

Prototipo derivado de los prebióticos del yacón para problemas digestivos y diabetes

Yuneidys Mariet Oñate Perpiñan¹

yuneidys.onate@unad.edu.co

<https://orcid.org/0000-0003-0551-1427>

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)
Colombia

RESUMEN

La tendencia actual es una alimentación saludable que contenga elementos naturales beneficiosos para la salud; por tanto el proyecto de investigación tuvo como objetivo diseñar un prototipo en polvo, que contenga un edulcorante rico en fibra mediante la extracción de los prebióticos presentes en un tubérculo conocido como “Yacón”, su nombre científico es *Smallanthus sonchifolius*, con la finalidad de mejorar la salud de personas con problemas con problemas digestivos y diabetes en Colombia. Por lo anterior se planteó el aprovechamiento de los beneficios de este tubérculo, que se cultiva en la región andina, ya que contiene prebióticos como son la inulina y fructooligosacárido (azúcares naturales) conocidos también como FOS. El cuerpo humano no puede digerir estos compuestos, pero al consumirlos ayudan al sistema digestivo y fortalece el sistema inmunológico. Una alternativa para dar un uso diferente a este tubérculo es crear un producto tipo edulcorante con contenido de fibra y bajos en calorías que sean aptos para diabéticos y personas que sufran problemas digestivos. Este producto podría ser comercializado de forma exitosa al interior del país. Para la ejecución del proyecto de investigación se desarrollaron tres fases: **Fase 1:** se realizó la caracterización fisicoquímica del yacón y determinaron los beneficios de los prebióticos (inulina y fructooligosacáridos) presentes en él. **Fase 2:** se realizó el proceso de extracción de los prebióticos. **Fase 3:** se estableció la forma de industrializar y aprovechar los prebióticos (inulina y los fructooligosacáridos) que se encuentran en el Yacón. Esta investigación se caracterizó por ser de tipo mixto (exploratorio, descriptivo, experimental y correlacional), inicialmente la investigación inició como exploratoria y fue transformándose a medida que avanzó la investigación en descriptiva, experimental y correlacional. Las técnicas utilizadas fueron de observación, experimental y documental. Como resultados y conclusiones determinamos la composición fisicoquímica del yacón analizando el porcentaje de materia seca, humedad, azúcares reductores y fibra, evidenciándose que estos parámetros se encontraban dentro de los rangos establecidos por estudios realizados por diferentes autores. Por otra parte por el método de extracción del secado se determinó que se pueden obtener los prebióticos contenidos en el yacón como son la inulina y los fructooligosacáridos y además se pudo determinar a través de otras técnicas a nivel industrial como son el ultrasonido, la hidrólisis ácida, el secado y pulverizado de la materia prima (yacón) se pueden obtener los prebióticos presentes en el yacón (inulina y los fructooligosacáridos) como edulcorantes y fibra presentes.

Palabras Claves: Inulina; yacón; extracción; prototipo; fructooligosacárido(FOS).

¹ Autor Principal

Prototype derived from yacon prebiotics for digestive problems and diabetes

ABSTRACT

The current trend is a healthy diet that contains natural elements that are beneficial to health; Therefore, the research project aimed to design a prototype powder, which contains a sweetener rich in fiber by extracting the prebiotics present in a tuber known as "Yacón", its scientific name is *Smallanthus sonchifolius*, with the purpose of improving the health of people with digestive problems and diabetes in Colombia. Therefore, the use of the benefits of this tuber, which is cultivated in the Andean region, was proposed, since it contains prebiotics such as inulin and fructooligosaccharide (natural sugars) also known as FOS. The human body cannot digest these compounds, but consuming them helps the digestive system and strengthens the immune system. An alternative to give this tuber a different use is to create a sweetener-type product with fiber content and low in calories that are suitable for diabetics and people who suffer from digestive problems. This product could be successfully marketed within the country. For the execution of the research project, three phases were developed: Phase 1: the physicochemical characterization of the yacon was carried out and the benefits of the prebiotics (inulin and fructooligosaccharides) present in it were determined. Phase 2: the extraction process of the prebiotics was carried out. Phase 3: the way to industrialize and take advantage of the prebiotics (inulin and fructooligosaccharides) found in Yacón was established. This research was characterized by being of a mixed type (exploratory, descriptive, experimental and correlational), initially the research began as exploratory and was transformed as the research progressed into descriptive, experimental and correlational. The techniques used were observation, experimental and documentary. As results and conclusions, we determined the physicochemical composition of yacon by analyzing the percentage of dry matter, moisture, reducing sugars and fiber, evidencing that these parameters were within the ranges established by studies carried out by different authors. On the other hand, by the drying extraction method, it was determined that the prebiotics contained in the yacon can be obtained, such as inulin and fructooligosaccharides and it could also be determined through other techniques at the industrial level such as ultrasound, acid hydrolysis, the drying and pulverizing of the raw material (yacon) can obtain the prebiotics present in yacon (inulin and fructooligosaccharides) as sweeteners and fiber present.

Keywords: *inulin; yacon; extraction; prototype; fructooligosaccharide (FOS).*

Artículo recibido 20 junio 2023

Aceptado para publicación: 20 julio 2023

INTRODUCCIÓN

Existe un tubérculo cuyo nombre científico es *Smallanthus Sonchifolius* y se conoce como yacón. Es una raíz comestible que se cultiva en la región andina y tiene un alto contenido de agua entre el 83 % al 90 % del peso fresco de la raíz. Además, contiene aproximadamente el 90 % del peso seco de las raíces recién cosechadas en forma de carbohidratos, de los cuales los fructooligosacáridos (FOS) representan entre el 50 % al 70 %. El resto son carbohidratos como la sacarosa, la fructosa y la glucosa (Lachman et. al, 2003). La inulina también se encuentra dentro de sus componentes, que son un tipo de fibra soluble que el cuerpo no puede digerir, de ni asimilar y actúan como un azúcar natural con un poder endulzante menor al que maneja el cuerpo humano (Zuraire, 2007).

Seminario et. al. (2003), afirman en su estudio que el componente principal del yacón son los fructooligosacáridos (FOS), un tipo de azúcar natural de baja digestibilidad que aporta pocas calorías al cuerpo humano. Debido a que no aumenta la glucosa en la sangre, las personas diabéticas pueden ingerirlo y puede ser una excelente alternativa a las dietas hipocalóricas.

Por lo anterior se plantea una alternativa para dar un uso diferente a este tubérculo, que es el diseño de un producto enfocado en los endulzantes naturales bajos en calorías, aptos para diabéticos y con contenido en fibra, producto que podría ser comercialmente exitoso en Colombia, ya que sería una idea novedosa en el territorio.

Basados en lo anterior, el objetivo principal de esta investigación es diseñar un prototipo en polvo que contenga un endulzante natural y fibra, a través de la extracción de prebióticos encontrados en el Yacón, para contribuir con la salud de las personas en Colombia que sufren de problemas digestivos y diabetes. Los tubérculos de yacón tienen propiedades prebióticas, como la inulina y los FOS, que pueden usarse para preparar una variedad de alimentos productos lácteos, pastelería y panadería, pates, entre otros (Manning y Gibson, 2004).

Para lograr este objetivo, el proyecto se desarrolló en tres (3) fases, en la I fase se identificaron los beneficios que brinda los prebióticos (inulina y los fructooligosacáridos) presentes en el Yacón y se efectuó la caracterización fisicoquímica del yacón, en la II fase se realizó el proceso de extracción de los prebióticos por el método del secado y, por último, en la III fase se estableció cómo se puede

industrializar y aprovechar los prebióticos (inulina y los fructooligosacáridos) presentes en el Yacón como fibra y edulcorantes por sus beneficios a la salud.

METODOLOGÍA

La investigación fue de tipo mixto, ya que abarca un estudio Documental, exploratorio, descriptivo, experimental y correlacional, que inicialmente la investigación arranca como exploratoria y va transformándose a medida que se desarrolla la investigación en descriptiva, experimental y correlacional. Lo anterior será determinado por los resultados obtenidos durante el desarrollo de esta.

La presente investigación utilizó un enfoque metodológico mixto (documental, exploratorio, descriptivo, experimental y correlacional), porque los datos cuantitativos y cualitativos se recolectaron, analizaron y conectaron en el mismo estudio para responder al planteamiento del problema

Diseño Documental: Según Arias (2012), la investigación documental es un proceso basado en la búsqueda recolección de datos secundarios que son obtenidos y recopilados por otros investigadores en documentos impresos, audiovisuales o electrónicos. El objetivo de este diseño es descubrir algo nuevo.

Diseño Exploratorio: El objetivo de un diseño exploratorio es plantear un problema con el fin de permitir que una investigación sea más detallada, y se crea una hipótesis del problema a investigar (Vásquez, 2016).

Diseño transversal Descriptivo: De acuerdo con Huairé (2019), la investigación descriptiva consiste en evaluar la relevancia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población.

Diseño Experimental: Durante el estudio experimental sirve para encontrar y medir las causas de un efecto. Basados en la manipulación deliberada de una o más variables relacionadas con la causa y así determinar su impacto en otra variable de interés (Huairé, 2019).

Diseño transversal Correlacional: Según Huairé (2019), este tipo de diseños describe cómo se relacionan en un momento determinado dos o más categorías, conceptos o variables.

Este tipo de métodos nos permitieron no solo cuantificar datos, si no también experimentar con ellos, esto es esencialmente útil para obtener datos matemáticos, además hacer experimentación con ellos.

Se realizó la determinación de la población, muestra y tamaño con base en la materia prima:

Población: Materia prima (yacón)

Muestra: Prebióticos presentes en el yacón

Individuo: Inulina y fructooligosacárido – FOS

Tipo de muestreo: Se utilizó un muestreo probabilístico aleatorio simple, lo que significa que todas las personas en la muestra tendrán las mismas probabilidades de ser seleccionadas. Lo anterior garantiza la representatividad de la muestra recolectada.

Tamaño de la muestra: Se aplicó a las variables cuantitativas para estimar promedios.

Se debe calcular cuánto yacón se debe tomar como muestra para realizar los análisis fisicoquímicos teniendo un nivel o porcentaje de confianza (95%), factor de distribución 1,96; el porcentaje o margen de error (10%), con una desviación estándar de (5%), determinamos el tamaño de la muestra, según el siguiente modelo:

$$n = Z^2 \sigma^2 / E^2$$

Donde:

n: tamaño de la muestra,

σ : desviación estándar,

Z: nivel de confianza,

mientras que el nivel de error dispuesto a cometer es E.

Reemplazando en la fórmula anterior los datos anteriores, obtenemos que el tamaño de muestra es el siguiente:

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2}{E^2} = \frac{(1,96)^2 (0,05)^2}{(0,10)^2} = 1$$

Por lo anterior el tamaño de la muestra de yacón sería un tubérculo para realizar los análisis fisicoquímicos con una muestra de mínimo 300 gr.

Para la recopilar los datos se aplicaron los siguientes métodos, técnicas e Instrumentos:

- a) **Caracterización fisicoquímica:** La caracterización fisicoquímica del yacón fue realizada por el laboratorio Bioquilab., donde se determinó el porcentaje de materia seca, humedad, azúcares reductores y fibra cruda presentes en la materia prima.
- b) **Parte experimental:** Fue realizada en el laboratorio multipropósito de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), donde se realizaron tres replicas para las respectivas pruebas.

- c) **Análisis de los resultados:** se empleó el programa de Microsoft Excel, para analizar los resultados, donde determinamos la influencia de la temperatura, mediante la técnica del secado para extraer los prebióticos contenidos en el yacón.
- d) **Encuesta en línea:** Se empleó una encuesta en línea con el fin de evaluar el grado de conocimiento, aceptación y diseño del prototipo del tubérculo.

Se realizó una encuesta en línea para determinar el nivel de conocimiento, aceptación y diseño del prototipo del tubérculo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase 1:

Determinaron los beneficios de los prebióticos y caracterización fisicoquímica del yacón.

- a) **Beneficios de los prebióticos presentes del Yacón:** Mediante la revisión de fuentes documentales sobre estudios previos se identificaron los beneficios que brinda los prebióticos presentes en el Yacón, los cuales se describen en la tabla 1, que pueden ser aprovechados por personas que presentan problemas digestivos y de diabetes.
- b) **Análisis fisicoquímicos:** Con la realización de los análisis fisicoquímicos, se identificaron: porcentaje de materia seca, humedad, azúcares reductores y fibra cruda presentes en el yacón, los resultados se detallan en la tabla 2. A continuación se describen los resultados:
- **Análisis de porcentaje de Materia Seca:** De acuerdo a Kamp et al. (2019), quien identifico que el contenido de materia seca de las raíces del yacón puede oscilar entre 10.4 % a 17.7%. En la tabla 2, se puede observar que el 13,3% corresponde a la materia seca presente en la muestra evaluada, y cumple con los parámetros establecidos por los autores.
 - **Análisis de porcentaje de Humedad:** Según González (2009), la humedad es un factor importante para determinar la estabilidad del tubérculo en condiciones de almacenamiento y por su relación con el contenido de materia seca, el contenido de agua debe estar comprendido entre el 70 y 93%. En la tabla 2 observamos que la muestra de yacón analizada arrojo un resultado del 86,7% encontrándose dentro del rango establecido.
 - **Análisis de porcentaje Azúcares Reductores:** Ato (1986) y Woolfe, (1987) describen en sus estudios que las concentraciones máximas de niveles de azúcares reductores deben oscilar entre

el 0.25% a 0,4% por peso fresco, para que los tubérculos puedan ser utilizados. Los resultados descritos en la tabla 2, observamos que la muestra analizada contenía el 2,13% de azúcares reductores presentes en el yacón.

- **Análisis de porcentaje de Fibra cruda:** De acuerdo con González (2009), el porcentaje de fibra cruda puede oscilar entre 0,4 y 1,7%. En la tabla 2, observamos que la muestra de yacón analizada arrojó un resultado del 0,4% encontrándose dentro del rango establecido.

Fase 2.

Proceso de extracción de los prebióticos

Método de extracción: La parte experimental se desarrolló en el laboratorio multipropósito en de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Se realizó el método de extracción de prebióticos contenidos en el yacón a través de la técnica del secado, realizando tres (3) replicas. En la tabla 3 y 4 presentamos los resultados obtenidos de la parte experimental.

- **Caracterización física:** A las muestras de yacón se les realizó un análisis morfológico que comprendía: peso (g), color de la pulpa, color de la cáscara y longitud de la raíz (cm), como se evidencia en la tabla 3.
- **Influencia de la temperatura de secado:** En la tabla 4 se puede observar la influencia de la temperatura en el principio activo del producto. Se realizó una curva de secado con una temperatura de 90°C, con el fin de obtener en que tiempo la muestra presentara una humedad inferior al 20%.

Se evidencia en la gráfica No. 1 que el rendimiento de la extracción de prebióticos presentes en el yacón, a través del método del secado (imagen 1), fue más eficiente en la muestra de materia prima 3, ya que presentó una humedad del 17%, es decir inferior al 20%. Las condiciones óptimas de extracción fueron: tiempo de extracción: 10 hrs con una temperatura constante: 90 °C

Diseño del prototipo: A fin de determinar cuál sería la presentación del prototipo, se diseñó como instrumento de medición una encuesta, la cual contenía preguntas cerradas y preguntas abiertas. Las preguntas cerradas proponen las opciones que tendrá que responder los encuestados que solo deberá optar entre una de ellas. Las preguntas abiertas proporciona a los encuestados que describan sus respuestas en un espacio para comentarios y no se le brindan opciones de respuesta específicas preestablecidas. Se estableció un límite de diez preguntas en total.

El modelo de encuesta se puede consultar mediante el siguiente enlace:
<https://docs.google.com/forms/d/1W0NHiraoL516fTwWtdJmehtRp7SVyyT8yHoTqQiuMY/edit?usp=sharing>

En la pregunta 9. De la encuesta **¿Cómo le gustaría utilizar el producto para la preparación de sus alimentos?:** Se determinó la presentación del producto, pudimos observar en la siguiente gráfica 2 que, de 48 personas que fueron encuestadas, el 72,9% (35 personas), manifestaron que le gustaría la presentación del producto en polvo, el 20.8% que corresponde a 10 personas le gustaría de forma granulada y el 6.3% en forma de capsulas (3 personas)

Fase 3.

Se estableció la forma de industrializar y aprovechar los prebióticos (inulina y los fructooligosacáridos) presentes en el yacón.

Mediante la revisión de fuentes documentales sobre estudios previos de varios autores enfocados en este tema como se detalla en la tabla 14, se determinó que la industrialización de Yacón con el fin de aprovechar los FOS y la inulina como un edulcorante se puede realizar mediante el uso de diferentes técnicas como la hidrólisis ácida, liofilización, secado y el ultrasonido, evidenciándose que esta última técnica es donde se obtiene un mayor rendimiento en la extracción del producto, ya que es un medio efectivo que facilitar la extracción de los prebióticos por su simplicidad, eficacia y bajo costo.

ILUSTRACIONES, TABLAS, FIGURAS.

Tabla 1. Beneficios de los prebióticos presentes del Yacón

Autor	Beneficios
Manrique, 1993	La fibra presente en el yacón, aumenta la motilidad intestinal y la depuración del organismo, corrigiendo el estreñimiento
	Los prebióticos presentes en el yacón (inulina y FOS) aporta poca cantidad de calorías (1-1.5 kcal/g), con lo cual es posible incorporarlo a una dieta baja en calorías, permitiendo consumir más volumen con menos aporte calórico.
	El yacón posee propiedades para bajar el nivel de triglicéridos y colesterol (LDL) en la sangre
	Mejora la asimilación de calcio
	Restaura la población de bacterias benéficas de la microflora intestinal y reduce el riesgo de cáncer de colon.

	Los FOS presentes en el yacón, promueve la síntesis de ácido fólico y vitaminas del complejo B
	Por su contenido en fibra y especialmente inulina, el yacón brinda saciedad, reduciendo el hambre.
Lara, 2011	La inulina es un prebiótico que aporta beneficios a la salud donde se reporta la disminución de riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer de colon y enfermedades relacionadas al tracto gastrointestinal.
	Sus componentes antioxidantes, evitan la formación de radicales libres y mejoran la utilización de las grasas para obtener energía.
	El yacón tiene la propiedad de aumentar los niveles de insulina, disminuyendo el azúcar en la sangre. controlar los niveles de glucosa en sangre por el contenido de prebióticos (inulina y FOS).
Gimeno, 2004	El yacón se puede considerar como una alternativa a los azúcares naturales y sintéticos por su capacidad endulzante.
	Otros efectos fisiológicos, tanto en el colon como sistémicas es que los FOS ayudan a mejorar absorción de calcio y magnesio. lo que repercute positivamente en la salud de los huesos y dientes, entre otros.
	Tecnológicamente los FOS se utilizan como texturizantes, ligantes de agua y, sobre todo, como sustitutivos de las grasas y azúcares (juntamente con edulcorantes), lo que sirve para dar consistencia a distintos «productos bajos en calorías».
	En general, se acepta que se debe consumir más de 2 g diarios de estos FOS para percibir sus efectos prebióticos, lo que es difícil de conseguir con una dieta convencional.
Niness, s.f.	Los FOS pueden ser usados por la industria alimentaria como una alternativa de la sacarosa o como una fibra dietética saludable.

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Tabla 2.

Características fisicoquímicas

Análisis Fisicoquímicos	Porcentaje (%)
Materia seca	13,3
Humedad	86,7
Azúcares reductores (FOS)	2,13
Fibra cruda	0,49

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Tabla 3.

Características morfológicas del yacón

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Peso	416 gr	515 gr	508 gr
Color de la pulpa	Crema	Crema	Crema
Color de la cáscara	Marrón	Marrón	Marrón
Longitud	25 cm	18.5 cm	15 cm

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Tabla 4.

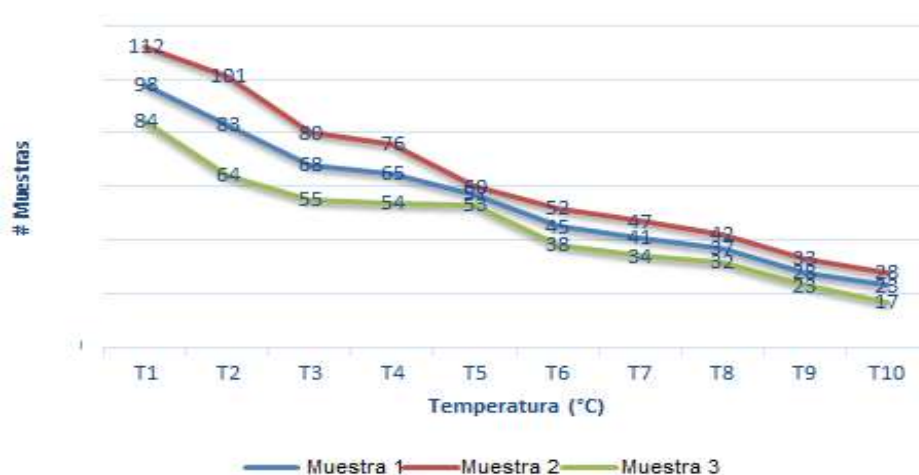
Valores de peso de la muestra (gramos) a diferentes tiempos (horas)

Muestra	Peso (g) de la muestra después del filtrado	Tiempo (hrs)/ Peso (g)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	107	98	83	68	65	57	45	41	37	28	23
2	117	112	101	80	76	60	52	47	42	33	28
3	97	84	64	55	54	53	38	34	32	23	17

Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Gráfica 1.

Influencia de la temperatura de secado



Fuente: Elaboración propia, (2021).

Imagen 1.

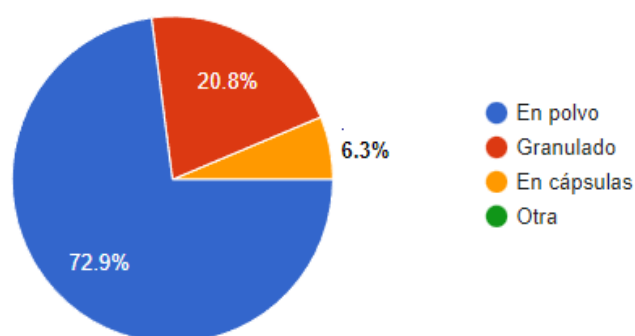
Muestras del secado del Yacón



Fuente: Elaboración Propia, (2021).

Gráfica 2.

¿Cómo le gustaría utilizar el producto para la preparación de sus alimentos?



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Tabla 5.

Técnicas para la extracción de prebióticos del yacón

Técnicas	Descripción
Ultrasonido	Se ha demostrado que la técnica de ultra sonido es efectiva para ayudar a la extracción de prebióticos por su eficacia, simplicidad y bajo costo. El análisis económico realizado fue a 100 kg de materia prima a procesar por día y mostró un VAN favorable de 200,05, una TIR de 40 % y un tiempo de recuperación del capital de 19 meses. El rendimiento de la extracción de prebióticos fue de un 18% en 100 kg de materia prima de yacón, con un tiempo de extracción de 24 minutos, una temperatura de 352 °K y una relación solvente/materia prima de 6,9. (Álvarez et al., 2019, p.37)

Secado	Después de secar el extracto, se obtuvo un rendimiento del 17.3%, lo que equivale a aproximadamente 86.5 g/500 g de yacón. Las pérdidas que se presentaron durante el trabajo experimental pueden ser la causa de esta diferencia de rendimiento frente a la lectura refractométrica. Esta diferencia es más significativa porque se trata de un proceso a escala de laboratorio. (Arango et al., 2008).
Liofilización	La liofilización es una técnica en la que el agua se elimina de una solución congelada por sublimación bajo presión reducida, dando lugar a productos secos de alta calidad (Ratti, 2001). En este proceso, sabores, olores y contenido nutricional en general permanece sin cambios, sin embargo, es costoso y requiere mucho tiempo (Castro, Teixeira, y Kirby, 1997).
Hidrólisis ácida	La elaboración del edulcorante con esta técnica se propuso realizarlo durante cuatro días al mes por ser más eficiente y económicamente viable. Se produce 12,80 kg/h de edulcorante requiriendo 7,2 kg/h de yacón para cumplir con la demanda establecida de producto. El ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄) dio los mejores resultados al 97%. pH 2, tiempo de 39 minutos y temperatura de 88,4°C y con un pH de 3 en ácido clorhídrico (HCl), un tiempo de 30 minutos y una temperatura de 70 °C (Barreto, 2019).

Fuente: Elaboración Propia (2021).

CONCLUSIONES

En cuanto a las características fisicoquímicas y composicional del yacón, como la determinación del porcentaje de materia seca, humedad, azúcares reductores y fibra, se pudo determinar que la composición fisicoquímica del yacón se encontraban dentro de los rangos establecidos por los diferentes autores y confirmo que su composición depende del estado de madurez el tubérculo y almacenamiento del producto después de la cosecha, ya que el contenido de los diferentes azúcares varían significativamente debido a diferentes factores como son el cultivó, la época de siembra, la cosecha, el tiempo y temperatura de post cosecha, entre otros.

El método de extracción por medio del secado de los prebióticos presentes en el Yacón como son la inulina y los fructooligosacáridos, se evidenció que el rendimiento del producto fue poco representativo, por tanto, con el fin de poder industrializar el producto a través de un prototipo se sugiere realizarlo a gran escala, con el fin de que haya un mayor rendimiento. En nuestro caso se observa que el mejor

rendimiento se obtuvo al trabajar con una temperatura entre 90 °C, durante un tiempo comprendido de 10 hrs.

Se estableció cómo se pueden aprovechar los prebióticos presentes en el yacón (inulina y los fructooligosacáridos), a través de la aplicación de diferentes tecnologías que se pueden replicar a nivel industrial como son el ultrasonido, la hidrólisis ácida, el secado y pulverizado de la materia prima (yacón), recomendando el ultrasonido de esta forma se pueden obtener los edulcorantes y fibra, para que puedan usarse en la producción de endulzantes naturales, productos alimenticios, o sea la base para el desarrollo de otros productos, con lo anterior es un beneficio en la salud de los consumidores en Colombia.

LISTA DE REFERENCIAS

- Álvarez, R., González, H., y Montenegro, A. (2019). *Extracción y determinación del contenido de fructanos del tipo inulina del yacón (Smallanthus sonchifolius): esquema tecnológico para su producción industrial*. Tecnología Química, 39(1),
- Arango, O. Cuarán, G. y Fajardo, J. (2008). *Extracción, cristalización y caracterización de inulina a partir de yacón (smallanthus sonchifolius (poepp. & endl.) para su utilización en la industria alimentaria y farmacéutica [Artículo]*. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica*. Venezuela: Editorial Episteme.
- Ato, M. (1986). *Efecto del almacenaje con ventilación natural sobre la calidad de cultivares de papa nacional*°. [Tesis de pregrado]. UNALM. Lima-Perú.
- Barreto, V. M. (2019). *Desarrollo de una propuesta para el diseño conceptual de la producción de un edulcorante a base de yacón [Tesis de pregrado]*. Fundación Universidad De América. Repositorio institucional UA <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7372/1/6122859-2019-1-IQ.pdf>
- Castro, H., Teixeira, P. & Kirby, R. (1997). Evidencia de daño de membrana en *Lactobacillus bulgaricus* después de la liofilización. *Revista de microbiología aplicada*, 82(1), 87-94.
- Gimeno, E. (2004). *Alimentos prebióticos y probióticos*. Vol 23, Núm 5 <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13061800>

- González, H. (2009). *Evaluación de la harina de yacón (Smallanthus sonchifolius) como prebiótico en dietas de pavos de engorde; [Tesis de pregrado]*; Universidad Nacional Mayor de San Marco; Lima Perú. 2009; p 94.
- Huaire, E. (2019). *Método de investigación*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.aacademica.org/edson.jorge.huaire.inacio/78.pdf
- Kamp, L., Hartung, J., Mast, B.; Graeff-hönniger, S. (2019). *Impact of Nitrogen Fertilization on Tuber Yield, Sugar Composition and Nitrogen Uptake of Two Yacon*. [article]. 9:22. <https://doi.org/10.3390/agronomy9030151>.
- Lara, L. (2011). *Inulina: Polisacárido con interesantes beneficios a la salud humana y con aplicación en la industria farmacéutica*. Revista infarmate; 2011; p 99-106.
- Manrique, I. (1993). Jarabe de yacón, principios y procesamiento. Lima: Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Niness, K. (s.f). *Inulin and Oligofructose: What Are They?* Revista The Journal of Nutrition; 1999; pp. 1402-1046
- Ratti, C. (2001). Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. Journal of Food Engineering, 49 (2001) 311-319.
- Seminario, J., Valderrama, M., Manrique, I. (2003). *El yacón. Fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio*. Centro Internacional de la Papa (CIP). Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima, Perú.
- Vásquez, I. (2016). *Tipos de estudio y métodos de investigación*. <https://nodo.ugto.mx/wp-content/uploads/2016/05/Tipos-de-estudio-y-m%C3%A9todos-de-investigaci%C3%B3n.pdf>
- Woolfe, J. (1987). *The potato in the human diet*. Cambridge University Press. Cambridge. London.
- Zudaire, M. (2007). *Fructooligosacáridos: un tipo de fibra saludable para el organismo*. http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/aprender_a_comer_bien/complementos_dieteticos/2007/09/15/113961.php