



Obtención de fécula de papa china (colocasia esculenta) mediante tres métodos de extracción

Obtaining Chinese potato starch (colocasia esculenta) by three extraction methods

Obtenção de amido de batata chinesa (colocasia esculenta) por três métodos de extração

Alejandra Rentería^I

alejandirent@hotmail.es

<https://orcid.org/0000-0003-2853-8972>

Sandra Elizabeth López-Sampedro^{II}

salopez@epoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0209-2087>

Armando Vinicio Paredes-Peralta^{III}

armando.paredes@epoch.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2733-7941>

Dario Javier Baño-Ayala^{IV}

ja.moreta@uta.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2782-7078>

Correspondencia: salopez@epoch.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículos de investigación

***Recibido:** 16 de junio de 2021 ***Aceptado:** 31 de julio de 2021 * **Publicado:** 25 de agosto de 2021

- I. Ingeniera en Industrias Pecuarias, Profesional Independiente.
- II. Magíster en Farmacia Clínica, Bioquímica Farmacéutica, Docente Ocasional, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Morona Santiago, Macas, Ecuador.
- III. Magíster en Procesamiento de Alimentos, Ingeniero Zootecnista. Profesional Independiente
- IV. Doctor en Ingeniería Industrial, Docente Nombramiento, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Riobamba, Ecuador.

Resumen

Introducción. La papa china es un tubérculo con una elevada producción en el Ecuador en donde su consumo como materia prima es limitado. **Objetivo** se propuso con esta investigación obtener fécula a partir de papa china (Colocasia esculenta) por tres métodos de extracción: física, química y enzimática. **Metodología.** Para el análisis estadístico se realizó un diseño completamente al azar con un nivel de significancia $p \leq 0,05$ para los diferentes tipos de extracción, por otra parte se desarrollaron análisis físicos y funcionales del producto obtenido. **Resultados.** Se obtuvieron los valores siguientes para la extracción física, química y enzimática respectivamente: Poder de Hinchamiento: 5.66%, 8.99%, 12.24%; Temperatura de Gelatinización: 73, 70 y 66°C; Humedad 13.82%, 11.90%, 14.61%; Calcio 4.82%, 5.48% ; 2.2%; Amilosa: 13.49%; 13,38% ; 13,48% ; pH: 6.8, 6.85 y 6.80; acidez titulable 2.26; 1.78 y 2.40 finalmente para el fósforo todos presentaron un valor de 0.11%. Por otra parte el rendimiento mayor se reportó para el proceso de extracción químico con el 35,10%. **Conclusión.** Se concluyó que el método químico presenta mejores resultados en cuanto a rendimiento y varios parámetros funcionales del producto.

Palabras claves: Extracción; fécula; papa china.

Abstract

Introduction. The Chinese potato is a tuber with a high production in Ecuador where its consumption as raw material is limited. **Objective** with this research was proposed to obtain starch from Chinese potato (Colocasia esculenta) by three extraction methods: physical, chemical and enzymatic. **Methodology.** For the statistical analysis, a completely randomized design was carried out with a significance level of $p \leq 0.05$ for the different types of extraction, on the other hand, physical and functional analyzes of the obtained product were developed. **Results.** The following values were obtained for the physical, chemical and enzymatic extraction respectively: Swelling Power: 5.66%, 8.99%, 12.24% ; Gelatinization Temperature: 73, 70 and 66 ° C; Humidity 13.82%, 11.90%, 14.61%; Calcium 4.82%, 5.48%; 2.2%; Amylose: 13.49%; 13.38%; 13.48%; pH: 6.8, 6.85 and 6.80; titratable acidity 2.26; 1.78 and 2.40 finally for phosphorus all presented a value of 0.11%. On the other hand, the highest yield was reported for the chemical extraction process with 35.10%. **Conclusion.** It was concluded that the chemical

method presents better results in terms of performance and various functional parameters of the product.

Keywords: Extraction; starch; chinese potato.

Resumo

Introdução. A batata chinesa é um tubérculo de alta produção no Equador onde seu consumo como matéria-prima é limitado. Objetivo com esta pesquisa foi proposto obter amido da batata chinesa (*Colocasia esculenta*) por três métodos de extração: Metodologia física, química e enzimática. Para a análise estatística, foi realizado um delineamento inteiramente casualizado com nível de significância de $p \leq 0,05$ para os diferentes tipos de extração, por outro lado, foram desenvolvidas análises físicas e funcionais do produto obtido. Resultados. Para a extração física, química e enzimática, foram obtidos os seguintes valores: Poder de intumescimento: 5,66%, 8,99%, 12,24%; Temperatura de gelatinização: 73, 70 e 66 ° C; Umidade de 13,82%, 11,90%, 14,61%; Cálcio 4,82%, 5,48%; 2,2%; Amilose: 13,49%; 13,38%; 13,48%; pH: 6,8, 6,85 e 6,80; acidez titulável 2,26; 1,78 e 2,40 finalmente para o fósforo todos apresentaram um valor de 0,11%. Por outro lado, o maior rendimento foi relatado para o processo de extração química com 35,10%. Concluiu-se que o método químico apresenta melhores resultados em termos de desempenho e diversos parâmetros funcionais do produto.

Palavras-chave: Extração; amido; batata chinesa.

Introducción

La papa china es conocida con algunos nombres los mismos que son característicos de cada región de la que procede, como por ejemplo taro, bore, ocumo, quiquisque. todos bajo el nombre científico *Colocasia esculenta*, se caracteriza por ser una planta herbácea, suculenta además perenne que puede llegar a alcanzar hasta 2 m de altura, su cultivo requiere de un clima cálido para garantizar su desarrollo con temperaturas que oscilan entre los 20 y 30 grados centígrados, además de una buena luminosidad; es una planta tropical que requiere altitudes bajas y medianas que no superen los 1000 msnm además de una humedad relativa del 70 al 80%; por otra parte puede soportar periodos de sequía no muy largos. (Rentería 2020 citado en Lara 2014).

La mayor producción se registra en las provincias de: Santo Domingo de los Tsáchilas (vía a Quevedo, vía Chone y vía Esmeraldas), Puyo, Morona Santiago. Este alimento es muy valorado en los mercados internacionales debido a que su cultivo es orgánico, es por esto que los agricultores prefieren destinar su venta tubérculo a empresas que se dedican a la exportación, sin comercializarlo dentro del país. (Rentería 2020 citado en Lara 2014).

Es necesario mencionar que las importaciones de almidón de papa china del 2006 a comparación con otros años aumentaron en el 72%. Las exportaciones de papa sumaron 42 Tm, por un valor FOB USD de 37 mil, a EE. UU., Cuba y España, esto representaría en gran medida posibles ingresos a los productores de papa china tomando en cuenta que se puede obtener diferentes productos derivados considerando que la papa china es un alimento rico en nutrientes además de ser altamente digerible. (Rentería 2020 citado en Lara 2014).

A nivel nacional todos cultivos de papa china conforman un importante ingreso económico sobre todo para los agricultores, ciudadanos de pocos y medianos recursos, lo cual se convierte en un nicho potencial para la creación de nuevas industrias a nivel Nacional, dedicadas a obtención de subproductos como féculas de diferentes fuentes alimenticias para generar mayores ingresos económicos a todos los involucrados en la cadena alimenticia.

Materiales y métodos

Localización y Duración del Experimento

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de procesamiento de Alimentos y de Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el Km 1 ½ panamericana Sur en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. El cual tuvo un tiempo de duración estimado de 90 días.

Se realizaron Pruebas Físicoquímicas como: poder de hinchamiento, temperatura de gelatinización (°C), humedad, amilosa, amilopectina, minerales (calcio y fósforo), acidez titulable, pH y rendimiento, considerando tres tipos de extracción: física (decantación), química (utilización de bases) y enzimática (celulasa SIGMA). (Rentería 2020).

Índice de solubilidad (mg/ml)

Para medir este parámetro se pesaron tubos de centrifuga secos a 60 °C con 1,25 g de almidón (bs) y se agregaron exactamente 30 ml de agua destilada precalentada a 60 °C y agitar (sin

excederse). Se colocó en baño de agua a 60 °C durante 30 minutos; se agitó la suspensión a los 10 minutos de haber iniciado el calentamiento. Se centrifugaron a temperatura ambiente a 4900 RPM durante 30 minutos.

Se decantó el sobrenadante inmediatamente después de centrifugar (máximo un minuto después) y se midió el volumen. Se tomó 10 ml del sobrenadante y se colocó en un vaso de precipitados de 50 ml (previamente pesado). Se secó el sobrenadante en un horno durante toda la noche a 70 °C. Se pesó el tubo de centrífuga con el gel. Se pesó el vaso de precipitados con los insolubles. (Casañas 2009).

Índice de solubilidad en agua (ISA) = (Peso solubles (g) × V × 10) / (Peso muestra (g) bs)

Poder de hinchamiento (mg/ml)

En este parámetro, se pesaron tubos de centrífuga secos a 60 °C con 1,25 g de almidón (bs) y se agregaron exactamente 30 ml de agua destilada precalentada a 60 °C. Se colocaron en baño de agua a 60 °C durante 30 minutos; agitar la suspensión a los 10 minutos de haber iniciado el calentamiento. Se centrifugaron a temperatura ambiente a 4 900 RPM durante 30 minutos. Se decantó el sobrenadante inmediatamente después de centrifugar (máximo un minuto después) y medir el volumen. Se tomó 10 ml del sobrenadante y colocar en un vaso de precipitados de 50 ml (previamente pesado). Se secó el sobrenadante en un horno durante toda la noche a 70 °C. Se pesó el tubo de centrífuga con el gel. Se pesaron el vaso de precipitados con los insolubles. (Oñate 2011).

Poder de hinchamiento = (Peso del gel (g)) / (Peso de la muestra (g) bs - Peso solubles (g))

Temperatura de gelatinización (°C)

En el análisis se pesaron 10 g de almidón (bs), se disolvió en agua destilada y se aforó a 100 ml. Se calentó agua en un vaso de precipitado de 250 ml a 85 °C. Se tomó 50 ml de la suspensión en un vaso de precipitado de 100 ml. Se introdujo el vaso de precipitado con la muestra en el agua a 85 °C. Se agito con el termómetro constantemente la suspensión de almidón hasta que se forme una pasta y la temperatura permanezca estable por unos segundos (Oñate 2011).

Humedad (%)

Utilizando la balanza analítica se pesó 2 gramos en crisoles previamente tarados. Se colocaron la muestra en la estufa a una temperatura de 105 grados centígrados durante 12 horas. Se retiraron los recipientes con la muestra seca de la estufa. Se enfrió en el desecador por 30 minutos, finalmente se procede a secar los crisoles hasta que la muestra seca. Para determinar el contenido de humedad. (INEN 2013).

$$\% \text{ Humedad} = (W2 - W3) / (W2 - W1) * 100$$

Dónde: H= humedad en porcentaje, W1= peso del crisol vacío, W2= peso del crisol más la muestra húmeda, W3= peso del crisol más la muestra seca (5).

Calcio (%)

Se pesaron 20 gramos de muestra en vasos de precipitación, se coloca hidróxido de amonio hasta que la muestra se neutralice (pH 7). A cada una de las muestras se colocó una pisco de negro de eriocromo y se mezcla. En el dispositivo de titulación se colocó la sustancia EDTA. Para finalizar se titularon las muestras hasta el primer cambio de color (violeta). Tomar los datos de la titulación

Fosforo (%)

Se calcinaron muestras de 2 gramos durante 4 horas a 600 grados centígrados. Las muestras se enfriaron, se adiciono ácido clorhídrico 6 N y varias gotas ácido nítrico. Se calentó hasta disolver completamente las cenizas. Se enfriaron y transfirieron a un matraz aforado de 100 ml, y se enraso con agua destilada. Se transfirió con una pipeta, a un matraz de 100 ml, una alícuota que contenga 0,5 – 1,5 mg de fósforo.

Se adicionan 20 ml de reactivo molibdovanadato. Se diluyó la muestra y el reactivo de molibdovanadato a 100 ml. Se dejó desarrollar la coloración durante 10 minutos. Se tomó la lectura de absorbancia a 400 nm, frente a una curva de calibrado para el fosforo. Para la preparación de calibrado se realizó una disolución patrón de almacenamiento, de 2 mg de P/ml pesando 8,7874 gramos de fosfato mono potásico previamente secado a 105 grados centígrados, durante dos horas.

Se transfirió cuantitativamente a un matraz aforado de 1 litro y se añadió aproximadamente, 750 ml de agua destilada hasta disolver. Se diluyó con agua hasta enrasar (refrigerar hasta el momento de su uso). Se preparó una disolución patrón de trabajo de 0, 5, 8, 1, 1.5 ml a matraces aforados de 100 ml, recién enjuagados. (Estos representan, respectivamente 0, 0,5 0,8 y 1,5 mg de fósforo). Se adicionaron 20 ml de reactivo de molibdovanadato a cada uno de los matraces que contienen los patrones. Se enrasó con agua y mezclar bien. Se dejó reposar los matraces durante 10 minutos, para completar el desarrollo de color. Se tomó la lectura de la absorbancia a 400 nm. Utilizar el patrón de 0,0 (el blanco) para establecer el cero del espectrofotómetro (Hernández 2018).

Amilosa y amilopectina (%)

Preparación de la curva estándar de amilosa/amilopectina.

Se pesaron 100 mg de muestra de amilosa y 100 mg de amilopectina en frascos volumétricos de 100 ml. Se agregaron a cada frasco 1 ml de etanol al 95 por ciento y 9 ml de hidróxido de sodio 1 N, tapar y dejar a temperatura ambiente entre 18-24 horas. Se completó a 100 ml con agua destilada. Se preparó la curva estándar de acuerdo a los siguientes valores del Cuadro. En un frasco volumétrico de 100 ml que contenga 50 ml de agua destilada se agregaron una alícuota de 5mL de cada punto de la curva estándar, 1 ml de ácido acético 1 N y 2 ml de solución de yodo al 2 por ciento, mezclar bien y completar a volumen con agua destilada. Se almacenaron los frascos bajo oscuridad durante 20 minutos y leer la densidad óptica a una longitud de onda de 620 nm. (Hernández 2018).

Tabla 1. Cantidades para la elaboración de la curva estándar para amilosa y amilopectina

Amilosa %	Amilosa (ml)	Amilopectina (ml)	NaOH 0.09N (ml)
0	0	18	2
10	2	16	2
10	4	14	2
25	5	13	2
30	6	12	2

pH

Para medir el pH de la fécula, Se calibro el medidor de pH con las soluciones tampón pH 4,0 y pH 7,0. Se mezcló 20,0 g de almidón en base seca con 100 ml de agua destilada durante 15 minutos. Se filtraron a través de un papel filtro. Se tomó una alícuota y se midió el pH. (INEN. 1985)

Acidez titulable (%)

Para medir la acidez se realizó lo siguiente: Se llenó en una bureta con una solución de hidróxido de sodio a 1 N previamente preparado. Se mezcló 20,0 g de almidón en base seca con 100 ml de agua destilada (previamente hervida para eliminar el CO₂) durante 15 minutos. Se tomaron 50 ml del filtrado y se tituló con hidróxido de sodio 0,1 N utilizando fenolftaleína como indicador (aprox 3 gotas). Se tomó lectura en la bureta (el gasto). Se calculó la cantidad de hidróxido de sodio gastado para neutralizar la acidez de la muestra.(INEN 2015)

Resultados

Evaluación de los parámetros fisicoquímicos de la fécula de papa china (*Colocasia esculenta*) mediante tres métodos de extracción.

Tabla 2: Análisis de las variables físico químicas en los métodos de extracción.

Variables físico-químicas	Métodos de Extracción		
	Física	Química	Enzimática
Índice de solubilidad	9,51 b	0,32 a	11,08 c
Poder de hinchamiento	5,66 a	12,24 c	8,99 b
°T Gelatinización	73 c	66 a	70 b
Humedad	13,821 b	14,613 b	11,9 a
Calcio	4,82 b	2,2 a	5,48 c
Fosforo	0,11 b	0,11 b	0,11 a
Amilosa	13,49 b	13,38 a	13,48 b
Amilopectina	85,95 a	86,05 b	85,95 a
pH	6,81 b	6,85 c	6,8 a
Acidez titulable	2,26 b	1,78 a	2,4 c

Prob. > 0.05 no presentan diferencias estadísticas entre medias.

Prob. < 0.05 presentan diferencias significativas entre medias.

Prob. < 0.01 presentan diferencias altamente significativas entre media.

Medias con letras diferentes difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 0.05% de confiabilidad

Análisis Físicoquímicos

Índice de solubilidad (mg/ml)

Se reportaron diferencias altamente significativas con un nivel de significancia del $p \leq 0,05$, los valores en cuanto al índice de solubilidad según la tabla 11-3 fueron de 9,51 para el método físico (decantación), 11,80 para el método enzimático y 0,32 para el método químico. El índice de solubilidad muestra la cantidad de sólidos disueltos por el agua cuando una muestra de almidón se somete a una demasía de líquido; es por esto que el método se consideró como el mejor tratamiento en caso de que se requiera realizar pastas y harinas pues almidones de buena calidad tendrán una baja solubilidad ya que las partículas no se difunden en el solvente y se hincha para poder gelatinizar; así mismo almidones con un alto índice de solubilidad serían los mejores para realizar jarabes de glucosa por hidrólisis de almidón ya que este tipo de almidones obtendrían un alto índice de solubilidad lo cual indicaría la capacidad de una sustancia para disolverse en otra; esto también se liga con la presencia de moléculas de almidón solubles, lo cual se vincula con la dextrinización. La fécula de maíz tiene un promedio de 4,8% este es bajo a comparación con el método químico y enzimático de la fécula de papa china. En cuanto a sus referencias los valores de todos los tratamientos cumplen con los rangos referenciales de solubilidad. (Rentería 2020 citado en Díaz 2014; Oñate 2012).

Poder de hinchamiento (mg/ml)

Se reportaron diferencias altamente significativas con un nivel de significancia del $p \leq 0,05$ los valores en cuanto al poder de hinchamiento fueron de 5,66 para el método de decantación, 8,99 para el método enzimático y 12,24 para el método químico; este último se consideró como el mejor tratamiento. Poder de hinchamiento se define con la capacidad que tiene el almidón para absorber el agua, esta es una cualidad del contenido de amilopectina, porque la amilosa actúa como diluyente e inhibidor del hinchamiento es por esto que almidones de buena calidad tendrán un alto poder de hinchamiento por su capacidad de inflarse una vez combinados con un disolvente (agua), para la realización de gelificantes, espesantes, emulsificantes, etc (10). En

cuanto a las referencias de los valores de todos los tratamientos cumplen con los rangos referenciales. (Rentería 2020 citado en Díaz 2014; Oñate 2012).

Temperatura de gelatinización (°C)

Se reportaron diferencias altamente significativas con un nivel de significancia del $p \leq 0,05$, los valores en cuanto a la temperatura de gelatinización fueron de 73 grados centígrados para el método de decantación, 70 grados centígrados para el método enzimático y 66 grados centígrados para el método químico; estas temperaturas son similares a las reportadas de 72,5 grados centígrados en papa china (7). Sin embargo otro estudio manifestó 55 y 54 grados centígrados para otras variedades como la blanca y morada (2), los rangos referenciales de almidón son de 57,5 – 70 grados centígrados (2). Las temperaturas de gelatinización bajas se determinan con el pequeño tamaño del gránulo, esto disminuye una baja penetrabilidad del agua dentro del gránulo y por lo tanto menores temperaturas de gelatinización. Por lo cual el mejor tratamiento en cuanto a temperatura de gelatinización fue el tratamiento químico según el gráfico 3-3 ya que presentó una menor temperatura en cuanto a los demás tratamientos y por ende un menor tiempo al momento de gelatinizar el almidón. (Rentería 2020 citado en Díaz 2014; Oñate 2012).

Humedad (%)

Se reportaron diferencias altamente significativas con un nivel de significancia del $p \leq 0,05$, en el tratamiento enzimático 11,90 por ciento, en cuanto al método químico con un valor de 14,61 por ciento y 13,82 por ciento para el método físico (decantación), respectivamente. Los valores de humedad es el porcentaje de agua que contiene un alimento, siendo este un parámetro importante a la hora de controlar una posible contaminación microbiana (mohos y levaduras) ya que estarían en un ambiente adecuado para el crecimiento de los mismos. El valor máximo de humedad permitido es de 14,15 por lo tanto los valores obtenidos en porcentaje de humedad están en el rango de la norma. El porcentaje de humedad de otros tubérculos son de: 9,48 por ciento para yuca, 9,83 por ciento para camote, 9,9 por ciento para maíz y 19 por ciento en papa. Por ende el mejor tratamiento fue el enzimático por lo que presentó un menor porcentaje de humedad lo cual representaría menores posibilidades de contaminación por microorganismos

(mohos y levaduras) por lo tanto se sugiere aumentar el tiempo de secado de la fécula para bajar la humedad del mismo ya que todos los tratamientos trabajaron con los mismos parámetros de secado. (Rentería 2020 citado en Óscar 2013; López 2013).

Calcio (%)

Se reportaron diferencias altamente significativas con un nivel de significancia del $p \leq 0,05$, los valores en cuanto al porcentaje de calcio, el valor inicial fue de 4,82 por ciento para el método de decantación, 2,2 por ciento para el método químico y 5,48 por ciento para el método enzimático; con un valor similar que el almidón de papa tradicional con un 4 por ciento y papa criolla con un 7 por ciento. En comparación con almidón de maíz con un 0,88 por ciento; 0,82 en almidón de yuca; 0,94 en almidón de sorgo y 0,88 en almidón de arroz. Se puede afirmar que el mejor tratamiento fue el enzimático según el gráfico 5-3 ya que presenta una mayor cantidad de calcio ya que este es un mineral importante para varios procesos que el organismo necesita como la formación de huesos, dientes, la contracción muscular, el funcionamiento del sistema nervioso y ayuda en la coagulación de la sangre, etc. (Rentería 2020 citado en Espinoza 2012; Óscar 2013).

Fosforo (%)

Se reportaron diferencias significativas con un nivel de significancia del $p \leq 0,05$, en cuanto al porcentaje de fosforo según, los valores reportados para los tres tratamientos fueron de 0,11. El fósforo presente en el almidón, tiene un efecto importante en todos los alimentos que lo tienen, ya que proporciona una mayor estabilidad al descongelamiento, así como mayor claridad en pastas. La presencia de fósforo en los almidones obtiene un efecto aumentando el poder de hinchamiento y la claridad en geles de almidón. En comparación con diferentes tipos de almidones el porcentaje de fósforo varían entre, almidón de maíz con un 0,51 por ciento; 0,56 en almidón de yuca; 0,59 en almidón de sorgo y 0,60 en almidón de arroz. (Rentería 2020 citado en Espinoza 2012; Díaz 2014).

Amilosa y amilopectina (%)

Se reportaron diferencias altamente significativas con un nivel de significancia del $p \leq 0,05$ los valores en cuanto a la Amilosa y Amilopectina, fueron de 13,49 por ciento en amilosa y 85,95 por ciento en amilopectina para el método de decantación, 13,38 por ciento en amilosa y 86,05 por ciento en amilopectina para el método químico finalmente 13,48 por ciento en amilosa y 85,95 por ciento en amilopectina para el método enzimático según el grafico 7-3. Un grano o tubérculo con mayor contenido de amilosa son más bien secos y al tener una baja absorción, se creará un bulo alimenticio seco como para la elaboración de pastas y por el contrario, si tiene más amilopectina serán mayormente húmedos y estarán más pegados entre sí como para la elaboración de espesantes; en este caso el mejor tratamiento dependerá de las características deseadas, para escoger un tipo u otro. En comparación con diferentes tipos de almidón tenemos el maíz con un 28 por ciento de amilosa y 72 por ciento de amilopectina; papa tradicional con un 21 por ciento y 79 por ciento de amilopectina; trigo con un 28 por ciento de amilosa y 72 por ciento de amilopectina; yuca con un 17 por ciento de amilosa y 83 por ciento de amilopectina; sorgo con un 28 por ciento de amilosa y un 72 por ciento de amilopectina; finalmente en arroz con un 17 % de amilosa y 83 % de amilopectina. (Rentería 2020 citado en Dávila 2014).

pH

Se reportaron diferencias altamente significativas con un nivel de significancia del $p \leq 0,05$ los valores en cuanto al pH fueron de 6,8 para el método de decantación, 6,85 por ciento para el método químico y 6,80 para el método enzimático según el grafico 8-3. El valor del pH es una buena medida para estandarizar el grado de fermentación de un almidón ya que señala el grado de acidez o basicidad de un almidón. El pH baja a 4,0 cuando ocurre una fermentación ácida pero cuando el pH aumenta existe un crecimiento de hongos que liberara amoníaco el rango permitido es de 5 – 7 por lo que los valores de los tratamientos de extracción están dentro de las especificaciones de la norma. (Rentería 2020 citado en FAO 1999; Posligua 2016).

Acidez titulable (%)

Se reportaron diferencias altamente significativas entre tratamientos con un nivel de significancia del $p \leq 0,05$, los valores en cuanto acidez titulable fueron de 2,26 para el método de decantación,

1,78 para el método químico y 2,40 para el método enzimático como se muestra en el gráfico 9-3. La acidez es una medida de la cantidad de ácidos orgánicos presentes en la muestra. Acidez titulable del almidón de ñame o papa china obtuvo un valor de 1,60 – 1,90 indicando que el tratamiento químico se obtuvo un valor similar (Rentería 2020 citado en Casañas 2009, INEN 2015).

Rendimiento (%)

El mejor valor reportado con el mayor rendimiento fue el tratamiento químico con un 35.10% a diferencia de los demás tratamientos con valor de 35.00% en cuanto al tratamiento enzimático y 34.80 % en cuanto al tratamiento físico (decantación). (Rentería 2020)

Conclusiones

Se obtuvo fécula de papa china por tres diferentes métodos, el primero por extracción física (decantación), el segundo por extracción química (hidróxido de sodio) y el tercero por extracción enzimática (enzimas Celulasas Sigma C1184).

En cuanto a los análisis físicos químicos podemos afirmar que el tratamiento por extracción química fue el que presentó mejores características en cuanto al índice de solubilidad con un 0,32%, poder de hinchamiento de 12,24% y una temperatura de gelatinización de 66 grados centígrados, así mismo el tratamiento por extracción enzimática fue el mejor en cuanto a humedad con un 11.90%, calcio con un 5,48% y con un pH de 6,8 respectivamente. En el análisis microbiológico todos los tratamientos no presentaron microorganismos (mohos y levaduras). Finalmente el mayor rendimiento de fécula corresponde al tratamiento químico teniendo un valor de 35,10%.

Referencias

1. Casañas. Análisis del almidón. Guía para análisis de almidón. 2009:1-30.
2. Díaz, Barrera. Determinación de las propiedades físicas, químicas, tecno funcionales y la estabilidad en congelación/descongelación del almidón de cuatro variedades de solanum tuberosum ssp. andigenum (papa nativa). Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos. 2014; 2, (3):1-39.

3. Dávila F. Determinación de los parámetros para la extracción de almidón del plátano bellaco (*Musa paradisiaca*). *Revista de investigación Universitaria*. 2014; 3, (2):23-28.
4. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 0777. Humedad. INEN. 1985; 2.
5. Espinoza R. Relación entre el contenido de fósforo y algunas propiedades térmicas y reológicas en almidón de papa nativa de Chiloé. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*. 2012; 2, (3):11-12.
6. FAO. Análisis fisicoquímico del almidón. Guía técnica para la producción y análisis de almidón de Yuca. 1999; 140, (3):61-134.
7. Hernández M. Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 2008; 28, (3):718-726.
8. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica Ecuatoriana INEN 616. Análisis para Almidones de trigo. INEN. Análisis. 2015; 2, (3):3-4.
9. López L. Determinación del porcentaje de humedad, soluble e insoluble en agua de la fibra de *Carludovica Palmata* (paja toquilla). *Revista colombiana*. 2013; 16, (1):23-27.
10. Lara S., et al. Análisis de mercado para la exportación de papa china-malanga, producida en el Ecuador para el consumo en el mercado estadounidense. FAO. 2014; 1, (3):5-8.
11. Posligua R., et al. Proyecto de inversión para la elaboración y comercialización de un snack artesanal a base de papa china orgánica para el consumo en el mercado guayaquileño. *Revista colombiana de química*. 2016; 8, (4):7-14.
12. Oñate M., et al. Relación entre algunas propiedades fisicoquímicas y térmicas de gelatinización y retrogradación en almidón de papa nativa de Chiloé. *Revista química*. 2012; 4, (8):25-50.
13. Oscar H.P.C., et al. Caracterización estructural y térmica de almidones provenientes de diferentes variedades de papa. *Acta Agronómica*, 2013; 62, (4):289-295.
14. Rentería A. Obtención de fécula de papa china (*Colocasia esculenta*) mediante tres métodos de extracción, 2020.