca comercial de polpa de cupuaçu adicionada de conservantes e sacarose, uma marca comercial de suco integral à base de cupuaçu sem conservantes e uma marca comercial de suco pronto para beber com adição de

conservantes, foi equivalente a 57,75; 74,90; 51,85; 60,90; 67,44; 63,12; 31,50; 28,00 e 10,85 mg de ácido Tânico 100g<sup>-1</sup>, respectivamente.

#### 4. Considerações Finais

O genótipo ‘PS1319’ possui os maiores valores de massa do fruto inteiro, maior quantidade de sementes e maiores porcentagens de polpa, enquanto o genótipo ‘CCN51’ apresentou maior valor de massa das sementes, maior quantidade de compostos fenólicos maiores valores de diâmetro longitudinal e transversal, sendo esses dois genótipos os mais indicados quando se busca produção de frutos destinados a indústria alimentícia, como a de chocolate.

Tendo em vista a escassez de literatura a respeito da caracterização da polpa do cacau na região do interior do Ceará, especificamente no Vale do Jaguaribe – Ceará, o estudo demonstra que alguns genótipos do cacau produzido nesta mesorregião, possui características físico-químicas apropriadas para processamento e utilização da indústria alimentícia, favorecendo o aumento da produção e comercialização.

Em trabalhos futuros esses mesmos genótipos poderão ser direcionados para a qualificação das sementes na produção de chocolate e de outros produtos derivados do cacau. Este tipo de estudo será importante para destacar o potencial da implantação de novas áreas de produção na mesorregião do Jaguaribe, Ceará, Brasil no cenário comercial do cacau no Brasil.

#### Referências

Alexandre, R. S., Chagas K., Marques, H. I. P., Costa, P.R. & Filho, J. C., (2015). Caracterização de frutos de clones de cacauzeiros na região litorânea de São Mateus, ES. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 19 (8), 785-790.

Amorim, G. M., Santos, T. C., Pacheco, Cl. S. V., Tavares, I. M. C., & Franco, M. (2010). Avaliação microbiológica, físico-química e sensorial de polpas de frutas comercializadas em Itapetinga – BA. *Enciclopédia Biosfera*. 6 (11), 1p.

Anuário brasileiro de fruticultura, (2016). Santa Cruz do Sul. Rio Grande do Sul. Editora Gazeta Santa Cruz, 88p.

Association of Official Analytical Chemistry [AOAC] (2002) *Official Methods of Analysis*. 16 ed. Washington, D.C. USA.

Association of Official Analytical Chemists (1995). Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists. 16th ed. Washington.

Bligh, E. G. & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal Biochemistry Physiological*. 27 (8), 911-917.

Duarte, E. L., Carlos, L. A., Rodrigues, C. G., Andrade, R. M. & Oliveira, K. G. (2017). Influência da liofilização sobre os carotenoides dos frutos do cerrado e comportamento higroscópico dos produtos liofilizados. *Perspectivas Online: Ciências Biológicas e da Saúde*. 23 (7), 22-33.

Franck, A. G. S., Ebert, C. D., Silvas, R. A. & Coronel, D. A. (2016). Análise da competitividade do mercado exportador brasileiro de cacau para Argentina e Estados Unidos. *Revista de Administração*. 14 (25), 42-56.

Guehi, T. S., Zahouli, I. B., Ban-Koffi, L., Fae, M. A. & Nemlin, J. G. (2010). Performance of different drying method sand their effect son the chemical quality attributes of raw cocoa material. *International Journal of Food Science and Technology*. 45 (1), 1564–1571.

Instituto Adolfo Lutz (2008). Métodos físico-químicos para análises de alimentos/Coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 1ª ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.

Ioanonne, F., Di Mattia, C. D., De Gregorio, M., Sergi, M., Serafini, M. & Sacchetti, G. (2015) Flavanols, proanthocyanidins and antioxidant activity changes during cocoa (*Theobroma cacao* L.) roasting as affected by temperature and time of processing. *Food Chemistry*. 174 (1), 256-262.

Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Morales, M.T. & Fett, R. (2006). Wild fruits and pulps of frozen fruits: antioxidant activity, polyphenols and anthocyanins. *Ciência Rural*. 36 (4), 1283-1287.

Larrauri, J.A., Rupérez, P. & Sauracalixto, F. (1997). Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington*. 45 (4), 1390-1393.

Lefeber, T., Janssens, H., Camu, N. & De Vuyst, L. (2010). Kinetic analysis of strains of lactic acid bacteria and acetic acid bacteria in cocoa pulp simulation media toward development of a starter culture for cocoa bean fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*. 76 (23), 7708–7716.

Melo Neto, B. A., Carvalho, E. A., Pontes, K. V., Barretto, W. S. & Sacramento, C. K. (2013). Chemical, physico-chemical and sensory characterization of mixed açai (*Euterpe oleracea*) and cocoa's honey (*Theobroma cacao* L.) jellies. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 35 (2), 587-593.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 1, de 07 de janeiro de 2000. Aprova Regulamento Técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. *Diário Oficial da União de 10/01/2000*. Brasília-DF. Disponível em <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=7777>> Acesso em 10 de Dezembro de 2016.

Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária (1981). Laboratório Nacional de Referência Animal. Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes: II – Métodos físicos e químicos. Brasília: LANARA.

Moura, A. P. & Moura, D. C. M. (2011). Levantamento e flutuação populacional parasitóides de moscas-das-frutas (*Diptera: Tephritidae*) de ocorrência em goiabeira (*Psidium guajava* L.) em Fortaleza, Ceará. *Revista Arquivos do Instituto Biológico*. 78 (2), 225-231.

Obanda, M. & Owuor, P.O. (1977). Flavanol Composition and Caffeine Content of Green Leaf as Quality Potential Indication of Kenyan Black Teas. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 74 (1), 209-215.

Oetterer, M., Regitano-D'Arce, M. A. B. & Spoto, M. H. F. (2016). Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Barueri: Manole, 612 p.

Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (2016). FAO. FAOSTAT. Divisão de estatística. Disponível em: <http://www.fao.org/sustainability/en/>. Acesso: janeiro 2016.

Penha, E. M. & Matta, V. M. (1988). Características físico-químicas e microbiológicas da polpa de cacau. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 33 (11), 1945-1949.

Quintino, H. M. S., Khan, A. S. & Lima, P. V. P. S. (2010). Benefícios sociais da política de incentivos à cultura de mamão no estado do Ceará. *Revista de Economia e Sociologia Rural*. 48 (1), 109-134.

Santos, C. O., Bispo, E. S., Santana, L. R. R. & Carvalho, R. D. S. (2014). Use of “cocoa honey” (*Theobroma cacao* L.) for diet jelly preparation: alternative technology. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal. 36 (3), 640-648.

Santos, G. M., Maia, G. A., Sousa, P. H. M., Figueiredo, W. R., Costa, J. M. C. & Fonseca, A. V. V. (2010). Atividade antioxidante e correlações com componentes bioativos de produtos comerciais de cupuaçu. *Ciência Rural*. 40 (7), 1636-1642.

Silva, F. A. S. E & Azevedo, C. A. V. (2014). ASSISTAT 7.7 Versão Beta - Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistica IAttendance. In: World congress on computers in agriculture, 7: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2014.

Souza, P. A., Moreira, L. F., Sarmiento, D. H. A. & Costa, F. B. (2018). Cacao – *Theobroma cacao*. In Rodrigues, S., Silva, E. O., Brito, E. S. Exotic Fruits Reference Guide. (1ª ed., Cap. 10, pp. 69 – 76) Brasil: Elsevier.

Strohecker, R. & Henning, H. M. (1967). Análises de vitaminas:métodos comprovados. Madrid: Paz Montalvo, 428.

Veríssimo, A. J. M. (2012). Efeito da origem do cacau na sua qualidade comercial, funcional e sensorial. O caso do cacau catongo de São Tomé e Príncipe e do Brasil (Dissertação. Instituto Superior de Agronomia). Universidade de Lisboa.

**Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Lunian Fernandes Moreira - 16%  
Pahlevi Augusto de Souza - 16%  
Franciscleudo Bezerra da Costa - 13%  
Wellington Souto Ribeiro - 13%  
Jallyne Nunes Vieira - 12%  
Renata Chastinet Braga- 10%  
Giuliana Naiara Barros Sales - 10%  
Marcos Ribeiro da Silva Vieira – 10%