



DEXTRINE AND PECTIN EXTRACTED FROM VEGETAL DISPOSALS AND THEIR USE AS ADDITIVE FOR GLUE

DEXTRINA Y PECTINA EXTRAÍDAS DE DESECHOS DE ORIGEN VEGETAL Y SU USO COMO ADITIVO PARA PEGAMENTO

Received 03 03 2020
Accepted 06 24 2020
Published 06 30 2020

Vol. 37, No.2, pp. 85-93, May./Jun.2020
Revista Boliviana de Química

37(2), 85-93, May./Jun. 2020
Bolivian Journal of Chemistry
DOI: 10.34098/2078-3949.37.2.3



Full original article

Peer-reviewed

María E. Moreno Quintero^{1,*}, Julio C. Gutiérrez Barbuena¹, Betzabeth G. Gutiérrez R.², Franmis Y. Sánchez Pérez²

¹Departamento de Química, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda de Investigación, Av Tachira, phone +58 269-2450328, Punto Fijo 4125, Falcón, Venezuela, mariumoreno@gmail.com

²Programa de Ingeniería Química, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Complejo Académico El Sabino, Avenida Rafael González, sector universitario, phone +58 269-2450328, Punto Fijo, Falcón, Venezuela

Keywords: *Glue, Vegetable waste, Dextrin, Pectin.*

Palabras clave: *Pegamento, Residuos vegetales, Dextrina, Pectina.*

ABSTRACT

Dextrin and pectin extracted from cassava, potato and yam plant residues were used in the formulation of a glue. The plant residues were characterized and the yield was determined for the dextrin extraction process by calcination method (80.0%) and for the pectin extraction by acid hydrolysis (10.3%). Dextrin was characterized by the positive test with iodine and the solubility in water with the absence of reducing sugars. In IR spectroscopy, the characteristic bands of dextrin functional groups were observed. The pectin obtained is low in methoxyl and with a high degree of esterification, which is why it needs the presence of calcium ions to gel. The functional and organoleptic properties of the glue samples were evaluated, with the one formulated with 0.25% pectin showing the best characteristics..

*Corresponding author: mariumoreno@gmail.com

RESUMEN



La dextrina y la pectina extraída de residuos vegetales de yuca, papa y ñame se emplearon en la formulación de un pegamento. Los residuos vegetales fueron caracterizados y se determinó el rendimiento para el proceso de extracción de dextrina por método de calcinación (80,0%) y para la extracción de pectina por hidrólisis ácida (10,3%). La dextrina fue caracterizada mediante la prueba positiva con yodo y la solubilidad en agua con ausencia de azúcares reductores. En la espectroscopia IR se observaron las bandas características de los grupos funcionales de dextrina. La pectina obtenida es baja en metoxilo y de alto grado de esterificación por lo que necesita de la presencia de iones calcio para gelificar. Se evaluaron las propiedades funcionales y organolépticas de las muestras de pegamento siendo la formulada con 0,25 % de pectina la que presentó mejores características.

INTRODUCCIÓN

Los pegamentos o colas en general desempeñan un papel importante en la vida diaria, su uso se extiende desde actividades escolares hasta importantes aplicaciones industriales. Es un sector que se encuentra en pleno desarrollo, dado que ofrece rendimientos similares y en ocasiones superiores a la de otras soluciones para el ensamblaje y sellado [1]

En la actualidad se están empleando almidones modificados para este sector, dentro de los cuales destaca la dextrina que constituye una opción tecnológica atractiva para la industria dada su funcionalidad, gran consumo y precio en el mercado. Las dextrinas obtenidas a partir de almidón de yuca y papa presentan excelente calidad y estabilidad, forman películas claras y brillantes con una pegajosidad y adhesividad superior a las dextrinas de maíz, su principal competidor, cuyas películas son opacas, con un brillo imperfecto y no son estables en el almacenamiento [2]

El almidón está formado por una mezcla de dos compuestos, amilosa y amilopectina, que sólo difieren en su estructura. Las propiedades y características del almidón de distintos cereales y tubérculos son función de la proporción relativa de su contenido en amilosa y amilopectina. La influencia de esta última constituyente es importante ya que cuanto mayor es el contenido de amilopectina el producto resulta más adhesivo, característica que se aprovecha extensamente como agente espesante, estabilizante y adhesivo tanto en la industria alimentaria como en otras industrias [3]

En Venezuela existe una gran variedad de productos agrícolas que son de vital importancia en la alimentación diaria. En el grupo de raíces y tubérculos, la yuca y la papa representan los cultivos principales, los cuales proporcionan carbohidratos esenciales en el desarrollo del ser humano y se consideran una excelente fuente de almidón [4]. La papa y la yuca son algunos de los rubros con mayor comercialización en Venezuela y poseen altos contenidos de almidón, el cual está compuesto aproximadamente entre un 15-20% de amilasa y el resto de amilopectina y muestra propiedades especiales que pueden ser usadas para diferentes propósitos. Los almidones pueden ser modificados y utilizados con fines específicos, por ejemplo, los almidones oxidados se utilizan en la preparación de salsas y mayonesas, los almidones fosfatados son recomendados para alimentos refrigerados y las dextrinas que también son almidones modificados, para la elaboración de pegamentos. Por su parte el ñame es fuente de pectina, esta constituye un componente muy importante debido a sus propiedades coagulante, emulsionante y conservante [5]

Las características físicas y químicas del almidón lo han convertido en uno de los insumos de mayor consumo en la industria alimenticia, textil, farmacéutica, papelería y en la industria de los adhesivos. Como insumo para la industria de los adhesivos, presenta la ventaja de la biodegradabilidad y baja toxicidad en contraste con sus pares derivados de los hidrocarburos aromáticos. El almidón puede degradarse por hidrólisis para dar oligosacáridos de glucosa, o dextrina. Dextrina es el compuesto base en la elaboración de pegamentos, debido a su bajo peso molecular es hidrosoluble y de baja viscosidad adquiriendo propiedades adhesivas superiores.

Desde hace algún tiempo se ha venido estudiando la incorporación en el mercado de productos provenientes de materias primas no convencionales como raíces y tubérculos, por lo que el aprovechamiento de desechos agrícolas para la elaboración de nuevos productos representa una alternativa viable para alcanzar los propósitos de la sostenibilidad, ya que además de brindar beneficios sociales y ambientales, es económicamente rentable.

La generación de residuos sólidos ocasiona impactos importantes en el medio ambiente y consecuentemente sobre la salud humana. Los principales problemas ambientales generados por un inadecuado manejo de los residuos sólidos son: el deterioro estético de los centros urbanos y del paisaje natural, y los efectos adversos a la salud humana, en especial por la proliferación de vectores de enfermedades [6], por lo que es necesario tomar medidas en cuanto a su disposición final, la cual podría ser el aprovechamiento de algunos de ellos.



En este estudio se extrajo dextrina de los residuos de yuca y papa recolectados en los establecimientos de venta de hortalizas y se empleó en la formulación de un pegamento. Para la estabilidad y conservación del pegamento formulado se utilizó pectina que se obtuvo de residuos de ñame provenientes de dichos establecimientos, evitando de esta manera agregar aditivos comerciales y formulando un pegamento natural que podría fortalecer la economía del país por su relativo bajo costo de producción.

RESULTADOS

La tabla N°1 presenta los resultados de la caracterización fisicoquímica de los residuos vegetales

Tabla N°1. Caracterización de los residuos vegetales

| Parámetro | Valor | | |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|
| | Yuca | Papa | Ñame |
| pH | 6,77±0,02 | 6,35±0,03 | 6,13±0,02 |
| Ceniza (%) | 0,600±0,0001 | 0,537±0,0001 | 0,766±0,002 |
| Humedad (%) | 59,341±0,594 | 24,265±0,058 | 35,072±0,102 |
| Carbono orgánico (%) | 0,904±0,134 | 0,892±0,013 | 0,887±0,021 |

En la tabla N°2 se presentan los resultados de la caracterización de la dextrina

Tabla N°2. Caracterización cualitativa de la dextrina obtenida

| Parámetro | Valor |
|-------------------------|----------------------------|
| Presencia de dextrina | Positivo (Coloración azul) |
| Concentración de azúcar | 0° Brix |
| Solubilidad en agua | Baja |

En la figura N°1 se muestra el espectro IR de la dextrina obtenida de los residuos de papa y yuca.

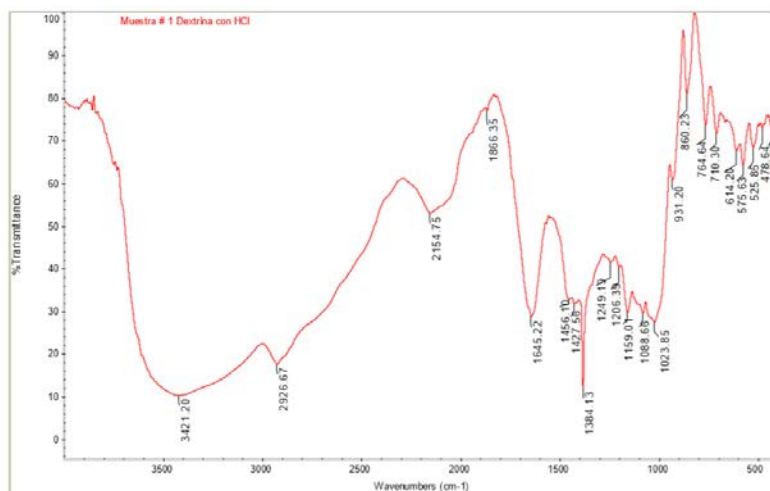


Figura N°1. Espectro IR de la dextrina obtenida



En la tabla N°3 se muestran los resultados de la caracterización de la pectina extraída del ñame,

Tabla N°3. Caracterización fisicoquímica de la pectina extraída

| Parámetro | Valor |
|---------------------------------|--------------|
| pH | 6,8±0,020 |
| Ceniza (%) | 6,324±0,002 |
| Humedad (%) | 7,854±0,001 |
| Contenido de metoxilos (%) | 1,947±0,134 |
| Ácido anhidrogalaacturónico (%) | 12,985±0,515 |
| Grado de esterificación (%) | 85,088±2,481 |

Y en la tabla N°4 se presenta los resultados obtenidos de la evaluación cualitativa de los pegamentos formulados,

Tabla N°4. Evaluación de los pegamentos formulados

| Parámetro | Porcentaje de pectina | | |
|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | 0,25 % | 0,5 % | 0,75 % |
| Olor | Agradable | Agradable | Agradable |
| Color | Blanco , traslucido | Blanco , traslucido | Blanco, opaco |
| Fuerza adhesiva | Alta | Aceptable | Aceptable |
| Tiempo de secado | Rápida | Rápida | Moderado. |
| Apariencia de película seca | Transparente, brillante | Transparente, opaca | Transparente opaca |
| Apariencia de película húmeda | Transparente, lisa | Transparente, granular | Transparente, granular |

DISCUSIÓN

En cuanto a la caracterización de los residuos:

Los parámetros determinados dependen de varios factores como: la variedad del residuo, la zona donde se cultiva, condiciones ambientales, entre otros; los valores de pH están sujetos directamente a condiciones del suelo, del cultivo y condiciones climáticas, oscilando generalmente entre 3,5 y 8,5 [7]. Este resultado favoreció al proceso, ya que una condición necesaria tanto para la hidrólisis como para la dextrinización es el medio ácido.

El porcentaje de ceniza representa la cantidad de materia mineral que forma parte de la composición del tubérculo, suele ser absorbida por el mismo como nutrientes a través del suelo, determinar su proporción es de gran importancia para conocer la pureza de las sustancias y compuestos obtenidos a partir de los residuos vegetales. Diferentes autores ubican el contenido de cenizas de yuca entre 0,6% y 0,9% [8], 0,4% a 0,6% para la papa [9] y entre 0,7% a 0,9% para el ñame [10], rangos entre los cuales se encuentran los valores correspondientes a las muestras analizadas.

En cuanto al porcentaje de humedad obtenido para los residuos vegetales, estos son bajos respecto a los reportados. Esto puede deberse a la influencia de factores climáticos y características del suelo, así como a la variedad cultivada. Para la yuca se estiman valores en un rango que va desde 55% a 65% [8], en tanto que para la papa el contenido de humedad debe alcanzar entre 70% y 75% según la variedad [11] y entre 60% y 70% para el ñame [10].

Para el contenido de carbono orgánico, los residuos de yuca, papa y ñame presentaron valores de 0,904% 0,892% y 0,887% respectivamente. Todos por debajo de 1%, indicativo de un bajo contenido de nutrientes absorbidos por las raíces tubérculos del suelo donde fueron cosechados.

En cuanto a la extracción de dextrina:



Seguidamente se obtuvo el almidón contenido en los residuos de yuca y papa empleando un procedimiento artesanal, para posteriormente mediante el método de calcinación (vía seca), extraer la dextrina. Al modificar el almidón se apreció un cambio en su apariencia y consistencia, pasando de ser un polvo fino de color blanco a una masa pastosa y translúcida que posteriormente al ser secada y pulverizada dio lugar a un polvo granular ligeramente blanco. Se obtuvo 293,435g de almidón y 234,806g de dextrina extraída para un rendimiento de 80,020%. Villanueva [12] reportó un rendimiento de 79,23% para dextrinas obtenidas a partir de almidón de yuca por lo que el valor obtenido es aceptable.

En cuanto a la extracción de pectina:

La pectina se extrajo por el método de hidrólisis ácida [13]. Al hidrolizar el residuo de ñame previamente procesado, se obtuvo una solución de color marrón turbio que fue seguidamente filtrada para llevar a cabo la extracción con alcohol, donde se apreció la formación de dos fases. Al separar la fase acuosa se sometió a secado dando lugar a la masa de pectina, que una vez pulverizada hasta su reducción a polvo fino de color marrón, se pesó y se almacenó en un lugar fresco y seco. El rendimiento de este proceso fue de 10,295%

Determinación de las propiedades fisicoquímicas de la dextrina y pectina obtenidas

En la tabla N°2 se observa los resultados de la evaluación cualitativa de la dextrina. Mediante el ensayo con yodo se confirmó la presencia de dextrina, al apreciarse una coloración azul. La dextrina presentó una baja solubilidad en agua, comportamiento acorde a lo esperado para las dextrinas blancas, las cuales tienden a conservar las propiedades del almidón nativo. Esta propiedad aumenta proporcionalmente a la temperatura de conversión, por lo que las dextrinas convertidas totalmente son prácticamente solubles [2]

En la figura N°1 se presenta el espectro IR de la dextrina el cual se realizó para identificar los grupos funcionales en la muestra de dextrina. En el infrarrojo realizado se evidenció que las bandas de los 2900 a 3500 cm^{-1} son mucho más amplias debido a la gran cantidad de grupos OH de los alcoholes presentes en la dextrina y la banda característica de los grupos etilos y metilos se encontró en los 900 a 1500 cm^{-1} comprobándose la composición de la misma.

En la tabla N°3 se observa que el pH de la pectina extraída fue de 6,8. Según Suárez y Orozco [14] el pH de las soluciones de pectina varía de 2,8 a 3,4 en función del grado de esterificación. Sin embargo, las pectinas son neutras en su estado natural.

De acuerdo a las especificaciones de la Food Chemicals Codex (FCC), para pectinas comerciales el valor de humedad y ceniza no deben exceder al 12% y 10% respectivamente. El valor de ceniza obtenido refleja el contenido de minerales que no se degradó durante la hidrólisis. Por su parte, en medio ácido la pectina se vuelve higroscópica, característica a la que se atribuye su contenido de humedad.

Se obtuvo un contenido de metoxilos de 1,947%, este parámetro indica la utilidad de la pectina, según la capacidad para la formación de geles. Un grado de metilación inferior a 7% indica que la pectina es de bajo contenido en metoxilo [14]. Una pectina de bajo contenido de metoxilo puede formar geles estables con poca o ninguna cantidad de azúcar, pero requieren de cationes divalentes, mientras que las de alto contenido en metoxilo forma geles en presencia de azúcar y ácidos a pH = 3 [15]. A pH más ácido el rendimiento aumenta, sin embargo, la calidad de la pectina expresada en el grado de metoxilación, disminuye [16]

El contenido de ácido anhidrogalacturónico (A.A.G) de la pectina extraída fue de 12,985%, dicho parámetro indica la pureza de la misma. De acuerdo con la United States Pharmacopehia (USP), el valor no debe ser inferior a 74%. Un bajo contenido de ácido anhidrogalacturónico se debe a impurezas estructurales de la pectina (azúcares neutros) y composición química del fruto evaluado [15]. Es importante destacar que las pectinas son muy heterogéneas y su composición puede variar según la especie de origen y las condiciones ambientales [16]

Además, a mayores tiempos de hidrólisis se tiene un mayor fraccionamiento de la molécula por lo que el contenido de A.A.G tenderá a disminuir [13]. La gran cantidad de monosacáridos neutros (ramnosa, arabinosa y galactosa) que forman parte de la cadena principal y laterales de las pectinas pudieron contribuir a una baja despolimerización, además del alto número de minerales reflejados en el porcentaje de ceniza que funcionan también como impurezas, que durante la precipitación de la pectina suelen arrastrarse al no haber sido degradados durante la hidrólisis, dando lugar al bajo valor de ácido anhidrogalacturónico obtenido.

En general, las pectinas con alto grado de esterificación son aquellas con un alto porcentaje de metoxilos, mientras que las de bajo grado de esterificación coinciden con un porcentaje bajo de metoxilos [17]. No obstante, el



grado de esterificación determinado fue 85,088% pese al bajo contenido de metoxilos. Esto puede deberse a la existencia de grupos carboxilos esterificados con otros grupos como etóxilo o amidas [14]. El grado de esterificación de las pectinas de bajo contenido en metoxilo influye mucho sobre sus propiedades, teniendo distintos comportamientos respecto a la gelificación [17].

También se evaluó el grado de gelificación de la pectina obtenida, este depende de la temperatura, el grado de metoxilación, el pH y el azúcar. En el caso de las pectinas de bajo metoxilo, de las concentraciones de calcio [18]. En ninguno de los ensayos realizados la pectina gelificó de manera apropiada, esto se debe a que es de bajo metoxilo, la cual requiere de adición de iones de calcio para gelificar.

Elaboración del pegamento a base de dextrina con diversas proporciones de pectina.

Al agregar agua destilada a la mezcla de dextrina y pectina se obtuvo una masa de consistencia pastosa y grumosa. Posteriormente al someterse a calentamiento fue homogeneizándose y su viscosidad disminuyó, adquiriendo además una coloración blanquecina y denotando características de adhesividad. La consistencia apreciada en cada una de las muestras se debe a la propiedad espesante de la pectina.

Mediante ensayos cualitativos se evaluaron las características organolépticas y propiedades funcionales de los diferentes pegamentos formulados, dando como resultado una serie de apreciaciones que permitieron concluir la calidad del producto elaborado y su competitividad como adhesivo para determinados usos y materiales.

En la tabla N°4, se resumen las características determinadas a los diferentes pegamentos formulados. Las tres muestras elaboradas adicionando pectina en diferentes proporciones presentaron agradable olor y coloraciones que fueron desde el blanco traslucido hasta blanco opaco a medida que aumentaba la cantidad de pectina en su composición.

Todas las muestras evidenciaron poseer fuerza adhesiva al llevar a cabo prueba de adhesividad, uniendo diferentes combinaciones de materiales (Papel Kraft, papel bond, opalina, cartón) sin humedecer excesivamente el sustrato. Ésta disminuyó a medida que se incrementaba el porcentaje de pectina presente en la muestra.

La apariencia de la película seca varió de transparente brillante a transparente opaca. La apariencia de la película húmeda fue transparente en todos los casos.

Las muestras del pegamento elaborado comenzaron a presentar signos de degradación por agentes microbiológicos, transcurrido un mes de su elaboración, indicando que la adición de pectina muy a pesar de mejorar la mayoría de sus características, no tuvo el resultado deseado sobre la estabilidad del pegamento por ser un biopolímero.

SECCIÓN EXPERIMENTAL

Población y muestra

Con el propósito de tener un estimado de la cantidad de desechos que se generan semanalmente de yuca, papa y ñame se realizó una encuesta en los principales establecimientos de ventas de hortalizas ubicados en la Parroquia Carirubana, de la Ciudad de Punto Fijo - estado Falcón, donde se conoció que dichos establecimientos desechan alrededor de un 30% de la cantidad con la que se abastecen.

Se trabajó con una muestra representativa de 3215 g entre residuos de papa y yuca y con 1072,5 g de residuos de ñame descartados para la venta en los centros de ventas de hortalizas ubicadas en la ciudad de Punto Fijo, estado Falcón.

Caracterización fisicoquímica de los residuos vegetales yuca (*Manihot esculenta*), papa (*Solanum tuberosum*) y ñame (*Dioscorea alata*) para obtener dextrina y pectina

Las características evaluadas a la materia prima fueron: pH [19]; Porcentaje de cenizas [20]; Porcentaje de humedad [21] y Porcentaje de carbono orgánico [22]

Extracción de dextrina de almidón de yuca (*Manihot esculenta*) y papa (*Solanum tuberosum*) por método de calcinación.



Extracción de almidón

Los residuos de papa y yuca fueron lavados con abundante agua, luego se dejó sedimentar por 24 horas, y se le retiró el agua sobrenadante. Finalmente, se dejó precipitar el almidón en estufa por un tiempo de 16 horas a una temperatura de 80 °C; y el almidón seco fue pulverizado y almacenado.

Obtención de dextrina

El almidón obtenido se disolvió en agua destilada en una relación 1:3, se adicionó solución de ácido clorhídrico al 30 % hasta regular el pH a 3. Luego, se calentó con agitación constante hasta alcanzar una temperatura de 80-85 °C, por un tiempo de 30 minutos hasta la obtención de una pasta viscosa y gelatinosa. Finalmente se secó a 60 °C por un tiempo de 48 horas luego se trituro, pulverizó y envasó.

Extracción de pectina del ñame (*Dioscorea alata*) por medio de hidrólisis ácida

Los residuos de ñame fueron seleccionados, cortados y rallados. Luego se lavaron y colocaron en la estufa para la inactivación enzimática a 80°C por 96 horas. Una vez seca, se pulverizó y se sometió a hidrólisis ácida (pH=3; T=90°C; t=1Hora). Se filtró y se agregó alcohol absoluto para lograr la precipitación de la pectina y se dejó reposar por 24 horas. Se decantó y la pectina obtenida se secó, pulverizó y almacenó hasta su posterior uso [13].

Determinación de las propiedades fisicoquímicas de la dextrina y pectina obtenidas

La dextrina obtenida se evaluó en cuanto a: Cambio de color [23]; Concentración de azúcar [24] y Solubilidad en agua [25].

Y a la pectina se le determinó: Humedad [14]; Cenizas [20]; pH [19]; porcentaje de metoxilo, grado de esterificación, porcentaje de ácido anhidrouónico y grado de gelificación [26]

Elaboración del pegamento a base de dextrina con diversas proporciones de pectina

En la tabla N°5 se especifica las cantidades de cada uno de los componentes a adicionar para la formulación de pegamento con tres diferentes proporciones de pectina

Tabla N°5. Formulación del pegamento con diferentes proporciones de pectina.

| Componente | Proporción de pectina | | |
|----------------------|-----------------------|---------|---------|
| | 0,25 % | 0,5 % | 0,75 % |
| Masa de agua (g) | 180,000 | 180,000 | 180,000 |
| Masa de dextrina (g) | 20,000 | 20,000 | 20,000 |
| Masa de pectina (g) | 0,506 | 1,0067 | 1,510 |
| Masa total (g) | 200,506 | 201,007 | 201,510 |

Evaluación de las propiedades físicas del pegamento

Una vez obtenidas las muestras de pegamentos se realizaron pruebas para evaluar sus propiedades funcionales mediante los siguientes ensayos cualitativos:

Fuerza adhesiva, Apariencia de película, Tiempo de secado, Color y olor.

CONCLUSIONES

Los parámetros fisicoquímicos de los residuos vegetales denotaron características adecuadas para su empleo como materia prima para la elaboración del pegamento, lográndose la extracción de dextrina a partir del residuo de papa y yuca por método de calcinación con un alto rendimiento y caracterizándose la misma por medio de ensayos cualitativos y por espectroscopia IR.



La pectina extraída del ñame por hidrólisis ácida es de bajo metoxilo y alto grado de esterificación. Las muestras de pegamento elaboradas presentaron características organolépticas aceptables, vale decir, olor agradable y coloración ligeramente blanquecina y presentaron degradación por agentes microbiológicos transcurrido un mes evidenciando que la adición de pectina no fue positiva para inhibir el crecimiento de microorganismos.

El pegamento que presentó mejores características funcionales fue el elaborado con 0,25% de pectina.

REFERENCIAS

1. Hernández, M. Vergara, A. **2008**, Elaboración y Evaluación de un adhesivo a partir del almidón nativo de yuca, variedad M-TA1 utilizando Hidróxido de Sodio como agente hidrolizante, Tesis de grado, Universidad de Sucre. Facultad de Ingeniería. Sincelejo, Sucre. <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/255/2/668.38H557.pdf>. Access date June 2020.
2. Chávez, D. **2012**, Elaboración de goma modificada a partir de la dextrina de yuca para uso en la industria cartonera. Tesis de Grado Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química., Guayaquil, Ecuador, <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/reduq/4691>. Access date June 2020.
3. Cobana, M., Antezana, R. **2007**, Proceso de extracción de almidón de yuca por vía seca, *Revista Boliviana de Química*.24(1),77-83, <http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v24n1/v24n1a14.pdf>. Access date June 2020.
4. INIA. **2008**, Segundo Informe Nacional sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación. Venezuela, <https://isbn.cloud/9789803182625/segundo-informe-nacional-sobre-el-estado-de-los-recursos-fitogeneticos-para-la-agricultura-y-la-/>. Access date June 2020.
5. Chávez, P. **2008**, La papa tesoro de los Andes. Fundación cátedra Iberoamérica. Centro Internacional de la papa. La Molina, Perú. https://fci.uib.es/digitalAssets/177/177040_peru.pdf. Access date June 2020.
6. Caicedo, Y. **2014**, Biotecnología: Investigación aplicada en el aprovechamiento de residuos sólidos. Tesis de especialización. Universidad Industrial de Santander, Colombia. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005609/DocumentosOffice/viernes/ModulodeGestiondelosResSolToxPeli/ponenciaacodalYisethCaicedo.pdf>. Access date June 2020.
7. Martín, F. **2012**, Instructivo de la yuca, por la excelencia y desarrollo ecológico sostenible en armonía con la Naturaleza y la sociedad en Amazonia, <https://es.slideshare.net/INGPAKOWPN/instructivo-tecnico-del-cultivo-de-la-yuca-msc-ing-francisco-martin-armas>. Access date June 2020.
8. Parra, A. **2014**, Secado de trozos de yuca por convección natural en los valles de los ríos Cauca y Magdalena. Universidad Nacional De Colombia, Santa Fe de Bogotá, Colombia, <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ingeviv/article/view/20786>. Access date June 2020.
9. Moyano, M. **2014**, Fermentación en estado sólido (FES) de la papa (*Solanum tuberosum*), como alternativa tecnológica para la alimentación animal, Tesis de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente, Tunja, Colombia. https://repositorio.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2545/201406.pdf;jsessionid=BEFF95D23FF7E1843426F35A75B7DFED.jvm!s_equence=1. Access date June 2020.
10. Acuña, H. **2012**, Extracción, caracterización y aplicación de almidón de ñame variedad blanco (*Dioscorea trifida*) originario de la región Amazónica Colombiana para la elaboración de productos horneados, Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias. Bogotá, Colombia, <http://bdigital.unal.edu.co/9785/1/107519.2012.pdf>. Access date June 2020.
11. Yépez, L. **2008**, Elaboración de una bebida alcohólica destilada a partir de tres variedades de papa, Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuaria y ambiente, Ibarra, Ecuador. <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7471/1/138951.pdf>. Access date June 2020.
12. Villanueva, E. **2009**, Obtención de un biopolímero con propiedades adhesivas a partir de dextrina natural, Tesis de grado no publicada Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Punto Fijo, Falcón, Venezuela.
13. Espinosa, O. **2012**, Evaluación de la pectina obtenida del ñame, Tesis de grado no publicada, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Punto Fijo, Falcón, Venezuela.
14. Suarez, D., Orozco, D. **2014**, Obtención y caracterización de pectina a partir de la cascarrilla de cacao *Theobroma cacao L.*, subproducto de una industria chocolatera nacional, Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Tecnología, Escuela de Química, Pereira, Colombia. https://www.academia.edu/28418197/OBTENCIÓN_Y_CARACTERIZACIÓN_DE_PECTINA_A_PARTIR_DE_LA_CASCARRILLA_DE_CACAO_DEL_Theobroma_cacao_L._SUBPRODUCTO_DE_UNA_INDUSTRIA_CHOCOLATERA_NACIONAL. Access date June 2020.
15. Esparragoza, C. **2011**, Evaluación de la pectina obtenida a partir de la cáscara de cambur a escala de Laboratorio. Tesis de Grado no publicada, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Punto Fijo, Falcón, Venezuela.
16. Granadillo, A., Bracho, L. **2012**, Evaluación de la potencialidad de la pectina extraída del cardón dato (*Stenocereus griseus*) en la elaboración de productos alimenticios, Tesis de Grado no publicada, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda.. Punto Fijo, Falcón, Venezuela.
17. Aguilar, M. **2016**, Evaluación de la calidad de la pectina obtenida a partir de la vaina de *Moringa Oleifera* en la fabricación de mermeladas, Tesis de Grado no publicada, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Punto Fijo, Falcón, Venezuela.



18. González, M. **2015**. Evaluación de diferentes métodos de extracción de pectina a partir de la cascara de guanábana (*Annona muricata* L), Tesis de Grado no publicada, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Punto Fijo, Falcón. Venezuela.
19. Comisión venezolana de normas industriales (COVENIN). Norma 1315. Determinación de pH. SENCAMER. Venezuela. <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1315-79.pdf>. Access date June 2020.
20. Comisión venezolana de normas industriales (COVENIN). Norma 1456. Determinación de cenizas. SENCAMER. Venezuela, <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/1456-90.pdf>. Access date June 2020.
21. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.) Norma 14.004 Humedad, <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis-21st-edition-2019/>. Access date June 2020.
22. Método de Walkley & Black. Carbono orgánico, https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-cox_microescala.pdf. Access date June 2020.
23. Método de Southgate. Prueba con yodo. p.26, http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/FUNDAMENTOSYTECNICASDEANALISISDEALIMENTOS_12286.pdf.
24. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.) Norma 932.14 Grados Brix. <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis-21st-edition-2019/>. Access date June 2020.
25. Método Anderson y col. Centrifugación. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000300031>. Access date June 2020.
26. Schultz, T. **1965**, Determination of the degree of esterification of pectin, determination of the ester methoxyl content of pectin by saponification and titration, *Meth. Carbohyd. Chem.* 5, 189-198.