IV CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS COINTER - PDVAgro 2019

IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE AMIDO DA FARINHA DE PALMA FORRAGEIRA ORELHA DE ELEFANTE MEXICANA SOB DIFERENTES FREQUÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL TIPO DE ALMIDÓN DE HARINA DE ELEFANTE MEXICANA DE PALMA BAJO DIFERENTE FRECUENCIA DE RIEGO

IDENTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF THE STARCH TYPE OF MEXICAN ELEPHANT EAR PALM FLOUR UNDER DIFFERENT IRRIGATION FREQUENCY

Apresentação: Comunicação Oral

Dayane Nunes Barros¹; Cinara Vanessa de Muniz Almeida²; José Fábio Ferreira de Oliveira³; Marcelo Metri Corrêa⁴; Suzana Pedroza da Silva⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0123>

Resumo

A palma forrageira é amplamente produzida no nordeste do Brasil, porém é pouco explorada para o consumo humano. Diante disto o emprego de processamentos com a finalidade de viabilizar o consumo de palma forrageira na dieta da população se torna interessante, a produção de farinha de palma forrageira apresenta potencial de atrair consumidores, visto que a farinha é muito presente na dieta da população. Na composição de farinhas tem-se o amido, um carboidrato comum em produtos vegetais. O amido presente nas farinhas se diferenciam entre os tipos A, B e C, os quais podem ser caracterizados mediante o uso da espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) e Difractometria de Raios-X (DRX). O presente estudo tem por objetivo identificar e caracterizar o amido em farinha de palma forrageira orelha de elefante mexicana sob diferentes frequências de irrigação através das análises de FTIR e DRX. Os cladódios foram adquiridos na fazenda experimental da UAG de Garanhuns-PE, irrigados em 4 frequências: T0 (sem irrigação), T7 (irrigação a cada 7 dias), T14 (irrigação a cada 14 dias) e T21 (irrigação a cada 21 dias), higienizadas em solução de hipoclorito de sódio 100 ppm por 30 minutos, picados em cubos de 4 cm aresta e secos em estufa a 55°C por 72 horas e trituradas em moinho tipo Willey com peneiras de 1 mm. As farinhas foram armazenadas em recipientes de polietileno a temperatura ambiente ($\pm 25^\circ\text{C}$). A identificação do amido foi realizada através FTIR e a cristalização foi obtida por DRX.

¹Graduanda em Engenharia de Alimentos, UFRPE, Garanhuns, dayanenunes1811@outlook.com

²Graduanda em Engenharia de Alimentos, UFRPE, Garanhuns, cinaravanessa76@gmail.com

³Doutorando integrado em zootecnia, UFPB, Areias, fabioagr@outlook.com

⁴Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, UFRPE, Garanhuns, marcelo.metri@ufrpe.br

⁵Doutora em Engenharia Química, UFRPE, Garanhuns, suzpedroza@gmail.com

Através dos espectros de FTIR foi identificado que as farinhas T0, T7, T14 e T21 obtiveram espectros semelhantes, com região de banda larga em $3900\text{-}3000\text{ cm}^{-1}$, correspondente a ligações (OH), as bandas na faixa $1334\text{-}1460\text{ cm}^{-1}$ são relacionadas a deformação de grupos metila, bandas na região $1157\text{-}1014\text{ cm}^{-1}$ características da presença de amido. Para os espectros do DRX para as amostras de farinha também foram obtidos espectros semelhantes, com um pico de maior intensidade com relação ao ângulo de difração 2θ em 22° e um pico estreito em 15° , e um pico em $17\text{-}18^\circ$. Picos nessas regiões caracterizam amido tipo B. Assim, através da análise FTIR foi identificado a presença de amido, com auxílio do DRX foi caracterizado o amido como tipo B, que possui alto teor de amilose e lenta digestibilidade por conta da estrutura cristalina, indicado para produção de bolos e massas.

Palavras-Chave: Difractometria de Raios-X, Espectroscopia no Infravermelho com Transformada de Fourier, Palma Forrageira.

Resumen

La palma forrajera se produce ampliamente en el noreste de Brasil, pero se explora poco para el consumo humano. Dado esto, el uso del procesamiento para permitir el consumo de palma forrajera en la dieta de la población se vuelve interesante, la producción de harina de palma forrajera tiene potencial para atraer a los consumidores, ya que la harina está muy presente en la dieta de la población. En la composición de la harina hay almidón, un carbohidrato común en los productos vegetales. El almidón presente en las harinas difiere entre los tipos A, B y C, que pueden caracterizarse por el uso de la espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y la difracción de rayos X (XRD). Este estudio tiene como objetivo identificar y caracterizar el almidón en la harina de palma forrajera de oreja de elefante mexicano bajo diferentes frecuencias de riego mediante análisis FTIR y XRD. Los clados se adquirieron de la granja experimental de Garanhuns-PE, irrigados en 4 frecuencias: T0 (sin riego), T7 (riego cada 7 días), T14 (riego cada 14 días) y T21 (riego cada 21 días).), desinfectado en una solución de hipoclorito de sodio de 100 ppm durante 30 minutos, cortado en cubos de 4 cm de borde y secado al horno a 55°C durante 72 horas y molido en un molino de tamiz Willey de 1 mm. Las harinas se almacenaron en recipientes de polietileno a temperatura ambiente ($\pm 25^\circ\text{C}$). La identificación del almidón se realizó por FTIR y la cristalización se obtuvo por XRD. A través de los espectros FTIR se identificó que las harinas T0, T7, T14 y T21 obtuvieron espectros similares, con una región de banda ancha en $3900\text{-}3000\text{ cm}^{-1}$, correspondiente a los enlaces (OH), las bandas en el rango de $1334\text{-}1460\text{ cm}^{-1}$ están relacionados con la deformación de grupos metilo, bandas en la región $1157\text{-}1014\text{ cm}^{-1}$ características de la presencia de almidón. Para los espectros XRD para las muestras de harina, también se obtuvieron espectros similares, con un pico más alto con respecto al ángulo de difracción de 2θ a 22° y un pico estrecho a 15° , y un pico a $17\text{-}18^\circ$. Los picos en estas regiones caracterizan el almidón tipo B. Por lo tanto, a través del análisis FTIR, se identificó la presencia de almidón. Con la ayuda de XRD, el almidón se caracterizó como tipo B, que tiene un alto contenido de amilosa y una digestibilidad lenta debido a la estructura cristalina. producción de pasteles y pastas.

Palabras Clave: Difractometría de rayos X, Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier, Palma Forrajera.

Abstract

Forage palm is widely produced in northeastern Brazil, but it is little explored for human consumption. Given this, the use of processing in order to enable the consumption of forage palm in the diet of the population becomes interesting, the production of forage palm flour has potential to attract consumers, since flour is very present in the diet of the population. In the composition of flour there is starch, a common carbohydrate in plant products. The starch present in the flours differ between types A, B and C, which can be characterized by the use of Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and X-ray Diffractometry (XRD). This study aims to identify and characterize starch in Mexican elephant ear forage palm flour under different frequencies of irrigation through FTIR and XRD analysis. The clades were acquired from the experimental farm of Garanhuns-PE, irrigated in 4 frequencies: T0 (no irrigation), T7 (irrigation every 7 days), T14 (irrigation every 14 days) and T21 (irrigation every 21 days).), sanitized in 100 ppm sodium hypochlorite solution for 30 minutes, chopped into 4 cm edge cubes and oven dried at 55 ° C for 72 hours and ground in a 1 mm sieve Willey mill. The flours were stored in polyethylene containers at room temperature ($\pm 25^\circ$ C). Starch identification was performed by FTIR and crystallization was obtained by XRD. Through the FTIR spectra it was identified that the flours T0, T7, T14 and T21 obtained similar spectra, with broad band region in $3900\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$, corresponding to (OH) bonds, the bands in the range $1334\text{--}1460\text{ cm}^{-1}$ are related to the deformation of methyl groups, bands in the region $1157\text{--}1014\text{ cm}^{-1}$ characteristic of the presence of starch. For the XRD spectra for the flour samples, similar spectra were also obtained, with a higher peak with respect to the 2θ diffraction angle at 22° and a narrow peak at 15° , and a peak at $17\text{--}18^\circ$. Peaks in these regions characterize type B starch. Thus, through FTIR analysis, the presence of starch was identified. With the help of XRD, starch was characterized as type B, which has high amylose content and slow digestibility due to the crystalline structure. cake and pasta production.

Keywords: X-ray Diffractometry, Fourier Transform Infrared Spectroscopy, Forage Palm.

Introdução

A palma forrageira tem sua maior produção na região nordeste, porém esta produção é voltada em maior parte para alimentação animal. Algumas culturas empregam a palma forrageira na alimentação humana, porém no Brasil esse consumo não é amplamente explorado.

No nordeste a produção de palma forrageira orelha de elefante mexicana é em maior parte realizada em regime sequeiro, porém alguns estudos realizados vem atribuindo a possibilidade de trabalhar com irrigações para melhores características e maior produção da palma.

Com a finalidade de empregar a palma forrageira orelha de elefante mexicana para o consumo humano, é de interesse verificar as melhores condições de produção para esta, sendo o processo de irrigação influente nas características finais da palma.

O consumo de matérias-primas de origem vegetal na forma de farinha é expressivo no Brasil, e uma das formas para o consumo da palma forrageira pode ser na forma de farinha.

As farinhas apresentam em sua composição razoáveis teores de amido. O amido é um carboidrato muito utilizado na indústria de alimentos devido a suas características espessantes e estabilizantes. O amido armazenado nas plantas está armazenado na forma de grânulos, como corpos intracelulares, sendo identificado através da difratometria de raios X (DRX), podendo ser caracterizado em três tipos: amido tipo A, B ou C. Uma técnica para identificação da presença de amido em alimentos é a espectroscopia de absorção na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), uma análise com ampla aplicação analítica, principalmente em compostos orgânicos, como o amido.

O presente trabalho teve como objetivo identificar e caracterizar o tipo de amido presente na farinha da palma forrageira em diferentes tempos de irrigação, através das análises de FTIR e DRX.

Fundamentação Teórica

A palma pertence à família *Cactaceae* (SÁENZ, 2013); em maior parte produzida no período de estiagem no nordeste brasileiro, principalmente nos estados de Alagoas, de Pernambuco e da Paraíba para compor a dieta dos ruminantes (LIRA *et al.*, 2016).

A palma é produzida desde 1886 no nordeste, e desde então se observou seu potencial de diminuir o impacto das secas por sua rusticidade, resistência e boas respostas de desempenho (LIRA *et al.*, 2015; LIMA *et al.* 2016).

São diversas as espécies de palma identificadas. Uma das características da palma mexicana diferencia-se das demais palmas forrageiras utilizadas no semiárido pela capacidade de manter sua produção mesmo em condições de precipitação baixa e irregular, sendo de boa adaptação nas regiões comuns ao nordeste brasileiro (LIMA *et al.* 2015).

A utilização de irrigação em cultivos de palma frutífera e para produção de alimento humano é uma prática utilizada em várias regiões do mundo, principalmente na Itália e México. No nordeste brasileiro a palma tem sido cultivada com objetivo de produção de forragem e apenas em regime de sequeiro (LIMA *et al.* 2015).

A grande diversidade de usos e aplicações da palma forrageira revela a versatilidade dessa espécie vegetal. A qual apesar de ser cultivada no semiárido nordestino para alimentação animal não é explorada plenamente, e em consequência, vêm sendo desperdiçadas excelentes oportunidades para melhorar índices sociais e econômicos, podendo utilizá-la na alimentação humana, como preparações culinárias com uso da palma e do fruto da palma, *in natura* ou processada (SEVERO *et al.*, 2015).

A parte da palma utilizada na alimentação humana como verdura é o broto jovem, macio, conhecido como "nopalito", porém são muitas as opções de aplicação deixadas de lado para esta (LIRA *et al.*, 2016).

A desidratação é um método de conservação amplamente aplicado a alimentos, principalmente aos de origem vegetal, estes podem ser transformados em farinhas e com isso poderiam ser utilizados como ingredientes na produção de diferentes alimentos: bebidas, sobremesas, biscoitos, massas e pães (REINOSO *et al.*, 2017). Normalmente as farinhas apresentam grandes quantidades de amido em sua composição.

As farinhas são muito presentes na dieta do brasileiro e por isso de grande importância, de acordo com resolução de diretoria colegiada - RDC Nº 263, de 22 de setembro de 2005 da ANVISA farinhas são “os produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos” (BRASIL, 2005).

A farinha de palma se torna uma opção viável diante das possibilidades de aplicação, pois, o processo de fabricação de farinhas a partir de uma matéria-prima não comum para a produção de alguns alimentos é perfeitamente possível de ser incluída na alimentação humana (SEVERO *et al.*, 2015).

Amido é um carboidrato amplamente utilizado em indústrias de alimentos, química, farmacêutica e petrolífera, encontrado principalmente em vegetais, é o responsável por cerca de 70% da energia consumida (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2015). O amido na indústria alimentícia pode facilitar o processamento, servir como espessante, estabilizante, fornecimento de textura ao produto e estabilidade no armazenamento (*shelflife*) (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2015). O amido é visto como uma matéria-prima em abundância, não tóxica e biodegradável. Pode ser extraído através de diversos processos industriais, podendo ser convertido em diversas substâncias. É um polissacarídeo constituído de resíduos

de glicose, dessa forma é um homopolissacarídeo, sendo a amilose e a amilopectina são os principais constituintes do amido. A disposição entre amilose e amilopectina no grânulo ainda não é compreendida, contudo a estrutura no grânulo é bem organizado. Quando o grânulo é aquecido na presença de água este perde sua forma ordenada (LEONEL *et al.*, 2011). Tendo em vista que a cristalinidade do grânulo de amido nativo ocorre em virtude da formação de *clusters* na cadeia de amilopectina (MUCCILLO, 2009). O amido está presente nas estruturas intracelulares de forma cristalina.

A espectroscopia de infravermelho médio tem sido extensivamente empregada para análise quantitativa e qualitativa de alimentos, sendo o FTIR um método rápido com ampla aplicação analítica, possui grande utilidade em análises orgânicas (SABINO, 2015). A utilização da espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier é bastante aplicada na identificação e determinação dos grupos funcionais e de estrutura macromolecular tais como o amido, também sendo aplicado para quantificação (SILVERSTEIN *et al.*, 2007). Seu espectro envolve as transições da molécula de estados de vibração ou rotacionais de baixa energia (4000 a 500cm^{-1}) (TOZETTO *et al.*, 2007). A partir da análise do espectro são observadas bandas em diferentes frequências, essas possuem informações quanto a estrutura da molécula (SABINO, 2015).

A utilização da difração de raios X é amplamente aplicada na determinação da cristalinidade do amido, sendo possível a diferenciação dos tipos de amido encontrados na amostra em estudo (FRANCO *et al.*, 2002). Cerca de 15-45% da cristalinidade do grânulo de amido se deve a amilopectina, sendo caracterizado por DRX em três padrões (MUCCILLO, 2009). Pela difração de raios-X é possível identificar os três tipos de amido, dependendo de sua estrutura é caracterizado como amido tipo A (empacotamento mais compacto), B (estrutura mais aberta e centro hidratado) ou C (intermediária entre os tipos A e B) (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2015). Os picos de difração para o ângulo 2Θ mais característicos são: 15, 17, 18 e 23 para tipo A, 15, 17 e 22 para tipo B, o tipo C possui características de A e B, mas com predominância de A (MUCCILLO, 2009).

Metodologia

Os cladódios de palma forrageira orelha de elefante mexicana (FIGURA 1) foram adquiridos na fazenda experimental da UAG de Garanhuns-PE, em 4 frequências de irrigação

de acordo com a Tabela 1, foram lavadas em água corrente e imersas em solução de hipoclorito de sódio 100 ppm durante 30 minutos para sanitização, foram então picados em cubos de aproximadamente 4 cm aresta e secos em estufa (FANEM® 515, SÃO PAULO-

BRASIL) a 55°C por 72 horas, Foram trituradas em moinho tipo willey em peneiras de 1 mm.

Figura 1. Cladódios de palma forrageira orelha de elefante mexicana.

Fonte: Google, (Acesso em 2019).

Tabela 1. Tratamento aplicados a palma forrageira orelha de elefante mexicana em relação a frequência de irrigação

Tratamento	Frequência de irrigação
T0	Sem irrigação
T7	Irrigação a cada 7 dias
T14	Irrigação a cada 14 dias
T21	Irrigação a cada 21 dias

Fonte: o autor (2019).

As farinhas foram armazenadas a temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) em recipientes de polietileno transparente, com tampa, e recoberta com filme de policloreto de polivinila (PVC) para evitar absorção de umidade.

A identificação dos grupos funcionais foi realizada por espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier, no intervalo de $500\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$, com 16 varreduras em um Espectrofotômetro FTIR Shimadzu IR Prestige 21. Para produção das pastilhas, o KBr foi seco em estufa (FANEM® 515, SÃO PAULO-BRASIL) a 105°C por 30 minutos, a mistura amostra/KBr foi na proporção 1/100 (g/g). Após homogeneização, a mistura foi prensada para adquirir o formato de pastilha e em seguida feita a leitura no espectrofotômetro numa resolução de 4 cm^{-1} . A absorbância de fundo das amostras foi corrigida utilizando o espectro da pastilha de KBr. Os dados foram obtidos no software IR Solution.

A determinação da cristalinidade por Difratomia de Raios-X ocorreu a temperatura ambiente, com programação $40/30/2^{\circ}$, amplitude de $5\text{-}50^{\circ}$ em um difratômetro universal de raios X da Shimadzu XRD-6100, com eletrodo de cobre operando com potência de 40 KV / 20 mA e velocidade de $2^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$. As amostras de farinha foram prensadas em forma circular padrão, esta forma foi alocada no difratômetro e feita a varredura.

Todas as análises ocorreram no Laboratório de Apoio à Pesquisa da Unidade Acadêmica de Garanhuns (CENLAG), na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFRPE/UAG).

Resultados e Discussão

Para a identificação da presença de amido por FTIR nas farinhas da palma forrageiras 4 frequências de irrigação T0, T7, T14 e T21 foram obtidos os espectros representados na Figura 2. É possível identificar uma região de banda larga encontrada em $3900\text{-}3000\text{ cm}^{-1}$, a qual corresponde a grupos hidroxílicos (O-H), característica da formação de ligações de hidrogênio da molécula D-glicose do amido (WANG *et al.*, 2009). Os picos entre $2928\text{-}2926\text{ cm}^{-1}$ indicam estiramento assimétrico (C-H) (PETRIKOSKI, 2013). As bandas na região de $1334\text{-}1460\text{ cm}^{-1}$ indicam a deformação de grupos metila (C-H) (PETRIKOSKI, 2013).

As bandas na região $1157\text{-}1014\text{ cm}^{-1}$ correspondem a estiramentos de alcoóis

secundários e primários, de éteres (C-O-C) presentes em cadeias poliméricas do amido, indicando a presença de amido (LIMA *et al.*, 2012). As bandas no espaço de 1014-993 cm^{-1} são características de estiramento dos grupos alcoóis (PETRIKOSKI, 2013). Segundo Lima *et al.* (2012) as bandas na região 1635-1647 cm^{-1} são resultantes de deformação angular de ligações (-OH), indicando presença de água ligada na região amorfa dos grânulos de amido (KIZIL *et al.*, 2012). As bandas em 1722-1730 cm caracterizam estiramento da parte cristalina (MENDES, 2009).

Para a difratometria de raios X foram obtidos espectros semelhantes para as amostras entre si (FIGURA 2). Foi observada a presença de um pico de maior intensidade no ângulo de difração 2θ em 22° e um pico estreito em 15° , e um pico de menor intensidade em $17-18^\circ$ (FIGURA 2). Picos nestas faixas são característicos de padrão de cristalinidade de amido tipo B (LIMA *et al.*, 2012). Este tipo de cristalino apresenta estrutura mais aberta e centro hidratado, alto teor de amilose e lenta digestibilidade devido à estrutura dos grânulos (ZHANG *et al.*, 2012). Também são identificados que o pico em $2\theta = 15^\circ$, é típico de padrão de celulose tipo II, sendo uma célula unitária e monoclinica (CORDEIRO *et al.*, 2015).

Para a difratometria de raios X foram obtidos espectros semelhantes para as amostras entre si (FIGURA 3). Foi observada a presença de um pico de maior intensidade no ângulo de difração 2θ em 22° e um pico estreito em 15° , e um pico de menor intensidade em $17-18^\circ$ (FIGURA 2). Picos nestas faixas são característicos de padrão de cristalinidade de amido tipo B (LIMA *et al.*, 2012). Este tipo de cristalino apresenta estrutura mais aberta e centro hidratado, alto teor de amilose e lenta digestibilidade devido à estrutura dos grânulos (ZHANG *et al.*, 2012). Também foi identificado que o pico em $2\theta = 15^\circ$, é típico de padrão de celulose tipo II, sendo uma célula unitária e monoclinica (CORDEIRO *et al.*, 2015).

O tipo B é rico em amilose e apresenta resistência a hidrólise, tanto enzimática quanto ácida, contém cerca de 27% de água para cada 12 resíduos de glicose, com metade da água presente ligada as duplas hélices (DELARDIN & SILVA, 2008).

Para a difratometria de raios X foram obtidos espectros semelhantes para as amostras entre si (FIGURA 2). Foi observada a presença de um pico de maior intensidade no ângulo de difração 2θ em 22° e um pico estreito em 15° , e um pico de menor intensidade em $17-18^\circ$ (FIGURA 2). Picos nestas faixas são característicos de padrão de cristalinidade de amido tipo B (LIMA *et al.*, 2012). Este tipo de cristalino apresenta estrutura mais aberta e centro hidratado, alto teor de amilose e lenta digestibilidade devido à estrutura dos grânulos

(ZHANG *et al.*, 2012). Também são identificado que o pico em $2\Theta = 15^\circ$, é típico de padrão de celulose tipo II, sendo uma célula unitária e monoclinica (CORDEIRO *et al.*, 2015).

O tipo B é rico em amilose e apresenta resistência a hidrólise, tanto enzimática quanto

ácida, contem cerca de 27% de água para cada 12 resíduos de glicose, com metade da água presente ligada as duplas hélices (DELARDIN & SILVA, 2008).

Figura 2. Espectros de FTIR para as farinhas de palma nas 4 frequências de irrigação T0, T7, T14 e T21.

Fonte: O autor (2019).

Figura 3. Espectros de difratometria de Raios-X para as farinhas da palmanas 4 frequências de irrigação T0, T7, T14 e T21.

Fonte: o autor (2019).

Conclusões

Através das análises espectroscópicas por infravermelho com transformada de Fourier foram obtidos espectros com regiões semelhantes para as amostras de farinha de palma forrageira, submetidas a diferentes tempos de irrigação, sendo possível a identificação de bandas características da presença de amido em ambas as amostras.

A partir das análises difratométricas por raios-x foi possível caracterizar as farinhas

quanto a sua cristalinidade, sendo encontrada estrutura para o amido tipo B. Este amido possui alto teor de amilose e lenta digestibilidade.

Conclui-se, portanto que, o uso da farinha de palma forrageira, independentemente de seu tempo de irrigação, é composta do amido tipo B, bastante indicado em formulação para bolos e massas.

Referências

AMIDO. **Aditivos & Ingredientes**. P. 34-43. Disponível em: http://insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/568.pdf. Acesso em: 25/09/2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 263, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos**. 2005.

CORDEIRO, E. M. S.; SOUZA, N. F.; MELO, E. F.; DIAS, A. F.; MORAES, J. P. S.; DE SOUZA FILHO, M. M. ; ROSA, M. F. ; ITO, E. N. XRD as an analytical tool for analyses of tomato, atkins mango kernel polysaccharide. **International symposium on crystallography. Blucher Physics Proceedings**. Janeiro de 2015, n. 3, v. 1.

DENARDIN, C. C. & SILVA, L. P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. *Ciência Rural*, Santa Maria, Online. ISSN 0103-8478. Aprovado em 09.10.08.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Amidos**. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/499.pdf>. Acesso em: 22 de Setembro de 2019.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Amidos**. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/499.pdf>. Acesso em: 22 de Setembro de 2019.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **O amido e suas propriedades para o setor alimentício**. Disponível em: http://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060302306001466693820.pdf. Acesso em: 22 de Setembro de 2019.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **O amido e suas propriedades para o setor alimentício**. Disponível em: http://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060302306001466693820.pdf. Acesso em: 25 de Fevereiro de 2019.

FRANCO, C. M. L. WONG, K.; YOO, S.; JANE, J. Structural and functional characteristics of selected soft wheat starches. **Cereal Chemistry**. v.79 , n.2, p.243-248. 2002.

KIZIL, R.; IRUDAYARAJ, J.; SEETHARAMAN, K. Characterization of irradiated starches by using FT-Raman and FTIR spectroscopy. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.14, p.3912-3918. 2002.

LEONEL, M.; CARMO, E. L.; LEONEL, S.; FRANCO, C. M. L.; CAMPANHA, R. B. Extração e caracterização do amido de diferentes genótipos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP**, Volume Especial, E. 599-605, Outubro 2011.

LIMA, B. N. B.; CABRAL, T. B.; NETO, R. P. C.; TAVARES, M. I. B. Estudo do amido de farinhas comerciais comestíveis. *Polímeros*, v.22, n.5, p.486-490. 2012.

LIMA, G. F. da C., A. de M. WANDERLEY, F. X. GUEDES, M. M. T. REGO, F. D. G. DANTAS, J. G. M. da SILVA, L. P. NOVES, E. M. de AGUIAR. Palma Forrageira Irrigada e Adensada: Uma Reserva Forrageira Estratégica para o Semiárido Potiguar. **EMPARN**, Ed. 1, v. 1. p.10 – 20. Parnamirim, 2015.

LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; DIAS, F. M.; FERRAZ, A. P. F.; SILVA, M. C.; CUNHA, M. V. Da; MELLO, A. C. L. de; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SANTOS, D. C. dos; FREITAS, E. V.; ARRUDA, D. M. P. de. Palma Forrageira: cultivo e usos. **CREA-PE, conselho regional de engenharias e agronomia de Pernambuco**. V.7, n.º.1 p 10-22. Recife-PE, 2016.

MENDES, F. M. Produção e caracterização de bioplásticos a partir de amido de batata. Tese de mestrado em Química. Instituto de Química de São Carlos, São Paulo, 2009.

MUCCILLO, R. C. S. T. **Caracterização e avaliação de amido nativo e modificado de pinhão mediante provas funcionais e térmicas**. 156 f. Tese de Doutorado em Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. 29-30. Porto Alegre, agosto, 2009.

PETRIKOSKI, A. P. **Elaboração de biofilmes de fécula de mandioca e avaliação do seu uso na imobilização de caulinita intercalada com ureia**. Tese de Mestrado em Tecnologia de processos químicos e bioquímicos, 131f. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), p. 80-83. Pato Branco, 2013.

REINOSO, A. C. L.; R. R. DE SOUZA; M. A. G. CARNELOSSI; A. M. DA CONCEIÇÃO C. C. DE S. BERY; J. K. DE OLIVEIRA. Efeitos das temperaturas na conservação dos minerais em farinhas de cascas de mangas. **Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**, v.5, n.2, p.25 – 32. Aracaju, 2017.

SABINO, L. V. **Quantificação do percentual de café arábica em misturas com café robusta usando FTIR, NIRS e modelos de dois estágios**. 46 f. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Campo Mourão, p. 12-13. Campo Mourão, 2015.

SÁENZ, C., H. BERGER, A. RODRÍGUEZ-FÉLIX, L. GALLETTI, J. C. GARCÍA, E. SEPÚLVEDA, M. T. VARNERO, V. G. de CORTÁZAR, R. C. GARCÍA, E. ARIAS, C. MONDRAGÓN, I. HIGUERA, C. ROSELL. Agro-Industrial Utilization of Cactus Pear. Rural Infrastructure and Agro-Industries Division. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Ed.1, v.1. p.01 – 20. Roma, 2013.

SEVERO, D. DE S, A. DOS S. ARAÚJO, J. N. V. DEODATO, C. C. M. DA SILVA, G. S. ALVES. Elaboração e Caracterização Físico-Química e Microbiológica da Farinha da Palma (*Opuntia Ficus indica* MILL) em diferentes temperaturas. **Revista Verde**, v.10, n.4 , p.30 – 33, Pombal – PB, 2015.

TOZETTO, A.; DEMIATE, I. M.; NAGATA, N. Análise exploratória de adoçantes de mesa via espectroscopia no infravermelho (FTIR) e análise por componentes principais (ACP). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.27, n.4, 723-728, out.-dez. 2007.

WANG, N.; ZHANG, X.; HAN, N.; BAI, S. Effect of citric acid and processing on the performance of thermoplastic starch/montmorillonite composites. **Carbohydrate Polymers**, v.76, n.1, p.68-73. 2009.

ZHANG, P., & HAMAKER, B. R. Banana starch structure and digestibility. **Carbohydratepolymers**, v.87, n.2, p.1552-1558. 2012.