

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

Facultad de Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica



TESIS

- Título** : **CRIOSECCION CON GOMA DE “TARA” Y MALTODEXTRINA Y SU EFECTO SOBRE β – CAROTENOS Y PROPIEDADES FUNCIONALES DE *Mauritia Flexuosa* “AGUAJE”.**
- Para Optar el** : **Título profesional de Químico Farmacéutico**
- Autores** : **Bachiller Nuñez Sinche Jhonatan Dennis
Bachiller Valerio Chuco Ketty Gina**
- Asesora** : **Dra. Huaranga Sanchez Mirtha**
- Línea de investigación Institucional** : **Salud y Gestión de la Salud**
- Fecha de inicio y término** : **19 de Junio del 2019 al 18 de Junio del 2020**

Huancayo – Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios por permitirnos culminar con éxito nuestra tan anhelada carrera y por ser guía en este largo camino de igual forma a nuestros padres, por mostrarnos el camino hacia la superación personal y profesional, por su apoyo tanto moral y económico.

Jhonatan Dennis Núñez Sinche

Ketty Gina Valerio Chuco

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Luis Ártica Mallqui por su amistad, confianza, apoyo y su capacidad para guiar nuestras ideas han sido aporte invaluable en el desarrollo del presente trabajo. A la Dra. Mirtha Huaranga Sánchez, por guiarnos a lo largo de la ejecución del trabajo.

INTRODUCCIÓN

La tesis intitulada “Criodesecación con goma de “tara” y maltodextrina y su efecto sobre β -caroteno y propiedades funcionales de *Mauritia flexuosa* “aguaje”, busca contribuir con la industria farmacéutica y población en general.

Se realizó en base a la observación del problema que el aguaje (*Mauritia flexuosa*), también llamado buriti, moriché, canangucha o mirirti¹, es una palmera muy importante para las etnias Amazónicas ya que ha logrado tener una marcada connotación cultural, cuyos frutos son altamente nutritivos y muy perecibles, por la naturaleza de sus componentes, que generan procesos de oxidación en corto tiempo, los cuales destruyen vitaminas liposolubles A,D,E, carotenoides y parte de ácidos grasos esenciales.^{2,3}

En este sentido, en el primer Capítulo de este informe final se abarca la importancia nutricional del aguaje por su alto contenido de beta caroteno y los problemas para el aprovechamiento como fruto fresco, por lo que sería necesario su transformación utilizando la tecnología de criodesecación un proceso tecnológico limpio, que bajo condiciones de bajas temperaturas se deshidrata utilizando crío protectores, evitando la pérdida de nutrientes y obteniendo un producto de alta calidad similar a la composición de un fruto fresco⁴. También se consideran los aspectos formales de la investigación tales como la delimitación, mencionando que se analizaron los frutos recolectados de la provincia de la Merced durante setiembre de 2019, así también la justificación correspondiente social, teórica y metodológica. Enfatizando que el objetivo general fue evaluar el efecto de la criodesecación con goma de “tara” y maltodextrina sobre β -caroteno y propiedades funcionales de *Mauritia flexuosa* “Aguaje”.

Por su parte, en el segundo Capítulo se detalla los antecedentes relacionados a la problemática; todo esto complementado con las bases teóricas sobre las variables identificadas y la definición de la terminología utilizada. Así también, en el tercer Capítulo, se encuentra la hipótesis formulada y la operacionalización de variables.

Por otro lado, el cuarto Capítulo involucra la Metodología, donde se detalla que fue un estudio de tipo aplicado, que se empleó un diseño experimental, utilizando como técnica de recolección de datos la observación, cuya población estuvo conformado por Aguaje (*Mauritia flexuosa*) Ecotipo; Shambo de la Merced, analizando 40kg de aguaje, escogidos por muestreo no probabilístico empleando criterios de inclusión y exclusión, donde los análisis realizados se registraron en el instrumento ficha de recolección de datos y procesados mediante el programa Design-Expert Versión 11.

Para finalizar en el quinto Capítulo se presentan todos los resultados obtenidos en la investigación, encontrándose que la criodesecación con maltodextrina y goma de “tara” produce efecto sobre el contenido de β -caroteno y propiedades funcionales.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INTRODUCCIÓN	iv
CONTENIDO	vi
CONTENIDO DE TABLAS	ix
CONTENIDO DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1. Descripción de la realidad problemática	13
1.2. Delimitación del problema	14
1.3. Formulación del problema	15
1.3.1. Problema General	15
1.3.2. Problemas Específico	15
1.4. Justificación	15
1.4.1. Social	15
1.4.2. Teórica	16
1.4.3. Metodológica	16
1.5. Objetivos	17
1.5.1. Objetivo general	17
1.5.2. Objetivos específicos	17
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes de estudio	18
2.1.1. Internacionales	18
2.1.2. Nacionales	20
2.2. Bases teóricas	23
2.2.1. Tecnología de la criodesecación	23

2.2.2. Fruto de <i>Mauritia flexuosa</i> L.f. “Aguaje”	25
2.2.2.1. Identificación taxobotánico	25
2.2.2.2. Características	26
2.2.2.3. Composición química	26
2.2.2.4. Conservación y utilización	28
2.2.2.5. Provitaminas en alimentos (β - carotenos).	28
2.2.2.6. Características fisicoquímicas de los pigmentos carotenos	28
2.2.3. Propiedades Funcionales	30
2.3. Marco Conceptual	30
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS	
3.1. Hipótesis General	32
3.2. Variables de investigación	32
3.2.1. Independiente	32
3.2.2. Dependiente	33
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	
4.1. Método de investigación	34
4.2. Tipo de investigación	34
4.3. Nivel de investigación	35
4.4. Diseño de la investigación	35
4.5. Población y muestra	36
4.5.1. Criterios de inclusión	36
4.5.2. Criterios de exclusión	36
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de dato	36
4.6.1. Técnicas de recolección de datos	36
4.6.2. Instrumento de recolección de datos	36
4.6.3. Procedimientos de la investigación	37
4.7. Técnicas de procesamiento y análisis	42
4.8. Aspectos éticos de la investigación	42

CAPÍTULO V: RESULTADOS	
5.1. Descripción de resultados	43
5.2. Contratación de hipótesis	56
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	61
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXOS	74
1. Matriz de consistencia	75
2. Matriz de operacionalización de la variable.	76
3. Matriz de operacionalización de instrumento.	77
4. Instrumento de investigación y constancia de aplicación.	78
5. Confiabilidad valida del instrumento.	81
6. Data de procesamiento de datos.	84
7. Clasificación taxonómica de <i>Mauritia flexuosa</i> L.f. “Aguaje”.	85
8. Esquema experimental.	86
9. Esquema de extracción de la pula de aguaje.	87
10. Esquema de liofilización de la pula de aguaje.	88
11. Galería fotográfica del proceso de elaboración.	89
12. Compromiso de autoría	92
13. Declaración de confidencialidad	94

CONTENIDO DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Clasificación taxobotánico <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje”.	25
Tabla 2. Composición químico proximal del fruto de <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje” morfo tipo amarillo.	27
Tabla 3. Contenido de β -caroteno y α -tocoferol de los morfo tipos color, amarillo y shambo.	27
Tabla 4. Evaluación de las características físico morfológicas del fruto fresco del aguaje <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje”.	44
Tabla 5. Evaluación de las características químico bromatológico de la pulpa en fresco <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje”.	45
Tabla 6. Evaluación de las características químico bromatológico de la pulpa crío desecado de <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje”.	46
Tabla 7. Acidez de la pulpa fresca y liofilizada de la <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje”.	47
Tabla 8. pH de la pulpa fresca y liofilizada de la <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje”.	47
Tabla 9. °Brix de la pulpa fresca y liofilizada de la <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje”.	48
Tabla 10. Evaluación de concentración de β -caroteno de la pulpa en fresco y crío desecado de la <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje”.	49
Tabla 11. Evaluación de concentración de las propiedades funcionales de la pulpa crío desecado de la <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje”.	50
Tabla 12. Condiciones para aceptar o rechazar la hipótesis.	58
Tabla 13. Prueba t para β -carotenos.	58
Tabla 14. Prueba t para propiedades funcionales: Solubilidad.	59
Tabla 15. Prueba t para propiedades funcionales: Rehidratación.	59
Tabla 16. Resultados hallados mediante el paquete estadístico para Resultados hallados mediante el paquete estadístico para β -carotenos.	60

CONTENIDO DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Cambios de fase de la criodesecación.	24
Figura 2. Esquema de la transformación de la provitamina β -caroteno como vitamina A.	29
Figura 3. Relación de los encapsulantes goma de tara y malto dextrina.	51
Figura 4. Interacción de goma de tara y carotenos de la pulpa de <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje”.	52
Figura 5. Interacción de maltodextrina y carotenos de la pulpa de <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje”.	53
Figura 6. Solubilidad con los encapsulantes goma de tara y maltodextrina.	54
Figura 7. Comparación de la solubilidad de la pulpa de <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje” con maltodextrina y goma de tara.	55
Figura 8. Rehidratación con goma de tara y maltodextrina	55
Figura 9. Comparación de la rehidratación de la goma de tara y maltodextrina.	56
Figura 10. Esquema experimental del aguaje.	86
Figura 11. Esquema experimental para la extracción de pulpa de <i>Mauritia flexuosa</i>	87
Figura 12. Diagrama de flujo para liofilización de <i>Mauritia flexuosa</i>	88

RESUMEN

El aguaje es un fruto estacionario que sirve para el soporte alimenticio de los seres humanos por la presencia de vitaminas, grasas, carbohidratos y proteínas, pero es muy perecible y de difícil conservación, por lo que la investigación propone utilizar la tecnología de criodesecación para incrementar la vida útil del fruto en forma de pulpa estabilizada sin la pérdida de nutrientes, especialmente los carotenos y sus propiedades funcionales. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la criodesecación con goma de “tara” y maltodextrina sobre β -caroteno y propiedades funcionales de *Mauritia flexuosa* “Aguaje”. Fue un estudio de tipo aplicado, que empleó un diseño experimental, utilizando como técnica de recolección de datos la observación, con el fin de precisar las variables, utilizó el instrumento ficha de recolección de datos. La muestra fue elegida empleando criterios de inclusión (en base a su madurez y ecotipo) y exclusión (eliminando los que presentaban deterioro físico debido a los golpes). Obteniendo como resultado con goma de tara 26,51 mg de β -caroteno/100g de muestra liofilizada y 27,50 con maltodextrina. De las propiedades funcionales el mayor porcentaje de solubilidad se da con maltodextrina 13,77 %, de igual forma con la rehidratación 61,7%, siendo estos procesados en el programa Design-Expert Versión 11. Donde se concluye que la criodesecación con los encapsulantes produce un efecto sobre el contenido de β -caroteno y propiedades funcionales.

Palabras clave: Aguaje, criodesecación, propiedades funcionales, β -caroteno.

ABSTRACT

The aguaje is a stationary fruit that serves for the nutritional support of human beings due to the presence of vitamins, fats, carbohydrates and proteins, but it is very perishable and difficult to preserve, so the research proposes to use freeze-drying technology to increase the useful life of the fruit in the form of stabilized pulp without the loss of nutrients, especially carotenes and their functional properties. The objective of the present study was to evaluate the influence of freeze drying with tara gum and maltodextrin on the content of β -carotene and functional properties of the *Mauritia flexuosa* L.f. "Aguaje". It was an applied-type study, which used an experimental design, using observation as a data collection technique, in order to specify the variables, the data collection instrument was used. The sample was chosen using inclusion criteria (based on maturity and ecotype) and exclusion (eliminating those that presented physical deterioration due to blows). Obtaining as a result with tara gum 26.51 mg of β -carotene / 100g of lyophilized sample and 27.50 with maltodextrin. Of the functional properties, the highest percentage of solubility occurs with maltodextrin 13,77%, in the same way with rehydration 61,7%, these being processed in the Design-Expert Version 11 program. Where it is concluded that freeze-drying with encapsulants influences the content of β -carotene and functional properties.

Key words: Aguaje, cryodesiccation, functional properties, β -carotene.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

El aguaje es una de las palmeras más abundantes en Sudamérica, en el Perú se reportan más de 5 millones de hectáreas de aguajales; actualmente es considerado una planta muy promisoriosa, que puede mejorar la calidad de vida de los hombres y mujeres gracias a sus biocomponentes.⁵

La importancia principal para el cultivo de esta palma es el alto contenido de beta caroteno en los frutos, este potencial es superior a la de cualquier otra fruta conocida de árboles frutales hasta ahora.⁶ Por lo cual, podría ser orientado a la producción de alimentos biofuncionales de tipo farmacológico, o como excipiente o auxiliar farmacéutico.

Se hizo un mapeo del fruto de aguaje y como resultado se encontró problemas para el aprovechamiento como fruto fresco, por lo que es necesario su transformación. La criodesecación del aguaje podría ser una alternativa de agro industrialización, lo cual permitiría obtener fruta en polvo de aguaje, con características similares a la fruta fresca, tiempo de vida útil considerable y uso en la industria farmacéutica para ser comercializado a nivel nacional e internacional, ya que este proceso da lugar a productos de más alta calidad que cualquier método de secado tal como se resume del trabajo presentado por Ramírez J., el año 2006.

En este contexto la investigación tiene mucha relevancia en la aplicación experimental de la criodesecación utilizando encapsulantes, que permite predecir los cambios en el contenido de β -carotenos y propiedades funcionales (solubilidad y rehidratación).

1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La investigación consistió en la evaluación y comparación del contenido de β -caroteno y propiedades funcionales de la pulpa del fruto de *Mauritia flexuosa* “aguaje” en fresco y criodesecado con goma de tara y maltodextrina; los frutos fueron recolectados en base a su ecotipo y madurez en la ciudad de La Merced, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín en el mes de agosto del 2019.

Los procesos de evaluación se realizaron en el laboratorio de control de calidad de la Universidad Nacional del Centro del Perú, durante el periodo de setiembre de 2019.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. Problema General

¿Qué efecto produce la Criodesecación con goma de “tara” y maltodextrina sobre β -carotenos y propiedades funcionales de *Mauritia flexuosa* “Aguaje”?

1.3.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es la clasificación taxonómica de la *Mauritia flexuosa* “aguaje” producido en la provincia de La Merced?
- ¿Cuáles son las características fisicoquímicas y químico bromatológico de la *Mauritia flexuosa* “aguaje”?
- ¿Cuál es el contenido de β -caroteno en la *Mauritia flexuosa* “aguaje”?
- ¿Cuál es el contenido de β -caroteno en la *Mauritia flexuosa* “aguaje” criodesecado con goma de “tara” y maltodextrina?
- ¿Cuál es la concentración de las propiedades funcionales (solubilidad y rehidratación) de la *Mauritia flexuosa* “aguaje” criodesecado con goma de “tara” y maltodextrina?

1.4. JUSTIFICACIÓN

1.4.1. Social

El trabajo de investigación se justifica porque existe problemas para el aprovechamiento del fruto de aguaje fresco por ser perecible y de difícil conservación, pero tiene un gran valor comercial gracias a las propiedades nutricionales y funcionales, aunque no son tan conocidas ni estudiadas⁷; la criodesecación ayuda a incrementar el tiempo de vida del fruto sin la pérdida de los compuestos bioactivos elevando el valor nutricional del consumo de aguaje en la población en sus diversas formas alimentarias.

1.4.2. Teórica

Las tendencias actuales de los consumidores en cuanto a la ingesta de alimentos ricos en bioactivos, β - carotenos como pro vitamina A con propiedades funcionales en beneficio de la salud de la población, para prevenir y curar enfermedades provocadas por el estrés oxidativo (cáncer, afecciones coronarias, colesterol, diabetes, obesidad, problemas gastrointestinales, etc.), tal como menciona Lopes et al., en la revista publicado en el año 2017; se ha incrementado de manera progresiva.

Por tal motivo, esta investigación experimental permitirá el conocimiento de que la pulpa de aguaje sometida a procesos de criodesecación aun contiene β -carotenos y propiedades funcionales, lo cual es importante en la alimentación de la población en general, promoviendo su industrialización. Además, podrá servir como base para futuros estudios de alimentos con dificultad de conservación y alto contenido de nutrientes.

1.4.3. Metodológica

En el desarrollo de la investigación se empleó métodos instrumentales de espectrofotometría UV/ visible, liofilizador LIOBRASS L-100, análisis instrumentales mediante las cuales se evaluó el contenido de β -caroteno, las propiedades funcionales en base a las metodologías estandarizadas.⁸

La utilización del método de criodesecación bajo condiciones de bajas temperaturas incrementa la vida útil de los frutos sin la pérdida de sus componentes nutricionales, suceso que puede ser investigado y una vez demostrada su validez puede ser empleado en diferentes investigaciones con alimentos.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la criodesecación con goma de “tara” y maltodextrina sobre β -carotenos y propiedades funcionales de *Mauritia flexuosa* “aguaje”.

1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar taxonómicamente la *Mauritia flexuosa* “aguaje” producido en la provincia de La Merced.
- Determinar las características fisicoquímicas y químico bromatológico de la *Mauritia flexuosa* “aguaje”
- Determinar el contenido de β -caroteno en la *Mauritia flexuosa* “aguaje”
- Determinar el contenido de β -caroteno en la *Mauritia flexuosa* “aguaje” criodesecado con goma de “tara” y maltodextrina.
- Determinar las propiedades funcionales (solubilidad y rehidratación) de la *Mauritia flexuosa* “aguaje” criodesecado con goma de “tara” y maltodextrina.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIOS

2.1.1. Internacionales

Costa *et al.*,⁹ en el artículo de revista publicado en el año 2018 relacionado al secado por pulverización de la pulpa de buriti a diferentes concentraciones de malto dextrina (5, 10 y 15%) y temperatura (130, 150 y 170 °C), realizaron una planificación experimental factorial, con el fin de evaluar las características fisicoquímicas, siendo el resultado 3,1% de humedad, 34 % de ceniza, 0.93 - 1.27 de acidez total y 24 - 37 g/cm³ para las formulaciones secadas por liofilización. Concluyéndose que a mayor concentración de maltodextrina y temperatura los resultados disminuyen.

Así mismo, Lopes *et al.*,¹⁰ en el año 2017 en su artículo de revista evaluaron las propiedades fisicoquímicas, bromatológicas y vida útil de la pulpa de la fruta de Buriti fresca y liofilizada, consistió en deshidratar, triturar y tamizar la parte comestible, se envasó en plástico de polietileno y finalmente se almacenó a diferentes temperaturas (24°C ambiente, 4°C enfriamiento y -12 °C congelador), dicho análisis se llevó a cabo cada 30 días para 150 días de almacenamiento, como resultado se obtuvo 2,30 % de humedad, 2,74 % acidez, 48,13% lípidos, 3,50 % cenizas, 40,97% carbohidratos y 11682,66 µg/100g β caroteno, Concluyéndose que el buriti liofilizado mantuvo una buena estabilidad química y microbiológica durante los 150 días de almacenamiento a temperaturas mencionadas, de donde sugieren que se puede utilizar como ingrediente en formulados alimentos destinados a la suplementación de pro-vitamina A.

Así también Criollo K.,¹¹ en su tesis publicado en el año 2016 evaluó la estabilidad de extractos obtenidos a partir de distintos procesos de secado de *Jungia rugosa*, mediante la comparación de dos métodos de secado: estufa y liofilización, cuantificando los fenoles totales, flavonoides y la actividad antioxidante a través de las técnicas de DPPH, se tuvo como resultado que el método de secado por liofilización ofrece mayores ventajas, debido a que la concentración de los metabolitos (fenoles totales y flavonoides) y la evaluación de la actividad antioxidante, resultó ser mayor en las plantas secadas por liofilización, debido a que conserva mejor los compuestos termolábiles, lo cual no es posible en el secado por estufa. Concluyéndose que el método de liofilización ofrece mayores ventajas frente al secado en estufa.

Por otro lado Vargas D.,¹² en el año 2015 en su tesis evaluó el efecto de la liofilización sobre propiedades fisicoquímicas y vida útil de cocona (*Solanum sessiliflorum Dunal*) en polvo, mediante la determinación de las propiedades fisicoquímicas de la fruta en fresco y posterior liofilización, donde se obtuvieron polvos con 24,89% de solubilidad, retención de ácido ascórbico en 87% e incrementó de luminosidad y una vida útil de los polvos de cocona de 61 días empacada en BOPP almacenados a 25°C determinados por método integral, de donde se concluye que la cocona en polvo tiene un gran potencial agroindustrial.

Además, Castañeda M.,¹³ en su artículo de revista publicado en el año 2014 analizó el efecto del liofilizado y proceso de producción en la composición química y el perfil de ácidos grasos de la pulpa de aguacate, para lo cual determinó si las condiciones de liofilización y producción alteraban la calidad nutricional, aplicando cuatro tratamientos: frutos de secano no liofilizados, frutos de riego no liofilizados, frutos de secano liofilizado y frutos de riego liofilizados. Se tuvo como resultado que la liofilización disminuyó el ácido linoleico por 1,43 g / 100 g, en condiciones de secano 4% y 13% se produce menos grasa total y ácido graso oleico que en condiciones de riego. Concluyéndose que la pulpa de aguacate liofilizada muestra ligeros cambios en su calidad nutricional.

2.1.2. Nacionales

Portocarrero F.,¹⁴ en el año 2018 desarrollo una investigación a cerca de los efectos de la temperatura sobre el polvo de *Mauritia flexuosa* (Aguaje) obtenido en secador spray, utilizando un diseño experimental. Realizó un análisis físico-químico a las muestras finales de polvo de aguaje con malto dextrina (4%, 6% y 8%) a una temperatura de entrada de 180°-200°C y 100°C de salida. Como resultado obtuvo; la concentración de pro vitamina A (460mg/100g de pulpa), 8,52mg/100g de pulpa vitamina C, 1,87% humedad, 2,35% ceniza, 34,76% grasa, 7,28% proteína y 53,74% carbohidratos; concluyendo que el encapsulante maltodextrina actúa bien como agente protector de la provitamina A en las tres concentraciones ya que no presenta diferencia significativa y las temperaturas de operación seleccionadas son las adecuadas para el atomizado.

Por su parte Díaz R.,¹⁵ en su investigación en el año 2018 evaluó los compuestos bioactivos en pulpa atomizada y pulpa congelada de *Mauritiella aculeata* (Kunth) Burret “aguaje”, para lo cual sometió al fruto en agua limpia a 60°C durante 2 horas, lo llevo a congelar en bolsas de polietileno con sellado hermético a una temperatura -20°C durante 6 semanas, para la pulpa atomizada se licuó el fruto y se mezcló con maltodextrina 10% donde la temperatura de entrada fue 177°C y de salida 100°C durante ocho segundos; encontrando que en la pulpa congelada los valores fueron disminuyendo significativamente mientras que en la pulpa atomizada aumentó significativamente ($p < 0,001$) 4,92% humedad, 3,15% cenizas, 13,41% lípidos y pH 3,96. Demostrando que la pulpa de aguaje atomizada presenta mayor contenido de compuestos bioactivos que la pulpa congelada.

Por otra parte, Huachuillca D.,¹⁶ en su tesis publicada el año 2017, determino el efecto de liofilización sobre los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en la pulpa de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.), consistió en la cuantificación de los compuestos bioactivos en la pulpa fresca y pulpa liofilizada por espectrofotometría, capacidad antioxidante usando el reactivo ABTS; reportando 127mg /100 g (70,17%) ácido ascórbico, 5,91 mg β-caroteno Equi./100g (41,71%) carotenoides y compuestos fenólicos 223,44 mg de ácido gálico Eq/100g (97,70%), asimismo, la capacidad antioxidante 5581,81 μmol Equi. Trolox/100g (94,94%), con una humedad de 6,80% y actividad de agua de 0,40 Aw. De donde concluyó que el proceso de liofilización tiene un efecto significativo frente a los compuestos bioactivos disminuyéndolo moderadamente.

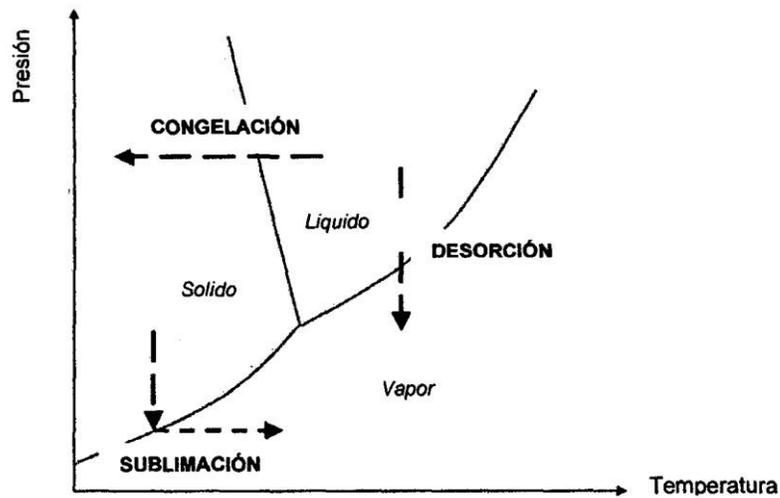
Además Surco y col.,¹⁷ investigaron en el año 2017 a cerca de los efectos de liofilización sobre composición química y capacidad antioxidante en pulpa de cuatro variedades de *Mangifera indica* L.: Chato, Rosado, Carne y Chupar, para lo cual en el análisis químico bromatológico emplearon métodos oficiales (AOAC, FAO) y para la capacidad antioxidante (DPPH) antes y post tratamiento, encontrando diferencias significativas entre las variedades de mangos salvo en el contenido de vitamina C (rosado y carne ~50 % +), y carotenoides (rosado ~70 % +); el procesamiento afectó la acidez con un incremento de 250 %, una disminución de carotenoides totales (27- 42 %) y actividad antioxidante (~50 %). Concluyéndose que el proceso de liofilización afectó significativamente parámetros como: el contenido de acidez que se incrementó y una reducción apreciable en el contenido de carotenoides y actividad antioxidantes en todas las variedades de mango.

Así también Colchado M. y Velásquez A.,¹⁸ en el año 2015 evaluaron el efecto del método de liofilización, densidad de carga y temperatura de placa en la fresa (*Fragaria vesca* L.), para ello realizó el proceso de recolección, lavado, selección, cortado, congelación (-30°C) y liofilización de la muestra por el método rápido y convencional hasta alcanzar 30°C, donde obtienen como resultado que los parámetros mencionados presentan diferencia significativa a comparación con la caracterización de la fresa fresca, con 6,67 % de humedad, 3,2375 kg de agua/kg m.s. capacidad de rehidratación, 0,2053g de agua/ g m.s. higroscopicidad y 70,6 % retención de vitamina C. Concluyéndose que las variables estudiadas tienen efecto sobre la calidad de la fresa deshidratada, además, el método rápido fue el más óptimo, ya que obtuvo buenas características de apariencia en la rehidratación.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Tecnología de la Criodesecación

La criodesecación (liofilización) es un proceso de secado, basado en la sublimación del hielo a partir de un producto congelado a baja temperatura y presión reducida.¹⁹ Fue desarrollado con el fin de reducir las pérdidas de los compuestos responsables del sabor y el aroma en los alimentos, los cuales se pierden durante los procesos convencionales de secado.²⁰ Por lo cual, es un proceso que conserva la actividad biológica de los componentes termo sensibles, las propiedades organolépticas y nutricionales del material.²¹



Fuente: Cambios de la criodesecación, López *et al.*, revista publicada en el año 2012.

Figura 1. Cambios de fase de la criodesecación.

El proceso de criodesecación implica tres etapas tal como indica López *et al.*, en la revista publicado el año 2012 y según resume Orrego C., en su libro en el año 2008.

Kasper *et al.*, en su libro publicado en el año 2012, mencionan que en la primera etapa (congelación), la mayor parte del agua se formará en cristales de hielo y los solutos se cristalizarán o se transformarán en sólidos amorfos.

Así también López *et al.*, en el año 2012 indican que este proceso se relaciona con la reducción inmediata de la temperatura en el punto de convergencia de los tres estados del agua.

Ramírez J., en su artículo de revista publicado el año 2007 indica que la segunda etapa consiste en el secado primario, basado en el calentamiento de la matriz alimenticia bajo presión de vacío para que se produzca el cambio de fase del agua.

La tercera etapa consiste en el secado secundario, donde la fase acuosa es poca a diferencia de la muestra, es eliminado gracias a la temperatura de la muestra. Finalmente, todos los tejidos se criodesecan iniciando su deshidratación secundaria según resume Orrego C., en el año 2008 y López *et al.*, en el año 2012.

2.2.2. Fruto de *Mauritia flexuosa* “aguaje”

2.2.2.1. Identificación taxobotánico

La *Mauritia flexuosa* presenta el siguiente esquema taxobotánico:

Tabla 1. Clasificación taxobotánico de la *Mauritia flexuosa* L. f. “Aguaje”

Nombres comunes	Aguaje, ideuí, caranday-guazu, achual (Perú)
Nombre científico	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.
Reino	Vegetal
División	Fanerógamas
Clase	Monocotiledonea
Sub Clase	Liliopsida
Orden	Arecales
Familia	Arecaceae
Sub Familia	Calamaoideae
Genero	<i>Mauritia</i>
Especie	<i>Flexuosa</i>

Fuente: Clasificación taxonómica según Navarro B., 2006. ²²

2.2.2.2. Características ²³⁻²⁵

El aguaje es una palmera que tiene amplia distribución en América del Sur, crece principalmente en territorios mal drenados, se presenta en forma separada plantas femeninas y masculinas. La “hembra” es la que produce el fruto polinizada por el “macho”. En su etapa adulta, puede alcanzar hasta los 35 metros de altura y 50 centímetros de diámetro; sus hojas son compuestas, conformadas aproximadamente por 200 segmentos foliares. Desarrolla en promedio ocho racimos por planta y da cientos de frutos.

El fruto es una drupa, de forma elíptica, longitud entre 5 - 7 cm y diámetro entre 4 - 5 cm. El epicarpio (cáscara) es escamoso, de color pardo o rojo oscuro. El mesocarpio, la única parte comestible, de 4 a 6 mm de espesor, es suave, sabor agridulce y de color amarillo, naranja a naranja-rojizo y representa solamente 10 a 21% del fruto.

Se reconocen hasta tres tipos de aguaje por el color de sus frutos; “amarillo o posheco” cuando todo el mesocarpio es amarillo, “color” cuando la parte externa del mesocarpio es anaranjado y “shambo” cuando todo el mesocarpio es anaranjado.

Además, se identifica un cuarto tipo, “shambo azul”, que en realidad es un fruto inmaduro. Todos presentan diferencias en cuanto al tamaño, forma del fruto, textura y sabor del mesocarpio.

2.2.2.3. Composición química

En la Tabla 2, se presenta la composición química de frutos de aguaje de la variedad amarillo.

Tabla 2. Composición químico proximal del fruto de *Mauritia flexuosa* L.f. “Aguaje” morfo tipo amarillo.

Composición	g/100g
Humedad	62,85
Ceniza	2,94
Grasa	22,80
Proteínas	3,90
Carbohidratos	7,51
°Brix	15,33

Fuente: Composición químico proximal del fruto de aguaje según Vásquez y col. ,2009.

Contiene 22,8 g/100g lípidos, mucho mayor que la pepa de palta (*Persea americana Mili*) que tiene 8,40g/100g.²⁶

Tabla 3. Contenido de β -caroteno y α -tocoferol de los morfo tipos color, amarillo y shambo.

Morfo tipos	β-caroteno	α-tocoferol
Amarillo	324,42	683,35
Color	264,60	685,80
Shambo	283,47	677,58

Fuente: Contenido de β -caroteno y α -tocoferol en aguaje según Vásquez et al. ,2009.

2.2.2.4. Conservación y utilización

Navarro B., en el 2006 sustenta que los frutos del aguaje son perecibles cuando están maduros, y solo pueden conservarse sin deterioro hasta 7 días después de la cosecha; el mesocarpio preparado en pasta puede conservarse por refrigeración o congelación.

El principal uso es en alimentación humana consumida como fruto, en chupetes, helados, mermeladas, yogures y bebidas que son preparados diluyendo el mesocarpio en agua con azúcar o sometándolo a fermentación; además también puede deshidratarse y reconstituirse para bebidas. Otros son harina y aceite.²⁷

2.2.2.5. Provitaminas en alimentos (β - carotenos)

Murray *et al.*, en el 2007 mencionan que son los colorantes naturales de la pigmentación de los alimentos, como amarillo, anaranjado y rojo, especialmente de alimentos de origen vegetal y de animal. También las clorofilas que son los constituyentes de los cromoplastos de los tejidos vegetales.²⁸

2.2.2.6. Características fisicoquímicas de los pigmentos carotenos ²⁹⁻³¹

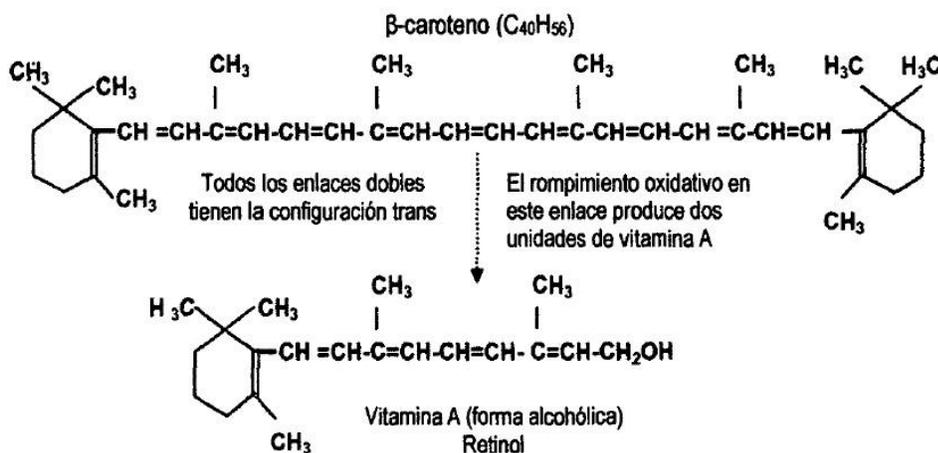
Químicamente, los carotenoides son terpenoides, formados básicamente, por ocho unidades de isoprenos, de tal forma, que la unión de cada unidad se invierte en el centro de la molécula. Dentro de los carotenoides podemos distinguir dos grupos: los carotenos, que son hidrocarburos, y las xantofilas, que poseen oxígeno en su molécula.

Son solubles en lípidos y solventes no polares, sensibles a la luz y oxígeno, su degradación se acelera por los radicales libres que se forman en la oxidación lipídica. Presentan importante inestabilidad química, susceptibilidad a la oxidación e isomerización geométrica.

La oxidación, depende del oxígeno disponible, los carotenoides involucrados y su condición física. La luz, el calor, los metales, las enzimas y los peróxidos estimulan la oxidación que es inhibida por los antioxidantes tales como tocoferoles (vitamina E) y ácido ascórbico (vitamina C). En cambio, la congelación, la adición de antioxidantes y la exclusión del oxígeno (vacío, envases impermeables al oxígeno, atmósfera inerte) disminuyen las pérdidas durante el procesado y almacenamiento de los alimentos.

En forma creciente se han atribuido a los carotenoides funciones y acciones biológicas.

La provitamina A más importante es el 13-caroteno tanto en términos de bioactividad como de amplia ocurrencia. Estructuralmente, la vitamina A es esencialmente la mitad de la molécula de 13-caroteno con una molécula adicional de agua en el extremo de la cadena lateral. Así, el 13-caroteno es una potente provitamina A, a la cual se le asigna un 100% de actividad.



Fuente: Transformación de β-caroteno a vitamina A. Valle D., tesis publicado en el año 2014.

Figura 2. Esquema de la transformación de la provitamina β-caroteno como vitamina A.

2.2.3. Propiedades Funcionales

La funcionalidad de una sustancia es toda propiedad, nutricional o no, que interviene en su utilización. Es decir, se refiere a las propiedades físicas o químicas durante el procesado, almacenamiento, preparación y consumo, que afecta y modifica las características de los alimentos contribuyendo a su calidad final.³²

2.3. MARCO CONCEPTUAL

- **Criodesecación**

Es un proceso que se basa en el secado, bajo condiciones de congelación y sublimación del hielo, que luego por el incremento de la temperatura bajo condiciones de presión de vacío se elimina en formas de vapor según se resume en el libro publicado por Kasper *et al.*, en el año 2012.

- **Aguaje**

Para, Del Castillo *y col.*, 2016; Gonzales A., 2007 y Delgado C., es un fruto tropical de características sensoriales agrio y dulce. Contiene, principios bioactivos que previene la acción de los radicales libres manteniendo un estado saludable.

- **Maltodextrina**

López, Carvajal y Millán en el año 2009 lo conceptualizan como una mezcla de polímeros de glucosa que aparecen como resultado del hidrólisis del almidón. López, Carvajal y Millán en el año 2009

- **Goma de tara**

Para López, Carvajal y Millán en el año 2009 la goma de tara es un hidrocoloide, que se obtiene de las almendras de la tara (*Caesalpinia spinosa*).

- **β -caroteno**

Provitamina A, que se transforma en vitamina A cuando es asimilada por el organismo resumido de la tesis de Lujan M., en el año 2010.

- **Propiedad funcional**

Es una propiedad fisicoquímica de un alimento que determina los aspectos nutritivos, para el uso del consumidor según lo resumido en el afiche de propiedades funcionales publicado en el año 2019, Perú.

- **Pulpa**

El Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Propiedad Intelectual en el año 2017, conceptualiza la pulpa como un tejido celular vegetal que mejora la dispersión de las semillas. La pulpa de los diferentes tipos de frutas y verduras desempeña un papel importante en la nutrición.

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1. HIPÓTESIS GENERAL

H₁: La criodesecación con goma de “tara” y maltodextrina conserva el contenido de β -carotenos y propiedades funcionales de *Mauritia flexuosa* “Aguaje”.

H₀: La criodesecación con goma de “tara” y maltodextrina no conserva el contenido de β -carotenos y propiedades funcionales de *Mauritia flexuosa* “Aguaje”.

3.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. Variable independiente:

Criodesecación de *Mauritia flexuosa* “aguaje”:

Tipo de encapsulantes (E)

E1: Goma de tara

E2: Maltodextrina

Concentración de encapsulantes (C)

C1: Goma de tara al 0,2%

C2: Maltodextrina al 0,5%

3.2.2. Variable dependiente:

- Contenido de β -caroteno
- Propiedades funcionales (solubilidad y rehidratación)

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método general de la investigación es científico, porque busca la explicación del comportamiento de las variables, con el objetivo de mejorar la calidad del producto. El método específico es explicativo, ya que consiste en establecer la causas y efecto entre la variable independiente (criodesecación con goma de tara y maltodextrina) y la variable dependiente (variación del contenido de beta caroteno y propiedades funcionales de *Mauritia flexuosa* “aguaje”).³³⁻³⁵

4.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo aplicado donde se planteó el problema para optimizar parámetros del efecto de la liofilización de la pulpa de aguaje (*Mauritia flexuosa*), en función a los encapsulantes goma de tara y maltodextrina sobre la concentración de β -caroteno y propiedades funcionales, basados en los libros de Palomino y col., 2017; Oseda y col., 2011 y Orbe M. 2019.

4.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de nivel explicativo basados en los argumentos de Oseda y *col.*, en el año 2011, porque permite establecer la causa y efecto, considerando que la investigación tiene el objetivo de evaluar el efecto de la criodesecación con goma de “tara” y maltodextrina sobre β -carotenos y propiedades funcionales de *Mauritia flexuosa* “aguaje”.

4.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Según los libros de Palomino y *col.*, 2017; Oseda y *col.*, 2011 y Orbe M. 2019 el estudio corresponde a un diseño experimental, ya que es una investigación que posee todos los elementos de un experimento, utilizando el método de superficie de respuesta, donde se emplean procedimientos para manipular la variable independiente y medir lo que ocurre en la variable dependiente para ser observados si ocurre o no la variación.

RG₁.....—..... O₁

RG₂ X₁..... O₁ O₂ O₃

RG₃ X₂..... O₁ O₂ O₃

Leyenda:

- **RG_{1,2,3}: pulpa fresca de aguaje**
- **X₁: maltodextrina**
- **X₂: goma de tara**
- **O_{1,2,3}: mediciones**
- **— : sin estímulo**

4.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

- **Universo:** Producción de aguaje de los centros poblados de la Merced.
- **Población:** Aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.) Ecotipo; Shambo
- **Muestra:** 40 Kg de frutos de aguaje que presentan características comunes. La matriz necesaria para el desarrollo de la investigación según los tratamientos establecidos. Seleccionados en base a lo sustentado por Orbe M. en su libro en el año 2019.
- **Tipo de muestreo:** no probabilística

4.5.1. **Criterios de inclusión:** Madurez y ecotipo.

4.5.2. **Criterios de exclusión:** deterioro físico debido a golpes.

4.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.6.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica utilizada es la observación ya que consistió en tomar información y registrarla para obtener mayor número de datos, sobre evaluar el efecto de la criodesecación con goma de “tara” y maltodextrina sobre β -carotenos y propiedades funcionales de *Mauritia flexuosa* “Aguaje”.

4.6.2. Instrumento de recolección de datos

El instrumento que empleamos es la ficha de recolección de datos (ver anexo 4), que nos permitió obtener la información necesaria para dar cumplimiento a nuestros objetivos de nuestra investigación. Este trabajo fue desarrollado en el laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Consistió en evaluar el efecto de la criodesecación sobre el contenido de β -carotenos y propiedades funcionales de la pulpa del fruto del aguaje, para lo cual se utilizó goma de tara y maltodextrina a concentraciones de 0,2% y 0,5% respectivamente como encapsulantes para la pulpa procesada, los cuales se llevó a liofilizar para luego ser evaluados.

4.6.2.1. Recolección de la muestra

La muestra de *Mauritia flexuosa* “Aguaje” fueron recolectadas en la ciudad de La Merced, provincia de Chanchamayo en el departamento de Junín en el mes de agosto del 2019.

4.6.2.2. Selección de la muestra

La selección de la muestra se hizo en base a su madurez, y ecotipo, eliminando los que presentaban deterioro físico debido a los golpes.

4.6.3. Procesamiento de la investigación

4.6.3.1. Extracción de la pulpa de *Mauritia flexuosa* (aguaje).

a) Pulpa fresca

La obtención de pulpa de aguaje, se procedió en base a las recomendaciones de Guerrero y *col.*, en su tesis publicado en el año 2011, que presenta en el diagrama de flujo figura 11 (ver anexo 9). Se pesó la fruta fresca de aguaje, se seleccionaron y clasificaron descartando las frutas deterioradas, se procedió a lavarlas con agua potable, para ser desinfectadas con hipoclorito de sodio a 10ppm y enjuagadas con agua normal. Se procedió a pelar la fruta desinfectada de donde se descarta la cáscara y la semilla, luego se lleva al proceso de escaldado a 85 °C durante 10 minutos lo cual sirvió para inactivar las enzimas.

En seguida se realizó la estandarización donde se midió el % acidez y °Brix, obteniéndose el índice de madurez de la fruta. Se procedió al pulpeado y envasado en bolsas de polietileno con sellado hermético para su conservación a temperatura de refrigeración.

4.6.3.2. Liofilización de la pulpa de *Mauritia flexuosa* (aguaje)

Luego de obtener la pulpa de aguaje se procede a la liofilización según lo recomendado por Guerrero *et al.*, en el año 2011. En donde se realizó el pesado y acondicionamiento con los encapsulantes por separado a una determinada muestra con goma de tara a 0,2% y maltodextrina 0,5%, para luego ser congelado a $-37 - 40^{\circ}\text{C}$ durante las 24 horas, después se llevó a criodesecación a $T^{\circ}\text{C}$ de -55°C a una Presión al Vacío 100 a 200 μm de Hg se envaso y se conservó hasta los análisis de laboratorio correspondientes.

4.6.4. Evaluación de las características físicas morfológicas

Los frutos fueron llevados al laboratorio en donde se evaluaron las características físicas morfológicas: Longitud del fruto (LF - cm), peso total de fruto (PT - g), peso de cáscara (PC - g), diámetro del fruto (DF-cm), peso de la cáscara (PC-g), peso de la pulpa (PP-g), peso de la semilla (PS-g) y peso de bagazo (PB-g), según la metodología desarrollada por Gutiérrez y *col.*, en el año 2012.³⁶

4.6.5. Evaluación químico bromatológico

La evaluación del análisis bromatológico de la pulpa fresca y liofilizada del aguaje fue determinada según los métodos de la Association of Official Agricultural Chemists (AOAC, 2005)³⁷, tal como se detalla a continuación:

- Determinación de humedad según el método AOAC 968.11
- Determinación de ceniza según el método AOAC 920.93

- Determinación de grasa según el método AOAC 920.97
- Determinación de fibra según el método AOAC 920.98
- Determinación de proteínas según el método AOAC 920.93

4.6.6. Determinación fisicoquímica

Los análisis fisicoquímicos de la pulpa fresca y liofilizada de aguaje se desarrollaron en base a las metodologías siguientes:

- **Acidez:** La acidez de la pulpa fresca y liofilizada se desarrolló en base la metodología descrita por la AOAC 942.15. (2005).³⁸
- **pH:** El pH se evaluó según la metodología recomendada por AOAC 942.15(2005).
- **Sólidos solubles (°BRIX):** Se determinó en base a la metodología descrita por la ISO 2173 Second edition, 2003.³⁹

4.6.7. Determinación de β caroteno

La determinación del contenido de β -caroteno se desarrolló en base a la metodología propuestas por Wrolstad *et al.*,⁴⁰ en el año 2005 cuyo protocolo se describe a continuación:

- Pesar $0,2 \pm 000$ g de pulpa de aguaje liofilizada en un tubo de ensayo de 20 mL.
- Luego se añadió 4 mL de éter de petróleo y se lixivió por 5 minutos en un vortex a 700 rpm, se dejó reposar 30 segundos y se filtró con papel filtro N° 40, se repitió la extracción y se filtró.
- Inmediatamente, se inicia con el funcionamiento del espectrofotómetro Shimadzu 1601, UV/visible, y se calibró a una longitud de 445 nm.
- En un tiempo de 30 minutos se estabilizó el espectrofotómetro para luego iniciar con la primera lectura de absorbancia.

- Una vez estabilizada el espectrofotómetro, se realizó la lectura del blanco con el solvente éter de petróleo llevando a cero en una cubeta de cuarzo a la longitud de onda de 445nm.
- El extracto de filtrado de β – caroteno de cada tratamiento se enrasó a un volumen final de 8 mL con éter petróleo y se realizó la lectura de la absorbancia en el espectrofotómetro a la longitud de onda de 445 nm.
- Concluido las lecturas de todos los tratamientos según el esquema experimental se procedió a realizar los cálculos de la concentración de β – carotenos totales en base al siguiente modelo matemático:

$$C = A / a * b * 0,01$$

Dónde:

C = Concentración de β -carotenos totales A
 = Absorbancia de la muestra según
 tratamiento a= Absortividad específica =
 2500 L g⁻¹ cm⁻¹ b = Longitud de la celda:
 1,0 cm

4.6.8. Determinación de las propiedades funcionales

4.6.8.1. Solubilidad

Para determinar la solubilidad se utilizó el método de Eastman y Moore en el año 1984;⁴¹

- Se mezcló cuidadosamente 1 g de polvo (base seca) (m1) proveniente de cada uno de los tratamientos, con 100 ml de agua destilada a 30°C.
- La mezcla se agitó por 5 minutos.

- La suspensión fue llevada a un tubo de ensayo y fue centrifugado a 300 rpm durante 5 minutos.
- Alícuotas de 25 ml del líquido sobrenadante, fueron colocadas en cajas de Petri (previamente pesadas y secas) y posteriormente se metieron destapadas, en horno (MEMMER, Germany) a 105°C durante 5 horas.
- Los sólidos recuperados fueron pesados después del secado (m2) y se calculó el porcentaje de solubilidad por diferencia de pesos con el modelo.⁴²

$$\text{Solubilidad en agua (\%)} = m1/m2 * 100$$

4.6.8.2. Rehidratación

La rehidratación de agua en los polvos alimentarios se determinó mediante modificaciones al método de Arriola y *col.*, 2006.⁴³

- Se tomó 1 g de muestra de cada tratamiento y fueron colocados dentro de un filtro de acero inoxidable con base de PVC con tamaño de poro 45 micras (previamente pesado).
- Para cada tratamiento el filtro fue introducido en un vaso precipitado con 200 ml de agua destilada a 25°C (no fue agitado) inicialmente por 10 minutos.
- El filtro fue retirado y puesto en una rejilla para drenar el agua, el filtro fue secado con un paño desechable para retirar el exceso de agua de las paredes y luego pesado.
- El agua ganada fue calculada por diferencia de pesos.

$$\text{REHIDRATACIÓN} = \text{Contenido de agua absorbida (g)/ masa de la muestra (g.m.h).}$$

4.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

4.7.1. Procesamiento de datos ⁴⁴

Para optimizar la liofilización de la pulpa de aguaje en función de los encapsulantes goma de tara y maltodextrina, se aplicó el método de Superficie de Respuesta ($P < 0.05$) considerando un arreglo factorial $2 \times 2 \times 2$. donde los factores fueron goma de tara y malto dextrina y los niveles de concentración de beta caroteno.

4.7.2. Análisis de resultados

Los resultados del efecto de la criodesecación sobre el contenido de β caroteno y propiedades funcionales de *Mauritia flexuosa* “aguaje” en polvo, se presentan mediante tablas y gráficos utilizando el software estadístico Design-Expert. Versión 11 donde se analizó los factores y componentes vitales, caracterizando las interacciones y en última instancia, se logró configuraciones de proceso de criodesecación según los factores de estudio.

4.8. ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN

La confidencialidad y la diseminación de toda información del estudio se mantuvo de acuerdo a los principios que rigen la actividad investigativa establecidos en el artículo 27 enfocado sobre todo en la protección al medio ambiente y respeto a la biodiversidad, responsabilidad y veracidad. Además, se cumplió con todas las normas de comportamiento ético del investigador respetando el código de ética del artículo 28. Ambos artículos se encuentran contemplados en el Reglamento de Investigación de la Universidad Peruana Los Andes.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

5.1.1. Características físicas morfológicas del fruto de aguaje

La caracterización físico morfológica del fruto de aguaje se muestra en la Tabla 4. determinadas con métodos estandarizados de gravimetría y medidas de longitud. El fruto del aguaje tiene un peso promedio de 57,44g donde el diámetro es 3,98cm y la longitud 6,64cm. por otra parte, el peso de la cáscara es en promedio 13,60g, la pulpa 19,67g, semilla 23,81g y bagazo 4,09g.

Tabla 4. Evaluación de las características físico morfológicas del fruto fresco de “*Mauritia flexuosa* “Aguaje”

CARACTERÍSTICAS					
FÍSICA					
MORFOLÓGICAS	R1	R2	R3	Promedio	DesvStand
Peso del fruto(g)	56.34	58.82	57.15	57.44	1.26
Diámetro del fruto(cm)	4.12	3.84	3.97	3.98	0.14
Longitud del fruto(cm)	6.12	6.87	6.94	6.64	0.45
Peso de la cáscara(g)	13.67	13.29	13.85	13.60	0.29
Peso de pulpa (g)	19.84	19.64	19.54	19.67	0.15
Peso de semilla(g)	23.48	23.82	24.12	23.81	0.32
Peso de bagazo(g)	3.95	4.11	4.21	4.09	0.13

Fuente: Elaboración propia, setiembre 2019.

Leyenda: R1, R2, R3 repeticiones

5.1.2. Composición químico bromatológico de la pulpa de aguaje

En la Tabla 5 y 6 se presentan los resultados de la composición bromatológica de la pulpa. Antes de que la pulpa de aguaje fuera criodesecado, se procedió a realizar el ensayo bromatológico de la pulpa en fresco (Tabla 5) para poder realizar la comparación con la pulpa liofilizada (Tabla 6), determinando si las propiedades y comportamiento químico se mantienen o sufre alguna variación en las concentraciones.

El contenido químico bromatológico de la pulpa de aguaje en fresco por cada 100g de muestra es 54,29g de humedad, 2,40g proteínas, 21,30g grasas, 11,81g fibra, 0,98g de cenizas y 9,27g de carbohidratos totales, según la determinación de esta investigación.

Tabla 5. Evaluación de las características químico bromatológico de la pulpa en fresco *Mauritia flexuosa* “Aguaje”

Componentes g/100g	R1	R2	R3	Media	DesvStand
					±
Humedad	54.23	53.26	55.23	54.24	0.99
Proteínas	2.43	2.27	2.51	2.40	0.12
Grasa	20.37	21.36	22.17	21.30	0.90
Fibra	11.35	12.43	11.65	11.81	0.56
Cenizas	0.87	1.14	0.93	0.98	0.14
Carbohidratos totales	10.75	9.54	7.51	9.27	1.64

Fuente: Elaboración Propia, setiembre 2019.

Legenda: R1, R2, R3 repeticiones

Según la Tabla 6, de la determinación de las características químico bromatológicos de la pulpa de aguaje criodesecado podemos decir que la humedad disminuye considerablemente a 2,27g, mientras que las concentraciones del resto de los componentes incrementan como las proteínas 6,23g, grasas 48,43g, fibra 22,19g, cenizas 2,21g y carbohidratos totales 18,67g.

Tabla 6. Evaluación de las características químico bromatológico de la pulpa criodesecado de *Mauritia flexuosa* “Aguaje”

Componentes g/100g	R1	R2	R3	Media	DesvStand
					±
Humedad	2.18	2.34	2.29	2.27	0.08
Proteínas	6.16	6.21	6.31	6.23	0.08
Grasa	49.87	48.56	46.87	48.43	1.50
Fibra	22.54	21.65	22.38	22.19	0.47
Cenizas	2.31	2.14	2.19	2.21	0.09
Carbohidratos totales	16.94	19.1	19.96	18.67	1.56

Fuente: Elaboración Propia, setiembre 2019.

Leyenda: R1, R2, R3 repeticiones

5.1.3. Características físico químicas de la pulpa de aguaje

Se determinó las propiedades físico químicas de la pulpa de aguaje en fresco, en función a las metodologías estandarizadas para frutas (ver Tabla 7, 8 y 9). La acides expresado en % de ácido málico en la pulpa fresca es en promedio 0,16%, lo cual se incrementa cuando es criodesecado a un 0,18%.

Tabla 7. Acidez de la pulpa fresca y liofilizada de *Mauritia flexuosa* “Aguaje”

(Expresado en % por cada 100g de ZUMO)

Muestra	R1	R2	R3	Media	DesvSt
Pulpa fresca de aguaje	0.16	0.19	0.14	0.16	0.03
Pulpa liofilizada	0.17	0.20	0.16	0.18	0.02

Fuente: Elaboración Propia, setiembre 2019.

Leyenda: R1, R2, R3 repeticiones

Además, según la tabla 8, el pH a 20°C de la pulpa en fresco es 4.23, lo cual disminuye en la pulpa criodesecado a 3.85.

Tabla 8. pH de la pulpa fresca y liofilizada de *Mauritia flexuosa* “Aguaje”

Muestra	R1	R2	R3	Media	DesvSt
Pulpa fresca de aguaje	4.23	4.27	4.18	4.23	0.05
Pulpa liofilizada	3.78	3.85	3.92	3.85	0.07

Fuente: Elaboración Propia, setiembre 2019.

Leyenda: R1, R2, R3 repeticiones

Del mismo modo, según la tabla 9 la pulpa fresca presenta menor cantidad de °Brix con 6.17 a diferencia de la pulpa criodesecado 7.42.

Tabla 9. °Brix de la pulpa fresca y liofilizada de *Mauritia flexuosa* “Aguaje”

°BRIX						
Muestra	R1	R2	R3	Media	DesvSt	
Pulpa fresca de aguaje	6.14	6.24	6.12	6.17	0.06	
Pulpa liofilizada	7.57	7.45	7.23	7.42	0.17	

Fuente: Elaboración Propia, setiembre 2019.

Leyenda: R1, R2, R3 repeticiones

5.1.4. Concentración de β carotenos en la pulpa de aguaje.

En la tabla 10 se muestran los resultados del contenido de β – carotenos en la pulpa de aguaje en fresco y pulpa criodesecado con goma de tara y malto dextrina por separado para luego ser comparadas. La concentración de β -caroteno en mg por cada 100g de muestra en la pulpa fresca es de 14,25mg, ciertamente al ser criodesecado este valor se incrementa considerablemente con goma de tara a 26,51mg y con maltodextrina a 27,50mg donde no hay mucha diferencia en los valores.

Tabla 10. Evaluación de concentración de beta caroteno de la pulpa en fresco y crio desecado de *Mauritia flexuosa* “Aguaje”

Concentración en mg de β-CAROTENO /100 g de MUESTRA					
Muestra	R1	R2	R3	Media	Dvstand
Pulpa fresca	13.45	14.52	14.78	14.25	0.70
Pulpa liofilizada goma de tara	26.75	25.95	26.83	26.51	0.49
Pulpa liofilizada Maltodextrina	27.52	27.15	27.83	27.50	0.34

Fuente: Elaboración Propia, setiembre 2019.

Leyenda: R1, R2, R3 repeticiones

5.1.5. Propiedades funcionales de la pulpa de aguaje

En la Tabla 11 se reportan los resultados de las propiedades funcionales de la pulpa liofilizada en función al tipo y concentración de encapsulante, goma de tara y maltodextrina y el efecto sobre las propiedades funcionales de solubilidad y rehidratación calculados utilizando métodos estandarizados.

La solubilidad y la rehidratación del aguaje criodesecado con goma de tara es menor con 7,53 y 45,23g de agua por gramos de solido seco. Mientras que con maltodextrina es de 13,77 y 61,90 g/g de solido seco de donde consideramos que la maltodextrina es el encapsulante ideal para la criodesecación de la pulpa de aguaje.

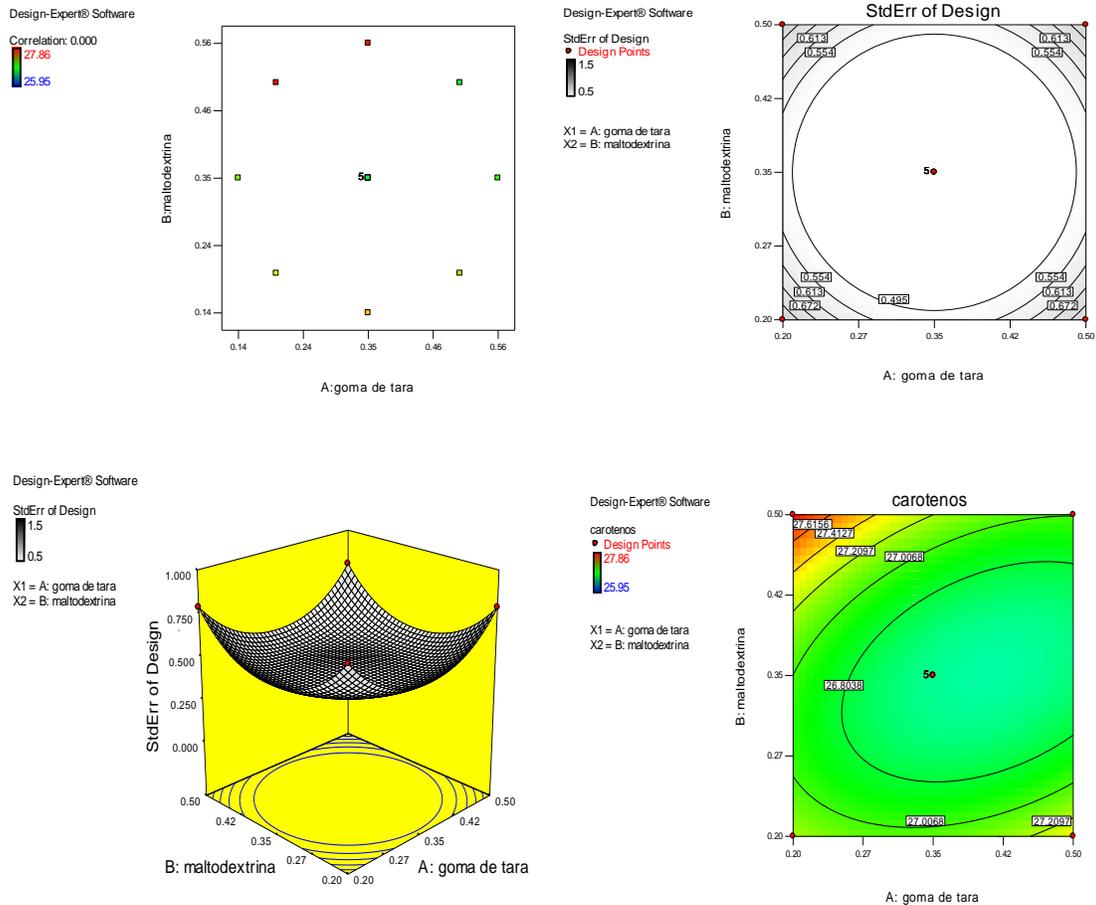
Tabla 11. Evaluación de concentración de las propiedades funcionales de la pulpa crio desecado de *Mauritia flexuosa* “Aguaje”

Muestra	Solubilidad (g/g)					Rehidratación (gramos de agua/gramos de solido seco)				
	R1	R2	R3	Medi a	Dstan d	R1	R2	R3	Medi a	Dstand
Pulpa liofilizada goma de tara	6.84	7.93	7.83	7.53	0.60	45.7 6	45.3 7	44.5 6	45.23	0.61
Pulpa liofilizada Maltodextrina	13.3 4	13.6 8	14.2 8	13.77	0.48	62.4 5	61.5 3	61.7 2	61.90	0.49

Fuente: Elaboración Propia, setiembre 2019.

Leyenda: R1, R2, R3 repeticiones

FIGURAS DE SUPERFICIE DE RESPUESTA

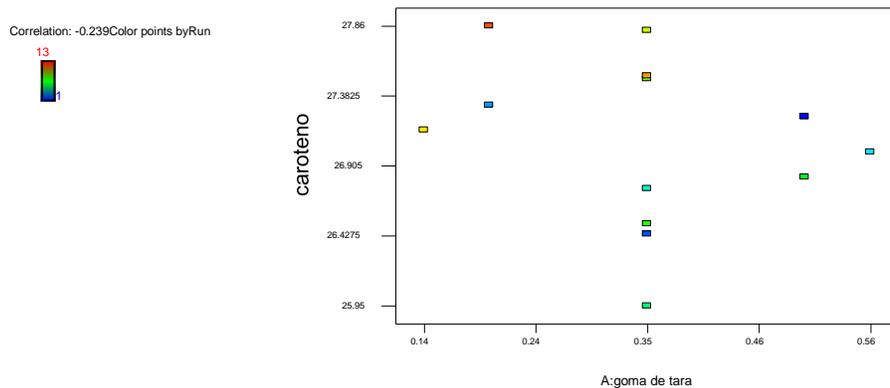


Fuente: Elaboración propia, setiembre 2019.

FIGURA 3. Relación de los encapsulantes goma de tara y maltodextrina

INTERPRETACIÓN:

La concentración de los encapsulantes más óptima en ambos casos es 5%. A una concentración 0,45% de goma de tara se alcanza 27,097 g β -caroteno /100g de muestra, mientras que a una concentración de 0,49% de maltodextrina se alcanza 27.6156 g β -caroteno /100g de muestra, en ambos casos la concentración óptima de los encapsulantes para obtener una buena concentración de carotenos es de 5%.

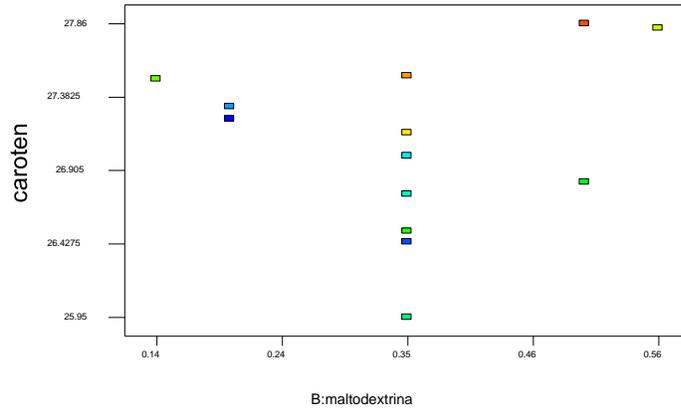


Fuente: Elaboración propia, setiembre 2019.

FIGURA 4. Interacción de goma de tara y maltodextrina de la pulpa de *Mauritia flexuosa* “Aguaje”

La concentración de β -caroteno se incrementa a medida que la concentración de maltodextrina aumenta, con una concentración de 0,14% se tiene 27,3825 mg/100g de β -caroteno, mientras que con 0,55 % se logra obtener 27,86 mg/100g aprox. de carotenos.

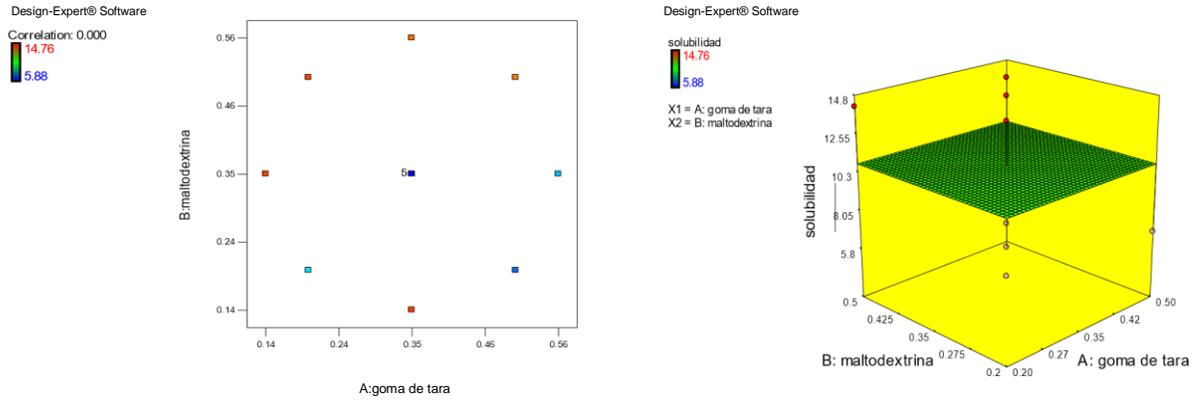
Design-Expert® Software
Correlation: 0.108
Color points by
Run
13
1



Fuente: Elaboración propia, setiembre 2019.

FIGURA 5. Interacción de la maltodextrina y carotenos de la pulpa de *Mauritia flexuosa* “Aguaje”

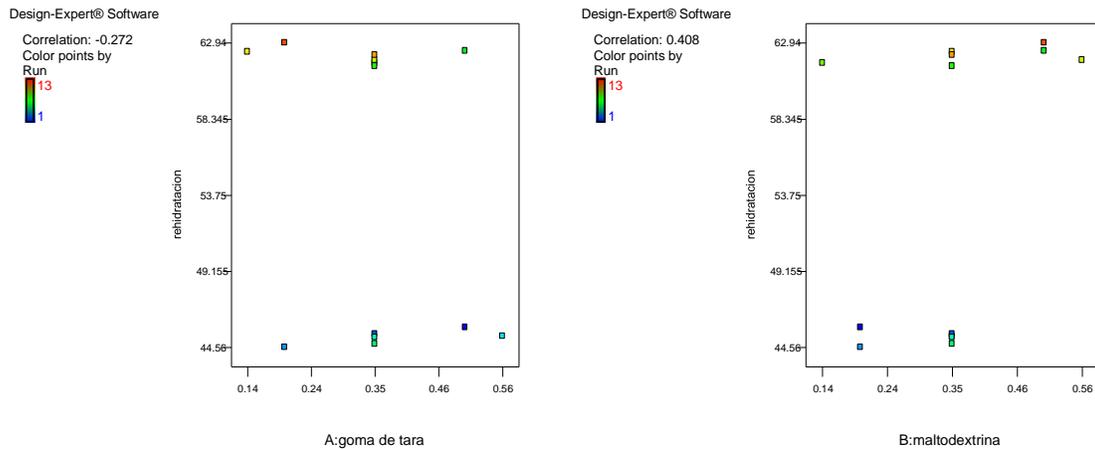
Con goma de tara a una concentración de 0,35% se obtiene mayor contenido de β -carotenos 27,86 mg/100g, además a medida que se incrementa la concentración de este encapsulante el contenido de carotenos disminuye lo que se observa con 0,56 % 26.905 mg/100g aprox. de carotenos.



Fuente: Elaboración propia, setiembre 2019.

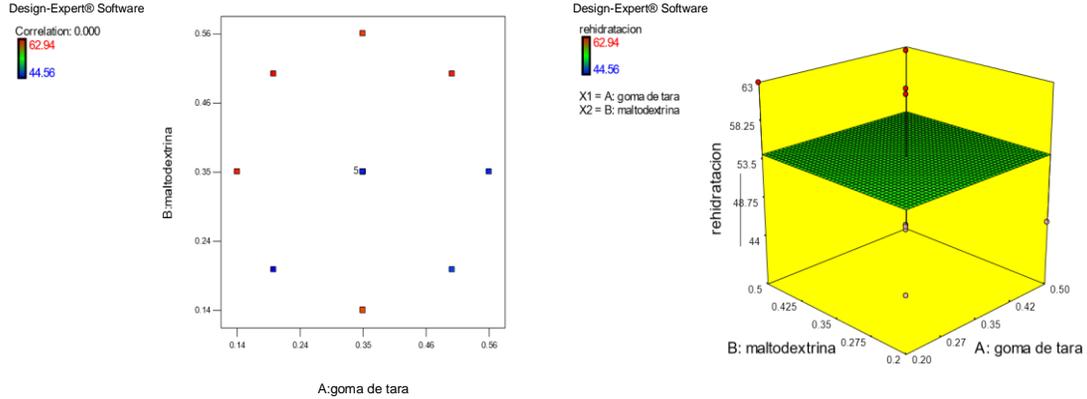
FIGURA 7. Comparación de la solubilidad de la pulpa de *Mauritia flexuosa* “Aguaje” con maltodextrina y goma de tara.

La concentración óptima para los encapsulantes en ambos casos es de 0,35 % ya que se obtiene 14,76 g/g de solubilidad en ambos casos.



Fuente: Elaboración propia, setiembre 2019.

FIGURA 8. Rehidratación con goma de tara y maltodextrina



Fuente: Elaboración propia, setiembre 2019.

FIGURA 9. Comparación de la rehidratación con goma de tara y maltodextrina

A una concentración de 0,35% en ambos encapsulantes se llega a una óptima rehidratación con 62,94 g/g.

5.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Para cumplir con el análisis estadístico se ha seleccionado la prueba T-Student debido a que nos permite evaluar la hipótesis de que la media de la población estudiada es igual a un valor especificado o un objetivo y que en definitiva es la hipótesis nula.

Para usar esta prueba se necesita cumplir ciertos requisitos, específicamente son dos: el primero exige que los datos sean de tipo numérico, y que los datos de la población deben seguir una distribución normal, quiere decir que los datos pueden representarse dentro de la campana de Gauss.

5.2.1. Para la concentración de β -carotenos y propiedades funcionales

5.2.1.1. Prueba de normalidad

Para usar la prueba T-Student es necesario corroborar que los datos muestrales se distribuyen normalmente, para lograr este fin se usará la prueba RyanJoiner (similar a Shapiro-Wilk), debido a que el tamaño muestral es menor a 30.

El criterio para determinar si los datos muestrales se distribuyen normalmente fue:

- Si valor p es \geq a α entonces se acepta la H_0 , por lo tanto, los datos provienen de una distribución normal.
- Si valor p es $<$ a α entonces se acepta la H_a , por lo tanto, los datos no provienen de una distribución normal.

El valor asumido de significancia es de 0.01, valor α . Se ha determinado que el Valor p es mayor que 0.100 y este valor es mayor que el valor α , 0.01; por lo tanto, se puede concluir que los datos, valores de la concentración de β -carotenos en muestras liofilizadas con goma de tara y maltodextrina, provienen de una distribución normal.

5.2.2.1. Prueba de hipótesis para los resultados de concentración de beta caroteno con cada tratamiento.

En la tabla 12 se menciona las condiciones para aceptar o rechazar la hipótesis nula, con respecto a la concentración de beta caroteno.

Tabla 12. Condiciones para aceptar o rechazar la hipótesis.

Tipo de hipótesis	Representación	Valor	Interpretación	Condición para aceptar
Hipótesis nula	H_0	$H_0: \mu = 10.9$	La media de la muestra analizada mediante la prueba T-Student es igual 14.25 mg de β -CAROTENO /100 g de MUESTRA	Se acepta si el Valor p hallado en la prueba TStudent es mayor a α . Valor $> \alpha$
Hipótesis Alternativa	H_a	$H_a: \mu > 10.9$	La media de la muestra analizada mediante la prueba T-Student es mayor 14.25 mg de β -CAROTENO /100 g de MUESTRA	Se acepta si el Valor p hallado en la prueba TStudent es menor a α . Valor $p < \alpha$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Fuente: Elaboración propia; El valor de significancia es de 0.05, valor α

Para lo cual se toma en cuenta el siguiente paquete estadístico:

Tabla 13. Prueba T para β -carotenos

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
BETACAROTENO		
	<i>Liofilizado goma de tara</i>	<i>Liofilizado - maltodextrina</i>
Media	26.51	27.5
Varianza	0.2368	0.1159
Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	0.924753957	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	-7.969027517	
P(T<=t) una cola	0.007692127	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558	
P(T<=t) dos colas	0.015384255	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273	

FUENTE: Elaboración propia, setiembre 2019.

Tabla 14. Prueba T para propiedades funcionales

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
SOLUBILIDAD		
	<i>Liofilizado-goma de tara</i>	<i>Liofilizado-maltodextrina</i>
Media	7.533333333	13.76666667
Varianza	0.363033333	0.226533333
Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson		0.721358589
Diferencia hipotética de las medias		0
Grados de libertad		2
Estadístico t		-25.74722182
P(T<=t) una cola		0.000752537
Valor crítico de t (una cola)		2.91998558
P(T<=t) dos colas		0.001505074
Valor crítico de t (dos colas)		4.30265273

FUENTE: Elaboración propia, setiembre 2019.

Tabla 15. Prueba T para propiedades funcionales

Prueba T para medias de dos muestras emparejadas		
REHIDRATACIÓN		
	<i>Liofilizado-goma de tara</i>	<i>Liofilizado maltodextrina</i>
Media	45.23	61.9
Varianza	0.3747	0.2359
Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson		0.605938363
Diferencia hipotética de las medias		0
Grados de libertad		2
Estadístico t		-57.71195713
P(T<=t) una cola		0.000150052
Valor crítico de t (una cola)		2.91998558
P(T<=t) dos colas		0.000300105
Valor crítico de t (dos colas)		4.30265273

FUENTE: Elaboración propia, setiembre 2019

En la Tabla 16 se muestra los resultados hallados mediante el paquete estadístico.

Tabla 16. Resultados hallados mediante el paquete estadístico para β -carotenos

N	Media	Desv Stan	Error Estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ (media de concentración de β -carotenos)	Valor T	Valor P
3	26.51	0.49	0.2368	14.25	4.30	0.0153

FUENTE: Elaboración propia, setiembre 2019.

De acuerdo a los resultados de la prueba t-student el valor p es igual a 0.0153 y es menor al valor α , 0.05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. Se puede concluir que la media es mayor a 14,25 mg de β -carotenos en el nivel de significancia de 0.05. Además, se tiene la seguridad al 95% de que la media de los resultados liofilizado con maltodextrina tuvo mayor a 14,25 de mg de β -carotenos.

Después de revisar los resultados y validar la hipótesis alterna se puede concluir que: La pulpa liofilizada con malto dextrina retiene mayor concentración de β -carotenos y es el encapsulante que recomienda para liofilizar bajo las condiciones del estudio, comparado al uso de goma de tara.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1. Composición químico bromatológico

Según Costa y *col.*, 2018⁹ la humedad de la pulpa de aguaje liofilizado es 3,1%, lo que se corrobora con esta investigación cuando el aguaje criodesecado (liofilizado) presenta humedad 2,27% respecto a la pulpa en fresco, esto explica el proceso al que fue sometido la pulpa del fruto de aguaje, además Castañeda y *col.*, 2014¹³ asegura que la eliminación de agua es una forma de conservación de alimentos ya que mantiene las características de olor y sabor de los productos originales.

Díaz R.,2018,¹⁵ el contenido de proteínas de la pulpa de aguaje en fresco es de 1,46 % y se triplica la concentración en la pulpa liofilizada (criodesecado) 4,82%, lo que se corrobora con la experimentación cuando la pulpa de aguaje en fresco tuvo 2,40% y criodesecado(liofilizado) 6,23%, por lo cual Lopes J.,2017¹⁰ propone consumir la pulpa liofilizada de *Mauritia flexuosa* como fuente calórica en prevención de déficit de calorías de proteínas.

La parte comestible del fruto de *Mauritia flexuosa*, es rico en grasas, según la bibliografía del Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana el contenido de lípidos de la pulpa de aguaje es de 25,1 %. El valor de grasas en la pulpa de aguaje es de 21,30% próximo a la bibliografía, pero presento variación en la criodesecación(liofilización) 48,43% hecho que se contrapone con Díaz R.,2018¹⁵ cuando dice que la pulpa atomizada (criodesecado) disminuye en un 50% comparado con la pulpa en fresco con 23,59 % a 13,41 %, lo que permitiría una mayor estabilidad en el almacenamiento disminuyendo las reacciones de oxidación.

La concentración de cenizas en aguaje en fresco es 0.98 % mientras que para el criodesecado 2,21% es menor a lo reportado por Portocarrero F., en el año 2018 con 2,35%, probablemente debido a la pérdida de minerales en menor cantidad al momento del análisis. ¹⁴

Para los carbohidratos, Lopes J., 2017 reporta 18.87 % para la pulpa de aguaje en fresco y criodesecado 40,97%¹⁰, mientras que en nuestra experimentación se obtuvieron datos inferiores 9,27% y 18,67% respectivamente, pero igual se incrementa la concentración en un 50 %.

El valor de la fibra presento mayor concentración a lo reportado por Díaz R.,2018¹⁵ 1,23%, con 22.19 %, mientras que en la fibra para la pulpa del fruto en fresco de aguaje es muy cercano con 12,92% y 11,81%.

Entonces en los diversos estudios sobre las propiedades químico bromatológicas de la pulpa del fruto de aguaje, existen valores diferentes mayores y menores comprobados con los resultados obtenidos en esta experimentación, las variaciones pueden deberse a las diferencias entre la procedencia, condiciones de cosecha, obtención, secado y almacenamiento de la fruta. pero se determina que la criodesecación es un método de secado que ayuda a la conservación de alimentos.

2. Características físico químicas de la pulpa de aguaje fresco y liofilizada

Para las propiedades fisicoquímicas en la pulpa de aguaje en fresco la acidez es 0.16, pH a 20°C 4.23 y solidos solubles 6.17 °Brix. mientras que en el criodesecado 0.18 acidez, pH a 20° C 3.85 y solidos solubles 7.42 °Brix.

Para pulpa de guanábana Ceballos A., en el año 2008 reporta que sin adición de maltodextrina hay un aumento del pH y °Brix, y una disminución al agregarle maltodextrina .⁴⁵

Por otro lado, López, Carvajal y Millán en el año 2009 establecen que la maltodextrina aumenta los °Brix sin influir mucho en la viscosidad a diferencia de la goma arábiga que aumenta la viscosidad sin influir mucho en sus °Brix.⁴⁶

3. β – caroteno

Según Lopes J., 2017 la pulpa del fruto de aguaje es una fuente natural de pro vitamina A y puede ser alternativa tanto en forma fresca como crio desecada para el control o prevención de Hipovitaminosis, en su experimentación determina que el contenido de beta caroteno para la pulpa de aguaje liofilizado (criodesecado) es 11682 mg/ 100g de muestra, además, cita a Silva (2010) indicando que la variación de la concentración de beta caroteno puede deberse a la formación de ciertos compuestos químicos como resultado de la hidroxilación de este, también puede depender del proceso de maduración que provoca disminución de pro vitamina A.¹⁰

Para Huachuillca D., 2017 determina para la pulpa de aguaymanto fresco 2,73 mg beta caroteno equiv. / 100g muestra y para el liofilizado 5,91, también cita a Fennema (2000) indicando que la concentración de beta caroteno en frutos frescos varían de acuerdo al origen de la materia prima, el tipo y cantidad de fertilizante y factores de la practica agrícola que afectan el contenido de vitaminas en alimentos de origen vegetal. Además, cita a Tarin *et al.*, (2015) quien indica que las pulpas de fresa y mora liofilizadas con goma arábiga aumentan en un 49% y 7% respectivamente en su concentración, de donde se refuerza la teoría de que los encapsulantes incrementan la concentración de beta caroteno.¹⁶

En este sentido, Portocarrero F., en el año 2018 en su experimentación concluye que la maltodextrina actúa muy bien como agente protector de la pro vitamina A contenida en la pulpa de aguaje reportando 460 mg/100g de pulpa,¹⁴ lo cual se corrobora con esta experimentación cuando según la Tabla 7, la pulpa crio desecada(liofilizado) con el encapsulante maltodextrina en promedio es mayor con 27.50 mg/100g en relación a la pulpa crio desecado con goma de tara 26.51 mg/100g mientras que la pulpa en fresco tiene 14.25 mg/100g.

Así mismo, Huachuillca quien cita a Shofian *et al.*, (2011) indicando que las variaciones en la concentración de beta caroteno en las pulpas liofilizadas pueden presentarse debido a que este compuesto es sensible a la luz y presencia de oxígeno, variables no controlados en el proceso tales como formas de acondicionamiento de las muestras, presión y congelación que fueron controlados en la liofilización,¹⁶ lo que explica la variación de concentración de beta caroteno reportado por Portocarrero y esta experimentación con 460 mg/100g de pulpa y con 27,50 mg/100g respectivamente.

4. Propiedades Funcionales

Vargas D., 2015 resume que la solubilidad es la velocidad de disolver una determinada sustancia que sería el soluto como polvo en un determinado medio que sería el solvente, considera que la solubilidad de la pulpa de cocona liofilizado es bajo 24,89% respecto a la literatura considerada 84,33%, explica que se debe a que en el momento de sumergir la muestra liofilizada en agua, muestra elevada tensión superficial lo que no deja que las partículas se mojen con facilidad, también que la composición química influye en la solubilidad, esto debido a que la cocona a pesar de ser una fruta con alto contenido de carbohidratos, posee almidón los cuales no son compuestos solubles,¹² hechos que se corroboran con esta experimentación cuando la solubilidad de la fruta de aguaje criodesecado (liofilizado) es bajo con goma de tara 7,53% y maltodextrina 13,77 %.

Por otro lado, considera que la rehidratación es una medida de la lesión causado por secado y tratamiento anterior a la deshidratación, dependiente del grado de alteración celular y estructural. Determina que la humedad de la pulpa de cocona en polvo alcanza en 10 minutos 69,45%, lo cual indica alta rehidratabilidad teniendo en cuenta los contenidos en fresco 92,42%, cita a Grajales *et al* (2005) y Badui *et al* (2006), indicando que la rehidratación en productos liofilizados sucede rápidamente, más si se emplea bajas temperaturas, daños térmicos menores ya que los grupos hidrófilos que retienen agua se ven poco afectados por lo tanto pueden retener agua nuevamente,¹² hechos que se corroboran con esta investigación cuando se reportó para la pulpa liofilizada con goma de tara 45,23% y maltodextrina 61,90 % respecto a la pulpa en fresco 54,24 % .

En este sentido, Criollo K., en su investigación publicado en el año 2016 concluye que el método de liofilización (criodesecación) ofrece mayores ventajas frente al secado convencional debido a que conserva mejor los compuestos termolábiles,¹¹ mientras que Huachuillca en el 2017 concluye que el proceso de liofilización tiene un efecto significativo frente a los compuestos bioactivos disminuyéndolos significativamente.¹⁶

CONCLUSIONES

1. Se determinó el efecto de la criodesecación con goma de “tara” y maltodextrina sobre el contenido de β -caroteno en la pulpa deshidratada de aguaje, presentando una variación significativa ya que se incrementa el valor del contenido en la pulpa criodesecado con ambos encapsulantes a diferencia de la pulpa fresca.
2. Se realizó la identificación taxonómica de *Mauritia flexuosa* “aguaje” producido en la Provincia de La Merced.
3. Se determinó las características fisicoquímicas (acidez, pH y °Brix) y químico bromatológico (humedad, proteína, cenizas, lípidos y carbohidratos) de la *Mauritia flexuosa* “aguaje” fresco y liofilizado, donde se observó la influencia de los encapsulantes presentando una variación significativa en la concentración de estos.
4. Se determinó el contenido de β -caroteno de *Mauritia flexuosa* “aguaje” en fresco en promedio 14,25 g/100 g de muestra.
5. Se determinó el contenido de β -caroteno de *Mauritia flexuosa* “aguaje” criodesecado con goma de tara 26,51 y maltodextrina 27,50 g/100 g de muestra.
6. Se evaluó las propiedades funcionales de la pulpa deshidratada de aguaje obtenido por criodesecación: solubilidad con goma de tara 7,53% y rehidratación 45,23% con maltodextrina de 13,77 y 61,90% respectivamente, donde el encapsulante que presenta mayor concentración es la maltodextrina a diferencia de la goma de tara.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los estudiantes universitarios realizar estudios sobre el efecto de la liofilización de la pulpa de aguaje en relación a sus características reológicas difundiendo los resultados obtenidos a la comunidad científica.
2. Se recomienda a los investigadores realizar más estudios de las propiedades fitoquímicas en relación al proceso de liofilización difundiendo los resultados a la población.
3. Se recomienda estudiar la semilla y la cáscara de la *Mauritia flexuosa* “Aguaje” en beneficio de su potencial actividad antioxidante, promoviendo su consumo en la población general.
4. Se sugiere a los docentes y estudiantes realizar investigaciones de liofilización con otros encapsulantes a diferentes concentraciones que ayuden a preservar los componentes de la *Mauritia flexuosa* “Aguaje”.
5. Se sugiere a las autoridades universitarias promover el desarrollo de investigaciones bromatológicas(nutraceuticos).

V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- 1 Freitas Alvarado L., Del Castillo Torres D., Otárola Acevedo E. Aguaje. Perú: Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana; 2006.
- 2 Castro Lima F., Ocampo Durante A., Peñuela Recio L., Sanabria DP. Palmas Nativas de la Orinoquia: Biodiversidad Productiva. Bogotá: Editores S.A.; 2013.
- 3 Valle Rosas DJ. Evaluación de la estabilidad por pruebas aceleradas, de pulpa de aguaje (*Mauritia Flexuosa L.f*) liofilizada variedad amarillo. [Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias]. Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2014.
- 4 Ramírez Navas JS, Liofilización de alimentos. ReCiTelA 2006; vol.6: 1- 9.
- 5 Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Propiedad Intelectual. Aguaje. [boletín en internet]. Biopat. Perú: 2017 [accesado 05 octubre 2019]. Disponible en: <https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/1511615/AGUAJE+corregido.pdf/ae4588e-18b8-194f-0359-1250fa9372ef>
- 6 Lognay G., Trevejo E., Jordan E., Marlier M., Saverin M., Dezarate. Investigación sobre el aceite de *Mauritia Flexuosa L*. InvestigacionesSE 1987; vol.38 (5):303-307.
- 7 Milanez JT, Compuestos bioactivos y actividad antioxidante de los frutos de *Burity*, durante la post cosecha, cosechadas en diferentes etapas de maduración. *Scientia Horticulturae* 2018; vol. 227: 10-21.
- 8 Guerrero E.; Santamaría E.; Pérez H., Luciani P. Liofilización de pulpa de aguaje (*Mauritia flexuosa L. F*). [Tesina]. Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva; 2011.

- 9 Costa W., Feitosa RM., De Melo AJ., Pereira AL., Cruz G., Mendes PC. El secado por pulverización de la pulpa de buriti a diferentes concentraciones de malto dextrina y temperatura. Rev.CCNE 2018; vol.40:1- 8.
- 10 Lopes JP., Souza F. Deshidratación y pulverización de Buriti pulpa (*Mauritia Flexuosa* L.): evaluación de vida útil. Rev.Bras.Frutic 2017; vol.39:1-7.
- 11 Criollo Sumba KP., Molina Fernández NJ. Evaluación de la Estabilidad de Extractos obtenidos a partir de distintos procesos de secado de *Jungia Rugosa*. [Tesis Bioquímico Farmacéutico]. Ecuador: Universidad de Cuenca; 2016.
- 12 Vargas Muñoz DP. Efecto de la Liofilización sobre propiedades fisicoquímicas y vida útil de la cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en polvo. [Tesis Ingeniería]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia;2015.
- 13 Castañeda MC., Valdés EH., Tapia E., Delgado A., Bernardino AC., Rodríguez MR., Ramírez JP. uRev.Chil.Nutr. ; 2014; vol. 41:404 – 411.
- 14 Portocarrero Casuso F. Efectos de la temperatura sobre el polvo de *Mauritia flexuosa*(Aguaje) obtenido en secador spray. [Tesis Ingeniería Industrial]. Perú: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2018.
- 15 Díaz Mamani R. Evaluación de compuestos bioactivos en pulpa atomizada y pulpa congelada de *Mauritella aculeta*(Kunth) Burret "Aguaje". [Tesis Químico Farmacéutico]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos;2018.
- 16 Huachuhuillca Lizarme D. Efecto de liofilización sobre los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en la pulpa de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). [Tesis Ingeniero Agroindustrial]. Perú: Universidad Nacional Jose Maria Arguedas;2017.

- 17 Surco F., Tipiana R., Torres Y., Valle M., Panay J. Efectos de la liofilización sobre composición química y capacidad antioxidante en pulpa de cuatro variedades de *Mangifera indica*. *Rev. Soc. Quim.*; vol.83(4): 412-419. 2017.
- 18 Colchado Ircañaupa M., Velásquez Aguilar A. Efecto del método de liofilización, Densidad de carga y temperatura de placa en la de Fresa (*Fragaria vesca* L.) Deshidratada. [Tesis Ingeniería Agroindustrial]. Perú: Universidad Nacional del Santa; 2015.
- 19 Kasper JC., Wiggenghorn M., Resch M., Friess W. Implementation and evaluation of an optical fiber system as novel process monitoring tool during lyophilization. *EJPB*; vol.83:449 – 459. 2012.
- 20 Orrego CE. Congelación y Liofilización de alimentos. Colombia: Artes gráficas tizan; 2008.
- 21 Lopez E., Antelo L., Alonso A. Time-scale modeling and optimal control of freeze–drying. Elsevier; vol.111:655-666. 2012.
- 22 Navarro B. Cadenas Productivas del Aguaje y Tagua. [En Línea]. Perú: ed. Pro naturaleza- USAID; 2006. [fecha de acceso 10 de octubre de 2019].URL disponible en: <https://es.scribd.com/doc/36928906/Cadenas-Productivas-de-Aguaje-y-Tagua-2006>
- 23 Del Castillo D., Otárola E., Freitas L. Aguaje: La Maravillosa Palmera de la Amazonia. [En Línea]. Perú: IIAP; 2006 [fecha de acceso 04 de octubre de 2019].URL disponible en: http://epositorio.iiap.org.pe/bitstream/IIAP/76/2/aguaje_libro_2006.pdf

- 24 Gonzales Coral A. Frutales Nativos Amazónicos Patrimonio Alimenticio de la Humanidad. [En Línea]. Perú: IIAP; 2007. [fecha de acceso 06 de octubre de 2019].URL disponible en: http://www.iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1484.pdf
- 25 Delgado C., Couturierb G., Mejías K. *Mauritia Flexuosa* (Arecaceae:calamoideae) una palmera amazónica con fines de cultivo en Perú. EDP Sciences 2007; vol. 62: 157- 169.
- 26 Vásquez PG., Sotero VE., Del Castillo D., Freitas L., Maco MM. Diferenciación química de tres morfo tipos de *Mauritia flexuosa* L. f. de la Amazonía Peruana. Rev. Soc. Quím. 2009; v.75(3):4-9.
- 27 Lujan Navarro M. Evaluación de la estabilidad de la pro vitamina A en la pulpa liofilizada de tres morfo tipos de aguaje (*mauritia flexuosa* L.f). [Tesis Ingeniero Químico]. Perú: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2010.
- 28 Murray R., Granner D., Rodwell w. Harper Bioquímica Ilustrada. México: Edit. Manual moderno; 2019.
- 29 Rodríguez DB. Cambios en los carotenoides durante el procesamiento y almacenamiento de alimentos. Arch Latinoam Nutr; vol.49: 385-475. 1997.
- 30 Moreno MJ., Belen DR., Torrez V. Degradación cinética de carotenoides obtenidos de frutos de *Carica papaya* L. Rev. Fac. Agron; vol.20(2): 378- 398. 2003.
- 31 Nguyen ML., Schwartz SJ. Lycopene: Chemical and Biological Properties. Food Technology 1999; Vol. 53(2):38-45.

- 32 Propiedades funcionales. [En Línea]. Perú ;2019 [fecha de acceso 10 de octubre de 2019].URL disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Proteinas-3propiedades_funcionales_25761.pdf
- 33 Palomino JA., Peña JD., Zevallos G., Orizano LA. Metodología de la Investigación. Perú: San Marcos E.I.R.L.; 2017.
- 34 Oseda D., Alvarado H., Cori S., Zevallos G. Metodología de la investigación. Peru: Piramide; 2011.
- 35 Orbe MR. Optimización del Proceso de Maduración del Aguaje (*Mauritia flexuosa L.*), Aplicando el Método de Superficie de Respuesta. [Tesis de maestría en industria alimentaria]. Perú: Universidad de Ricardo Palma; 2019.
- 36 Gutiérrez A., Alvarez S., Chavarry C. Caracterización fenotípica de los frutos de la *Mauritia flexuosa L.f.* (arecaceae) “Aguaje”, de nueve comunidades de Datem del Marañon. *The biologist* 2012; 10(2): 83-95.
- 37 AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). International official methods of analysis. Estados Unidos: Maryland; 2005.
- 38 AOAC Official Method 942.15. Acidity (Titrable) of fruit products.Official method of analysis of AOAC international. Estados Unidos:2005.
- 39 ISO 2173. International standard. Fruit and vegetable products, determination of soluble solids, refractometric method. Estados Unidos: 2003.
- 40 Wrolstad R., Acree T., Decker E., Penner M., Reid D., Schwartz S., Shoemaker C., Smith D. Sporns P. Handbook of food analytical chemistry water, proteins, enzymes,

lipids, and carbohydrates. New jersey - United States of America: Edit. John Wiley & Sons; 2005.

- 41 Eastman JE., Moore CO. Cold water soluble granular starch for gelled food composition. U.S.(Patent 4465702); 1984.
- 42 Cano M., Stringheta PC., Ramos AM., Cal Vidal J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. Innovative food Science and Emerging Technologies 2005; 6(4): pp.420-428.
- 43 Arriola E., García T., Guatemala GM., Nungaray J., González O., Ruíz JC. Comportamiento del aguacate hass liofilizado durante la operación de rehidratación. Revista Mexicana de Ingeniería Química 2006; 5(Su1): pp.51-56.
- 44 Ayala J., Pardo R. Optimización por Diseños Experimentales. Con Aplicaciones en Ingeniería. Perú: A & B SA Urna; 2000.
- 45 Ceballos Peñaloza AM. Estudio comparativo de tres sistemas de secado para la producción de un polvo deshidratado de fruta. [Tesis de maestría en ingeniería Química]. Perú: Universidad Nacional de Colombia sede Manizales;2008.
- 46 López B., Carvajal L., Millán L. Establecimiento de Condiciones de la Mezcla de Pulpa de Banano (*Musa paradisiaca* L.) para someter a Secado por Aspersión. Revista de la Facultad de Química Farmacéutica 2009; 16(3):287-296.

ANEXOS

ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA:

TITULO: Criodesecación con goma de “tara” y maltodextrina y su efecto sobre β -carotenos y propiedades funcionales de <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje”				
Autores: Bachilleres: Nuñez Sinche Jhonatan Dennis – Valerio Chuco Ketty Gina				
FORMULACION DEL PROBLEMA	FORMULACION DEL OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>¿Qué efecto produce la criodesecación con goma de tara y maltodextrina sobre β-caroteno y propiedades funcionales <i>Mauritia flexuosa</i> “aguaje”?</p>	<p>☐ Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar el efecto de la criodesecación con goma de tara y maltodextrina sobre β-caroteno y propiedades funcionales de la <i>Mauritia flexuosa</i> “aguaje”. <p>☐ Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar taxonómicamente el <i>Mauritia flexuosa</i> “aguaje” producido en la Provincia La Merced. • Determinar las características fisicoquímicas y químico bromatológico de la <i>Mauritia flexuosa</i> “aguaje”. • Determinar el contenido de β-caroteno en la <i>Mauritia flexuosa</i> “aguaje”. • Determinar el contenido de β-caroteno en la <i>Mauritia flexuosa</i> “aguaje” criodesecado con goma de “tara” y maltodextrina. • Determinar el porcentaje de las propiedades funcionales (solubilidad y rehidratación) de la <i>Mauritia flexuosa</i> “aguaje” criodesecado con goma de “tara” y maltodextrina. 	<p>Ho: La criodesecación con goma de “tara” y maltodextrina no produce efecto sobre el contenido de β-caroteno y propiedades funcionales de la <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje”.</p> <p>H1: La criodesecación con goma de “tara” y maltodextrina produce efecto sobre el contenido de β-caroteno y propiedades funcionales de la <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje”.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Criodesecación de la pulpa de Aguaje:</p> <p>Tipo de encapsulante (E)</p> <p>E1: Goma de tara</p> <p>E2: Maltodextrina</p> <p>Concentración de encapsulante (C)</p> <p>C1: Goma de tara 0,2%</p> <p>C2: Maltodextrina al 0,5%</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>✓ Contenido de β-caroteno</p> <p>✓ Propiedades funcionales (solubilidad y rehidratación)</p>	<p>▪ TIPO DE INVESTIGACION</p> <p>La investigación de tipo aplicado.</p> <p>▪ METODO DE INVESTIGACION</p> <p>El método de investigación es explicativo.</p> <p>▪ NIVEL DE INVESTIGACION</p> <p>Se caracteriza por ser de nivel explicativo</p> <p>▪ DISEÑO DE INVESTIGACION</p> <p>Corresponde a un diseño experimental</p> <p>POBLACIÓN: <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje”</p> <p>MUESTRA: 40 Kg de fruto de aguaje</p> <p>Aspectos éticos de la investigación: Se rige la investigativa en el artículo 27 sobre la protección al medio ambiente y respeto a la biodiversidad, responsabilidad y veracidad. Además el investigador respeta el código de ética del artículo 28.</p>

Fuente: Elaboración propia, setiembre 2019.

ANEXO 2
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>Variable independiente: Criodesecación de <i>Mauritia flexuosa</i> “Aguaje” con:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Goma de tara 0,2% ▪ Malto dextrina 0,5% 	<p>Proceso de secado a bajas temperaturas de un fruto biológico físico procedente de una palmera.</p>	<p>Estado físico del fruto.</p>	<p>Aguaje con goma de tara Aguaje con maltodextrina</p>
<p>Variables dependientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Contenido de β- caroteno ▪ Propiedades funcionales (solubilidad y rehidratación) 	<p>Análisis del contenido de β- caroteno con goma de tara y maltodextrina.</p> <p>Análisis de las propiedades funcionales (solubilidad y rehidratación) con goma de tara y maltodextrina.</p>	<p>Contenido de β- caroteno con goma de tara y maltodextrina.</p> <p>Porcentaje de las propiedades funcionales (solubilidad y rehidratación) con goma de tara y maltodextrina.</p>	<p>mg de β- caroteno/100 g muestra</p> <p>g de agua/ g de solido seco</p>

Fuente: Elaboración propia, setiembre 2019.

ANEXO 3.
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DEL INSTRUMENTO

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	VALORES
Contenido de β - caroteno	Resulta del análisis químico cualitativo y cuantitativo del principal metabolito presente en la pulpa de <i>Mauritia flexuosa</i> “aguaje” fresca y liofilizada.	Contenido de β - caroteno	mg de β - caroteno/100 g muestra
Propiedades funcionales (solubilidad y rehidratabilidad)	Análisis de las propiedades funcionales (solubilidad y rehidratación).	Porcentaje de las propiedades funcionales (solubilidad y rehidratación) con goma de tara y maltodextrina.	g de agua/ g de solido seco

Fuente: Elaboración propia, setiembre 2019.

ANEXO 4

INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN Y CONSTANCIA DE SU APLICACIÓN

FICHA DE RECOLECCIÓN DEL PRODUCTO

ECOTIPO			
Fecha	PRODUCTO	PESO DEL PRODUCTO	OBSERVACIONES
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Fuente: Ficha de recolección. Guerrero *et al.*, en el año 2011

FICHA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESULTADOS FÍSICOQUÍMICOS DEL FRUTO Y
PULPA LIOFILIZADA

Muestra	Fruto fresco				Pulpa liofilizada			
	cantidad	pH	Brix	Acidez	cantidad	pH	Brix	Acidez
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Fuente: Ficha de recolección. Guerrero *et al.*, en el año 2011

FICHA DE RECOLECCIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA LIOFILIZACIÓN DE
LA PULPA DE AGUAJE

muestras	β-caroteno		Propiedades funcionales	
	maltodextrina	Goma de tara	solubilidad	rehidratación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Fuente: Ficha de recolección. Guerrero *et al.*, en el año 2011

ANEXO 5
CONFIABILIDAD VALIDA DEL INSTRUMENTO



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUIMICA



VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1.- Apellido y nombres del experto: Baquerizo Canchumanya Mery Luz
 1.2.- Cargo e institución donde labora: Universidad Nacional del Centro del Perú
 1.3.- Grado académico: MAGISTER
 Registro colegio profesional: C.I.P.,70817
 1.4.- Nombre de instrumento y motivo de evaluación: Proyecto de Tesis: Cnosedecación con goma de tara y malto dextrina y su efecto sobre β -caroteno y propiedades fraccionales de *Marrubium sibiricum* "aguaje".
 Ficha de recolección de datos
 1.5.- Autor de instrumento:
Valerio Chuco Ketty Gina y Núñez Sinche Jhonatan Dennis
 1.6.- Instrucciones:
 Luego de analizar el instrumento y cotejar la investigación con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación. Nota: Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde

1. MUY POCO	2. POCO	3. REGULAR	4. ACEPTABLE	5. MUY ACEPTABLE
-------------	---------	------------	--------------	------------------

INDICADORES	CRITERIOS	PUNTAJES				
		1	2	3	4	5
1.- Claridad	Está formulado el instrumento con un lenguaje apropiado.					X
2.- Objetividad	El instrumento evidencia recojo de datos observables.					X
3.- Actualidad	El instrumento se adecua a los criterios científicos y tecnológicos.				X	
4.- Organización	El instrumento tiene una organización lógica.					X
5.- Suficiente	Son suficientes en cantidad y calidad los elementos que conforman el instrumento.					X
6.- Intencionalidad	Es adecuado para relacionar aspectos de los factores predisponentes y la automedicación.					X
7.- Consistencia	Se basa en aspectos teóricos científicos de la farmacéutica como de la bioquímica.					X
8.- Coherencia	Existe coherencia y relación de los ítems, indicadores, las dimensiones y las variables.					X
9.- Metodología	La estrategia responde al propósito de la problemática de la investigación				X	
10.- Pertinencia	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico.					X
Total parcial					8	40
Total						48

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: VALIDO - APLICAR.

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

11-20	No válido, reformular
21-30	No válido, modificar
31-40	Válido, mejorar
41-50	Válido, aplicar



Firma del Experto

**Juicio de Expertos
VALIDACION DE INSTRUMENTO**

I. Datos generales

- 1.1. Apellido y nombre del Experto: **RUIZ ESPINOZA JOHAN EDGAR**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **DOCENTE UPLA - HUANCAYO.**
- 1.3. Título Profesional: Químico Farmacéutico; Registro Colegio profesional: **13459**
- 1.4. Grado Académico: **MAGISTER.**
- 1.5. Nombre del Instrumento: **FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS ANALITICOS**
Proyecto de Tesis: Criodesecación con goma de tara y malto dextrina y su efecto sobre β -caroteno y propiedades funcionales de *Mauritia flexuosa* "aguaje".

Nuñez Sinche Jhonatan Dennis
Valerio Chuco Ketty Gina
- 1.6. Instrucciones: Luego de analizar el instrumento y cotejar la investigación con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

Nota: Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde

1.- Muy poco	2.- Poco	3.- Regular	4.- Aceptable	5.- Muy aceptable		
INDICADORES	CRITERIOS	PUNTUACIÓN				
		1	2	3	4	5
1.- Claridad	El instrumento esta formulado con un lenguaje apropiado					X
2.- Objetividad	El instrumento evidencia recojo de datos observables					X
3.- Actualidad	El instrumento se adecua a los criterios científicos y tecnológicos					X
4.- Organización	El instrumento tiene una organización lógica					X
5.- Suficiente	Son suficientes en cantidad y calidad los elementos que conforman el instrumento					X
6.- Intencionalidad	Es adecuado para relacionar las variables en mención				X	
7.- Consistencia	Se basa en aspecto teóricos científicos de la farmacéutica como de la bioquímica					X
8.- Coherencia	Existe coherencia y relación de los ítems, indicadores, las dimensiones y las variables.					X
9.- Metodología	La estrategia responde al propósito de la problemática de la investigación				X	
10.- Pertinencia	El instrumento muestra a la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico					X
TOTAL Parcial						08 40
Total						48

II. OPCIÓN DE APLICABILIDAD: *valido, aplicar*

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: *48*



Puntuación	
11-12	No valido, reformular
21-30	No valido, modificar
31-40	Válido, mejorar
41-50	Válido, aplicar

Juicio de Expertos
VALIDACION DE INSTRUMENTO

1. Datos generales

- 1.1. Apellido y nombre del Experto: **LAVADO MORALES, Ivar Jines**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **DOCENTE UFR - HUANCAYO.**
 1.3. Título Profesional: Químico Farmacéutico: Registro Colegio profesional: **09988**
 1.4. Grado Académico: **MAGISTER.**
 1.5. Nombre del Instrumento: **FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS ANALITICOS**
 Proyecto de tesis: **Criodesecación con goma de tara y maltodextrina y su efecto sobre β -caroteno y propiedades funcionales de *Mauritia flexuosa* "Aguaje".**

Núñez Sinche Jhonatan Dennis
Valerio Chuco Ketty Gina

- 1.6. Instrucciones: Luego de analizar el instrumento y cotejar la investigación con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

Nota: Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde

1.- Muy poco	2.- Poco	3.- Regular	4.- Aceptable	5.- Muy aceptable					
INDICADORES	CRITERIOS	PUNTUACIÓN							
		1	2	3	4	5			
1.- Claridad	El instrumento esta formulado con un lenguaje apropiado								X
2.- Objetividad	El instrumento evidencia recojo de datos observables						X		
3.- Actualidad	El instrumento se adecua a los criterios científicos y tecnológicos								X
4.- Organización	El instrumento tiene una organización lógica								X
5.- Suficiente	Son suficientes en cantidad y calidad los elementos que conforman el instrumento								X
6.- Intencionalidad	Es adecuado para relacionar las variables en mención						X		
7.- Consistencia	Se basa en aspecto teóricos científicos de la farmacéutica como de la bioquímica								X
8.- Coherencia	Existe coherencia y relación de los ítems, indicadores, las dimensiones y las variables.								X
9.- Metodología	La estrategia responde al propósito de la problemática de la investigación					X			
10.- Pertinencia	El instrumento muestra a la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico								X
TOTAL Parcial							03	00	35
Total									46

II. OPIÓN DE APLICABILIDAD: **Valido, Aplicar**
 III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: **46**


Ing. Ivar J. Lavado Morales
 QUÍMICO FARMACEUTICO
 CQFP. 09988

Puntuación	
11-12	No valido, reformular
21-30	No valido, modificar
31-40	Válido, mejorar
41-50	Válido, aplicar

ANEXO 6

La base de datos de la tesis presente fue procesada por el programa Design-Expert. Versión 11.

2-Level Factorial Design
 Design for 2 to 21 factors where each factor is varied over 2 levels. Useful for estimating main effects and interactions. Fractional factorials can be used for screening many factors to find the significant few. The color coding represents the design resolution: Green = Res V or higher, Yellow = Res IV, and Red = Res III.

Number of Factors

Runs	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4	2 ²	2 ³																	
8		2 ³	2 ⁴⁻¹ IV	2 ⁵⁻² IV	2 ⁶⁻³ IV	2 ⁷⁻⁴ IV													
16			2 ⁴	2 ⁵⁻¹ IV	2 ⁶⁻² IV	2 ⁷⁻³ IV	2 ⁸⁻⁴ IV	2 ⁹⁻⁵ IV	2 ¹⁰⁻⁶ IV	2 ¹¹⁻⁷ IV	2 ¹²⁻⁸ IV	2 ¹³⁻⁹ IV	2 ¹⁴⁻¹⁰ IV	2 ¹⁵⁻¹¹ IV					
32				2 ⁵	2 ⁶⁻¹ IV	2 ⁷⁻² IV	2 ⁸⁻³ IV	2 ⁹⁻⁴ IV	2 ¹⁰⁻⁵ IV	2 ¹¹⁻⁶ IV	2 ¹²⁻⁷ IV	2 ¹³⁻⁸ IV	2 ¹⁴⁻⁹ IV	2 ¹⁵⁻¹⁰ IV	2 ¹⁶⁻¹¹ IV	2 ¹⁷⁻¹² IV	2 ¹⁸⁻¹³ IV	2 ¹⁹⁻¹⁴ IV	2 ²⁰⁻¹⁵ IV
64					2 ⁶	2 ⁷⁻¹ IV	2 ⁸⁻² IV	2 ⁹⁻³ IV	2 ¹⁰⁻⁴ IV	2 ¹¹⁻⁵ IV	2 ¹²⁻⁶ IV	2 ¹³⁻⁷ IV	2 ¹⁴⁻⁸ IV	2 ¹⁵⁻⁹ IV	2 ¹⁶⁻¹⁰ IV	2 ¹⁷⁻¹¹ IV	2 ¹⁸⁻¹² IV	2 ¹⁹⁻¹³ IV	2 ²⁰⁻¹⁴ IV
128						2 ⁷	2 ⁸⁻¹ IV	2 ⁹⁻² IV	2 ¹⁰⁻³ IV	2 ¹¹⁻⁴ IV	2 ¹²⁻⁵ IV	2 ¹³⁻⁶ IV	2 ¹⁴⁻⁷ IV	2 ¹⁵⁻⁸ IV	2 ¹⁶⁻⁹ IV	2 ¹⁷⁻¹⁰ IV	2 ¹⁸⁻¹¹ IV	2 ¹⁹⁻¹² IV	2 ²⁰⁻¹³ IV
256							2 ⁸	2 ⁹⁻¹ IV	2 ¹⁰⁻² IV	2 ¹¹⁻³ IV	2 ¹²⁻⁴ IV	2 ¹³⁻⁵ IV	2 ¹⁴⁻⁶ IV	2 ¹⁵⁻⁷ IV	2 ¹⁶⁻⁸ IV	2 ¹⁷⁻⁹ IV	2 ¹⁸⁻¹⁰ IV	2 ¹⁹⁻¹¹ IV	2 ²⁰⁻¹² IV
512								2 ⁹	2 ¹⁰⁻¹ IV	2 ¹¹⁻² IV	2 ¹²⁻³ IV	2 ¹³⁻⁴ IV	2 ¹⁴⁻⁵ IV	2 ¹⁵⁻⁶ IV	2 ¹⁶⁻⁷ IV	2 ¹⁷⁻⁸ IV	2 ¹⁸⁻⁹ IV	2 ¹⁹⁻¹⁰ IV	2 ²⁰⁻¹¹ IV

Replicates: 1 Blocks: 1 Center points per block: 0 Show Generators

Cancel Continue >>

For Help, press F1

Resolution V Irregular Fraction Design
 Design for 4 to 11 factors where each factor is varied over only 2 levels. Resolution V designs will allow estimation of main effects. Two-factor interactions will only be aliased with three-factor and higher interactions. Excellent designs to reduce the number of runs and still obtain clean results.

Factors: 6 (4 to 11)

Name	Units	Type	Low	High
A		Numeric	-1	1
B		Numeric	-1	1
C		Numeric	-1	1
D		Numeric	-1	1
E		Numeric	-1	1
F		Numeric	-1	1

Center points: 0 48 Runs

Cancel Continue >>

For Help, press F1

ANEXO 7

CLASIFICACION TAXONOMICA DE *MAURITIA FLEXUOSA* L.f. UNMSM



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

CONSTANCIA N°388-USM-2018

EL JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (tallo hojas y frutos), recibida de **Jhonatan Dennis Nuñez Sinche y Kitty Gina Valerio Chuco**; estudiantes de la Universidad Peruana Los Andes, Facultad de Farmacia y Bioquímica; ha sido estudiada y clasificada como: ***Mauritia flexuosa* L.**; y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988):

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: LILIOPSIDA

SUB CLASE: ARESIDAE

ORDEN: ARECALES

FAMILIA: ARECACEAE

GENERO: Mauritia

ESPECIE: *Mauritia flexuosa* L.

Nombre vulgar: "Aguaje"

Determinado por: Mg. María Isabel La Torre Acuy

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

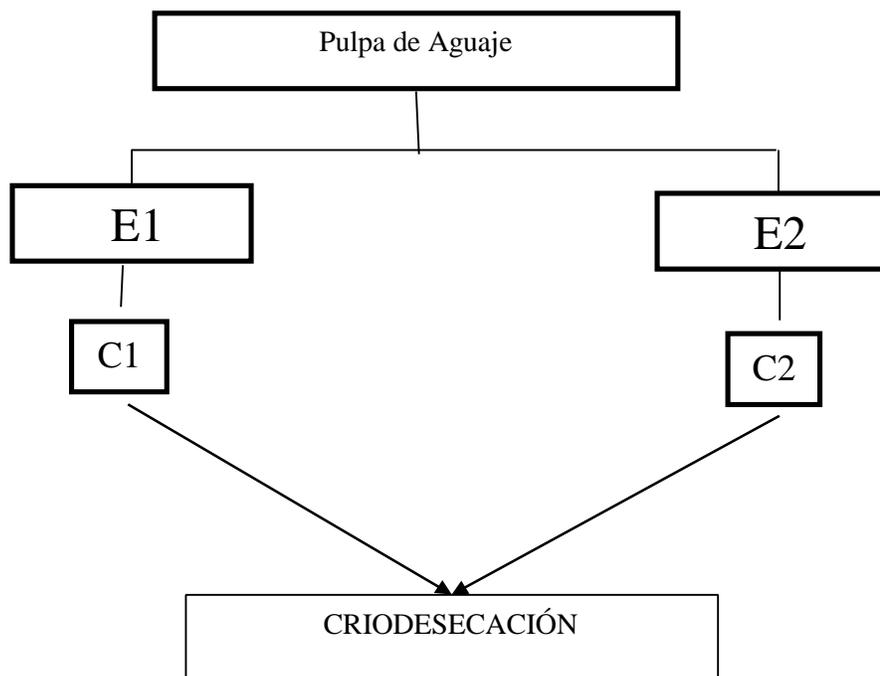
Lima, 19 de octubre de 2018




Mag. ASUNCIÓN A. CANO ECHEVARRIA
JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

ACE/ddb

ANEXO 8
ESQUEMA EXPERIMENTAL



LEYENDA:

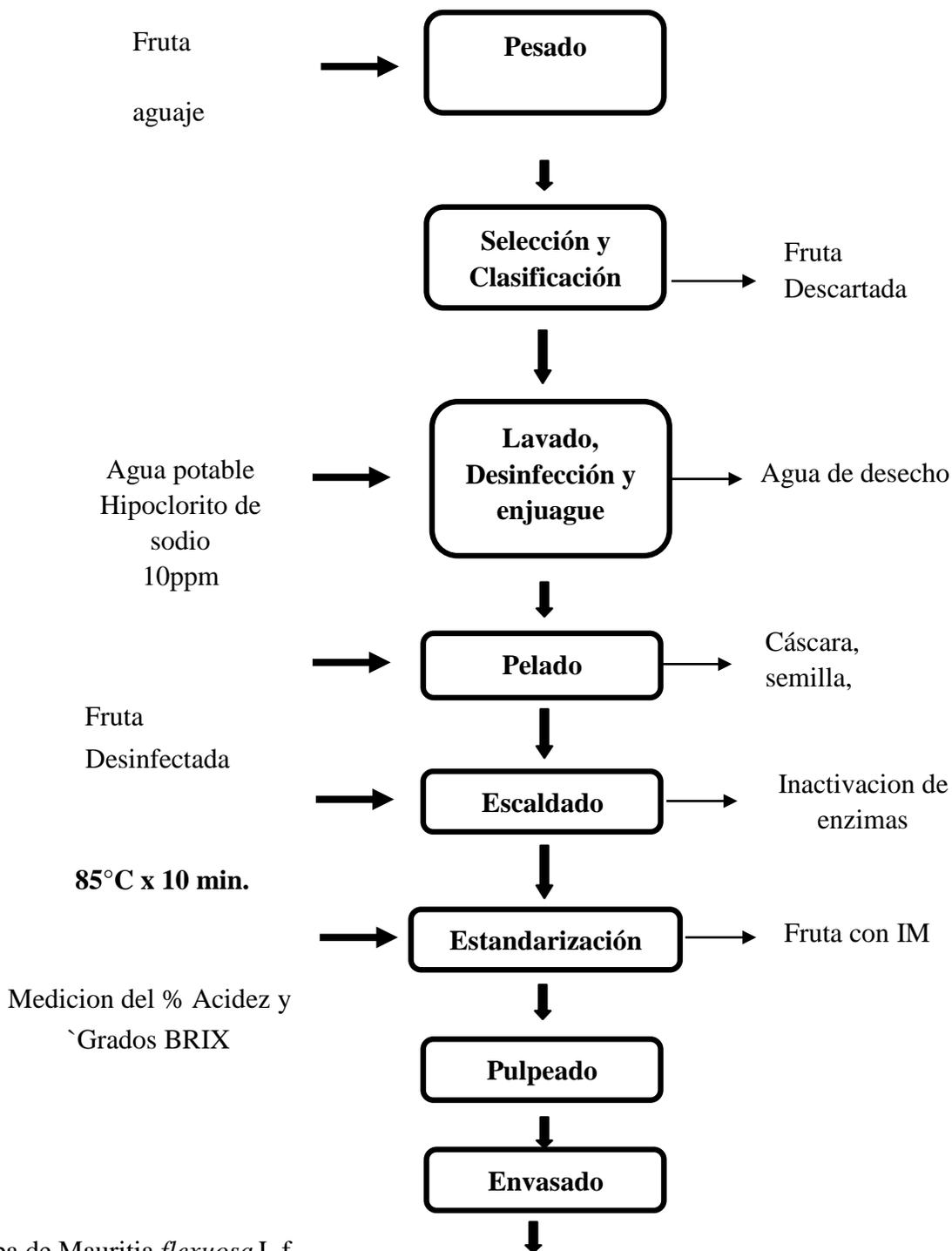
E1, E2, Encapsulaste

C1, C2, 0,2% y 0,5%

Fuente: Esquema experimental. Guerrero y *col.*, en su tesis publicado en el año 2011

Figura 10 Esquema experimental del aguaje

ANEXO 9
ESQUEMA DE EXTRACCIÓN DE LA PULPA DE AGUAJE



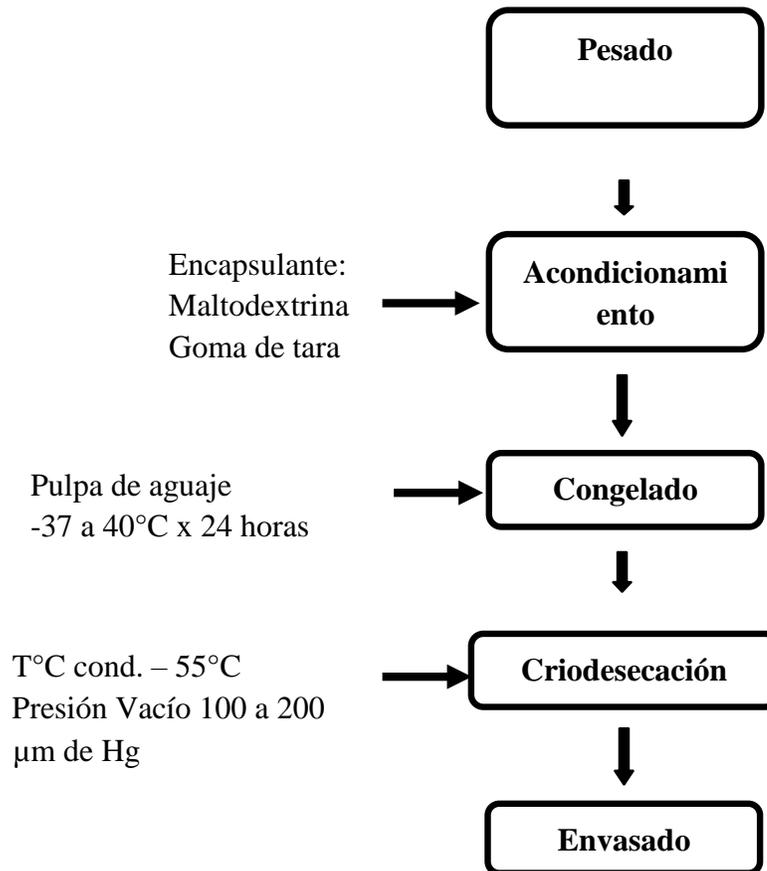
Pulpa de *Mauritia flexuosa* L.f

Fuente: Esquema de extracción. Guerrero y *col.*, en su tesis publicado en el año 2011

Figura 11. Esquema experimental para la extracción de pulpa de *Mauritia flexuosa* L.f. Pulpa de aguaje

ANEXO 10
ESQUEMA DE LIOFILIZACIÓN DE LA PULPA DE AGUAJE

Pulpa liofilizada de *Mauritia flexuosa* L.f.



Fuente: Diagrama de flujo para liofilización. Guerrero y col., en su tesis publicado en el año 2011

Figura 12. Diagrama de flujo para la liofilización de *Mauritia flexuosa*.

ANEXO 11.
GALERIA DE FOTOS DE LA LIOFILIZACIÓN DE AGUAJE



Fuente: Elaboración propia UNCP setiembre 2019.

FIGURA 1. EXTRACCIÓN DE LA PULPA DE AGUAJE

LIOFILIZADOR LIOBRAS-L-100

PULPA DE AGUAJE DESHIDRATADO



Fuente: Elaboración propia UNCP setiembre, 2019.

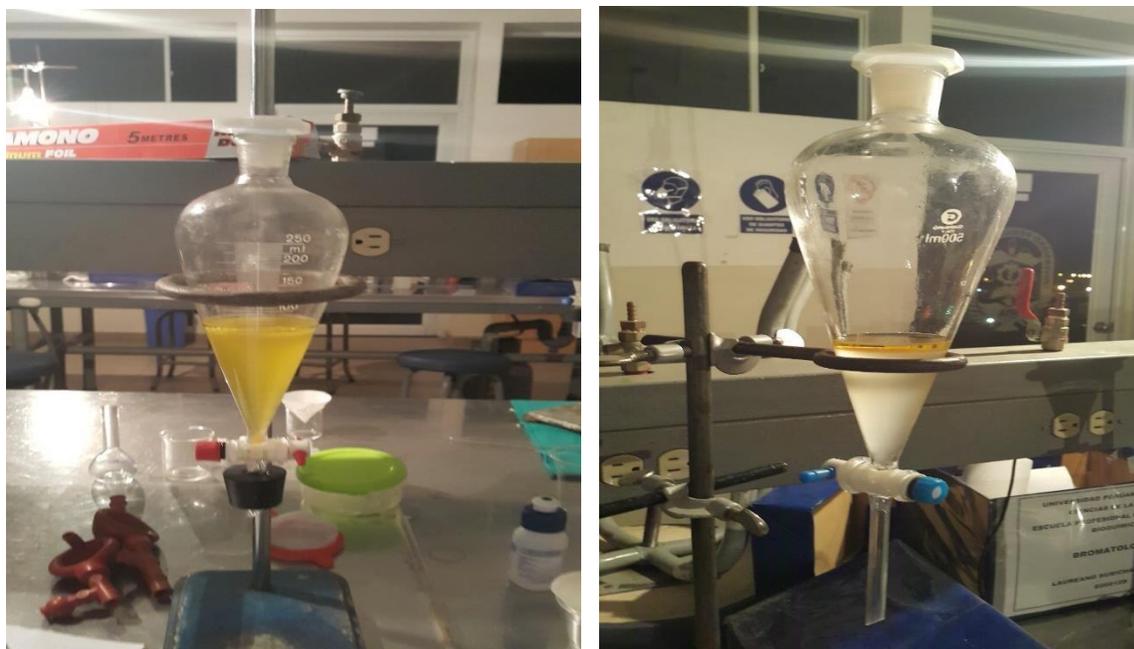
FIGURA 2. PROCESO DE LIOFILIZACIÓN DE LA PULPA DE AGUAJE

GALERIA DE FOTOS DE LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL AGUAJE CRIODESECADO



Fuente: Elaboración propia UNCP setiembre, 2019.

FIGURA 3. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DE PULPA DE AGUAJE



Fuente: Elaboración propia UNCP setiembre, 2019.

FIGURA 4. EXTRACCIÓN DE BETA CAROTENOS EN PULPA DE AGUAJE



Fuente: Elaboración propia UNCP setiembre, 2019.

FIGURA 5. PREPARACION DE CURVA ESTANDAR DE BETA CAROTENO



Fuente: Elaboración propia UNCP setiembre, 2019.

FIGURA 6. DETERMINACION DE pH EN PULPA DE AGUAJE

ANEXO 12
COMPROMISO DE AUTORÍA



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

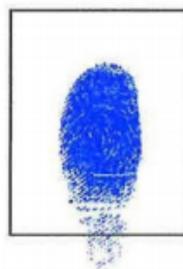
COMPROMISO DE AUTORIA

En la fecha, yo Nuñez Sinche Jhonatan Dennis, identificado con DNI N° 70253647 domiciliado en Av. Cementerio S/N Huacrapuquio, estudiante de la Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Peruana Los Andes, me COMPROMETO a asumir las consecuencias administrativas y/o penales que hubiera lugar si en la elaboración de mi investigación titulada **CRIODESECACIÓN CON GOMA DE “TARA” Y MALTODEXTRINA Y SU EFECTO SOBRE β – CAROTENO Y PROPIEDADES FUNCIONALES DE *Mauritia flexuosa* “AGUAJE”** se haya considerado datos falsos, falsificación, plagio auto plagio, etc. Y declaro bajo juramento que el trabajo de investigación es de mi autoría y los datos presentados son reales y he presentado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

Huancayo, 09 de marzo de 2021.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'si / b', written over a horizontal line.

Bach. Nuñez Sinche Jhonatan Dennis
DNI N° 70253647
Código G07215F
Responsable de investigación





**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

COMPROMISO DE AUTORIA

En la fecha, yo Valerio Chuco Ketty Gina, identificado con DNI N° 74533749 domiciliado en Psj. Tacna S/N sec. Oroya antigua, estudiante de la Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Peruana Los Andes, me COMPROMETO a asumir las consecuencias administrativas y/o penales que hubiera lugar si en la elaboración de mi investigación titulada CRIODESECACIÓN CON GOMA DE “TARA” Y MALTODEXTRINA Y SU EFECTO SOBRE β – CAROTENO Y PROPIEDADES FUNCIONALES DE *Mauritia flexuosa* “AGUAJE” se haya considerado datos falsos, falsificación, plagio auto plagio, etc. Y declaro bajo juramento que el trabajo de investigación es de mi autoría y los datos presentados son reales y he presentado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

Huancayo, 09 de marzo de 2021.

Bach. Valerio Chuco Ketty Gina
DNI N° 74533749
Código G06510H
Responsable de investigación



ANEXO 13
DECLARACION DE CONFIDENCIALIDAD



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD

Yo, Nuñez Sinche Jhonatan Dennis, identificado con DNI N° 70253647, egresado de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica vengo implementando el proyecto de tesis titulada CRIODESECACIÓN CON GOMA DE “TARA” Y MALTODEXTRINA Y SU EFECTO SOBRE β – CAROTENO Y PROPIEDADES FUNCIONALES DE *Mauritia flexuosa* “AGUAJE”, en este contexto DECLARO BAJO JURAMENTO que los datos que se han generado como producto de la investigación serán preservados y usados únicamente con fines de investigación de acuerdo a lo especificado en los artículos 27° y 28° del Reglamento General de Investigación y en los artículos 4° y 5° del Código de Ética para la investigación Científica de la Universidad Peruana Los Andes, salvo con autorización expresa y documento de algunos de ellos.

Huancayo, 09 de marzo de 2021.

Bach. Nuñez Sinche Jhonatan Dennis
DNI N° 70253647
Código G07215F
Responsable de investigación





**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD

Yo, Valerio Chuco Ketty Gina, identificado con DNI N° 74533749, egresado de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica vengo implementando el proyecto de tesis titulada CRIODESECACIÓN CON GOMA DE “TARA” Y MALTODEXTRINA Y SU EFECTO SOBRE β – CAROTENO Y PROPIEDADES FUNCIONALES DE *Mauritia flexuosa* “AGUAJE”, en este contexto DECLARO BAJO JURAMENTO que los datos que se han generado como producto de la investigación serán preservados y usados únicamente con fines de investigación de acuerdo a lo especificado en los artículos 27° y 28° del Reglamento General de Investigación y en los artículos 4° y 5° del Código de Ética para la investigación Científica de la Universidad Peruana Los Andes, salvo con autorización expresa y documento de algunos de ellos.

Huancayo, 09 de marzo de 2021.

Bach. Valerio Chuco Ketty Gina
DNI N° 74533749
Código G06510H
Responsable de investigación

