



Revista Científica y Tecnológica InGenio revista de la
Facultad de Ciencias de la Ingeniería

ISSN: 2697-3642

ingenio@uteq.edu.ec

Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Ecuador

Sánchez Llaguno, Sungey Naynee; Narvaez Narva, Rosa Isabel;
Neira Mosquera, Juan Alejandro; Plua Montiel, Jhoan Alfredo
Obtención de almidón de malanga: *Colocasia esculenta* L. y *Xanthosoma*
sagittifolium L, mediante la aplicación de tres métodos químicos
Revista Científica y Tecnológica InGenio revista de la Facultad
de Ciencias de la Ingeniería, vol. 6, núm. 2, 2023, pp. 40-50
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Ecuador

DOI: <https://doi.org/10.18779/ingenio.v6i2.677>

- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Obtención de Almidón de Malanga: *Colocasia esculenta* L. y *Xanthosoma sagittifolium* L, mediante la aplicación de tres métodos químicos

(Obtaining Starch from two Varieties of Taro: *Colocasia esculenta* L. and *Xanthosoma sagittifolium* L, through the Application of three Chemical Methods)

Sungey Naynee Sánchez Llaguno¹ , Rosa Isabel Narvaez Narvaez² 

Juan Alejandro Neira Mosquera^{1,2} , Jhoan Alfredo Plua Montiel¹ 

¹ Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador

² Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador

snsanchez@espe.edu.ec, rosaisabel_narva@yahoo.com, janeira1@espe.edu.ec, japlua@espe.edu.ec

Resumen: La malanga (*Colocasia esculenta* L.), debido a su acelerado desarrollo vegetativo y sencilla propagación, se ha convertido en uno de los principales cultivos de las zonas tropicales del Ecuador. Gracias a sus propiedades bioquímicas y su alto valor nutricional ha permitido aplicar tecnologías sencillas para aprovechar este recurso agrícola en la obtención de almidón para la utilización en diferentes alimentos. El objetivo de esta investigación fue obtener almidón a partir de dos variedades de malanga *Colocasia esculenta* L y *Xanthosoma sagittifolium* L, mediante la aplicación de tres métodos químicos (ácido cítrico, ácido clorhídrico, ácido fosfórico), en el cual finalmente se realizó un proceso de decantación y centrifugación. Se aplicó un ANOVA, con diseño de bloques completamente al azar mediante arreglo factorial A*B*C, obteniéndose un total de 12 tratamientos y 3 repeticiones. Se estableció las diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos con la prueba de Tukey ($P>0,05$). Se obtuvo un mayor rendimiento en el tratamiento Malanga Blanca + Centrifugación + Ácido cítrico 29,34%, en lo que corresponde a la acidez y pH, los valores se encontraron dentro de lo establecido por trabajos similares, el porcentaje de fibra más elevado se presentó en el tratamiento Malanga lila + Decantación + Ácido fosfórico (0,68%), mientras que la humedad se encuentra dentro de los parámetros permitidos de la INEN 616, la cual señala un 14% y una temperatura de gelatinización óptima en el tratamiento Malanga blanca + Decantación + Ácido fosfórico (56,53°C).

Palabras clave: Malanga, Almidón, Decantación, centrifugación.

Abstract: Taro (*Colocasia esculenta* L.), due to its accelerated vegetative development and easy propagation, has become one of the main crops in the tropical areas of Ecuador. Thanks to its biochemical properties and its high nutritional value, it has allowed the application of simple technologies to take advantage of this agricultural resource to obtain starch for use in different foods. The objective of this research was to obtain starch from two varieties of taro *Colocasia esculenta* L and *Xanthosoma sagittifolium* L, through the application of three chemical methods (citric acid, hydrochloric acid, phosphoric acid), in which a process of decantation and centrifugation. An ANOVA was applied, with a completely randomized block design using A*B*C factorial arrangement, obtaining a total of 12 treatments and 3 repetitions. The statistical differences between the means of the treatments were established with the Tukey test ($P>0.05$). A higher yield was obtained in the Malanga Blanca + Centrifugation + Citric Acid 29.34% treatment, in what corresponds to acidity and pH, the values were within those established by similar works, the highest fiber percentage was presented in the purple Malanga treatment + Decantation + Phosphoric acid (0.68%), while the humidity is within the permitted parameters of the INEN 616, which indicates 14% and an optimal gelatinization temperature in the white Malanga treatment + Decantation + Phosphoric acid (56.53°C).

Keywords: Malanga, Starch, Decantation, centrifugation.

1. INTRODUCCIÓN

La malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott), cumple un rol muy importante en la alimentación humana, siendo este consumido como almidón y también aprovechado como verdura de hoja, dentro de las rizomas y tubérculos la malanga es el quinto de mayor consumo a nivel mundial [1]. La malanga es considerada una de las especies con tubérculos y raíces con un mayor potencial en zonas tropicales con precipitaciones de 1800 a 2500 mm y temperaturas que oscilan los 25°C y 35°C, con ayuda de una buena luminosidad y abundante agua durante la cosecha [2].

En el Ecuador las principales fuentes empleadas para la obtención de almidón son: maíz, papa, yuca y camote en la industria alimentaria, debido a que aportan nutrientes y su proceso de obtención es sencillo [3]. El cultivo de malanga en nuestro país por primera vez se ostentó para destino comercial en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas desde el año de 1995. Sin embargo, existen referencias de que este producto también se cultivaba en la provincia del oro, pero era conocido con el nombre de sango, a lo largo del tiempo el cultivo se ha ido expandiendo, encontrándose ahora también en la vía a Quevedo, vía Chone y vía Esmeraldas, en otras provincias como Morona Santiago, Sucumbíos y Orellana [4].

El consumo de almidones con un alto contenido de gluten puede conllevar a tener problemas en la salud, debido a que existen personas que presentan intolerancias a este tipo de polisacárido. Por esto el almidón de malanga es una excelente fuente nutricional, ya que su contenido de gluten es relativamente bajo, mientras que este presenta un contenido proteico significativamente alto en relación a otros almidones tales como: Papa. Yuca, maíz, camote, entre otros.

El desconocimiento de las tecnologías necesarias para la industrialización de la malanga y sus propiedades nutricionales han hecho que este recurso agrícola no sea totalmente industrializado y tan solo se tomen sus raíces de mejor calidad para su exportación, por el cual este trabajo surge para dar a conocer la obtención de almidón mediante la aplicación de métodos químicos (ácido cítrico, ácido clorhídrico, ácido fosfórico), aplicando procesos de decantación y centrifugación para así dar un valor agregado a esta materia prima y lograr suplir necesidades alimenticias y económicas de ciertas zonas aledañas del cantón Santo Domingo de los Tsáchilas.

2. METODOLOGÍA

2.1. Obtención de los Tubérculos de Malanga

Para la obtención del almidón de malanga se adquirió los tubérculos rechazo de la exportadora de malanga FGenterprise ubicada en el km 16 de la vía Quevedo-Santo Domingo.

2.2. Método de Obtención de Almidón

El almidón se obtuvo de dos variedades de malanga: blanca y lila, por medio de dos métodos de obtención: decantación y centrifugación aplicando tres reactivos químicos [5].

Una vez recibido el tubérculo se procedió a pesar un total de 454 gramos incluida corteza, posterior a ello se lavó y retiró la cascara, tomando el peso de la cascara. Para la obtención se realizó tres licuados: primero se adiciono agua en una relación 1:1 (malanga: agua). La segunda molienda se agregó agua de acuerdo al peso del residuo y se filtró. Finalmente, se realizó una decantación por 4 horas, para luego retirar el sobrenadante. Una vez decantado se procedió a agregar los ácidos (ácido cítrico, clorhídrico y fosfórico) [5].

El pH se reguló con hidróxido de sodio NaOH al 2 N dejando reposar nuevamente por 3 horas, posterior a ello se filtró con una bomba al vacío llevando a la estufa a secar por 24h a temperatura 60°C. El almidón fue pasado por un tamiz de 500 a 250 μ m. El mismo procedimiento se aplicó para el método de centrifugación; en lugar de decantar, inmediatamente luego de la segunda molienda se procedió a colocar en tubos de ensayo la solución para obtener el almidón [5].

2.3. Análisis estadístico

Para esta investigación se aplicó un ANOVA, con diseño de bloques completamente al azar mediante arreglo factorial A*B*C, con tres repeticiones, los niveles estudiados por tratamiento fueron: Factor A: Variedad de malanga (Malanga blanca y Malanga lila); Factor B: Método de obtención (Decantación y Centrifugación) y Factor C: Reactivo químico (ácido cítrico, clorhídrico y fosfórico), distribuido en la Tabla 1; el análisis de los resultados se realizó mediante el software estadística STATISTICA en el cual se realizó la separación de medias de los tratamientos mediante una prueba de tukey ($p < 0.05$) y el software STHATGRAPICS para los resultados de ANOVA.

Tabla 1. Tratamiento en estudio

Tratamiento	Código	Descripción
1	M.B + DC + A.CT	Malanga Blanca + Decantación + Ácido Cítrico
2	M.B + DC + A.CL	Malanga Blanca + Decantación + Ácido Clorhídrico
3	M.B + DC + A.F	Malanga Blanca + Decantación + Ácido Fosfórico
4	M.B + CF + A.CT	Malanga Blanca + Centrifugación + Ácido Cítrico
5	M.B + CF + A.CL	Malanga Blanca + Centrifugación + Ácido Clorhídrico
6	M.B + DF + A.F	Malanga Blanca + Centrifugación + Ácido Fosfórico
7	M.L + DC + A.CT	Malanga Lila + Decantación + Ácido Cítrico
8	M.L + DC + A.CL	Malanga Lila + Decantación + Ácido Clorhídrico
9	M.L + DC + A.F	Malanga Lila + Decantación + Ácido Fosfórico
10	M.L + CF + A.CT	Malanga Lila + Centrifugación + Ácido Cítrico
11	M.L + CF + A.CL	Malanga Lila + Centrifugación + Ácido Clorhídrico
12	M.L + DF + A.F	Malanga Lila + Centrifugación + Ácido Fosfórico

2.4. Variables evaluadas

Las variables evaluadas en la investigación fueron pH, acidez, fibra cruda, ceniza, humedad, temperatura de gelatinización y prueba de almidón y rendimiento.

3. RESULTADOS

3.1. Prueba de significación de tukey para la variable pH

En cuanto a los resultados del pH mostrado en la Figura 1, se pudo observar un valor más alto en el tratamiento correspondiente a Malanga lila + Decantación + Ácido clorhídrico, siendo este 6,73, mientras que un valor de pH más bajo se observa en el tratamiento Malanga blanca + Decantación + Ácido cítrico con un valor de 5,22.

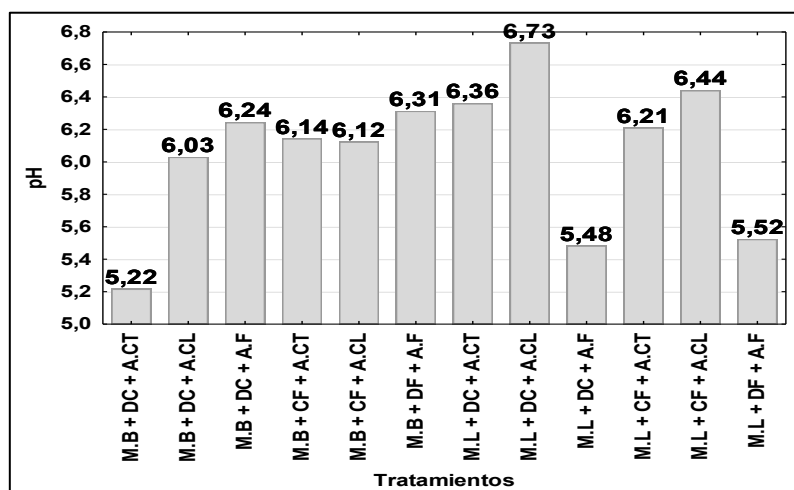


Figura 1. pH de los tratamientos en estudio

3.2. Prueba de significación de tukey para la variable Rendimiento

Uno de los parámetros más importantes en este trabajo es saber el rendimiento del almidón obtenido, para lo cual la Figura 2 muestra los resultados obtenidos del rendimiento en el cual existió diferencia significativa, obteniéndose un mayor valor en el tratamiento de Malanga Blanca + Centrifugación + Ácido cítrico, resultando un rendimiento de (29,34%), mientras que un rendimiento de (21,73%) siendo este el menor, se pudo observar en el tratamiento Malanga lila + Decantación + Ácido fosfórico.

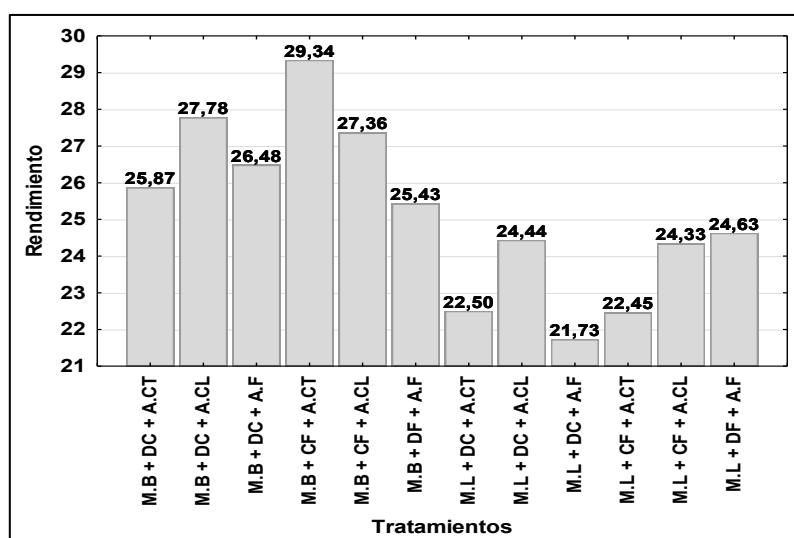


Figura 2. Rendimiento de los tratamientos en estudio

3.3. Prueba de significación de tukey para la humedad

El porcentaje de humedad es un indicador muy importante en la calidad del almidón, por lo que en la Figura 3, se puede observar el resultado del porcentaje de humedad de los diferentes tratamientos, donde el mayor porcentaje se determinó en el tratamiento Malanga lila + Decantación + Ácido cítrico, con un valor de (11,65%), mientras que el menor porcentaje de humedad se pudo hallar en el tratamiento Malanga blanca + Decantación + Ácido fosfórico, con un valor del (9,85%).

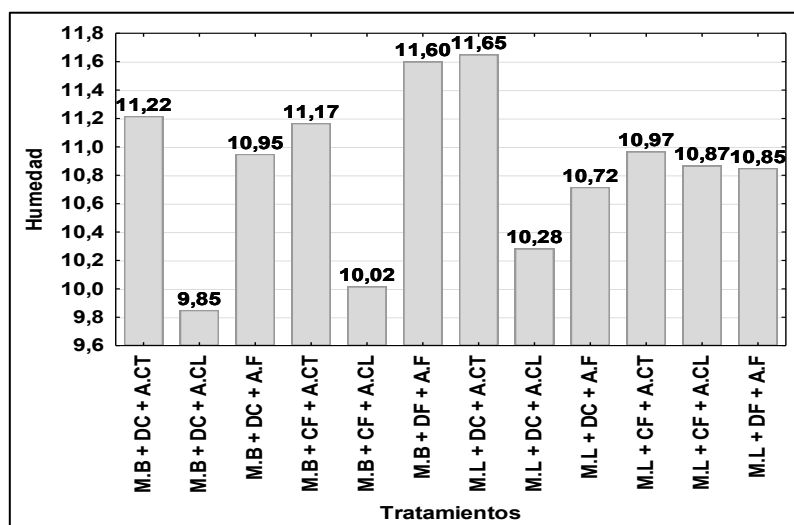


Figura 3. Humedad de los tratamientos en estudio

3.4. Prueba de significación de tukey para la acidez

En lo que respecta a la Figura 4, correspondiente a los valores del contenido de acidez, se pudo determinar que existió diferencia significativa entre cada uno de los tratamientos estudiados, donde el contenido de acidez mayor se obtuvo en Malanga blanca + Decantación + Ácido fosfórico con un valor de (0,066), mientras que un menor contenido de acidez se pudo observar en Malanga blanca + Decantación + Ácido cítrico (0,033).

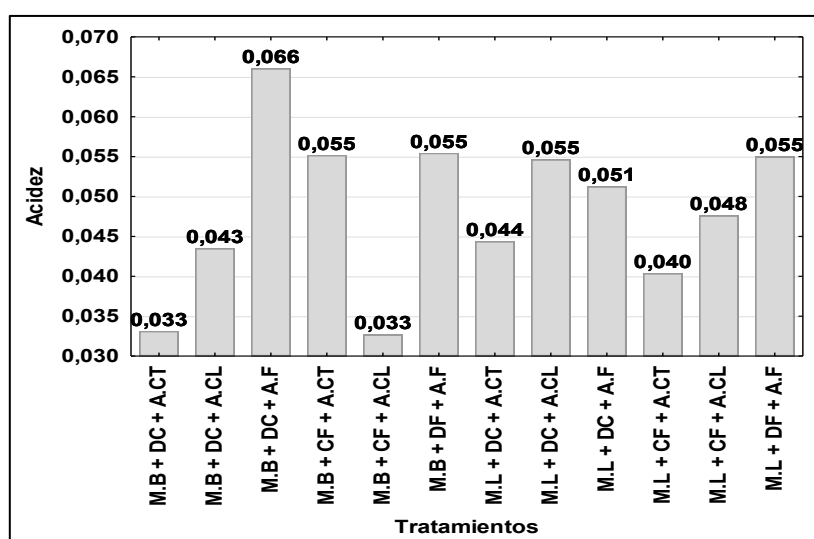


Figura 4. Acidez de los tratamientos en estudio

3.5. Prueba de significación de tukey para la fibra

En lo que corresponde al contenido de fibra mostrado en la Figura 5, se pudo determinar diferencia significativa entre los tratamientos, resultando un contenido de fibra más alto (0,68) en el tratamiento Malanga lila + Decantación + Ácido fosfórico, mientras que un contenido más bajo se pudo observar en el tratamiento Malanga Lila + Centrifugación + Ácido cítrico y también, Malanga Lila + Centrifugación + Ácido clorhídrico, ambos con un valor de (0,54).

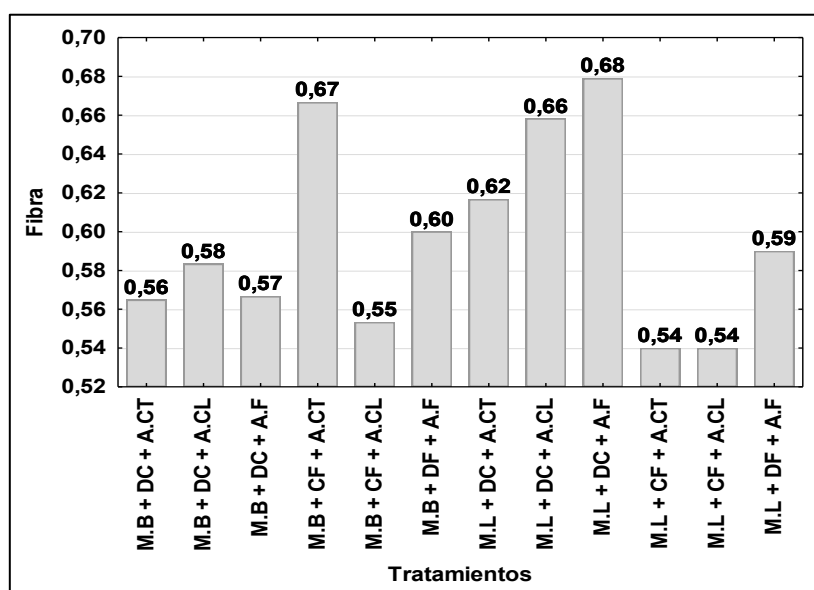


Figura 5. Fibra de los tratamientos en estudio

3.6. Prueba de significación de tukey para la ceniza

En la Figura 6, se muestran los resultados obtenidos al realizar el análisis de cenizas en los diferentes tratamientos en estudio, donde se pudo determinar un mayor porcentaje de ceniza en el tratamiento Malanga lila + Decantación + Ácido clorhídrico con un valor de (2,04%), mientras que el porcentaje de ceniza más bajo se obtuvo con el tratamiento Malanga blanca + Centrifugación + Ácido clorhídrico, con un valor de (0,13%)

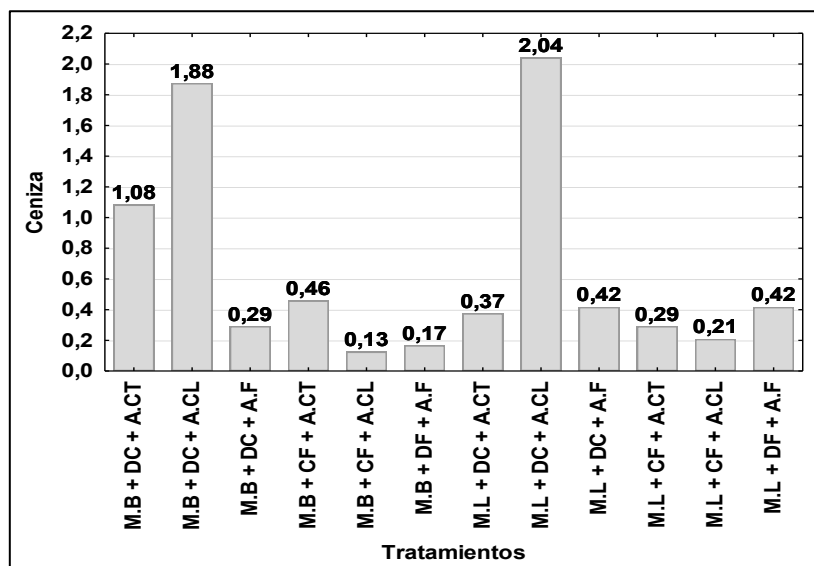


Figura 6. Ceniza de los tratamientos en estudio

3.7. Prueba de significación de tukey para la gelatinización

Cada tipo de almidón presenta una temperatura de gelatinización diferentes, en la Figura 7 se observa las diferentes temperaturas de gelatinización de los almidones obtenidos en el estudio, en el cual el tratamiento correspondiente a la Malanga blanca + Decantación + Ácido fosfórico presentó una mayor temperatura de gelatinización, siendo esta de (56,53°C), mientras que una

menor temperatura se observó en el tratamiento Malanga blanca + centrifugación + Ácido cítrico, siendo esta (52,70°C).

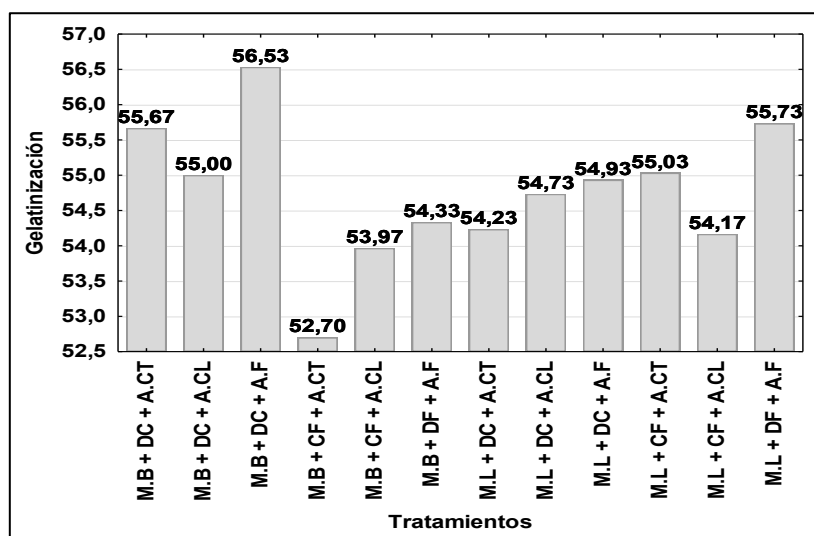


Figura 7. Temperatura de Gelatinización de los tratamientos en estudio

3.8. Análisis multivariante de componentes principales en espacio rotado.

En la Figura 8 perteneciente al gráfico de sedimentación, se detalla el análisis de 7 componentes evaluados en el estudio de componentes principales, en el cual se pudo determinar que los 3 primeros componentes se toman para el análisis ya que estos tres componentes presentan valores de varianzas mayores a 1.

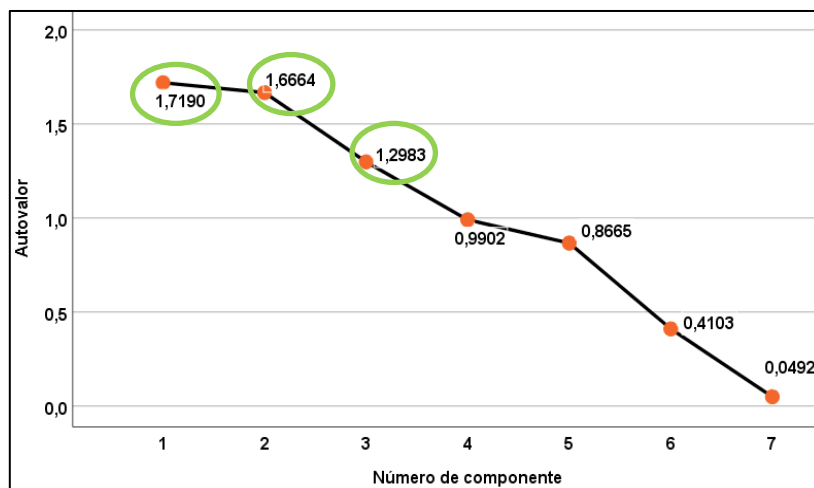


Figura 8. Gráfico de sedimentación

En el gráfico de componentes principales de la Figura 9, se observa la agrupación de las variables correlacionadas entre sí, en la cual se pudo determinar una mayor correlación en el siguiente grupo de variables (La humedad con el pH; La acidez con la fibra; Ceniza y temperatura de gelatinización).

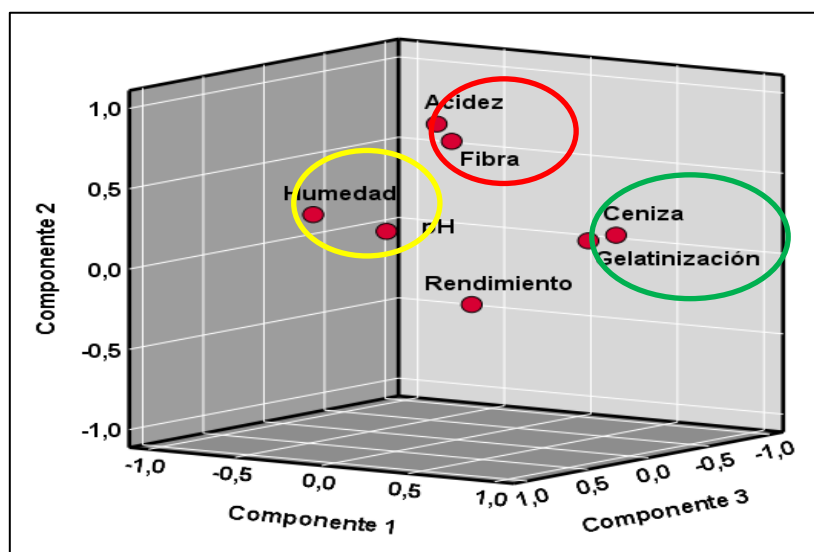


Figura 9. Gráfico de componentes principales

4. DISCUSIÓN

El pH obtenido en el estudio se reportaron valores en un rango de 5,22 perteneciente al pH más bajo, hasta un pH de 6,73 siendo este el más alto, que puede indicar bajo contenido de ácidos orgánicos y alta concentración de almidones, mientras que Miranda y otros [6], en su investigación reportan un valor de pH de 6,05, siendo este relativamente cercado a lo hallado en nuestro estudio.

En lo que corresponde al rendimiento obtenido de cada uno de los tratamientos se pudo observar que todos los tratamientos presentaron valores más elevados que los mencionados por Zúñiga Bonilla [7], en su investigación, mostrando valores de 13,12% para ambas variedades de malanga. La diferencia de estos rendimientos se puede atribuir a la edad de la cosecha del tubérculo, los métodos de obtención aplicada y el tipo de reactivo químico que influya en el proceso [8].

En lo que a la acidez respecta se pudo determinar que los valores obtenidos de acidez titulable fueron de 0,033 el valor más bajo y 0,066 en valor más alto, mientras que en el estudio realizado por Estrada y otros [9]. se pudo observar una acidez de 0,01, dando a entender que la acidez es relativamente baja y difiere tanto de la variedad de malanga ni del método usado para su extracción.

El agua en los alimentos es el principal componente el cual ayuda a que su frescura, sabor, textura y color, se mantenga estable y característico del mismo, por eso es importante conocer el contenido de humedad de los alimentos para saber si este está disponible para las diferentes reacciones bioquímicas, enzimáticas y microbiológicas [10]. Para lo cual en los resultados obtenidos del porcentaje de humedad del almidón de dos variedades de malanga, se pudo determinar que el mayor porcentaje se obtuvo Malanga lila + Decantación + Ácido cítrico, con un valor de (11,65%), mientras que el menor porcentaje de humedad se pudo hallar en el tratamiento Malanga blanca + Decantación + Ácido fosfórico, con un valor del (9,85%), dichos valores se encuentran dentro de los resultados obtenidos por Torres Rapelo, Montero Castillo, y Duran Lengua [11], los cuales fueron 14,49% para la malanga blanca y 14,29% para la malanga morada o lila.

La fibra o también denominada fibra cruda corresponde a la parte orgánica no nitrogenada, compuesta por celulosa 90% y lignina 15%, los cuales son estructuras comunes en la estructura

de las plantas y presente en los alimentos de origen vegetal [5]. En el estudio realizado se pudo determinar un porcentaje de fibra más alto (0,68%) en el tratamiento Malanga lila + Decantación + Ácido fosfórico, siendo este valor más elevado a lo reportado por Hernández Medina, Torruco, Chel Guerrero, y Betancur Ancona [12]. en su estudio de Caracterización fisicoquímica de almidones, el cual muestra un valor de (0,35%).

La ceniza encontrada en el almidón además permitió determinar el material mineral que se encuentra en la muestra, tales como metales, sales y elementos traza según lo menciona la FAO (s.f.) [13]. El almidón de malanga tiene un contenido bajo de cenizas comparado con otras variedades de tubérculos: camote con 0,69 %, yuca con 0,16% y papa 0,44 % [14]. El contenido de ceniza también se ve alterado por la edad del cultivo, se ha encontrado aumentos significativos de fósforo a medida que el tubérculo se hace más maduro [15].

El almidón es insoluble en agua fría, al calentar a temperaturas determinadas se inicia el proceso de hinchamiento de los gránulos, la cual es llamada temperatura de gelatinización [16]. Se pudo determinar temperaturas de gelatinización de 52,70°C siendo esta la más baja y una temperatura de 56,53°C, siendo la más alta. Torres Rapelo, Montero Castillo, y Duran Lengua [11], en su investigación obtuvieron una temperatura de gelatinización de 55°C para la malanga blanca y 54°C para la malanga lila. Esta baja temperatura los autores mencionan que los almidones de malanga son factibles para la obtención de productos que no requieren de elevadas temperaturas.

5. CONCLUSIONES

- El mayor rendimiento se obtuvo en el tratamiento donde interviene la malanga blanca aplicando el método de centrifugación con el ácido cítrico donde alcanzó un rendimiento del 29,34%. También se pudo determinar que la malanga lila con el método de decantación aplicando ácido fosfórico se obtuvo un porcentaje relativamente elevado de fibra del 0,68%.
- En lo que respecta a la humedad todos los tratamientos se encuentran en un rango que va de 9,85% a 11,65%, estableciendo que este está dentro de lo establecido por la INEN 616, la cual señala un 14%. El contenido de acidez al mantenerse dentro de los parámetros máximos permitidos por las normativas e investigaciones similares, permitió determinar que existió una correcta fermentación del almidón ya que no presentó contaminación por hongos ni levaduras.
- En lo que respecta a la temperatura de gelatinización se menciona que mientras más elevada es la temperatura de gelatinización el almidón tendrá una mayor estabilidad interna del gránulo, por lo que en esta investigación se pudo determinar que el mejor tratamiento con una elevada temperatura de gelatinización corresponde a: Malanga blanca aplicando el método de decantación con ácido fosfórico dando este una temperatura de 56,53°C.
- Mediante el análisis de componentes principales se pudo determinar gracias al gráfico de sedimentación, que existieron 7 componentes principales, de los cuales 3 de ellos al presentar valores de varianza superiores a 1, sirvieron para poder analizar la correlación de las variables, en las cuales mediante el gráfico de componentes principales se estableció una correlación estrecha entre el siguiente grupo de variables (la humedad con el pH; la acidez con la fibra; ceniza y temperatura de gelatinización).

REFERENCIAS

- [1] Y. Figueroa Aguila, m. Milián Jimenez y Y. Rodriguez García, «Mejoramiento, conservación y diversidad genética de la malanga (*Colocasia esculenta* (L.) Schott.) en Cuba.,» *Cultivos Tropicales*, vol. 40, nº 2, pp. 1819-4087, 2019.
- [2] A. L. Pua , G. E. Barreto , J. L. Zuleta y O. D. Herrera, «Análisis de Nutrientes de la Raíz de la Malanga (*Colocasia esculenta* Schott) en el Trópico Seco de Colombia,» *Información Tecnológica*, vol. 30, nº 4, pp. 0718-0764, 2019.
- [3] A. L. Torres, P. M. Montero y L. C. Gonzales, «UTILIZACIÓN DE ALMIDÓN DE MALANGA (*Colocasia esculenta* L.) EN LA ELABORACIÓN DE SALCHICHAS TIPO FRANKFURT,» *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, Vol. 12, No. 2, pp. 97-105, 2014.
- [4] J. Zapata Martinez y C. Velásquez Escandón , «Estudio de la Producción y Comercialización de la Malanga: Estrategias de incentivos para la producción en el país y consumo en la ciudad de Guayaquil [Tesis de Pregrado], » Guayaquil-Ecuador, 2013.
- [5] R. I. Narváez Narváez, S. N. Sánchez Llaguno y J. A. Neira Mosquera, « Obtención de Almidón de dos Variedades de Malanga: *Colocasia esculenta* l. y *xanthosoma sagittifolium* l, Mediante la Aplicación de tres Métodos Químicos, en la Zona de Santo Domingo de los Tsáchilas [Tesis de Pregrado],» Santo Domingo de los Tsáchilas- Ecuador, 2020.
- [6] J. Miranda, J. Rivadeneyra Rodriguez, E. Ramírez-Rivera , M. Juárez-Barrientos J , E. Herrera-Torres, R. Navarro Cortéz y B. Hernández Santos , «Caracterización fisicoquímica, funcional y contenido fenólico de harina de malanga (*Colocasia esculenta*) cultivada en la región de Tuxtepec, Oaxaca, México,» *Ciencia y Mar*, vol. 43, nº 2, pp. 37-47, 2011.
- [7] V. N. Zúñiga Bonilla, « EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ALMIDÓN DE MALANGA (*Xanthosoma Saggitifolium*), YUCA (*Manihot Esculenta*) Y PAPA CHINA (*Colocasia Esculenta*) [Tesis de Pregrado], » Riobamba-Ecuador, 2019.
- [8] J. K. Alarcón Moyano, « Industrialización de productos derivados de malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) como alternativa de carbohidratos para el mercado de la ciudad de Quito [Tesis de Pregrado], » Quito-Ecuador, 2013.
- [9] A. Estrada , B. Perez, C. Sanchez , J. Soto, J. Jimenez y M. Vivar , «Enzymatic production of maltodextrins from taro (*Colocasia esculenta*) starch,» *Journal of Foo*, vol. 7, nº 3, pp. 233-241, 2019.
- [10] E. Marin B, R. Lemus M, V. Flores M y A. Vega G, «LA REHIDRATACIÓN DE ALIMENTOS DESHIDRATADOS,» *Revista chilena de nutrición*, vol. 33, nº 3, 2016.
- [11] A. Torres Rapelo, P. Montero Castillo y M. Duran Lengua, «Propiedades fisicoquímicas, morfológicas y funcionales del almidón de malanga (*Colocasia esculenta*)*,» *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 10, nº 2, pp. 52-61, 2013.

- [12] M. Hernandez Medina, J. G. Torruco , L. Chel Guerrero y D. Betancur Ancona, «Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México,» *ISSN 0101-2061 Ciência e Tecnologia de Alimentos*, vol. 28, nº 3, pp. 718-726, 2018.
- [13] FAO, «<http://www.fao.org>,» [En línea]. Disponible en:<http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/010/a1028s/a1028s03.pdf>.
- [14] M. Torres Becerril, R. Carmona García y A. Aguirre Cruz, «Obtención y caracterización estructural y funcional de almidón acetilado de malanga (*Colocasia esculenta* Schott)*,» *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 6, nº 4, pp. 905-912, 2015.
- [15] L. V. Madrigal Ambriz, J. V. Hernández Madrigal, C. J. María Elena , M. d. I. C. Calvo Carrillo y C. R. Rosa de Guadalupe, «Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de “Malanga” *Colocasia esculenta* L. Schott) de Actopan, Veracruz, México,» *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, vol. 68, nº 2, 2018.
- [16] C. Granados, E. Guzman , D. Acevedo, M. Díaz y A. Herrera, «PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ALMIDON DE SAGU (*Maranta arundinacea*),» *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol. 12, nº 2, pp. 90-96, 2014.

