

## **Recuperación de las macromoléculas de almidón de la cáscara de papa Súper Chola (*Solanum tuberosum*)**

**Hanníbal Lorenzo Brito Moína**

[hbrito@epoch.edu.ec](mailto:hbrito@epoch.edu.ec)

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo de la ESPOCH  
Riobamba – Ecuador

**Susana Isabel Heredia Aguirre**

[sheredia@epoch.edu.ec](mailto:sheredia@epoch.edu.ec)

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
Riobamba – Ecuador

**Adriana Isabel Rodríguez Basantes**

[adriana.rodriguez@epoch.edu.ec](mailto:adriana.rodriguez@epoch.edu.ec)

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo  
Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo de la ESPOCH  
Riobamba – Ecuador

### **RESUMEN**

Esta investigación se enfocó en la recuperación de las macromoléculas de almidón procedente de la cáscara de papa súper chola *Solanum tuberosum*, con la finalidad de aprovechar este residuo y minimizar el impacto ambiental en el ecosistema, para lo cual, se obtuvo el polímero natural separando de la materia prima, por decantación natural y secado al ambiente, para lo cual, se utilizó el diseño factorial  $2^k$ , con 4 tratamientos y 4 repeticiones cada uno, datos que fueron analizados estadísticamente con el test Anova comprobando que no existe diferencias significativas entre los tratamientos y aceptando la hipótesis nula planteada en el estudio, a continuación se realizó una caracterización fisicoquímica y microbiológica del almidón, evidenciando el cumplimiento de los estándares de calidad para el uso en la producción de plásticos biodegradables e industrias alimenticias, finalmente se determinó que el tratamiento 3 fue el mejor con el 10 % de rendimiento.

**Palabras clave:** rendimiento; caracterización; almidón; cáscara; papa.

## **Recovery of starch macromolecules from super chola potato peel**

*(Solanum tuberosum)*

### **ABSTRACT**

This research focused on the recovery of starch macromolecules from the super chola potato peel *Solanum tuberosum*, in order to take advantage of this waste and minimize the environmental impact on the ecosystem, for which, the natural polymer was obtained by separating it from the raw material, by natural decantation and drying in the environment, for which, the 2k factorial design was used, with 4 treatments and 4 repetitions each, data that were statistically analyzed with the Anova test, verifying that there are no significant differences between the treatments and accepting the null hypothesis proposed in the study, next, a physicochemical and microbiological characterization of the starch was carried out, evidencing compliance with quality standards for use in the production of biodegradable plastics and food industries, finally it was determined that treatment 3 was the best with 10% yield.

**Keywords:** performance; characterization; starch; shell; dad.

Artículo recibido: 02 Setiembre. 2021

Aceptado para publicación: 30 Setiembre. 2021

Correspondencia: [hbrito@epoch.edu.ec](mailto:hbrito@epoch.edu.ec)

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

## **1. INTRODUCCIÓN**

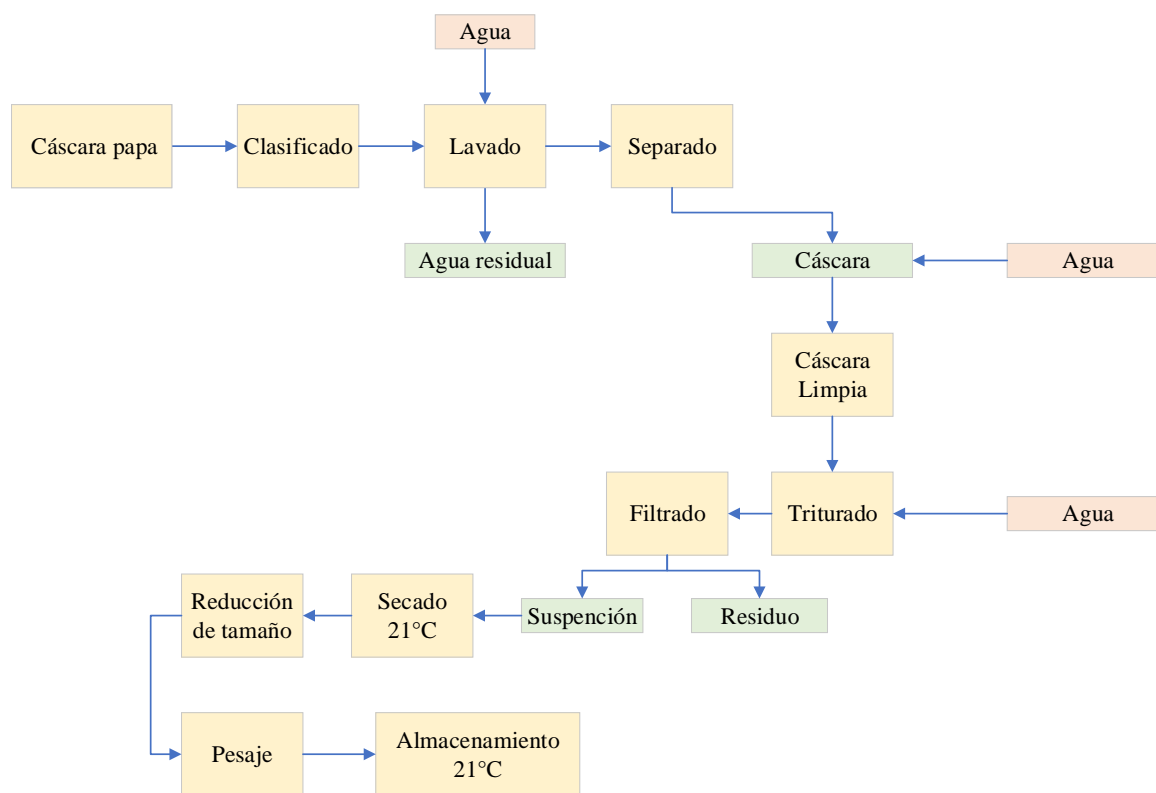
El uso de polímeros naturales se remonta a la antigüedad por ser utilizados en la producción de objetos y utensilios de uso diario, por lo que, la recuperación de estos materiales provenientes de productos agrícolas (celulosa azúcares o almidón) han ayudado por un lado a conservar el ambiente favoreciendo la disminución de la contaminación del planeta (Rodolfo, 2017), y por la otra, a dinamizar la economía del sector agrícola y alimenticio, esto debido a, que los polímeros (Morales & et al, 2018) de fuentes renovables son muy útiles en la fabricación de materiales biodegradables que tienen como principal componente el almidón (está compuesto de amilosa y amilopectina) y estructuras de elastómeros que en mezcla con los anteriores tienen mejores características para su uso (Enríquez & et al, 2012), es por este motivo, que se ha procedido a la recuperación del almidón de la cáscara de papa (Argenpapa, 2016) residual, mismo que es un biopolímero (Campuzano & et al, 2018) amistoso con el ambiente, que al ser un producto plastificante es de gran utilidad en las industrias alimenticias y en la actualidad en la del plástico por ser productos de fácil uso y sobretodo biodegradables (Villada & et al, 2007), presentándose como alternativa para reemplazar el plástico sintético (Charro, 2015, p.7); por lo tanto, el almidón al ser un carbohidrato que se encuentra almacenado en los vegetales, granos de cereales, raíces, tubérculos (Acosta B., 2020) son muy requeridos porque forman parte integral de nuestra vida (Sarria & Gallo, 2016), además se puede indicar que en los estudios realizados se ha determinado que la forma de su molécula es variada, es decir, puede ser ovalada e incluso irregular y tienen un rendimiento del 10 al 30 % (Brito & et al, 2021), especialmente la proveniente de la papa (Camacho & et al, 2020).

Por lo expuesto, esta investigación se basa en la utilización de la cáscara de papa (Alvarado, 2012) para extraer almidón (Carballido, 2020) en base húmeda para determinar que el mejor rendimiento con el 10 % se obtuvo con el tratamiento 3, para lo cual, se realizó la selección de la materia prima, la misma que debe estar en condiciones adecuadas para su uso; posteriormente se lavó la cáscara y se ubicó 500 g de cáscara en el reactor con 300 mL de agua destilada para obtener una mezcla homogénea y separar las macromoléculas de almidón (CODEX STANDARD, 1989), luego se filtró, sedimentó y se separó el líquido sobrenadante, para finalmente secarlo (AOAC Official Method 934.01, 2017) a temperatura ambiente por el lapso de 48 horas, las hojuelas de almidón

fueron molidas y tamizadas, los gránulos fueron caracterizados físico, química y microbiológica (Chuiza & Brito, 2020), determinando que sus parámetros se encuentran dentro del rango establecido para el uso en las industrias de plásticos (Charro, 2015) y alimentos. Finalmente se determinó mediante la aplicación del test estadístico Anova que no existe diferencia significativa entre los 4 tratamientos, de esta manera, se aceptó la hipótesis nula.

## 2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS O MATERIALES Y MÉTODOS

**Diagrama 1. Proceso de recuperación de almidón de la cáscara residual de papa Súper Chola**

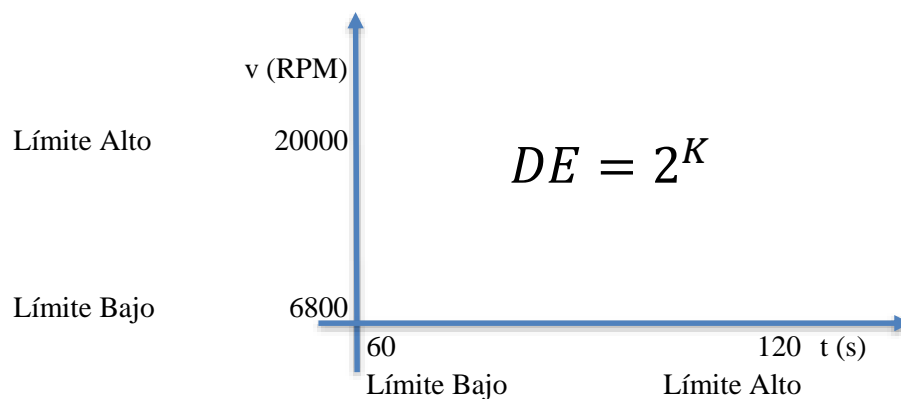


**Fuente:** Brito H., Laboratorio de Investigación, Facultad de Ciencias, ESPOCH, 2021.

Se procede a la separación de la cáscara de papa súper chola, para luego, ser lavada misma que es llevada a un reactor para mezclar 500 g de materia prima con 300 mL de agua destilada, por el lapso de 60 segundos hasta separar las macromoléculas de almidón, luego se filtra y se deja sedimentar por 7 horas, se retira el líquido con la ayuda de una jeringuilla de 10 mL, el sólido húmedo se ubica en un desecador para eliminar la humedad por 48 horas, el polvo seco es pesado y llevado a un molino de bolas para homogeneizar, a

continuación se clasifica de acuerdo a la granulometría en un tamiz de 58  $\mu\text{m}$ , este procedimiento se lo realiza para los cuatro tratamientos y por cuadruplicado, el material obtenido es caracterizado físico - química (Fakhouri & et al, 2007) y microbiológicamente de los siguientes parámetros: Humedad (Acosta & et al, 2018), Ceniza (Codex Standard 176, 1989), Solubilidad (Chariguamán, 2015), pH (Codex Standard 176, 1989), Fibra (Moreno, 2017), Proteína (Acosta & et al, 2018), Viscosidad (FAO, 2007), Temperatura de gelatinización (Álzate & et al, 2013), Densidad (FAO, 2007), Amilosa (INIAP PIN08-0007, 2010), Amilopectina (INIAP PIN08-0007, 2010), Hongos (FAO, 2007), Levaduras y mohos (FAO, 2007), Coliformes totales (FAO, 2007). Finalmente, los datos obtenidos son analizados estadísticamente mediante el test Anova para determinar si existe o no diferencias significativas entre los tratamientos, finalmente se realizan los cálculos para determinar cuál es el mejor tratamiento.

**Gráfico 1. Diseño Experimental 2 factorial K**

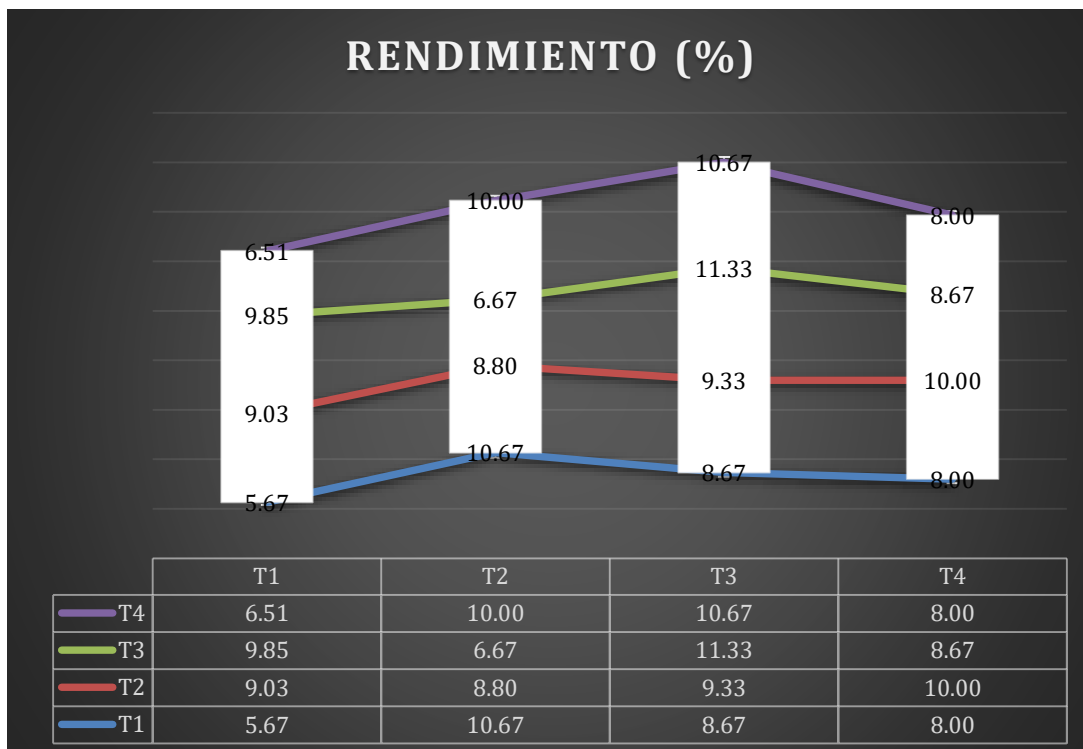


*DE: Diseño experimental; K: repeticiones*

*Fuente: Brito H., Laboratorio de Investigación, Facultad de Ciencias, ESPOCH, 2021.*

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Gráfico 2 Rendimiento del almidón obtenido de la cáscara de papa Súper-Chola



Fuente: Brito H., Laboratorio de Investigación, Facultad de Ciencias, ESPOCH, 2021.

Se obtuvo el polímero natural procedente de la cáscara de papa súper chola mediante la aplicación de las operaciones unitarias de agitación y mezcla, filtrado, sedimentado, secado, reducción de tamaño y molienda, obteniendo los resultados como se indica en el gráfico 2, mismos que luego del análisis correspondiente a cada uno de los tratamientos se determina que el mejor rendimiento corresponde al tratamiento 3 con un promedio del 10 % de almidón.

**Tabla 1. Análisis físico químico y microbiológico del almidón de la cáscara de papa**

No.	PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR	ESTÁNDAR	NORMA / INSTITUCIÓN
1	Humedad	%	13,290 ± 0,53	6 – 16	(Acosta & et al, 2018) (Meaño & et al, 2014)
2	Ceniza	%	0,295 ± 0,030	> 4	(Codex Standard 176, 1989) (PARDO et al., 2013) (INEN 1456, 1986)
3	Solubilidad	%	3,779	0,15 - 6,19	(Chariguamán, 2015)
4	pH		7,190	5,00 - 7,00	(Moreno, 2017)
5	Fibra	%	0,200	3	(Moreno, 2017)
6	Proteína	%	0,260	0,1 - 0,59	(Acosta & et al, 2018)
7	Viscosidad	mPa	3975,00	840 – 1500	(FAO, 2007)
8	Temperatura de gelatinización	°C	63,630	57,5 – 70	(Ramírez & et al, 2011) (Álzate & et al, 2013)
9	Densidad	g/mL	0,820 ± 0,11	< 1,560	(FAO, 2007)
10	Amilosa	%	25,980	20 – 30	(Robles, 2012)
11	Amilopectina	%	74,020	70 – 80	(INIAP PIN08-0007, 2010)
12	Hongos	UPC/g	810		
13	Levaduras y mohos	UPC/g	810	1000 – 5000	(FAO, 2007)
14	Coliformes totales	UPC/g	0	< 10	

**Fuente: Heredia S., Laboratorio de Investigación, 2021.**

El análisis físico químico y microbiológico (Pardo & et al, 2013) se lo realizó en base a normas establecidas para el análisis del almidón, así como también en estudios realizados, para lo cual, se procedió con el secado de la materia prima hasta obtener un peso constante, así se determinó el porcentaje de humedad que fue de 13,290 %, debido a que, el valor se encuentra dentro del rango que varía entre 6% y 16%, de acuerdo a los estudios realizados por Meaño & et al, 2014 y Acosta & et al, 2018. En lo relacionado al análisis de ceniza presenta un valor de 0,295 % que de acuerdo a Pardo & et al, 2013, se encuentra en el parámetro analizado menor a 0,4 %, además señala que el contenido de ceniza del almidón está directamente relacionado con el contenido de fósforo que esta presenta en la muestra, además de ser responsable con la estabilidad, resistencia e hidrólisis enzimática del almidón. La solubilidad es de 3,779 % valor que se encuentra en el rango de 0,15 a 6,19 que está acorde al estudio presentado por Chariguamán, 2015, en el que se indica que tiene la facultad de reaccionar con el agua y disolverse en la misma, al igual

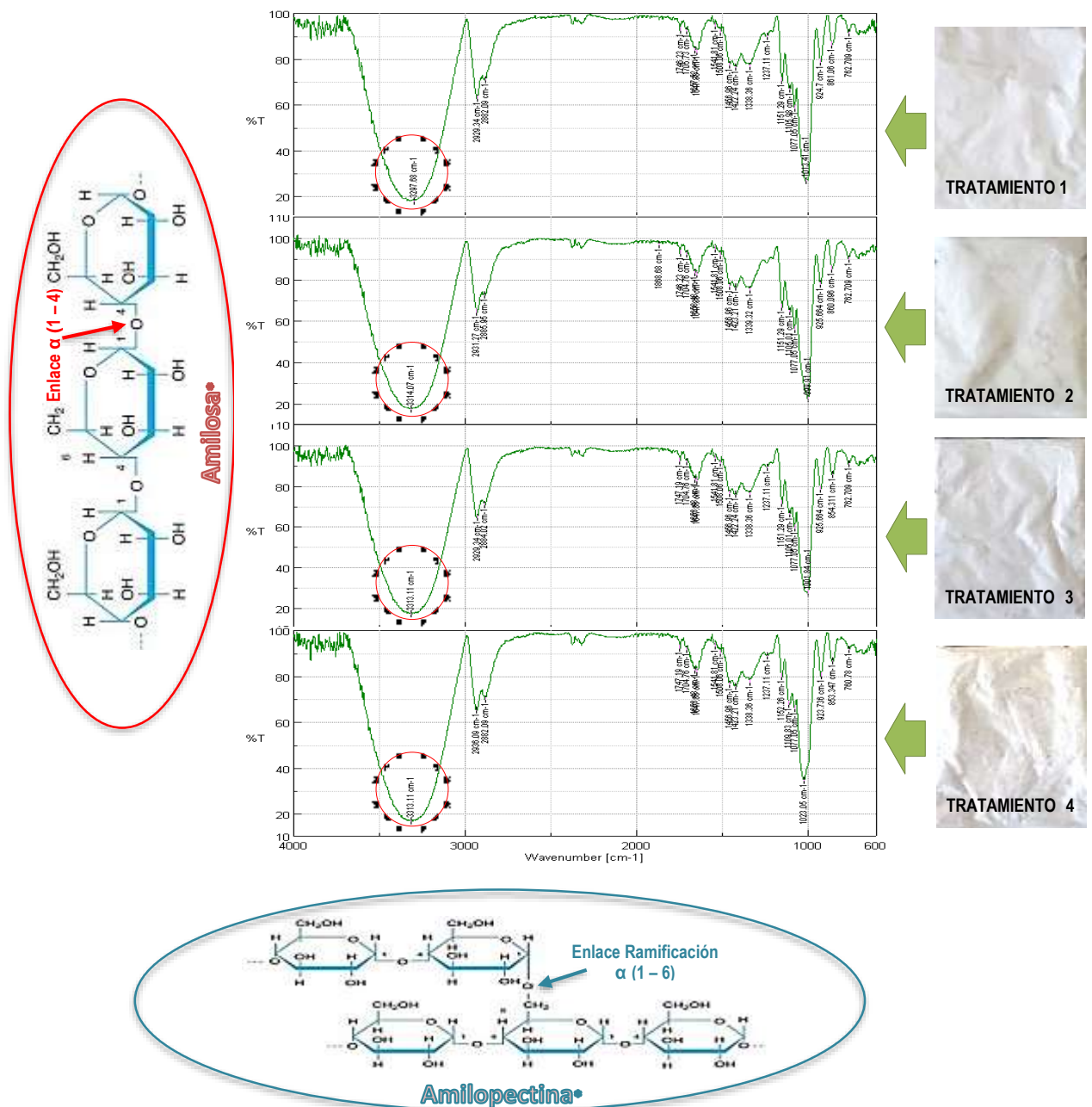
de señalar el grado de asociación existente en los polímeros del almidón, por lo tanto, tiene una baja solubilidad, de esta manera se considera de buena calidad.

El almidón obtenido presentó valores del 25,980 % en amilosa y 74,020 % en amilopectina, resultados que están dentro de los estándares de la norma establecida por el INIAP PIN08-0007, 2010 aunque para estos valores también influye la variedad y condiciones a la que sea sometido el tubérculo en su desarrollo. Cabe destacar que cuando el contenido de amilosa es mayor los gránulos se van a gelatinizar a menor temperatura de calentamiento.

La lectura de la viscosidad obtenida luego de ser enfriada a 25 °C es de 3975 mPa, valor que se encuentra en el rango y tiene la habilidad de formar una pasta viscosa o gel después del calentamiento o enfriamiento (Carvajal & et al, 2013). El valor obtenido de la temperatura de gelatinización es de 63,630 °C y que según (Ramírez & et al, 2011 se encuentra en el rango establecido en su estudio que va de 55,5 a 70 °C, producto que presentó una buena absorción de agua y se relaciona con las propiedades de hinchamiento, así como baja conductividad térmica, eléctrica y que durante el calentamiento el almidón pierde su estructura granular por el hinchamiento y su desintegración en una dispersión coloidal a esta temperatura, generando una mezcla pastosa con alta viscosidad, textura corta y buena estabilidad. Finalmente el análisis microbiológico realizado al almidón obtenido en base a la norma propuesta por la FAO, (2007) indica que los valores de 810 UPC/g de hongos, levaduras y mohos y ausencia de coliformes totales se encuentran dentro de lo establecido en la norma.



Gráfico 3. Análisis infra rojo del almidón de la cáscara de papa



\*\* (Castaños, 2015)

Fuente: Brito H., Laboratorio de Investigación, Facultad de Ciencias, ESPOCH, 2021.

Del análisis realizado en el equipo JASCO serie FTIR – 4000 (nivel de sensibilidad alto), se ha determinado la presencia de 4 picos bien estructurados, el primero en la longitud de onda de 3297,68 - 3314,07 cm<sup>-1</sup> con vibración de estiramiento del enlace –OH es el más pronunciado y se encuentra representado por la presencia de **amilosa** (moléculas α – D – glucosa unidas mediante enlace α(1 – 4) con estructura helicoidal); el segundo con valores

de 2929,34 - 2936,09  $\text{cm}^{-1}$  vibración de estiramiento del enlace  $-\text{CH}_2$  característico de la unión del enlace de la **amilopectina** (moléculas  $\alpha - \text{D} - \text{glucosa}$  unidas mediante enlace  $\alpha(1 - 4)$  y numerosas ramificaciones cada 15 - 30 monómeros mediante enlaces  $\alpha(1 - 6)$ ) (Castaños, 2015); el tercero de 1151,29 - 1152,26  $\text{cm}^{-1}$  vibración de estiramiento anti simétrico del enlace C-O-C y finalmente de 1001,84 - 1023,05  $\text{cm}^{-1}$  vibración de estiramiento del enlace C-O; determinando que las estructuras de amilosa y amilopectina son polímeros característicos del almidón.

#### 4. CONCLUSIÓN O CONSIDERACIONES FINALES

Se extrajo el 10 % en rendimiento del almidón de la cáscara de papa Súper Chola por el método de decantación natural con el tratamiento 3.

El análisis estadístico efectuado a los datos obtenidos en el rendimiento de almidón de acuerdo al test Anova determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

El análisis físico químico realizado al almidón determinan que sus valores se encuentran en el rango de las normas establecidas e investigaciones realizadas, es decir, el porcentaje de humedad que es del 13,290 %; ceniza presenta un valor de 0,295 %; solubilidad es de 3,779 %; viscosidad de 3975 mPa y temperatura de gelatinización de 63,630 °C.

El análisis microbiológico presenta valores de 810 UPC/g de hongos, levaduras y mohos y ausencia de coliformes totales.

Se determinó la presencia del 25,980 % en amilosa y 74,020 % en amilopectina en el almidón analizado.

Finalmente se concluye que el almidón obtenido por procesos físicos cumple con los estándares de calidad y tiene la presencia de amilosa que es un polímero muy útil para su uso en las industrias alimenticias y de producción de plásticos.

#### 5. LISTA DE REFERENCIAS

- Acosta, B. (2020). Tubérculos: qué son y ejemplos. *Ecología Verde*.
- Acosta, J., & et al. (2018). Employment of the potato (*Solanum tuberosum*) type fourth category for the obtaining of bioempacks. *Bionatura Conference Series*, 1 - 18.
- Alvarado, L. (2012). Uso de las Cáscaras de Papa como Coagulante Natural en el Tratamiento de Aguas Potables de la Planta "La Diana". *Publicaciones e Investigación*, 7.

- Álzate, É., & et al. (2013). Determinación de las propiedades térmicas y composicionales de la harina y almidón de chachafruto (*Erythraea edulis triana ex micheli*). *Temas Agrarios*, 21 - 35.
- AOAC Official Method 934.01. (2017). *Moisture in Animal Feed. Loss on Drying at 95-100 C -Final Action*. Official Method Moisture in Animal Feed.
- Argenpapa. (2016). Generalidades: Los beneficios de la cáscara de papa . *Argenpapa*.
- Brito, H., & et al. (2021). Identificación de las variables de proceso óptimas para la producción del almidón de papa china (*Colocasia esculenta*). *Dominio de las Ciencias*, 837-848.
- Camacho, O., & et al. (2020). Use of potato peels (*Solanum tuberosum* L) in the clarification of the water of the Ciénaga de Malambo. *Investigación e innovación en ingeniería*, 100 - 111.
- Campuzano, J., & et al. (2018). Normativas y regulaciones para polímeros biodegradables y compostables. *Tecnología del plástico*.
- Carballido, E. (2020). *Características y tipos de almidón*. Obtenido de Botanical - online: <https://www.botanical-online.com/alimentos/almidon-caracteristicas>
- Carvajal, E., & et al. (2013). Determinación de las propiedades térmicas y composicionales de la harina y almidón de chachafruto (*Erythraea Edulis Triana Ex Micheli*). *Temas agrarios*.
- Castaños, E. (27 de 06 de 2015). *Biomoléculas*. Obtenido de Los polisacáridos: <https://cienciadelux.com/2015/06/27/los-polisacaridos/#respond>
- Chariguamán, J. (2015). *Caracterización de bioplástico de almidón elaborado por el método de casting reforzado con albedo de maracuyá (Passiflora edulis spp.)*. Morazán: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- Charro, M. (2015). *Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de patata*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- Chuiza, M., & Brito, H. (2020). Producción de láminas de plástico biodegradables a partir del almidón de arracacia xanthorrhiza. 6.
- CODEX STANDARD. (1989). *Codex standard for edible cassava flour*. FAO.
- Enríquez, M., & et al. (2012). Composición y procesamiento de películas biodegradables basadas en almidón. *Science*, 182 - 192.

- Fakhouri, F., & et al. (2007). Films and edible coatings based on native starches and gelatin in the conservation and sensory acceptance of Crimson grapes. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 369 - 375.
- FAO. (2007). Guía técnica para la producción y análisis de almidón de yuca. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*.
- INEN 1456. (1986). *Métodos de ensayo: Reactivos para análisis. Almidón soluble (para iodometría)*. Quito: Norma Técnica Ecuatoriana.
- INIAP PIN08-0007. (2010). *Innovaciones para Emprendimiento de Yuca y Camote en la Seguridad y Soberanía Alimentaria, y Oportunidades de Mercado para Pequeños/as productores/as emprendedores de Manabí*. Quito: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.
- Meaño, N., & et al. (2014). Evaluación de las propiedades químicas y funcionales del almidón nativo de ñame congo (*Dioscorea bulbifera* L.) para predecir sus posibles usos tecnológicos. *Saber*, 182 - 187.
- Morales, S., & et al. (2018). Crecimiento y contenido de azúcares de tubérculo de papa en cuatro estados de madurez en condiciones de invernadero. *Chapingo, Serie Horticultura*, 53 - 67.
- Moreno, Á. (2017). Transformación del almidón de papa, mucílago de nopal y sábila en bioplásticos como productos de valor agregado amigables con el ambiente. *Ra Ximhai*, 365 - 381.
- Pardo, O., & et al. (2013). Thermal and structural characterization of starches from different potato varieties. *Agroindustria*.
- Ramírez, L., & et al. (2011). *Caracterización de almidón nativo extraído de clones promisorios de papa criolla (Solanum phureja) para su aplicación en un derivado cárnico*. Bogotá: Universidad La Salle.
- Robles, M. (2012). *Relación entre algunas propiedades fisicoquímicas y térmicas de gelatinización y retrogradación en almidón de papa nativa de Chile*. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Rodolfo, E. (2017). Mar del plástico: una revisión de los problemas del plástico en el mar. *Desarrollo Pesquero*, 83 - 89.
- Sarria, R., & Gallo, A. (2016). La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: microplásticos. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 21 - 27.

- Villada, H., & et al. (2007). Biopolímeros naturales usados en empaques biodegradables. *Temas agrarios*, 5 - 19.
- Virupaksh, P., & et al. (2016). Biology of solanum tuberosum (potato). *Series of crop specific biology document*, 1 - 28.