



Diseño de un Proceso para la Obtención de Pulpa Congelada a Partir de Orito (*Musa acuminata* AA)

Design of a Process to Obtain Frozen Pulp from Orito (*Musa acuminata* AA)

Christian Franco Crespo¹

franco.crespo.ec@gmail.com.

<https://orcid.org/0000-0002-4818-4350>

José Guanochanga²

jguanochanga6582@uta.edu.ec

<http://orcid.org/0000-0001-7134-4346>

Recibido: 10/05/2022; Aceptado: 14/09/2022

Resumen

El orito (*Musa acuminata* AA) es una variedad más pequeña del banano que se cultiva en varias provincias del Ecuador en aproximadamente 8.000 hectáreas. Actualmente se comercializa este fruto en su estado natural, al ser una variedad mínimamente explotada. El objetivo de este trabajo es diseñar de un proceso tecnológico para la obtención de pulpa congelada a partir de orito (*Musa acuminata* AA). Para ello se empleó el fruto de orito en un estado de madurez fisiológica tipo 6 y 7 según la escala de Von Loeseck, se utilizó un diseño experimental AxB en el que se evaluó el efecto de la variación temperatura (70 y 75 grados centígrados) y aditivos alimentarios (ácido cítrico a 0.05 por ciento, ácido ascórbico 0.05 por ciento y la mezcla de ambos a 0.1 por ciento). El resultado demostró que al emplear una combinación de ácido cítrico con ácido ascórbico (0.1%) se obtuvo características de preservación de color, olor, sabor y aceptabilidad aceptadas. A manera de conclusión se observa que la aplicación de métodos mixtos de conservación de frutas ayuda a que se generen procesos de valor agregados en frutas como el orito, lo que puede resultar en una alternativa para productores y consumidores.

Palabras clave: banano orito, Inhibidores enzimáticos, tecnología de alimentos, pulpa de frutas, polifenol oxidasa.

¹ Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

² Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Abstract

The orito (*Musa acuminata* AA) is a smaller variety of banana that is grown in several provinces of Ecuador on approximately 8,000 hectares. Currently this fruit is marketed in its natural state, being a minimally exploited variety. The objective of this work is to design a technological process to obtain frozen pulp from orite (*Musa acuminata* AA). For this, the orite fruit was used in a state of physiological maturity type 6 and 7 according to the Von Loeseck scale, an AxB experimental design was used in which the effect of temperature variation (70 and 75 degrees Celsius) and food additives (citric acid at 0.05 percent, ascorbic acid at 0.05 percent and the mixture of both at 0.1 percent) were evaluated. The result showed that by using a combination of citric acid with ascorbic acid (0.1%) we obtained characteristics of preservation of color, smell, taste and acceptability acceptability. By way of conclusion, it is observed that the application of mixed methods of fruit conservation helps to generate value-added processes in fruits such as orito, which can result in an alternative for producers and consumers.

Key words: banana, Enzyme inhibitors, food technology, fruit pulp, polyphenol oxidase.

Introducción

El orito al ser una variedad diploide del género de las musáceas, pero de menor tamaño que las bananas posee similares características que hacen que este producto sea rico en vitaminas y minerales en especial la gran cantidad de potasio que posee. Este producto en el Ecuador no ha sido explotado al cien por ciento de su capacidad a pesar de que la producción de esta fruta se encuentra distribuido por diversas partes del país (Jiménez et al., 2019).

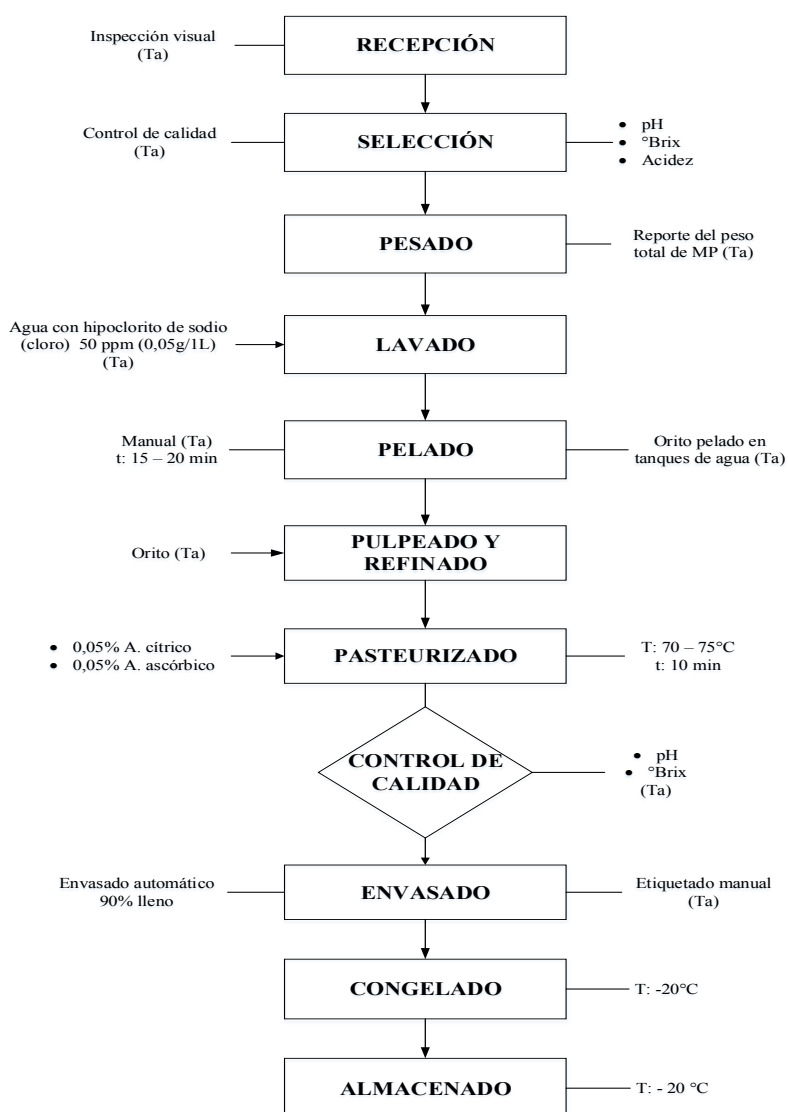
Mucha de su producción está relacionada con su exportación a diferentes partes del mundo, sin embargo, en cuanto a procesos industriales y diversificación de productos en base al orito no hay mayor relevancia. Esto debido a que en el proceso de producción existen variantes que afectan la calidad el producto final, como es el pardeamiento enzimático. Esta afección la tienen las frutas y verduras que poseen enzimas como la PPO (polifenol oxidasa).

La actividad enzimática producida por la polifenol oxidasa es una cobreproteína que actúa en los compuestos fenólicos, esta a su vez altera las estructuras subcelulares causando la oxidación y polimerización (García et al., 2006). Debido a que algunas frutas poseen este tipo de enzimas en especial el género de las musáceas y en este caso el orito desarrolla un color café la cual puede reducir la aceptabilidad del consumidor.

En la industria alimentaria el desarrollo de nuevos productos contribuye a la economía del país. Esto a su vez genera ingresos económicos a las organizaciones o comunidades con las que realiza el convenio. Las pulpas son elaboradas con las respectivas normas de seguridad. Para ello es necesario la diversificación de productos por ende el presente trabajo tiene como objetivo el desarrollo de una pulpa de orito que contenga las características organolépticas, microbiológicas y físico químicas adecuadas para la distribución hacia el consumidor.

Metodología

La fruta como tal se la consiguió entera, en un estado de madurez fisiológica tipo 6 y 7, las cuales fueron adquiridas en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas-Ecuador. El proceso de elaboración de pulpa de orito se realizó siguiendo los lineamientos de bioseguridad que la empresa dispone contra la pandemia que atraviesa en estos momentos el país. De manera que se siguió el procedimiento descrito en el Figura 1.



*Ta: temperatura ambiente; T: temperatura; t: tiempo; MP: materia prima

Figura 1. Proceso de elaboración de pulpa de orito

Métodos

Análisis Físicoquímico

Determinación del potencial de Hidrogeno (pH)

La determinación de pH se realizó mediante la metodología NTE INEN 389 (INEN, 1985). La cual especifica el método potenciométrico para la medición del ion hidrogeno (pH) en conservas vegetales. Se utilizó un pH-metro METTLER TOLEDO Five GO y un vaso de precipitación en el que se colocó una parte de muestra y se agregó una masa equivalente de agua destilada. Luego se introdujo el electrodo del pH-metro y se realizaron las mediciones por triplicado tanto de la materia prima como del producto.

Determinación de Acidez Titulable

La determinación se realizó mediante la metodología de la norma NTE INEN 750 (2013), la cual especifica dos métodos que determinan la acidez en productos a base de frutas y vegetales. Se pesó 10 g de muestra y se combinó con 40 ml de agua destilada. Se agregaron tres gotas de fenolftaleína y se procedió a realizar la titulación con hidróxido de sodio 1 N. La acidez expresada como porcentaje de ácido málico se calculó mediante la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V_{\text{NaOH}} * N_{\text{NaOH}} * 0,067}{Pm} * 100$$

Donde:

VNaOH = volumen gastado de hidróxido de sodio (ml)

NNaOH = concentración normal de hidróxido de sodio (eq/l)

Pm = peso de la muestra (g).

Factor 0,067 = peso equivalente de ácido málico (eq/g)

Determinación de sólidos solubles totales

Este parámetro determina la cantidad de sólidos solubles que se encuentra en la fruta, midiendo el contenido de azúcar a través de la lectura de un refractómetro a 20°C. Para ello se utilizó un refractómetro manual BOECO con escala de 0 a 30 °Brix.

Se colocó una pequeña cantidad de pulpa en el prisma y se procedió a cerrar la tapa del equipo para repartir homogéneamente el fluido. Se sujetó el refractómetro bajo la luz solar y se procedió a ver la escala a través del ocular, obteniendo el valor de los °Brix. Los equipos utilizados en el presente desarrollo tecnológico estuvieron calibrados por el laboratorio ELICROM-CALIBRACIÓN. Los mismos que fueron evaluados con base en el documento JCGM 100:2008.

Análisis sensorial

Con un panel de 10 degustadores semi-entrenados pertenecientes al departamento de calidad de la empresa, las muestras fueron codificadas y evaluadas tanto las características organolépticas propias de la fruta, apariencia general y aceptabilidad. Se usó una escala hedónica de 5 puntos; siendo 1 No gusta", 2 "gusta poco", 3 "ni gusta ni disgusta", 4 "gusta" y 5 "Gusta mucho", Los parámetros evaluados fueron: olor, color, sabor y aceptabilidad.

Diseño Experimental

Se empleó un diseño experimental AxB de bloques completamente aleatorizados, para determinar el mejor tratamiento con mayor aceptabilidad y mejor evaluación sensorial. Se usó el programa STATGRAPHICS Centurion XVI el cual permitió realizar el análisis estadístico para la obtención del ANOVA. Se realizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$ para la comparación del grado de significación entre tratamientos. Los factores para determinar fueron: Factor A: evaluación de tratamientos físicos (Temperatura) y Factor B: adición de aditivos alimentarios.

Análisis microbiológicos

Se realizó el respectivo análisis microbiológico al producto terminado que fue seleccionado como el mejor tratamiento. Se utilizó el método de Petrifilm para determinación de Mohos y levaduras, E. coli y Enterobacterias (Arones, 2019).

Análisis proximal

Se realizó el análisis proximal del mejor tratamiento de la pulpa de orito representado en la tabla 1, el cual se determinó previamente por un análisis sensorial.

Tabla 1. Métodos de análisis para la pulpa de orito

Ensayos	Método	Método referencial
Humedad	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970
Cenizas	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970
Grasa	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970
Proteína	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970
Fibra	MO-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970
Carbohidratos	MO-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970

Fuente: INIAP (2020)

Estos análisis se realizaron en el laboratorio de análisis fisicoquímico de los alimentos de la Estación Experimental Santa Catalina INIAP, en la ciudad de Quito, mediante los métodos descritos.

Resultados

Análisis fisicoquímico materia prima

Las muestras que presentaron un estado de madurez fisiológica tipo 6 y 7, permiten que el fruto este apto para el consumo y presente buenas condiciones organolépticas. Con respecto al estado de madurez (Hapsari y Lestari, 2016) indica que una pulpa madura de banano presenta un aumento en el contenido de carbohidratos, azúcares totales, vitamina C y potasio, así como también un moderado aumento en el contenido de proteína y una minoría en grasas. En la tabla 2 se describen los datos obtenidos Análisis fisicoquímico de la materia prima.

Tabla 2. Análisis fisicoquímico de la materia prima

Parámetros	Promedio	Mínimo	Máximo
Potencial de hidrógeno (pH)	4.97	4.79	5.00
Acidez (% ácido málico)	0.35	0.34	0.38
Sólidos solubles (°Brix)	25.2	23.5	25.5
Humedad (%)	*68.9	---	---

1.1 Análisis fisicoquímico pulpa de orito

En la figura 2, 3 y 4 respectivamente se muestran los cambios que presenta el pH, °Brix y acidez semana a semana durante 1 mes a temperaturas de 70 °C y 75 °C. Se observan variaciones importantes entre los tratamientos con diferentes tipos de aditivos, el tiempo de evaluación de cada propiedad fisicoquímica y la temperatura para retardar el pardeamiento enzimático en la pulpa de orito.

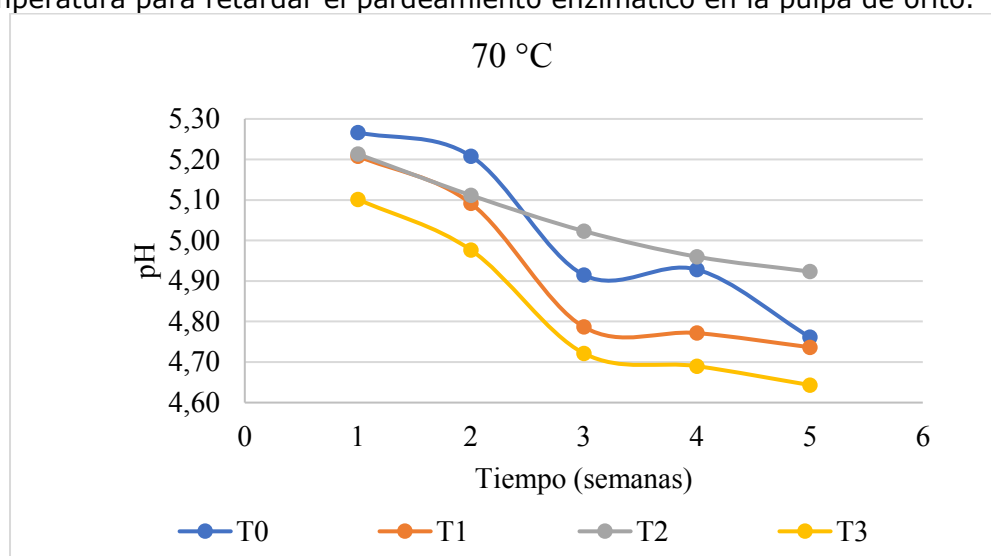


Figura 2a. Variación de pH con relación al tiempo a 70°C

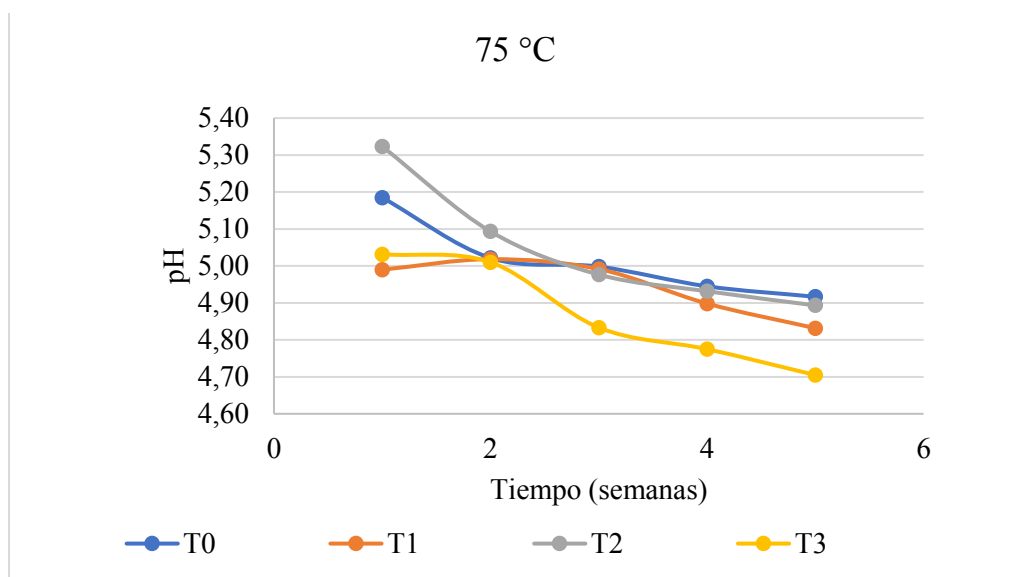


Figura 2b. Variación de pH con relación al tiempo a 75°C

En la Figura 2A y 2B se encontró que el pH de la fruta disminuye a medida que transcurre el tiempo tanto para 70°C como para 75°C, esto se debe a que el efecto sinérgico entre el ácido cítrico y ascórbico penetran el tejido y alteran el centro activo de la PPO (Polifenol Oxidasa), obteniendo como resultado la disminución del pH y la competición entre inhibidores, enzima y sustrato Delgado Medina y Hurtado Guevara (2020).

En cuanto a la temperatura, los valores de pH no se ven afectados por la misma, lo cual indica que, aunque la temperatura aumente o disminuya los resultados no cambiarán. Por otra parte Reupo Bardales (2018) indica la importancia del tiempo de permanencia de un producto en su envase, debido a que el pH aumenta de acuerdo a el tiempo de residencia en el mismo, siendo este un factor importante, pues afecta directamente en la calidad del producto.

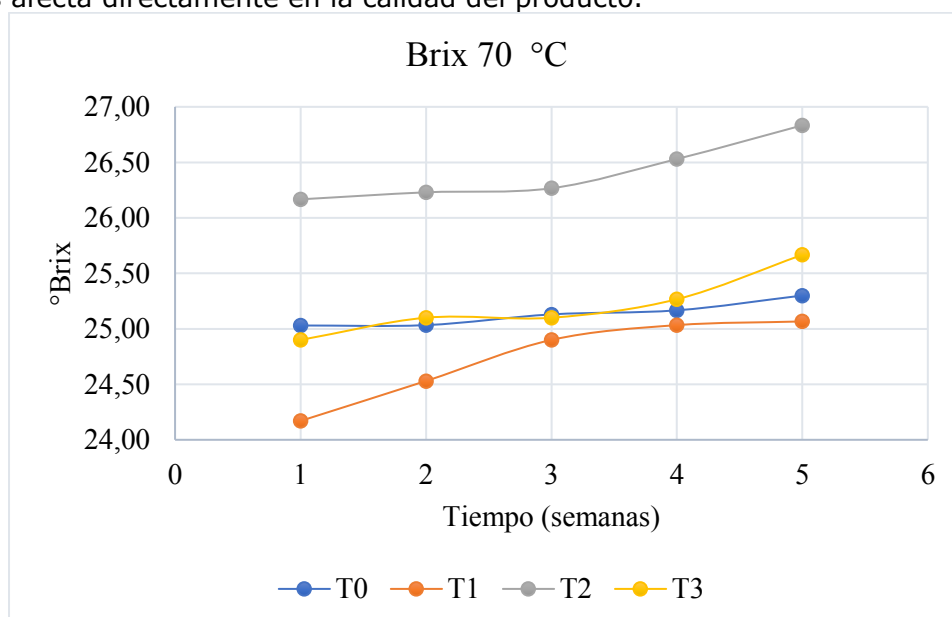


Figura 3a. Variación de °Brix con relación al tiempo a 70°C

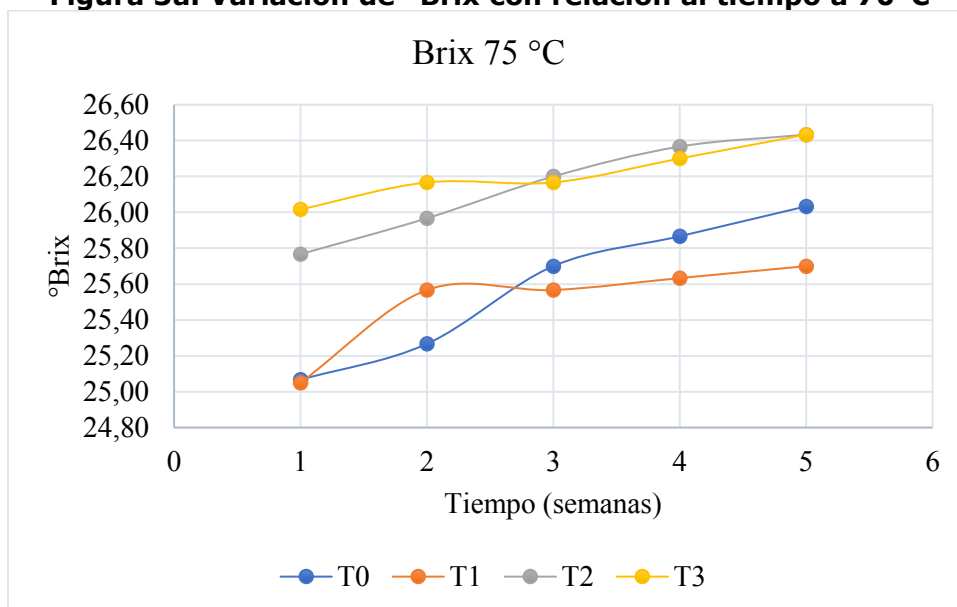


Figura 3b. Variación de °Brix con relación al tiempo a 70°C

Se puede observar en la Figura 3a y 3b que el valor del °Brix van aumentando con relación al tiempo ya se a 70°C como a 75°C. Además, en el tratamiento T2 a 70°C los °Brix aumentaron a 26,9 que fue el valor más alto en comparación con otros tratamientos, hallazgos previos de Nisar et al. (2015) observaron un aumento de los °Brix en la fruta y lo atribuyeron a la solubilización de la porción insoluble del producto. Así mismo se pudo observar que a diferente temperatura de pasteurización existe variaciones. Duque et al. (2017) explica que esto se debe a la evaporación del agua a temperaturas bajas, las cuales proporcionan un incremento de solidos solubles mientras alcanza su punto de equilibrio. Es decir, luego de su pasteurización hubo un incremento de °Brix debido a que una cierta cantidad de agua que contiene el orito fue evaporada.

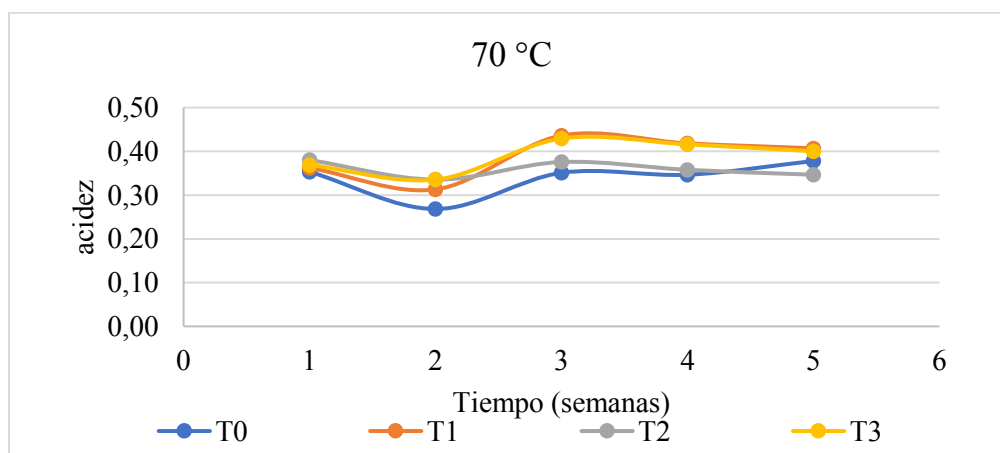


Figura 4a. Variación de la acidez con relación al tiempo a 70°C

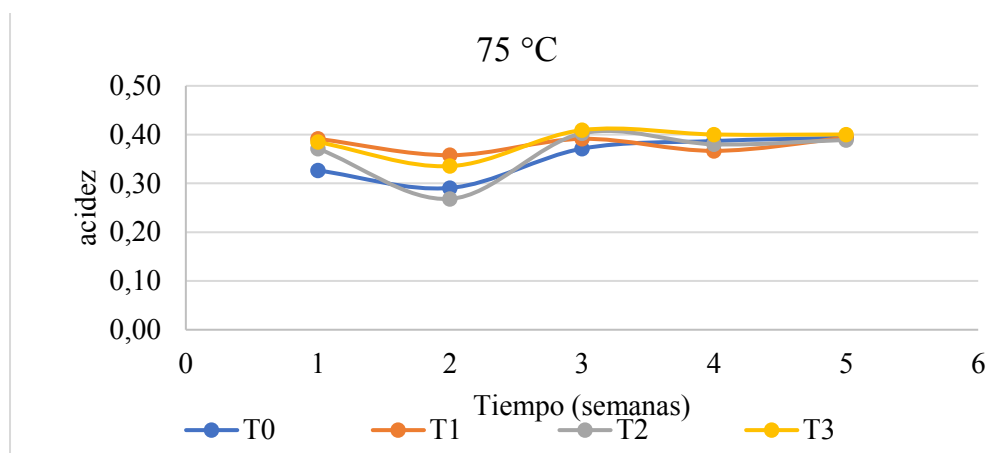


Figura 4b. Variación de la acidez con relación al tiempo a 75°C

La Figura 4a y 4b muestran un ligero aumento de la acidez en cada tratamiento, este aumento de acidez titulable se da entre el día inicial y los tiempos restantes de acuerdo con Yap et al. (2017) menciona que durante la maduración de la fruta los ácidos málico y cítrico monohidrato presentan un aumento durante las etapas 4 y 5 pero en el transcurso del tiempo estos tienden a disminuir. Una disminución general en los ácidos con un aumento en los sólidos solubles podría haber hecho menos acida a la pulpa y más dulce a medida que avanza en la maduración de la fruta.

Análisis sensorial de la pulpa de orito

Los resultados obtenidos del análisis sensorial se presentan en la Figura 5, en donde participaron 10 panelistas mismos que degustaron de cada tratamiento al finalizar el tiempo de estudio. Se designó una codificación para cada tratamiento con el fin de que los panelistas no hicieran relación entre muestras. Además, se utilizó una escala hedónica en donde la valoración 1 "no gusta" describe al menor grado de aceptación y 5 "gusta mucho" al de mayor grado de aceptación, estas ponderaciones ayudaron a valorar atributos como olor, sabor, color y aceptabilidad.

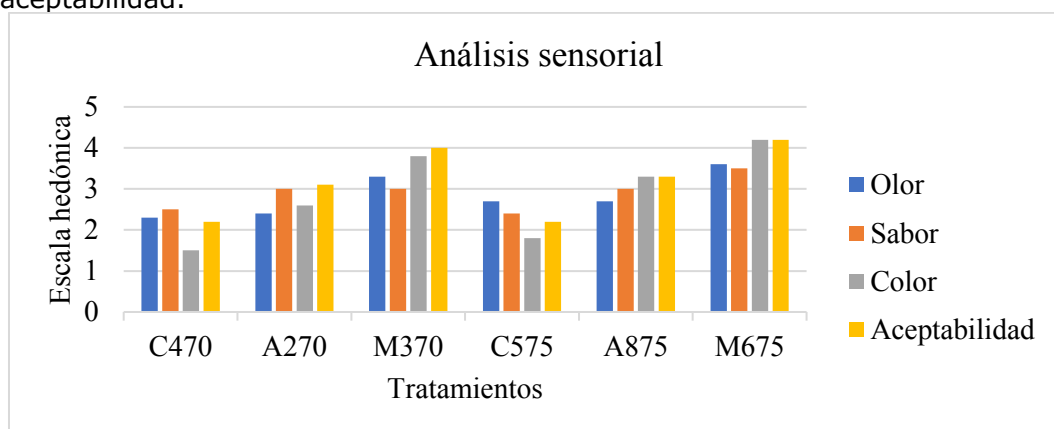


Figura 5. Resultados del análisis sensorial pulpa de orito

En el gráfico se puede observar que los panelistas tuvieron mayor atracción por las muestras M370 y M675 pues su valoración varía entre 3-4 y 3.5-4.2, mientras que las muestras C470 y C575 tuvieron una valoración entre 1.5-2.5 y 1.8-2.8, siendo aquellas que menor apreciación tuvieron en olor, sabor, color, y aceptabilidad.

Durante el desarrollo de este nuevo producto que va a ingresar al mercado, se consideró primordialmente la conservación de las características organolépticas propias del alimento. Por lo que las muestras M370 y M675 fueron aquellas que mayor apreciación tuvieron, sin embargo, la muestra M675 mantuvo una ponderación superior, lo que corrobora que el tratamiento T3 a una temperatura de 75 °C conserva de mejor manera los atributos propios de una pulpa fresca, siendo el mejor tratamiento.

Análisis microbiológico del mejor tratamiento de pulpa de orito

El análisis microbiológico realizados a través de Petrifilm ayudaron a determinar la presencia de Mohos y levaduras, E. coli y Enterobacterias, que luego de un periodo de 30 días después de su elaboración, el tratamiento T3 a 75 °C fue un producto libre de contaminación microbiana y apto para su consumo, pues cumple con la normativa que establece el estado ecuatoriano. Esto debido a que durante el proceso de elaboración de pulpa se mantuvo un control de BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) y se hizo uso de diferentes métodos de conservación.

Análisis proximal del mejor tratamiento de pulpa de orito

Los valores del análisis proximal fueron comparados con valores de referencia de varios autores. Para el caso específico del orito (*Musa acuminata* AA) al mayor conocimiento de los autores no se encontró una amplia bibliografía sin embargo fue tomada como referencia un rubro similar al analizado. Los resultados obtenidos y valores de referencia se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Análisis proximal del tratamiento T₃ a 75 °C

Ensayos	Datos experimentales INIAP (2020)	Datos bibliográficos	Referencia
Humedad (%)	75.8	72.94	Hapsari y Lestari (2016)
Cenizas (%)	2.7	2.95	Aina et al. (2019)
Grasa (%)	0.15	0.31	Valencia Coca (2012)
Proteína (%)	2.81	1.48	Hapsari y Lestari (2016)

Fibra (%)	1.77	1.8	Aguirre y Castaño (2015)
Carbohidratos (%)	92.57	86.97	Valencia Coca (2012)

Para el contenido de humedad, cenizas, grasa, proteína, fibra y carbohidratos presentes en la muestra analizada tuvieron un valor de 75.8, 2.7, 0.15, 2.81, 1.77 y 92.57 respectivamente, mientras que los valores reportados por cada autor son de 72.94, 2.95, 0.31, 1.48, 1.8 y 86.97. En general, el contenido de cada uno de estos parámetros es consistente con lo reportado, aunque con una leve variación. En el caso de humedad y cenizas de acuerdo con DANE (2015) son factores que necesitan un mínimo control puesto que están influenciadas por condiciones climáticas y el relieve del suelo, para el caso de grasa se puede decir que nuestro producto es rico en diferentes componentes y bajo en contenido de grasa, Valencia Coca (2012) menciona que la *musa acuminata* es recomendada como un alimento dietético el cual proporciona una fuente de proteína moderado y de alta energía. Para el contenido de proteína el valor obtenido es más significativo que lo reportado por Hapsari y Lestari (2016) quien menciona que este valor dependerá mucho de cada variedad. En cuanto el contenido de fibra fue comparado con lo reportado por Aguirre y Castaño (2015), quien trabajo con un grupo de bananos llamados de postre (Bocadillo, Primitivo, Cavendish y otros grupos de musáceas) observándose que no existe una gran variación entre estos valores, además la ingesta de fibra está relacionada con la reducción del nivel de colesterol en la sangre y mejora la sensibilidad a la insulina Aina et al. (2019). Finalmente, el contenido de carbohidratos es mucho más relevante que lo reportado por Valencia Coca (2012), por lo que vale recalcar que el producto tiene un gran aporte calórico que contribuirán a la dieta diaria en la alimentación.

Discusión

El presente estudio tuvo como propósito implementar un proceso industrial de extracción de pulpa de orito (*Musa acuminata* AA). Para lo cual, se implementó un proceso industrial de extracción de pulpa el cual fue un producto que conserva su color, olor y sabor propias del fruto en su estado natural. Se determinó las características del orito a través de un análisis fisicoquímico, obteniendo valores de 4.79 pH, 0.35 % de acides, 25.2 °Brix y 68.9 % de humedad, propios de una materia prima sin procesar.

Las condiciones que debe mantener el orito (*Musa acuminata* AA) en el proceso de pulpeado es mantener un estado de madurez entre 6 y 7, pasar por una desinfección de cloro a 50 ppm, mantener una pasteurización de 75 °C por 10 min y conservarse a -20°C. Se evaluaron diferentes aditivos alimentarios que evitaron el "pardeamiento enzimático", siendo la mezcla de ácido cítrico y ascórbico un conservante efectivo de las características organolépticas del orito.

Se analizaron los parámetros fisicoquímico y microbiológico del mejor tratamiento de pulpa de orito, mismos que reportaron 4.87 en pH, 0.39 % de acides y 26.22 °Brix, además de no presentar crecimiento microbiano que deteriore la estabilidad del producto.

Se realizó un análisis proximal al mejor tratamiento de pulpa de orito, encontrándose que el producto final es rico en proteínas y carbohidratos, en cuanto a humedad, cenizas, grasa y fibra se encontraron dentro de los rangos reportados bibliográficamente.

Conclusiones

El propósito del presente estudio implementar un proceso industrial de extracción de pulpa de orito (*Musa acuminata* AA). Se identificó las características propias de la fruta y de la pulpa después de su proceso, clasificándolo como una fruta con alto contenido de azúcares, humedad y un bajo contenido de acidez. Los valores obtenidos de cada parámetro fisicoquímico al aplicar diferentes concentraciones de ácido cítrico y ácido ascórbico permitieron identificar que al realizar una mezcla entre ambos aditivos a una concentración de 0,1% la actividad de la polifenol oxidasa se inactiva y el color característico del orito se mantiene.

Por medio del análisis sensorial se determinó el mejor tratamiento al cual se realizó el análisis de las características fisicoquímicas y microbiológicas, con esto se obtuvo que la pulpa de orito se encuentra acorde a la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 2337 que hace referencia a jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.

Referencias

- Aguirre, J. C. L., & Castaño, V. D. Q. (2015). Caracterización De Harina Y Almidón De Frutos De Banano Gros Michel (*Musa Acuminata* Aaa). *Acta agronomica*, 64(1), 11-21.
- Aina, O. B., Anjuwon, T. M., Shuaibu, M. N., Owolabi, O. A., & James, D. B. (2019). Comparative Study on Nutritional Composition of Six *Musa Acuminata* Pulp Varieties Available in Zaria, Nigeria.
- Arones, J. (2019). Uso Del Método Petrifilm 3m Para Asegurar La Calidad Sanitaria Y De Producto Terminado En Una Empresa De Alimentos (Lurín-Lima).
- Delgado Medina, R., & Hurtado Guevara, G. (2020). Efecto Del Ácido Cítrico Y Ascórbico Para Reducir La Actividad De La Polifenoloxidasa En Pulpa De Níspero (*Eriobotrya Japónica*).
- Duque, A. L., Giraldo, G. A., & Quintero, V. D. (2017). Caracterización De La Fruta, Pulpa Y Concentrado De Uchuva (*Physalis Peruviana* L.).
- García, C. L., Giraldo, G. A., Hurtado, H., & Mendivil, C. O. (2006). Enzyme Kinetics of Polyphenol Oxidase from Gros Michel Banana through Different Maturation Stages. *Vitae*, 13(2), 13-19.
- Guamán Cali, A. Y. (2019). *Composición Química Y Digestibilidad De Nutrientes Del Banano Orito (Mussa Acuminata Aa) Ensilado En Cerdos De Crecimientos Landrace X Duroc X Pietrian*. Universidad Estatal Amazónica.
- Hapsari, L., & Lestari, D. A. (2016). Fruit Characteristic and Nutrient Values of Four Indonesian Banana Cultivars (*Musa* Spp.) at Different Genomic Groups. *AGRIVITA, Journal of Agricultural Science*, 38(3), 303-311.

- Jiménez, L., Decker, F., González, M., & Mera, R. (2019). Abonos Orgánicos Una Alternativa En El Desarrollo De Cormos De Orito (*Musa Acuminata* Aa). *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 7(1), 54-62.
- Nisar, R., Baba, W. N., & Masoodi, F. A. (2015). Effect of Chemical and Thermal Treatments on Quality Parameters and Antioxidant Activity of Apple (Pulp) Grown in High Himalayan Regions. *Cogent Food & Agriculture*, 1(1), 1063797.
- Reupo Bardales, R. J. (2018). Efecto De La Pasteurización Sobre Las Características Fisicoquímicas, Sensoriales Y Microbiologicos De La Pulpa De Arándano (*Vaccinium Corymbosum* L.).
- Valencia Coca, G. A. (2012). *Desarrollo De Una Tecnología De Harina De Orito (Musa Acuminata Aa) En Túnel De Secado De Adecuadas Características Sensoriales Y Nutricionales*.
- Yap, M., Fernando, W. M., Brennan, C. S., Jayasena, V., & Coorey, R. (2017). The Effects of Banana Ripeness on Quality Indices for Puree Production. *LWT*, 80, 10-18.

