



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
Y BIOTECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS



Tema: Diseño de un proceso tecnológico para la obtención de pulpa congelada a partir de orito (*Musa acuminata* AA) para la Planta Hortofrutícola Ambato PLANHOFA.

Trabajo de Titulación, modalidad Sistematización de Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Autor: José Rafael Guanochanga Vargas

Tutor: Dr. Christian Franco Crespo

Ambato - Ecuador

Marzo – 2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

Doc. Christian Franco Crespo

CERTIFICO:

Que el presente documento ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de titulación, modalidad Sistematización de Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, debido a que cumple con las normas establecidas en el reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 03 de Febrero 2021

Doc. Christian David Franco Crespo

C.I. 1717090607

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, José Rafael Guanochanga Vargas, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de titulación, modalidad Sistematización de Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas bibliográficas.



José Rafael Guanochanga Vargas

C.I. 1723986582

AUTOR

APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Sistematización de Experiencias Prácticas de Investigación y/o Intervención, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Presidente del Tribunal

PhD. Esteban Mauricio Fuentes Pérez

180332150-2

Mg. Dolores del Rocío Robalino Martínez

180176948-8

Ambato, 03 de Marzo 2021

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que considere el presente Trabajo de titulación o parte de él, como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

José Rafael Guanochanga Vargas

C.I. 1723986582

AUTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a toda mi familia especialmente a mis padres que con su esfuerzo y perseverancia confiaron en mi capacidad para cumplir mi meta más anhelada. A mis hermanas Diana y Lucia del Consuelo que siempre están para mí incondicionalmente. Esto también va dedicado a mi esposa y a mi hija que siempre fueron el motivo de superación para culminar mi trabajo.

AGRADECIMIENTO

Primero doy gracias a Dios por darme salud y vida, así como también por darme la sabiduría necesaria para lograr cumplir mis metas. Agradezco de todo corazón a mi familia por brindarme su apoyo incondicional y en especial a mi madre Lucia Vargas quien puso toda su confianza en mí.

A mi querida institución “Universidad Técnica de Ambato” y en especial a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología quien junto a sus maestros supieron guiarme y dame el conocimiento necesario para prestar servicio a la comunidad.

Gracias a los docentes de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología, por formarme como persona y como profesional, ya que con sus experiencias y anécdotas supieron llegar a mi mente y corazón. En especial a la Planta Hortofrutícola Ambato “PLANHOFA” y a mi tutor Doc. Christian Franco Crespo por brindarme su confianza y paciencia para lograr desarrollar este proyecto.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iii
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xii
RESUMEN.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
MARCO TEÓRICO.....	2
1.1. Antecedentes investigativos	2
Producción de pulpa en el Ecuador.....	2
Pulpa de fruta	2
Reacciones enzimáticas.....	4
Banano orito.....	6
Aditivos alimentarios	6
Tratamientos físicos en la conservación de frutas procesadas	8
1.2. Hipótesis.....	9
1.2.1. Hipótesis nula (H_0)	9
1.2.2. Hipótesis alternativa (H_a)	10
1.3. Señalamiento de variables de la hipótesis.....	10
1.3.1. Variable independiente.....	10
1.3.2. Variable dependiente.....	10
1.4. Objetivos	10
1.4.1. Objetivo general	10
1.4.2. Objetivos específicos	10
CAPÍTULO II	11
METODOLOGÍA	11
2.1. Material	11
2.1.1. Obtención de la materia prima.....	11

2.1.2. Diseño Experimental.....	11
2.1.3. Tratamientos para el estudio	12
2.1.4. Diagrama de flujo.....	12
2.1.5. Descripción del proceso	14
2.2. Métodos.....	16
2.2.1. Análisis Físicoquímico.....	16
2.2.2. Análisis sensorial.....	19
2.2.3. Diseño Experimental.....	19
2.2.4. Análisis microbiológicos.....	20
2.2.5. Análisis proximal	20
CAPÍTULO III.....	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
3.1. Análisis físicoquímico materia prima	21
3.3. Análisis físicoquímico pulpa de orito	23
3.4. Análisis sensorial de la pulpa de orito.....	27
4.1. Conclusiones	38
4.2. Recomendaciones.....	39
Referencias bibliográficas.....	40
ANEXOS.....	44
ANEXO A - HOJA DE CATACIÓN	45
ANEXO B – ANOVA DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO PARA PULPA DE ORITO.....	47
ANEXO C - RESULTADOS ANÁLISIS PROXIMAL PULPA DE ORITO	49
ANEXO D - FOTOGRAFÍAS	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Acción de la PPO sobre los compuestos fenólicos.....	5
Figura 2. Diagrama de flujo elaboración de pulpa de orito.....	13
Figura 3. Escala de Von Loeseck para medir maduración en fruta de banano “	14
Figura 4. pH-metro METTLER TOLEDO Five GO	17
Figura 5. Determinación de acidez a través de titulación	18
Figura 6. Refractómetro manual BOECO.....	18
Figura 7. Balance de masa general para la elaboración de pulpa de orito	22
Figura 8A. Variación de pH con relación al tiempo a 70°C	23
Figura 9A. Variación de °Brix con relación al tiempo a 70°C	25
Figura 10A. Variación de la acidez con relación al tiempo a 70°C	26
Figura 11. Resultados del análisis sensorial pulpa de orito	27
Figura 12. Condiciones para el proceso de elaboración de pulpa de orito.....	33
Figura 13. Color de la pulpa de orito en distintos tratamientos a 75 °C	51
Figura 14. Recepción de la materia prima	51
Figura 15. Selección de la materia prima.....	52
Figura 16. Pesado de la materia prima	52
Figura 17. Lavado y desinfección	53
Figura 18. Pulpeado y Refinado.....	53
Figura 19. Dosificación y pasteurizado.....	54
Figura 20. Envasado y congelando	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores y niveles de estudio	11
Tabla 2. Combinaciones experimentales.....	12
Tabla 3. Métodos de análisis para la pulpa de orito.....	20
Tabla 4. Análisis fisicoquímico de la materia prima.....	21
Tabla 5. ANOVA del atributo Olor.....	28
Tabla 6. ANOVA del atributo Sabor.....	29
Tabla 7. ANOVA del atributo Color.....	29
Tabla 8. ANOVA del atributo Aceptabilidad	30
Tabla 9. Prueba de Múltiple Rangos para Atributo Olor por aditivo alimentario Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD	30
Tabla 10. Prueba de Múltiple Rangos para Atributo Sabor por Aditivo Alimentario Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD	31
Tabla 11. Prueba de Múltiple Rangos para Atributo Color por Aditivo Alimentario Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD	31
Tabla 12. Prueba de Múltiple Rangos para Aceptabilidad por Aditivo Alimentario Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD	31
Tabla 13. Análisis microbiológico del tratamiento T ₃ a 75 °C	34
Tabla 14. Parámetro fisicoquímico del tratamiento T ₃ a 75 °C	35
Tabla 15. Análisis proximal del tratamiento T ₃ a 75 °C	36

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Porcentaje de ácido málico.....	17
Ecuación 2. Porcentaje de rendimiento.....	23

RESUMEN

El orito (*Musa acuminata* AA) es una variedad más pequeña del banano que se cultiva en varias provincias del Ecuador en aproximadamente 8000 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 la Planta Hortofrutícola Ambato PLANHOFA. 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 distintos 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) con la finalidad de mantener las propiedades organolépticas del fruto, para la selección del mejor tratamiento se utilizó un panel de 10 catadores semi-entrenado. Se obtuvo que la combinación ácido cítrico más ácido ascórbico con una concentración de 0.1 por ciento y una temperatura de 75 grados centígrados de pasteurización logró conservar de mejor manera características como color, olor, sabor y aceptabilidad, con una gran cantidad de carbohidratos y proteínas los cuales se determinaron a través de un análisis proximal. Además, luego de un análisis microbiológico en el que se utilizó petrifilm se constató que el producto final estuvo libre de mohos y levaduras, E. coli y Enterobacterias.

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

ABSTRACT

The orito (*Musa acuminata* AA) is a smaller variety of banana that is grown in several provinces of Ecuador on approximately 8000 hectares. Currently this fruit is marketed in its natural state, as it is a minimally exploited variety, the objective of this work is to design a technological process to obtain frozen pulp from orito (*Musa acuminata* AA) for the Ambato PLANHOFA Horticultural Plant. For this, the orito 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 centigrade) and different food additives (citric acid at 0.05 percent, ascorbic acid 0.05 percent and the mixture of both at 0.1 percent) in order to maintain the organoleptic properties of the fruit, for the selection of the best treatment a panel of 10 tasters was used semi-trained. It was obtained that the combination of citric acid plus ascorbic acid with a concentration of 0.1 percent and a pasteurization temperature of 75 degrees centigrade managed to better preserve characteristics such as color, odor, taste and acceptability, with a large amount of carbohydrates and proteins. Which were determined through a proximal analysis. In addition, after a microbiological analysis in which petrifilm was used, it was found that the final product was free of molds and yeasts, *E. coli* and Enterobacteria.

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

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, además, que la empresa como PLANHOFA posee convenios con agricultores que les proveen de frutas para la realización de pulpas. 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.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

Producción de pulpa en el Ecuador

El desarrollo de productos en la industria alimentaria como son la pulpa de frutas, están dentro de una dieta saludable pues son fabricadas a partir de la fruta en su estado natural. Durante su desarrollo se evita la modificación de sus características fisicoquímicas y organolépticas. Para ello es necesario realizar procesos térmicos, utilizar materia prima de calidad y uso de aditivos alimentarios que estén dentro de la normativa. Gracias a esto se puede alargar el tiempo de vida útil de este producto y promover el consumo de jugos naturales a base de pulpa de fruta.

En el Ecuador el sector frutícola se beneficia de la variedad de microclimas en diversas zonas agroecológicas y aplicación de nuevas alternativas tecnológicas. La superficie frutícola en la Costa, Sierra y Amazonia es de 163 000 hectáreas. A demás se cuenta con la extensión de cultivos de banano que se aproxima a 120 000 productores. Dichas actividades frutícolas forman parte del desarrollo económico del país **(INIAP, 2020)**.

Como una parte de la tecnificación de frutas está la elaboración de pulpas que el sector agroindustrial ocupa el 19.4% del total de la industria de jugos y conservas de fruta. Sin embargo, las frutas de las cuales se obtiene la pulpa son siempre las mismas, por lo tanto, existe un tradicionalismo en la fabricación y por ende el consumo. Debido a esto se debe optar por nuevas posibilidades, con materia prima existente en otras regiones del país, como es el caso del orito, producidas en la región costa y amazónica **(Jácome y Gualavisí, 2011)**.

Pulpa de fruta

En la actualidad existe la necesidad de consumir jugos y pulpas naturales pues estos están compuestos por vitaminas, minerales, agua y carbohidratos como la fibra vegetal. Por ello la industria nacional adopta las preferencias del consumidor y se

orienta por el consumo de bebidas y jugos naturales. Por otra parte, la producción de pulpas gana poco a poco el mercado nacional e internacional.

La pulpa de fruta es el producto carnosos y comestibles de la fruta sin fermentar, pero susceptible de fermentación. Se la obtiene a través de diversos procesos tecnológicos adecuados como: triturado o desmenuzado y tamizado. Su proceso se da a partir de la parte comestible y sin eliminar el jugo, de frutas enteras o peladas en buen estado. Las cuales estarán debidamente maduras o a partir de frutas conservadas por medios físicos (NTE INEN 2 337, 2008).

En la norma **CODEX STAN 296 (2009)** se entiende por pulpa a la parte comestible de la fruta entera, sin cascara, piel, semillas, pepitas y partes similares, cortada en rodajas (rebanadas) o machacadas, pero sin reducirla a un puré.

Extracción de pulpa

Para la elaboración de pulpa, jugos y concentrados de frutas congelados. Se debe incluir procesos preliminares como: selección, clasificación y lavado, seguido de una etapa de extracción de pulpa o jugo de fruta. Sin embargo, entre ellas existe una diferencia que es la cantidad de fase sólida disponible al finalizar el proceso (Barreiro y Sandoval, 2006).

El procesamiento de alimentos en frutas y verduras se ve influenciado por el control de las propiedades funcionales de los productos. Así como también en la influencia de las operaciones como mezcla, tamizado, homogenización, calentamiento y tratamientos de alta presión. Pues estas operaciones afectan las propiedades fisicoquímicas y bioquímicas de los productos alimenticios (Moelants et al., 2014).

Entre los factores para obtener la pulpa de fruta se debe tomar en cuenta el perfil de pos cosecha. Las lesiones mecánicas, la descomposición y la pérdida de humedad son los principales trastornos pos cosecha. Pues estos influyen directamente en la elaboración de pulpa de fruta obteniendo como resultado pulpas de buena calidad o de mala calidad (Jalgaonkar et al., 2020).

Reacciones enzimáticas

En muchos de los productos alimenticios se da la reacción de pardeamiento que generalmente se divide en pardeamiento enzimático y no enzimático, según su mecanismo. En este capítulo haremos énfasis en el pardeamiento enzimático que por lo general ocurre en productos de frutas y verduras durante la cosecha, el transporte, almacenamiento y procesamiento. La reacción de pardeamiento enzimático implica la acción de la enzima polifenol oxidasa (PPO) que a diferencia del pardeamiento no enzimático involucra una reacción química de un solo compuesto o varios (**Moon et al., 2020**).

Debido a que el oxígeno se encuentra presente en el ambiente, hay la posibilidad de que existan procesos enzimáticos que cambien la calidad del producto especialmente en los alimentos de origen vegetal. Las enzimas son catalizadores biológicos las cuales constan de una parte proteica, asociada a otra parte prostética generalmente vitaminas o por un metal (**Barreiro y Sandoval, 2006**).

En algunas frutas y verduras especialmente en el banano orito existe la presencia de una enzima conocida como polifenol oxidasa (PPO) que causa problemas de pardeamiento enzimático (**Arora et al., 2018**).

Pardeamiento enzimático

Uno de los principales problemas que presenta el banano en el procesamiento de pulpa es su pardeamiento enzimático. Ya que, al entrar en contacto con el oxígeno debido a las operaciones de pelado, corte y pulpa, sufre un ennegrecimiento enzimático (**Arora et al., 2018**).

Rezapour et al. (2016) afirma que la polifenol oxidasa (PPO) cataliza dos reacciones básicas, que incluyen hidroxilación y oxidación. En la hidroxilación los monofenoles se convierten en difenol y en la oxidación los difenoles se convierten en ortoquinonas. Las cuales en su efecto se polimerizan y se convierten en melaninas, estas a su vez reaccionan con algunos aminoácidos y proteínas dando como efecto el pardeamiento enzimático.

El mecanismo de pardeamiento enzimático y la acción de la polifenol oxidasa (PPO) sobre los compuestos fenólicos se presentan en la Figura 1.

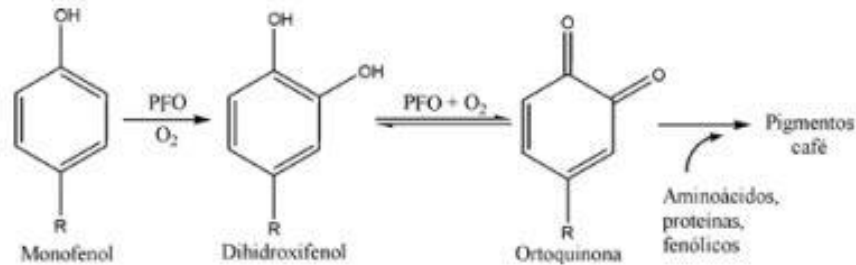


Figura 1. Acción de la PPO sobre los compuestos fenólicos
Fuente: Moon et al. (2020)

El proceso de pardeamiento enzimático inicia con la actividad de los monofenoles que luego pasa por una reacción a un dihidroxifenol seguidos por actividades polifenol oxidasa enzimáticos para producir el correspondiente orto derivado –quinone (**Moon et al., 2020**).

Según **Barreiro y Sandoval (2006)**, el oscurecimiento enzimático en los alimentos se puede controlar o reducir empleando cualquiera de las técnicas para inactivar enzimas o para reducir su actividad. Entre estas medidas se puede citar:

- a. Tratamiento térmico o escaldado, para inactivar enzimas antes de la conservación por bajas temperaturas.
- b. Aplicación de compuestos azufrados como SO₂ gaseoso o soluciones de sulfitos, bisulfitos o metasulfitos para inactivar las enzimas antes de la congelación.
- c. Remoción de oxígeno, como por ejemplo empacado al vacío o en atmosferas inertes (N₂) o protegiendo al producto del oxígeno del aire durante el procesamiento como inmersión en agua.
- d. Inmersión en el procesamiento en soluciones de sal. Este método se emplea para proteger al producto durante su procesamiento y es ampliamente utilizado en la industria de las papas fritas.
- e. Aplicación de ácidos y reducción de pH. El pH óptimo de las fenolasas cubre un rango de 6 y 7. Reduciendo el pH la actividad se reduce notablemente,

habiéndose encontrado que por debajo de pH 3 la actividad es prácticamente nula. Entre los ácidos más utilizados se encuentra el ácido cítrico, málico, fumárico, fosfórico y ascórbico.

- f. Reducción de la temperatura. Como es conocido, la actividad enzimática se reduce, pero no se detiene, al bajar la temperatura, por lo tanto, las bajas temperaturas retardan el oscurecimiento enzimático.

Banano orito

Puccio (2015) menciona que la *Musa acuminata* es originaria de las forestas húmedas y de las zonas pantanosas del Sudoeste asiático, cultivadas hasta los 1 200 metros sobre el nivel del mar. El género ha sido identificado por el botánico y médico romano Antonio Musa y el término latino *acuminata* que significa “en punta” esto con referencia al ápice puntiagudo de la fruta.

En el Ecuador el banano orito (*Musa acuminata* AA) llega a tener aproximadamente una producción de 9 554 hectáreas, mismas que alcanzan un volumen de 49 369 toneladas por año (**INEC, 2016**). Toda la obtención de este producto llega a ser enviadas a mercados internacionales como Estados Unidos, Japón y algunos países miembros de la Unión Europea. Hasta el año 2016 el país exportó alrededor de 6 millones de toneladas, ya que es apetecible por la concentración de azúcares y su tamaño en distintos países (**CFN, 2017**).

La producción de orito a nivel nacional es de gran importancia para muchas familias ecuatorianas. Entre las provincias que produce esta variedad de musáceas se encuentra El Guayas, Azuay, El Oro, Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo y Pastaza las cuales manejan una producción agrícola tradicional y orgánica. En Pastaza existe gran variedad de cultivares, entre ellos el cultivó de banano orito *Musa acuminata* AA. con el 5,67% de la superficie agrícola de Pastaza (**Caicedo et al., 2019**).

Aditivos alimentarios

Según **Pachon et al. (2012)** un aditivo alimentario es cualquier sustancia que, sin constituir por sí misma un alimento, es añadida de forma intencionada a los alimentos

en pequeñas cantidades. Con el fin de modificar sus características, técnica de elaboración y conservación o para mejorar la adaptación al uso que son destinados.

Dado que la pulpa de orito tiende a cambiar de color en presencia de diferentes factores como el oxígeno, y en el proceso de pulpeado es necesario el uso de una sustancia que permita mantener sus características organolépticas.

Antioxidantes

Con la intención de evitar el pardeamiento enzimático en la elaboración de pulpa de orito y de acuerdo a la clasificación de los aditivos alimentarios se usó antioxidantes. Las cuales son sustancias o mezcla de sustancias destinada a retardar o impedir la oxidación y enranciamiento de los productos **(Dergal, 2006)**.

Ácido ascórbico (vitamina C)

Es un antioxidante natural o puede ser fabricado artificialmente, este evita la coloración marrón de las frutas y verduras **(Elmadfa et al., 2011)**. Además, que gracias a sus sales sódica o cálcica permite aplicarlo cuando no se desea aumentar la acidez del alimento **(Santos, 2008)**.

En resultados previos realizados por **Yildiz (2018)** menciona que las muestras de banana tratadas con ácido ascórbico mostraron baja actividad de PPO en comparación con otros tratamientos. Además, presentaron menos pardeamiento por tener un mayor valor de L y bajos valores en a y b dentro de los parámetros de CIELAB.

Ácido cítrico

Posee la función antioxidante, regulador del pH y secuestrante, es el ácido natural de los frutos cítricos (limón, pomelo, naranja). Es un producto que se encuentra en el metabolismo de nuestro organismo y que a su vez ayuda a la obtención de energía **(Santos, 2008)**.

El ácido cítrico al tener la función de regulador de pH puede influir en la inhibición de la polifenol oxidasa pues estudios realizados por **(Melo et al., 2020)** afirma que el pH de mayor estabilidad enzimática para la PPO es 6.5 – 7.5. Si la enzima tiene un pH lejano del óptimo, su estructura secundaria y terciaria se alterará como consecuencia

de la protonación o desprotonación de los residuos de los diferentes aminoácidos que lo componen. La consecuencia será la desnaturalización permanente (o irreversible) de la proteína.

Para **Tsouvaltzis y Brecht (2017)** cree que la aplicación de acidulantes debe combinarse con un reductor químico, porque es difícil lograr una inhibición eficaz del pardeamiento cuando se usan acidulantes solos. Así como también informa que un tratamiento caliente con ácido ascórbico / ácido cítrico controlaba la decoloración de las papas prepeladas y lo recomendaban como una alternativa a los sulfitos.

Tratamientos físicos en la conservación de frutas procesadas

La temperatura tiene un gran impacto significativo en la velocidad de las reacciones bioquímicas, así como en la actividad de las enzimas. La sensibilidad de la polifenol oxidasa (PPO) al tratamiento térmico varía dependiendo de la fuente, sin embargo, se ha informado que ha temperaturas entre 70 - 95°C se destruye la actividad de la polifenol oxidasa (**Singh et al., 2018**).

Pasteurización

Las pasteurizaciones de pulpa de frutas antes de ser refrigeradas o congeladas permiten inactivar encimas, reducir la concentración de O₂ y reducir el número de microorganismos. De esta manera se puede evitar la degradación de la textura, color, sabor y pérdida de nutrientes durante la congelación (**García y Narváez, 2010**).

Los problemas que a menudo se presentan en la elaboración de pulpa de uvilla es el pardeamiento enzimático provocando el deterioro de la fruta. Enzimas como la polifenol oxidasa y peroxidasas forman subsecuentemente pigmentos negros. La pasteurización es uno de los métodos que permite inactivar dichas enzimas, ya que estas enzimas son térmicamente sensibles (**Etzbach et al., 2019**).

Equipos de pasteurización

En una planta de procesado de alimentos el calentamiento y enfriamiento se lleva acabo con equipos denominados cambiadores de calor, pudiendo ser estos de contacto directo o indirecto (**Singh y Heldman, 2009**). Para este caso de estudio se hizo

referencia a los cambiadores de calor de contacto indirecto pues PLANHOFA hace uso de intercambiadores de calor de placas y tubular.

Intercambiador de calor de placas

Singh y Heldman (2009) menciona que los cambiadores de calor fueron inventados hace más de 60 años, aplicadas a industrias lácteas y de bebidas. Este tipo de intercambiadores consta de una serie de placas de acero inoxidable apretadas una contra otra y montadas sobre un bastidor. Las placas suelen tener figuras geométricas grabadas para provocar el aumento de la turbulencia en el fluido que circula mejorando la transmisión de calor. También poseen juntas de goma (sintética o natural) que sellan las entradas y salidas de las placas, estas juntas sirven para conducir la corriente del fluido calefactor o refrigerante. Este tipo de intercambiadores son adecuados para líquidos de baja viscosidad ($< 5 \text{ Pa}\cdot\text{s}$) y se puede hacer circular de 5 000 a 20 000 kg/h.

Intercambiador de calor tubular

Este tipo de cambiador de calor es más simple pues consta de dos tuberías concéntricas una en el interior de la otra circulando los dos fluidos por el espacio anular y por la tubería interior. Estos a su vez pueden estar en el mismo sentido (corrientes paralelas) o en sentido contrario (contracorriente). Algunas de las aplicaciones industriales es el calentamiento de zumo de naranja, enfriamiento del agua de lavado de requesón y enfriamiento del mix de helado (**Singh y Heldman, 2009**).

1.2. Hipótesis

1.2.1. Hipótesis nula (H_0)

El diseño de un proceso tecnológico de extracción de pulpa de orito (*Mussa acuminata* AA) influyen en las características físicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de la pulpa.

1.2.2. Hipótesis alternativa (Ha)

El diseño de un proceso tecnológico de extracción de pulpa de orito (*Musa acuminata* AA) no influyen en las características físicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de la pulpa.

1.3. Señalamiento de variables de la hipótesis

1.3.1. Variable independiente

Fruta (orito), forma de procesado y madurez fisiológica.

1.3.2. Variable dependiente

Pulpa de orito, parámetros físicoquímicos, microbiológicos y calidad del producto.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Implementar un proceso industrial de extracción de pulpa de orito (*Musa acuminata* AA) para la Planta Hortofrutícola Ambato (PLANHOFA).

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar las características de la materia prima mediante análisis físicoquímico.
- Determinar las condiciones que debe mantener el proceso de pulpeado, a partir de orito (*Musa acuminata* AA).
- Evaluar diferentes aditivos alimentarios y tratamientos físicos en la pulpa de orito que evite el “pardeamiento enzimático”.
- Analizar los parámetros óptimos, tanto físicoquímico y microbiológico del mejor tratamiento de pulpa de orito (*Musa acuminata* AA) en un estado de madurez organoléptica tipo 6 y 7.
- Realizar un análisis proximal del mejor tratamiento.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Material

2.1.1. Obtención de la materia prima.

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.

2.1.2. Diseño Experimental

Se aplicó un diseño experimental AxB (2x3) completamente aleatorio con dos replicas, para de esta manera obtener datos que determinen el mejor tratamiento con características de aceptabilidad y calidad sensorial. Los factores y niveles evaluados en la elaboración de pulpa de orito se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Factores y niveles de estudio

Factores	Niveles	Dosis
A: Temperatura	a ₀ 70°C	-
	a ₁ 75°C	-
B: Aditivo alimentario	b ₀ ácido cítrico	0.05%
	b ₁ ácido ascórbico	0.05%
	b ₂ a. cítrico + a. ascórbico	0.1%

Elaborado por el autor

Los factores de estudio como temperatura se dividieron en dos niveles de estudio que son 70 °C y 75 °C, mientras que para el aditivo alimentario este se dividió en ácido cítrico al 0.05%, ácido ascórbico al 0.05% y a. cítrico + a. ascórbico al 0.1%.

2.1.3. Tratamientos para el estudio

En la elaboración de pulpa de orito se desarrolló combinaciones experimentales las cuales permitieron identificar el mejor tratamiento y realizar los respectivos análisis. Estos a su vez se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Combinaciones experimentales

Temperatura	Tratamientos	Dosis	Resultados experimentales	Código de catación
70°C	T ₀	control		-
70°C	T ₁	ácido cítrico 0.05%		C470
70°C	T ₂	ácido ascórbico 0.05%	Pardeamiento enzimático	A270
70°C	T ₃	a. cítrico + a. ascórbico 0,1%	Color °Brix pH	M370
75°C	T ₀	control		-
75°C	T ₁	ácido cítrico 0.05%		C575
75°C	T ₂	ácido ascórbico 0.05%		A875
75°C	T ₃	a. cítrico + a. ascórbico 0.1%		M675

Elaborado por el autor

Se describe la temperatura con la que se trabajó, tratamientos y resultados experimentales que se tomaron en cada muestra. La codificación establecida en cada tratamiento se utilizó a la hora de presentar las muestras a los catadores, con el fin de que los panelistas no relacionaran las muestras de estudio entre sí.

2.1.4. Diagrama de flujo

El proceso de elaboración de pulpa de orito, se ejecutó en los laboratorios de la PLANTA HORTOFRUTÍCOLA AMBATO (PLANHOFA S.A.). 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 2.

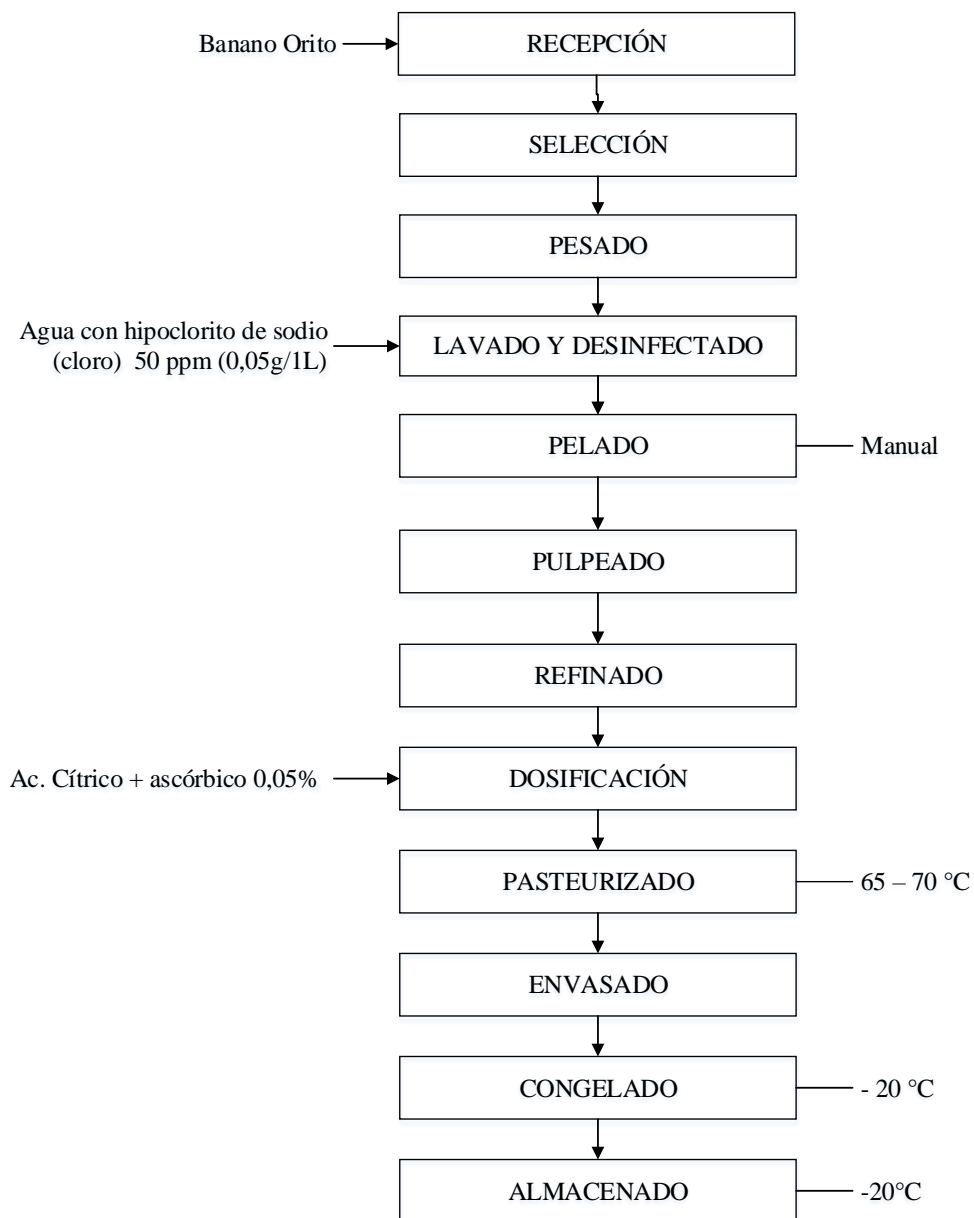


Figura 2. Diagrama de flujo elaboración de pulpa de orito.

Elaborado por el autor

2.1.5. Descripción del proceso

Recepción de la materia prima

Para la elaboración de pulpa de orito se realizó la recepción de la fruta, la cual se hizo mediante el uso bandejas plásticas las cuales evitaron que la fruta tuviera golpes que pudieran afectar el producto final (FAO, 2005).

Selección

Se realizó la selección de la fruta tipo 6 y 7 en estado fresco mediante la escala de Von Loesecke (SENA, 2004) la cual se puede observar en la Figura 3. Se retiró impurezas, tales como restos de hojas de la fruta misma, frutos con golpes, frutos con exceso de madures fisiológica y cualquier cuerpo extraño que afecte la calidad del producto. Se lo realizo de forma manual y por inspección visual.

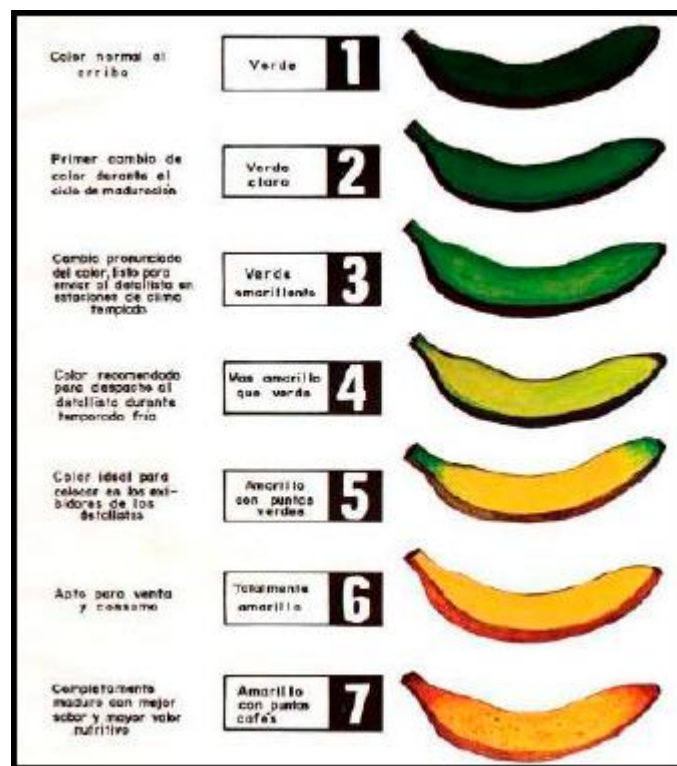


Figura 3. Escala de Von Loeseck para medir maduración en fruta de banano “

La Escala de Von Loeseck presenta las características que representa cada estado de madurez en una escala de 1 a 7.

Pesado

Luego de pasar por una selección minuciosa de la materia prima se realizó un pesado de toda la fruta apta para la producción, con el fin de cuantificar el orito que entra al proceso.

Lavado y desinfectado

Esta operación establece el punto de partida de algunos procesos de producción para frutas y hortalizas. Generalmente es una operación que se realiza en estanques con agua recirculante o simplemente con agua que se reemplaza continuamente (FAO, 1993). Se realizó el lavado de los oritos con abundante agua hasta eliminar la mayor cantidad de impurezas que se encuentre en la cascara de la fruta.

Pelado

Operación que consiste en la remoción de la piel de la fruta u hortaliza, pudiéndose realizar por medios físicos con el uso de cuchillos o aparatos similares de modo que se elimine el material de textura más fina “cascara” (FAO, 1993). El pelado se lo realizó de forma manual, y con la ayuda de un cuchillo para cortar los dedos de cada mano de orito. Los oritos pelados se colocaron en un recipiente con agua para de esta manera evitar el pardeamiento de la fruta mientras pasa a la siguiente operación.

Pulpeado y Refinado

La fruta se sometió a un proceso de reducción de tamaño en los equipos de PLANHOFA con un tamaño de malla número 200, por lo que se obtuvo una especie de puré, con el 70% de eliminación de la semilla de orito. Lo cual nos permite obtener pulpa sin semillas o fibras (Barrenechea León et al., 2017).

Dosificación y homogenización

En la dosificación y homogenización se agregó a la pulpa de fruta los aditivos alimentarios previstos en el diseño experimental. Para obtener una pasta de pulpa de fruta homogéneo con estándares de acidez y calidad organoléptica (Huatuco Cespedes et al., 2018).

Pasteurización

En este proceso se realizó un tratamiento térmico adecuado para evitar su deterioro químico y microbiológico. Este tratamiento consistió en aplicar calor hasta la parte central de la pulpa (**Barrenechea León et al., 2017**).

Envasado

El proceso de envasado se realizó de forma automática en bolsas de polietileno aptas para la conservación de productos alimenticios.

Congelación

Este proceso se realizó en congeladores de PLANHOFA los cuales trabajan a temperaturas de -20°C ocasionando que las reacciones bioquímicas sean más lentas e inhiban la actividad microbiana generando un estado de latencia (**Gracia Patrón, 2017**).

Almacenado

Para el etiquetado y almacenado las bolsas con pulpa de orito estuvieron secas sin desperdicios. El código de producción y la fecha de vencimiento se colocaron sobre la etiqueta. Por último, se acomodaron en canastas plásticas y se almacenaron (**FAO, 2005**).

2.2. Métodos

2.2.1. Análisis Fisicoquímico

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. En la Figura 4 se muestra el potenciómetro empleado en esta determinación.



Figura 4. pH-metro METTLER TOLEDO Five GO

El pH-metro METTLER TOLEDO Five GO se calibra diariamente previo a su uso para obtener resultados más confiables.

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 ecuación (1) y en la Figura 5 se muestra el procedimiento de titulación

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

Ecuación 1.

Donde:

V_{NaOH} = volumen gastado de hidróxido de sodio (ml)

N_{NaOH} = concentración normal de hidróxido de sodio (eq/l)

P_m = peso de la muestra (g).

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



Figura 5. Determinación de acidez a través de titulación

Esta figura muestra una jornada de trabajo realizando el proceso de titulación, en el que se utilizó fenolftaleína como indicador lo cual permitió obtener un cambio de color indicativo de que la titulación terminó.

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 Figura 6.



Figura 6. Refractómetro manual BOECO

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.

2.2.2. Análisis sensorial

El análisis sensorial se realizó en la PLANTA HORTOFRUTÍCOLA AMBATO (PLANHOFA). Con un panel de 10 degustadores semi-entrenados pertenecientes al departamento de calidad de la empresa, las muestras fueron codificadas de acuerdo al punto 2.1.3.y fueron evaluadas 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
- Aceptabilidad

Fue importante la información obtenida por el panel de catadores puesto que de ahí se seleccionó el mejor tratamiento, es aquí cuando el sentido del gusto permite tomar una decisión sobre propiedades deseables y menos deseables en un producto. Asimismo, esta herramienta permite conocer las características más influyentes del producto y así saciar el placer del destinatario final.

2.2.3. 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 a determinar fueron: Factor A: evaluación de tratamientos físicos (Temperatura) y Factor B: adición de aditivos alimentarios. Además, se utilizó el programa Microsoft Excel 2016 para la respectiva tabulación de datos.

2.2.4. Análisis microbiológicos

Se realizó el respectivo análisis microbiológico al producto terminado que fue seleccionado como el mejor tratamiento. Se analizaron las muestras en el laboratorio de microbiología de PLANHOFA, en la ciudad de Ambato. Se utilizó el método de Petriflim para determinación de Mohos y levaduras, E. coli y Enterobacterias Arones (2019).

2.2.5. Análisis proximal

Se realizó el análisis proximal del mejor tratamiento de la pulpa de orito representado en la tabla 3, el cual se determinó previamente por un análisis sensorial.

Tabla 3. 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

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis fisicoquímico materia prima

Las muestras de orito fueron recolectadas en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas-Ecuador, luego de su selección se tomaron las muestras que presentaron un estado de madurez fisiológica tipo 6 y 7, las cuales 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 4 se describen los datos obtenidos Análisis fisicoquímico de la materia prima.

Tabla 4. Análisis fisicoquímico de la materia prima

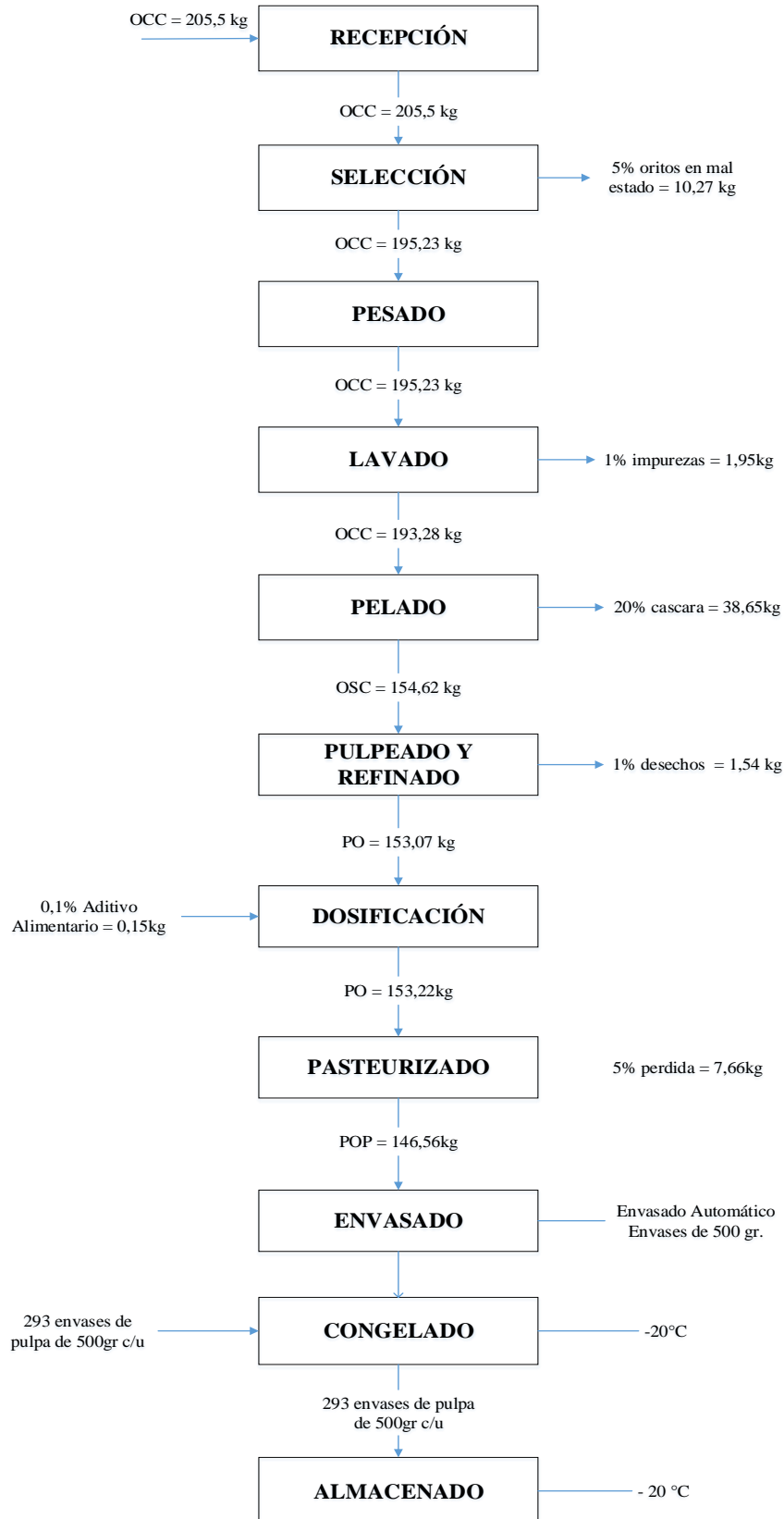
<i>Parámetros</i>	<i>Promedio</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>Potencial de hidrógeno(pH)</i>	4.97	4.79	5.00
<i>Acidez (% ácido málico)</i>	0.35	0.34	0.38
<i>Solidos solubles (°Brix)</i>	25.2	23.5	25.5
<i>Humedad (%)</i>	*68.9	---	---

* **Guamán Cali (2019)**
Elaborado por el autor

Los resultados indican un valor promedio de 4.97 pH, 0.35% acidez y 25.2 °Brix, mientras que la humedad en el orito **Guamán Cali (2019)** reporta un valor de 68.9%. En general, los valores obtenidos son consistentes con los reportados por **Godoy et al. (2016)** de 4.97pH, 0.42% acidez y 22.13 °Brix. La variación entre valores reportados con los bibliográficos se debe a diferentes factores como el tipo de suelo, variaciones climáticas y grado de maduración de la fruta.

3.2. Balance de masa general para elaboración de pulpa de orito

El balance de masa general para la elaboración de pulpa de orito implementada en la Planta Hortofrutícola Ambato “PLANHOFA”, se muestra en la Figura 7.



*OCC: orito con cascara; OSC: orito si cascara; PO: pulpa de orito; POP: pulpa de orito pasteurizada

Figura 7. Balance de masa general para la elaboración de pulpa de orito

Elaborado por el autor

El porcentaje de rendimiento del producto final fue calculado mediante la ecuación (2). La cual nos permite realizar un análisis general sobre las pérdidas que se pueden dar en cada una de las etapas al producir pulpa de orito.

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{M.P. \text{ Sale}}{M.P. \text{ Entra}} (100\%)$$

Ecuación 2.

Donde:

% Rendimiento: porcentaje de rendimiento del balance general de pulpa de orito

M.P. Sale: Pulpa de orito después de su elaboración; 146,28 kg

M.P. Entra: Orito al inicio del proceso (recepción); 205,5 kg

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{146,56 \text{ kg}}{205,5 \text{ kg}} (100\%)$$

$$\% \text{ Rendimiento} = 71,32 \%$$

3.3. Análisis fisicoquímico pulpa de orito

En la figura 8, 9 y 10 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.

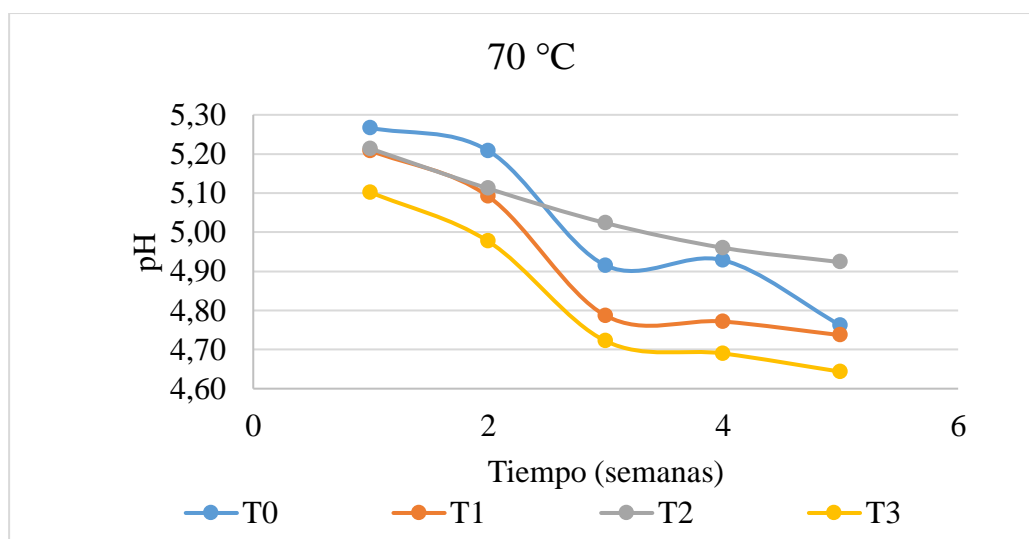


Figura 8A. Variación de pH con relación al tiempo a 70°C

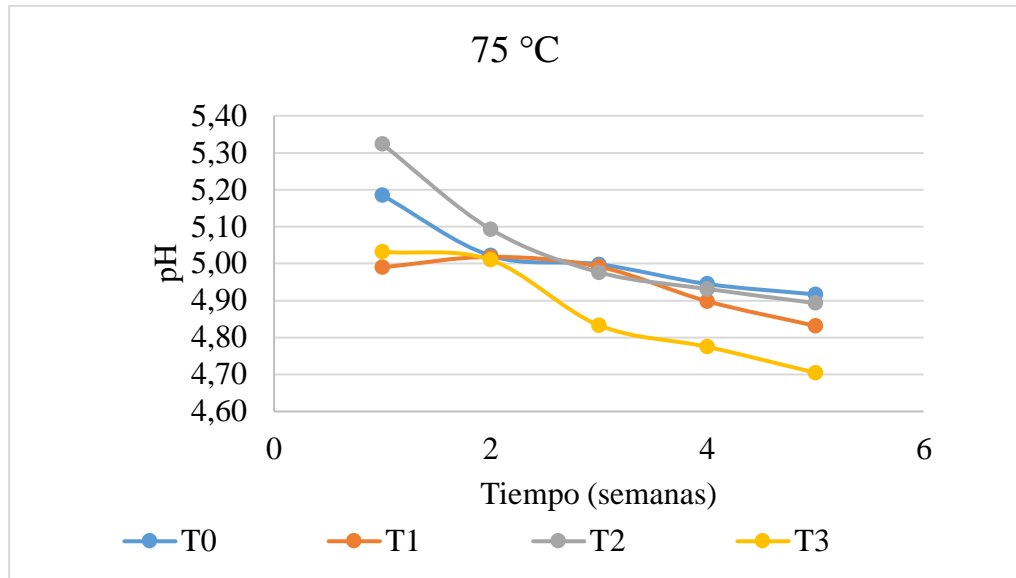


Figura 8B. Variación de pH con relación al tiempo a 75°C

En la Figura 8A y 8B 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 el análisis estadístico (Anexo B, Tabla B.1.) con diferencia significativa ($p < 0.05$) muestra que las variables “aditivo alimentario” y “tiempo” tienen diferencia significativa pues influyen directamente en la valoración del pH. En cuanto a la temperatura, los valores de pH en los tratamientos no presentan diferencia significativa, este resultado 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.

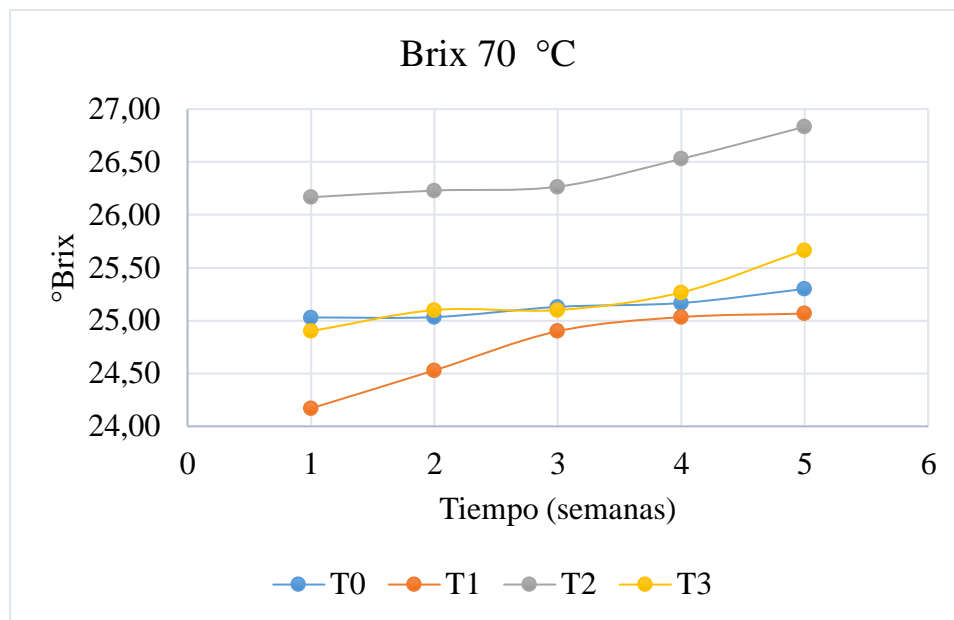


Figura 9A. Variación de °Brix con relación al tiempo a 70°C

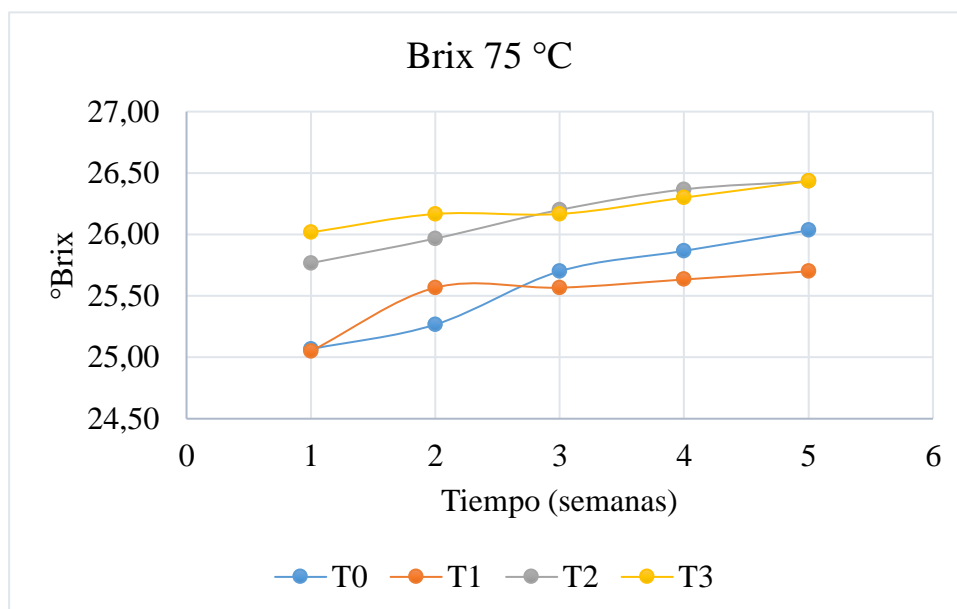


Figura 9B. Variación de °Brix con relación al tiempo a 75°C

Se puede observar en la Figura 9A y 9B que el valor del °Brix van aumentando con relación al tiempo ya sea 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 los °Brix en el análisis estadístico (Anexo B, Tabla B.2.) mostro

diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la temperatura de pasteurización y los tratamientos con el uso de diferentes aditivos alimentarios. **Duque et al. (2017)** explica que esto se debe a la evaporación del agua a temperaturas bajas, las cuales proporcionan un incremento de sólidos 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.

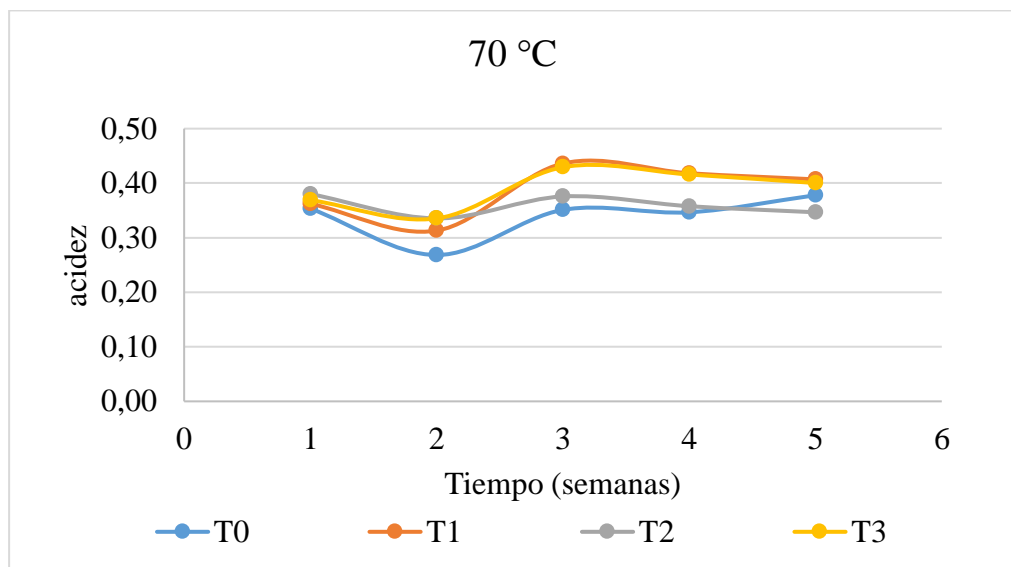


Figura 10A. Variación de la acidez con relación al tiempo a 70°C

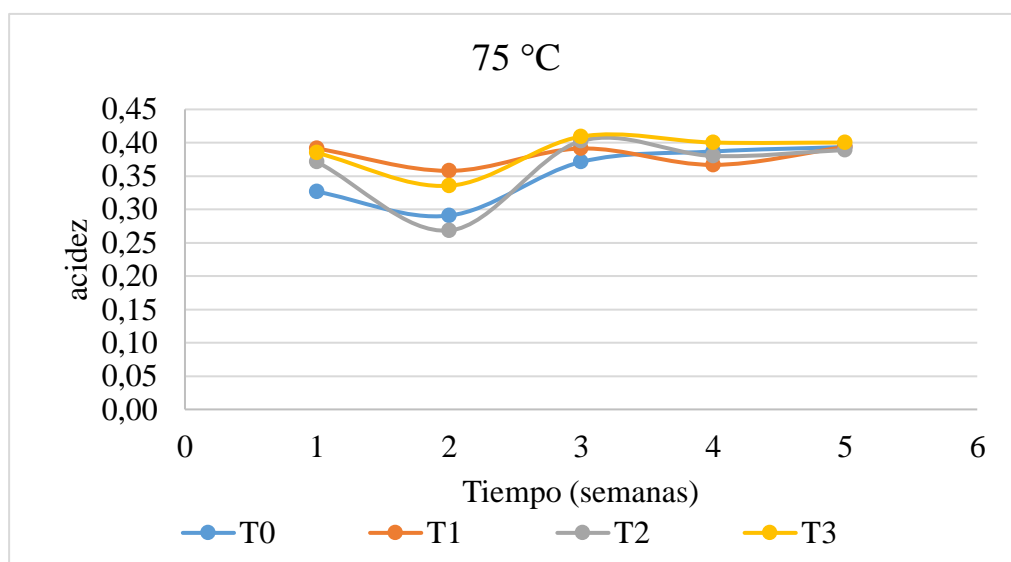


Figura 10B. Variación de la acidez con relación al tiempo a 75°C

La Figura 10A y 10B 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.

3.4. Análisis sensorial de la pulpa de orito

Los resultados obtenidos del análisis sensorial se presentan en la Figura 11, en donde participaron 10 panelistas mismos que degustaron de cada tratamiento al finalizar el tiempo de estudio. Se designó una codificación para cada tratamiento especificada en el punto 2.1.3. 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.

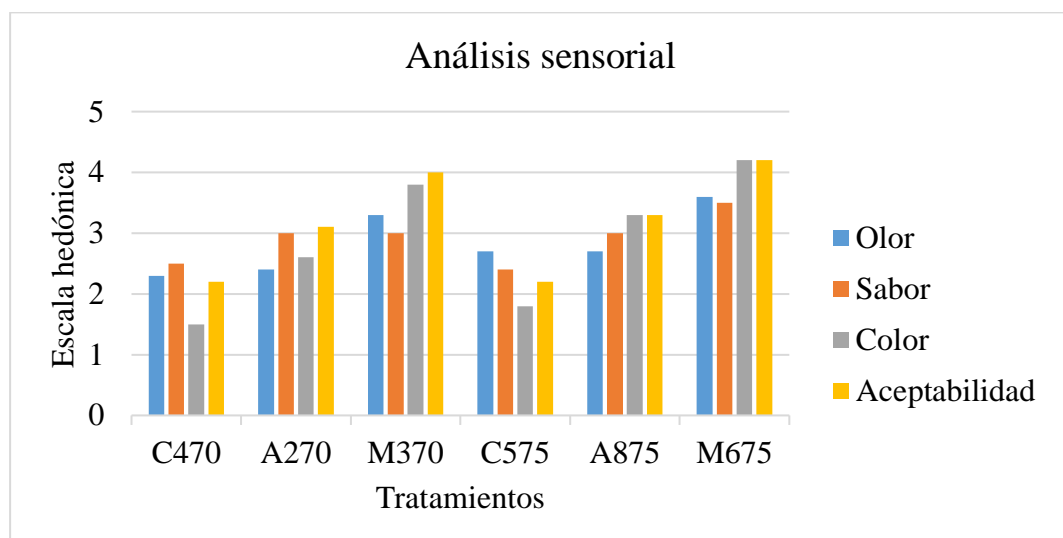


Figura 11. Resultados del análisis sensorial pulpa de orito

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. Ante la demanda por parte del consumidor de adquirir productos frescos y de calidad, cada atributo requiere de un grado de importancia a la hora de consumir pulpas, **Ramírez Castaño (2008)** habla de la importancia en la apariencia y características de una pulpa en el sector frutícola e industria alimentaria, ya que incide en la calidad del producto. Además, habla de la vida acelerada que hoy en día lleva el hombre y su búsqueda de productos que se encuentren a la mano, fácil de consumir y lo más importante la conservación de sus atributos de forma natural.

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.

3.4.1. ANOVA del análisis sensorial

En el análisis estadístico con diferencia significativa ($p < 0.05$) donde se relacionó cada atributo sensorial con el aditivo alimentario, temperatura y bloque que representa al panelista. En las tablas 5, 6, 7 y 8 se muestra el ANOVA del atributo olor, sabor, color y aceptabilidad respectivamente.

Tabla 5. ANOVA del atributo Olor

Descripción	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:aditivo alimentario	8.03333	2	4.01667	6.75	0.0027
B:temperatura	0.816667	1	0.816667	1.37	0.2474
C:bloque	5.35	9	0.594444	1.00	0.4545
Residuos	27.9833	47	0.59539		
Total (corregido)	42.1833	59			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

El atributo de olor en el análisis de varianza (ANOVA) presenta diferencia significativa entre aditivos, por otro lado, temperatura y bloque no presentan diferencia significativa. El olor es diferente en cada tratamiento con diferente aditivo y no se evidencia diferencias entre temperaturas o bloque.

Tabla 6. ANOVA del atributo Sabor

Descripción	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:temperatura	0	1	0	0.00	1.0000
B:aditivo alimentario	5.73333	2	2.86667	7.80	0.0012
C:bloque	3.33333	9	0.37037	1.01	0.4472
Residuos	17.2667	47	0.367376		
Total (corregido)	26.3333	59			

El atributo de sabor en el análisis de varianza (ANOVA) presenta diferencia significativa entre aditivos, por otro lado, temperatura y bloque no presentan diferencia significativa. El sabor es diferente en cada tratamiento con diferente aditivo de modo que puede atribuirse al desarrollo de amargor y aumento de la acidez en las muestras durante su almacenamiento (Nisar et al., 2015).

Tabla 7. ANOVA del atributo Color

Descripción	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
a:temperatura	2.01667	1	2.01667	4.38	0.0417
b:aditivo alimentario	53.2	2	26.6	57.84	0.0000
c:bloque	2.81667	9	0.312963	0.68	0.7225
Residuos	21.6167	47	0.459929		
Total (corregido)	79.65	59			

El atributo de color en el análisis de varianza (ANOVA) presenta diferencia significativa entre aditivos y temperatura, por otro lado, bloque no presentan diferencia significativa. El color es diferente en cada tratamiento con diferente aditivo, debido al uso de ácidos que permitieron retrasar la degradación del color por factores como la luz, el aire y la actividad enzimática (Hernández-Arteaga et al., 2016). Por otro lado, se puede evidenciar diferencias de color entre tratamientos sometidos a diferentes temperaturas.

Tabla 8. ANOVA del atributo Aceptabilidad

Descripción	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
a:temperatura	0.0666667	1	0.0666667	0.16	0.6911
b:aditivo alimentario	40.0	2	20.0	47.96	0.0000
c:bloque	3.93333	9	0.437037	1.05	0.4177
Residuos	19.6	47	0.417021		
Total (corregido)	63.6	59			

El atributo de aceptabilidad en el análisis de varianza (ANOVA) presenta diferencia significativa entre aditivos, por otro lado, temperatura y bloque no presentan diferencia significativa. La aceptabilidad es diferente en cada tratamiento con diferente aditivo y no se evidencia diferencias entre temperaturas o panelistas.

Este atributo al igual que el olor, sabor y color son un punto clave a la hora seleccionar el mejor tratamiento pues las diferencias significativas que presentan permiten tener indicios sobre la selección del mejor tratamiento los cuales son más visibles en el (Anexo D, Figura 13).

3.4.2. Pruebas de Tukey del análisis sensorial

Las pruebas de Tukey muestran los resultados de manera más minuciosa haciendo comparaciones múltiples entre atributos sensoriales y aditivos alimentarios, mismos que se ven representados como T₁ (ácido cítrico), T₂ (ácido ascórbico) y T₃ (mezcla de ácido cítrico y ascórbico).

Tabla 9. Prueba de Múltiple Rangos para Atributo **Olor** por aditivo alimentario
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Aditivo alimentario	Casos	Media ls	Sigma ls	Grupos homogéneos
T ₁	20	2.5	0.172538	X
T ₂	20	2.55	0.172538	X
T ₃	20	3.3	0.172538	X

*T₁ = ácido cítrico 0.05%; T₂ = ácido ascórbico 0.05%; T₃ = ácido cítrico más ascórbico 0.1%

En la Tabla 9 se observa que el olor en las muestras con aditivos T₁ y T₂ no muestran diferencia significativa, mientras que las muestras que tenían el aditivo T₃ si muestran

diferencia significativa. El catador considera que el olor de la muestra con el conservante T₃ es diferente a las muestras T₁ y T₂.

Tabla 10. Prueba de Múltiple Rangos para Atributo **Sabor** por Aditivo Alimentario
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Aditivo alimentario	Casos	Media ls	Sigma ls	Grupos homogéneos
T ₁	20	2,4	0,135532	X
T ₂	20	3,0	0,135532	x
T ₃	20	3,1	0,135532	x

*T₁ = ácido cítrico 0.05%; T₂ = ácido ascórbico 0.05%; T₃ = ácido cítrico más ascórbico 0.1%

La Tabla 10 muestra que el sabor en las muestras con aditivos T₂ y T₃ no muestran diferencia significativa, mientras que las muestras que tenía el aditivo T₁ si muestra diferencia significativa. El catador considera que el sabor en las muestras con el conservante 1 es diferente, mientras que los conservantes T₂ y T₃ se parecen.

Tabla 11. Prueba de Múltiple Rangos para Atributo **Color** por Aditivo Alimentario
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

Aditivo Alimentario	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T ₁	20	1.65	0.151646	X
T ₂	20	2.95	0.151646	X
T ₃	20	3.95	0.151646	X

*T₁ = ácido cítrico 0.05%; T₂ = ácido ascórbico 0.05%; T₃ = ácido cítrico más ascórbico 0.1%

En la Tabla 11 se observa que el color en las muestras con cada aditivo si muestran diferencia significativa. El catador considera que el color es diferente en cada muestra de acuerdo al aditivo utilizado.

Tabla 12. Prueba de Múltiple Rangos para **Aceptabilidad** por Aditivo Alimentario
Método: 95.0 porcentaje Tukey HSD

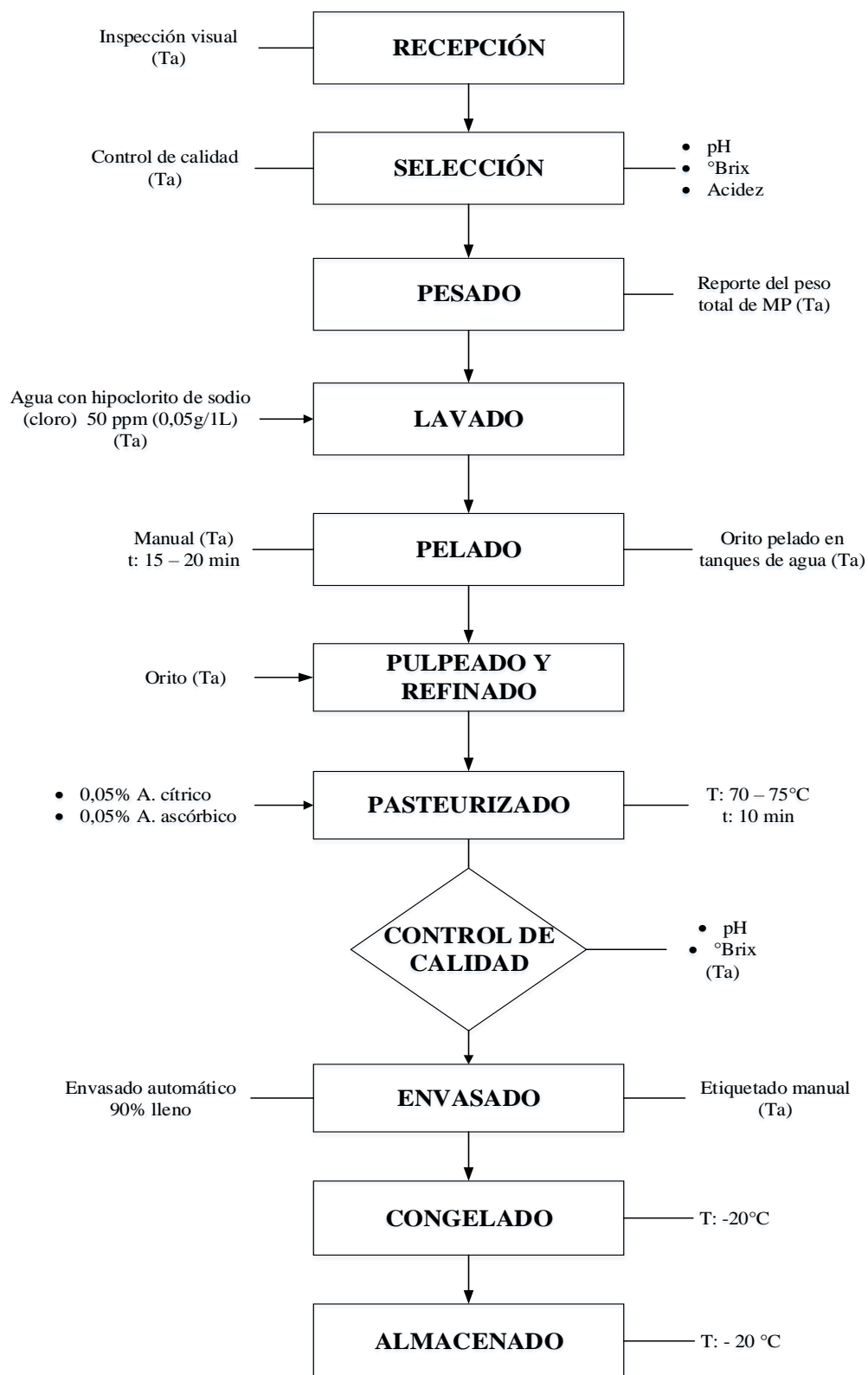
Aditivo Alimentario	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
T ₁	20	2.2	0.144399	X
T ₂	20	3.2	0.144399	X
T ₃	20	4.2	0.144399	X

*T₁ = ácido cítrico 0.05%; T₂ = ácido ascórbico 0.05%; T₃ = ácido cítrico más ascórbico 0.1%

La Tabla 12 muestra que la aceptabilidad en las muestras con cada aditivo si muestran diferencia significativa. El catador considera que la aceptabilidad es diferente en cada muestra de acuerdo al aditivo utilizado.

3.5. Condiciones del proceso para elaboración de pulpa de orito

Las condiciones de proceso para la elaboración de pulpa de orito implementada en la Planta Hortofrutícola Ambato “PLANHOFA”, se muestra en la Figura 12.



*Ta: temperatura ambiente; T: temperatura; t: tiempo; MP: materia prima
Figura 12. Condiciones para el proceso de elaboración de pulpa de orito
 Elaborado por el autor

Iniciando con una recepción de la materia prima la que se encuentra en bruto, pasa a una selección de acuerdo a su estado de madurez fisiológica entre 6 y 7, eliminando aquí aquellos frutos que se encuentre en mal estado y realizando un control de calidad que consiste en la medición de pH, °Brix y acidez. El pesado se lo debe hacer con la cáscara con el fin conocer el rendimiento del producto final, en cuanto a el lavado se utilizó cloro a 50 ppm (0.05g/l) de acuerdo lo estipulado por **Portillo-Torres et al. (2016)**, esto permitió eliminar la mayor cantidad patógenos ajenos al fruto, una vez obtenido el fruto con el 1% de impurezas se pela manualmente, pasa a el pulpeado y refinado para luego tener una dosificación de ácido cítrico más ácido ascórbico al 0.1%, el cual fue el mejor tratamiento que mantenía de mejor manera las características de la pulpa con una pasteurización de 10 min a una temperatura de 75 °C. Finalmente el envasado se lo realiza automáticamente y pasa a congelar a una temperatura de -20 °C y se almacena.

3.6. Análisis microbiológico del mejor tratamiento de pulpa de orito

En la tabla 13 se muestra el análisis microbiológico realizados a través de Petrifilm que determinaron la presencia de Mohos y levaduras, E. coli y Enterobacterias.

Tabla 13. Análisis microbiológico del tratamiento T₃ a 75 °C

<u>Análisis microbiológico</u>	<u>UFC/g</u>
Mohos y Levaduras	Ausencia
E. Coli	Ausencia
Enterobacterias	Ausencia

Elaborado por el autor

Se puede observar la ausencia de crecimiento microbiano durante un periodo de 30 días después de su elaboración. En la normativa **INEN (2012)** de jugos y pulpas permiten un número de 3 unidades para mohos y levaduras y coliformes fecales en productos pasteurizados, en el caso del 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.

3.7. Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento de pulpa de orito

Una vez finalizado el tiempo de estudio se realizó un análisis físico químico del mejor tratamiento reportado en la tabla 14.

Tabla 14. Parámetro fisicoquímico del tratamiento T₃ a 75 °C

<i>Parámetros</i>	<i>Promedio</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>Potencial de hidrógeno (pH)</i>	4.87	4.71	5.03
<i>Acidez (% ácido málico)</i>	0.39	0.34	0.41
<i>Sólidos solubles (°Brix)</i>	26.22	26.02	26.43

Elaborado por el autor

Se reportan los valores de 4.87 en pH, 0.39 % de acidez y 26.22 °Brix mismos que se asemejan a los reportados bibliográficamente por **Trujillo y Páez (2020)** quien reporta valores de pH promedios entre 5.01 y 4.29 siendo consistente con los obtenidos, además agrega que este valor puede aumentar si la fruta se encuentra en un estado de madures maduro y va descendiendo según el progreso de maduración de la fruta. En cuanto a la acidez titulable (%ácido málico) **Trujillo y Páez (2020)** reporta valores que van entre 0.47 y 0.53 mientras que en nuestro caso es ligeramente inferior al reportado, **Buitrago Guacaneme et al. (2015)** recalca que la disminución de ácidos orgánicos se debe a la maduración debido a la conversión de azúcar. El contenido de azúcar y la acides son quienes balancean el sabor de la fruta. En el caso del contenido de solidos solubles **Trujillo y Páez (2020)** presenta valores que varían entre 26 y 27 °Brix que son valores consistentes con los obtenidos en el tratamiento T₃.

3.8. 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 15.

Tabla 15. 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 consistentes 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.

3.9. Discusión de resultados

El presente estudio tuvo como propósito implementar un proceso industrial de extracción de pulpa de orito (*Musa acuminata AA*) para la Planta Hortofrutícola Ambato (PLANHOFA). Para lo cual, se implementó un proceso industrial de extracción de pulpa de orito (*Musa acuminata AA*) para la Planta Hortofrutícola Ambato (PLANHOFA), 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 10min 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.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- El presente estudio tuvo como propósito implementar un proceso tecnológico de extracción de pulpa de orito (*Musa acuminata* AA) para la Planta Hortofrutícola Ambato (PLANHOFA). Para lo cual se determinó las condiciones apropiadas para su elaboración como el estado de madurez fisiológica tipo 6 y 7 así como el aditivo alimentario y la temperatura de pasteurización que permiten obtener un producto de mejor calidad organoléptica.
- En relación a los análisis fisicoquímicos realizados al banano orito en estado de madures fisiológica tipo 6 y 7 se determinaron las características propias de esta fruta. Lo cual permitió clasificarlo como una fruta con alto contenido de azúcares, humedad y un bajo contenido de acidez.
- En virtud de los resultados los aditivos alimentarios en la industria de procesamiento de frutas son un pilar fundamental para mantener la calidad de los productos que en este caso es la pulpa de orito. Gracias a ello se pudo identificar que la mezcla entre los antioxidantes (ácido cítrico y ácido ascórbico) permiten inhibir la actividad de la polifenol oxidasa que es uno de los factores principales en el cambio de color afectando la calidad del producto.
- De acuerdo con lo anterior, la mezcla entre el ácido cítrico y el ácido ascórbico en una concentración de 0,1% inhibe el desarrollo del pardeamiento enzimático de la pulpa de orito sin afectar la calidad en términos de pH, acidez y °Brix, así como también en la calidad nutricional.
- Se concluye que una vez seleccionado el mejor tratamiento a través de un análisis sensorial las características fisicoquímicas y microbiológicas de la pulpa de orito se encuentran acorde a la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 2337 que hace referencia a jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales.
- Mediante los resultados del análisis proximal reportados por el INIAP, se encuentra que el banano orito posee las características propias de la fruta. Esto

debido a que luego de realizar el procesamiento para la obtención de pulpa de orito se almaceno a temperaturas inferiores a -0°C lo cual permitió mantener la calidad de la pulpa de fruta.

4.2. Recomendaciones

- Para posteriores estudios se recomienda realizar ensayos similares utilizando distintas temperaturas de pasteurización con tiempos más cortos, debido a que la pasteurización en frutas es uno de los parámetros principales en la calidad de la pulpa.
- Es recomendable evaluar otros tipos de aditivos alimentarios, que inhiban el pardeamiento enzimático, como por ejemplo el uso de sulfitos los cuales permitan mantener las características propias de la fruta.
- Se recomienda incrementar la concentración de los aditivos utilizados en este estudio para poder determinar si existe una mejor inhibición de la enzima que causa el pardeamiento enzimático o causa problemas en la calidad de la pulpa.

Referencias bibliográficas

- 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.
- Arora, S., Siddiqui, S., Gehlot, R., & Ahmed, N. (2018). Effects of Anti-Browning Pretreatments on Browning of Banana Pulp. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 7(4), 242-249.
- Barreiro, J., & Sandoval, A. (2006). *Operaciones De Conservación De Alimentos Por Bajas Temperaturas: Equinoccio*.
- Barrenechea León, F., Campos Guere, Y. Y., Delgado Tincahuallpa, J., et al. (2017). Elaboración Y Comercialización De Pulpa De Fruta Congelada.
- Buitrago Guacaneme, C. M., Rincón Soledad, M. C., Balaguera López, H. E., & Ligarreto Moreno, G. A. (2015). Classification of Different Maturity Stages of Agraz (Vaccinium Meridionale Swartz) Fruit. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 68(1), 7521-7531.
- Caicedo, W., Sanchez, J., Viamontes, M., et al. (2019). Chemical Composition and Apparent Digestibility of Green "Fiorito" Banana (Musa Acuminata Aa) Meal in Growing Pigs Composición Química Y Digestibilidad Aparente De La Harina De Banano Fiorito Verde (Musa Acuminata Aa) En Cerdos De Crecimiento. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(3), 1.
- CFN. (2017). Sector Agricultura, Ganadería, Silvicultura Y Pesca "Banano Y Plátanos".
- 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 Japonica).
- Dergal, S. B. (2006). *Química De Los Alimentos*: Pearson Educación.
- Duque, A. L., Giraldo, G. A., & Quintero, V. D. (2017). Caracterización De La Fruta, Pulpa Y Concentrado De Uchuva (Physalis Peruviana L.).

- Elmadfa, I., Muskat, E., & Fritzsche, D. (2011). *Tabla De Aditivos. Los Números E*: Editorial Hispano Europea, S.A.
- Etzbach, L., Pfeiffer, A., Schieber, A., & Weber, F. (2019). Effects of Thermal Pasteurization and Ultrasound Treatment on the Peroxidase Activity, Carotenoid Composition, and Physicochemical Properties of Goldenberry (*Physalis Peruviana L.*) Puree. *LWT*, *100*, 69-74.
- FAO. (1993). *Procesamiento De Frutas Y Hortalizas Mediante Metodos Artesanales Y De Pequeña Escala*. Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación. Oficina Regional De La Fao Para America Latina Y El Caribe. Santiago, Chile. 190p.
- FAO. (2005). *Fichas Técnicas Procesados De Fruta 78*.
- 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.
- García, R. H., & Narváez, C. E. (2010). The Effect of Pasteurization on the Quality of Frozen Arazá (*Eugenia Stipitata Mc Vaugh*) Pulp. *Journal of food quality*, *33*(5), 632-645.
- Godoy, R. C. B. d., Waszczynskj, N., Santana, F. A., Oliveira, L. A. d., & Santos, G. G. d. (2016). Physico-Chemical Characterization of Banana Varieties Resistant to Black Leaf Streak Disease for Industrial Purposes. *Ciência Rural*, *46*(9), 1514-1520.
- Gracia Patrón, A. D. (2017). *Diseño De Una Cámara De Congelación Para La Planta Procesadora De Pulpas De Frutas De Industrias Del Cerro*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- 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.
- Hernández-Arteaga, A., Galván, S., Arrazola, G., & Mendoza-Corvis, F. (2016). Influencia De La Temperatura Y Pre-Tratamientos En El Color De La Harina (*Musa Aab Simmonds*). *Agronomía Colombiana*, *34*(1Supl), S665-S667.

- Huatuco Cespedes, E. D., Damian, H., Cinthia, L., et al. (2018). Proyecto Pulpa De Frutas.
- INEC. (2016). Encuesta De Superficie Y Producción Agropecuaria Continua
- INIAP. (2020). Iniap Trabaja En El Sector Frutícola Del País Para Fomentar Producción Sustentable.
- Jácome, H., & Gualavisí, M. (2011). Boletín Mensual De Análisis Sectorial Del Mipymes. 30.
- Jalgaonkar, K., Mahawar, M. K., Bibwe, B., & Kannaujia, P. (2020). Postharvest Profile, Processing and Waste Utilization of Dragon Fruit (*Hylocereus Spp.*): A Review. *Food Reviews International*, 1-27.
- Melo, G., Filippa, M., Sanchez, J. R., & Gasull, E. (2020). Ppo Activity of Two Varieties of Pears. Control of Enzymatic Browning for Temperature Effect, Presence of Inhibitors and Complexation with B-Cyclodextrin. *Revista Mexicana De Ingeniería Química*, 19(2), 877-887.
- Moelants, K. R., Cardinaels, R., Van Buggenhout, S., et al. (2014). A Review on the Relationships between Processing, Food Structure, and Rheological Properties of Plant-Tissue-Based Food Suspensions. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(3), 241-260.
- Moon, K. M., Kwon, E.-B., Lee, B., & Kim, C. Y. (2020). Recent Trends in Controlling the Enzymatic Browning of Fruit and Vegetable Products. *Molecules*, 25(12), 2754.
- 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.
- Pachon, M. S. F., Parrila, M. C. G., Gómez, M. L. M., & González, A. M. T. (2012). *Toxicología De Los Aditivos Alimentarios: Toxicología Alimentaria*: Editorial Díaz de Santos, S.A.
- Portillo-Torres, L. A., Gómez-Aldapa, C. A., Villagómez-Ibarra, J. R., et al. (2016). Efecto De Hipoclorito De Sodio Y Ácido Acético En La Reducción De Escherichia Coli O157: H7, Salmonella Typhimurium, Listeria Monocytogenes Y Shigella Flexneri Sobre Fresa (*Fragaria X Ananassa*). *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 2(4).

- Puccio, P. (2015). Musa Acuminata.
- Reupo Bardales, R. J. (2018). Efecto De La Pasteurización Sobre Las Características Físicoquímicas, Sensoriales Y Microbiologicos De La Pulpa De Arándano (*Vaccinium Corymbosum L.*).
- Rezapour, I., Jase Mizad, T., Ayatollahi, M., et al. (2016). The Presentation of a New Inhibitor to Prevent Enzymatic Browning in Mushroom, Banana, and Apple. *International journal of environmental science and technology*, 13(4), 1109-1122.
- Santos, C. B. (2008). *Los Aditivos En La Alimentación De Los Españoles Y La Legislación Que Regula Su Autorización Y Uso*: Vision Libros.
- SENA. (2004). Plátano Su Cosecha Y Poscosecha En La Cadena Agroindustrial 35.
- Singh, B., Suri, K., Shevkani, K., et al. (2018). Enzymatic Browning of Fruit and Vegetables: A Review *Enzymes in Food Technology* (pp. 63-78): Springer.
- Singh, R. P., & Heldman, D. R. (2009). *Introducción a La Ingeniería De Los Alimentos*: Acribia.
- Trujillo, J. D. L., & Páez, D. M. B. (2020). Caracterización Físico-Químicas Y Morfológicas Del Pildoro (Musa Acuminata) Producido En Zona De Vega Y Lomerío En El Departamento Del Caquetá, Con El Fin De Proponer Procesos De Transformación. @ *limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 17(2), 85-100.
- Tsouvaltzis, P., & Brecht, J. K. (2017). Inhibition of Enzymatic Browning of Fresh-Cut Potato by Immersion in Citric Acid Is Not Solely Due to Ph Reduction of the Solution. *Journal of food processing and preservation*, 41(2), e12829.
- 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.
- Yildiz, G. (2018). The Effect of Different Chemical Agents on the Prevention of Enzymatic Browning in Banana. *Journal of Food Science and Engineering*, 7, 86-91.

ANEXOS

ANEXO A - HOJA DE CATACIÓN

HOJA DE CATACIÓN DE PULPA DE ORITO

Indicaciones: Usted tiene diferentes muestras de pulpa de orito, por favor observe y deguste cada una de las muestras, luego marque con una (Moelants et al.) las características organolépticas según crea conveniente.

Atributo	Alternativa	Muestras					
Olor	1 no gusta						
	2. gusta poco						
	3. ni gusta ni disgusta						
	4. gusta						
	5. gusta mucho						
Color	1 no gusta						
	2. gusta poco						
	3. ni gusta ni disgusta						
	4. gusta						
	5. gusta mucho						
Sabor	1 no gusta						
	2. gusta poco						
	3. ni gusta ni disgusta						
	4. gusta						
	5. gusta mucho						
Aceptabilidad	1 no gusta						
	2. gusta poco						
	3. ni gusta ni disgusta						
	4. gusta						
	5. gusta mucho						

Observaciones:

.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

**ANEXO B – ANOVA DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO PARA PULPA DE
ORITO**

Tabla B.1. ANOVA para pH en pulpa de orito**Análisis de Varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Temperatura	0,006125	1	0,006125	0,25	0,6160
B:Aditivo alimentario	0,69589	3	0,231963	9,61	0,0000
C:Tiempo	1,09917	4	0,274792	11,39	0,0000
RESIDUOS	1,7134	71	0,0241324		
TOTAL (CORREGIDO)	3,51458	79			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla B.2. ANOVA para °Brix en pulpa de orito**Análisis de Varianza para °Brix - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Temperatura	4,95013	1	4,95013	13,59	0,0004
B:Aditivo Alimentario	15,1219	3	5,04063	13,83	0,0000
C:Tiempo	1,49162	4	0,372904	1,02	0,4012
RESIDUOS	25,8709	71	0,364379		
TOTAL (CORREGIDO)	47,4346	79			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

Tabla B.3. ANOVA para acidez en pulpa de orito**Análisis de Varianza para Acidez - Suma de Cuadrados Tipo III**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Temperatura	0,00162	1	0,00162	2,63	0,1093
B:Aditivo Alimentario	0,03529	3	0,0117633	19,10	0,0000
C:Tiempo	0,0635825	4	0,0158956	25,81	0,0000
RESIDUOS	0,0437275	71	0,00061588		
TOTAL (CORREGIDO)	0,14422	79			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

ANEXO C - RESULTADOS ANÁLISIS PROXIMAL PULPA DE ORITO

ANEXO D - FOTOGRAFÍAS

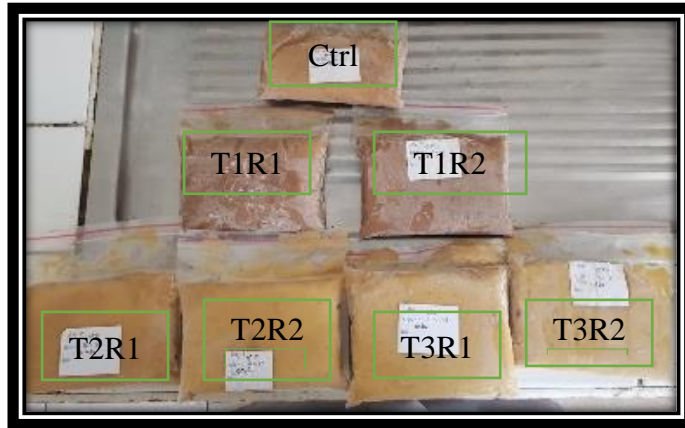


Figura 13. Color de la pulpa de orito en distintos tratamientos a 75 °C



Figura 14. Recepción de la materia prima



Figura 15. Selección de la materia prima



Figura 16. Pesado de la materia prima



Figura 17. Lavado y desinfección



Figura 18. Pulpeado y Refinado



Figura 19. Dosificación y pasteurizado



Figura 20. Envasado y congelando