



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Farmacia y Bioquímica

Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica

**Evaluación de compuestos bioactivos en pulpa
atomizada y pulpa congelada de *Mauritiella aculeata*
(Kunth) Burret “aguaje”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

AUTOR

Roxana DÍAZ MAMANI

ASESOR

Gladys Constanza ARIAS ARROYO

Lima, Perú

2018



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Díaz R. Evaluación de compuestos bioactivos en pulpa atomizada y pulpa congelada de *Mauritiella aculeata* (Kunth) Burret “aguaje” [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica; 2018.



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Decanato



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado Examinador y Calificador de la Tesis titulada:

Evaluación de compuestos bioactivos en pulpa atomizada y pulpa congelada de *Mauritiella aculeata* (Kunth) Burret "aguaje"

Que presenta la Bachiller en Farmacia y Bioquímica:

ROXANA DÍAZ MAMANI

Que reunidos en la fecha se llevó a cabo la **SUSTENTACIÓN** de la **TESIS**, y después de las respuestas satisfactorias a las preguntas y objeciones formuladas por el Jurado, y practicada la votación han obtenido la siguiente calificación:

Dieciocho (18)

en conformidad con el Art. 34.º del Reglamento para la obtención del Grado Académico de Bachiller en Farmacia y Bioquímica y Título Profesional de Químico Farmacéutico(a) de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Lima, 17 de octubre de 2018

Dra. Karim Lizeth Jiménez Aliaga
Presidente

Q.F. Luz Fabiola Guadalupe Sifuentes de Posadas
Miembro

Mg. Carmen Gladys Peña Suasnabar
Miembro

Lic. Juana Margarita Flores Luna
Miembro

"FARMACIA ES LA PROFESIÓN DEL MEDICAMENTO, DEL ALIMENTO Y DEL TÓXICO"

Jr. Puno N° 1002, Jardín Botánico – Lima 1 – Perú
Teléfonos: (511) 328-4737 / (511) 679-7000 anexo 4826 Ap. Postal 4559 – Lima 1
E-mail: decanofyb@unmsm.edu.pe <http://farmacia.unmsm.edu.pe>



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis queridos padres Juan Díaz Huancachoque y Filomena Mamani Paiva de Díaz por todo el apoyo y amor incondicional que permitió mi crecimiento personal y profesional. A mi abuelita Simona Paiva sé que me cuida y guía mis pasos desde el cielo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y a todos los maestros que cada año fueron inculcando en mí el conocimiento, el respeto, la ética y los valores necesarios para ser una profesional.

A mi asesora de tesis, Dra. Gladys Constanza Arias Arroyo, docente de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, por su confianza, su gran apoyo y colaboración durante el proceso de la investigación.

Al Dr. Nelson Bautista Cruz, docente de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, por apoyo en esta investigación.

Al Ing. Erick Alvarez Yanamango investigador del laboratorio de procesos industriales de la Pontificia Universidad Católica del Perú por su apoyo brindado en el proceso de atomización en esta investigación.

Al Bachiller Jossimar Paul Huamani Tarazona, por su amistad y apoyo durante todo el proceso de la realización de esta investigación.

A mi hermana Bachiller Magali Díaz Mamani, por su apoyo durante todo el proceso de la realización de esta investigación.

A la Presidenta y a los miembros del Jurado Examinador y Calificador, nombrado por la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la UNMSM, por las correcciones y aportes brindados: Dra. Karim Jiménez, Dra. Carmen Peña, Dra. Fabiola Guadalupe, Dra. Carmen Arana y Dra. Juana Flores.

Este trabajo de investigación fue financiado con el apoyo del Fondo de Promoción de trabajo de Tesis de Pregrado del Vicerrectorado de Investigación-UNMSM (Código N° 160401047) ¡Muchas gracias!

ÍNDICE

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
INDICE	V
LISTA DE ABREVIATURA.....	VII
INDICE DE TABLAS	VIII
INDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT.....	XI
I.INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	3
1.1.1. Objetivo General.....	3
1.1.2. Objetivos Específicos.....	3
1.2. Hipótesis	3
II. GENERALIDADES	4
2.1. <i>Mauritiella aculeata</i> (Aguaje).....	4
2.2. Nombres comunes	4
2.3. Distribución, ecología y suelos	4
2.4. Taxonomía morfología	5
2.5. Descripción botánica	6
2.6. Variedades.....	8
2.7. Usos.....	9
2.7.1. Alimentario	9
2.7.2. Medicinal	10
2.7.3. Otros usos	10
2.8. Composición química.....	11
2.9. Producción local.....	12
2.10. Exportaciones realizadas y productos derivados.....	13
2.11. Subproductos del aguaje	15
2.12. Compuestos bioactivos	17
2.12.1 Vitamina C	17
2.12.2 Polifenoles	18
2.12.3. Antocianinas	19

2.13 Actividad antioxidante	20
2.14 Secado Por Atomización.....	22
III. MATERIAL Y MÉTODOS	25
3.1. Reactivos y equipos.....	25
3.1.1 Reactivos.....	25
3.1.2 Equipos	26
3.2 Métodos	27
3.2.1 Recolección de la muestra.....	27
3.2.2. Selección de la muestra.....	27
3.2.3. Obtención de la pulpa de aguaje (<i>Mauritiella aculeata</i>).....	28
3.2.4. Evaluación organoléptica.....	32
3.2.5 Evaluación químico bromatológico	32
3.2.5.1. Determinación de pH	32
3.2.5.2. Acidez total	32
3.2.5.3. Determinación de Sólidos solubles	32
3.2.5.4 Humedad	33
3.2.5.5 Cenizas.....	33
3.2.5.6 Fibra cruda	33
3.2.5.7 Lípidos	33
3.2.5.8 Proteínas totales.....	33
3.2.5.9 Azúcares reductores directos, totales	34
3.2.5.10 Minerales	34
3.2.6 Determinación de compuestos bioactivos	35
3.2.6.1 Vitamina C.....	35
3.2.6.2 Polifenoles Totales.	35
3.2.6.3 Antocianinas	35
3.2.7 Determinación de la actividad antioxidante.....	36
3.2.8 Análisis estadístico	36
IV. RESULTADOS	37
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	46
VI. CONCLUSIONES	55
VII. RECOMENDACIONES.....	57
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	58
IX. ANEXOS.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS

P.F: Pulpa fresca de aguaje.

C1: Pulpa congelada semana 1.

C3: Pulpa congelada semana 3.

C6: Pulpa congelada semana 6.

P.A: Pulpa atomizada de aguaje

DPPH⁺: Molécula radical estable de color púrpura (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo)

ET: Equivalente al Trolox.

IC₅₀: Concentración de la fracción peptídica que inhibe 50% del radical DPPH⁺.

TEAC: Capacidad antioxidante equivalente al Trolox.

AOAC: Association of Official Analytical Chemists.

ARD: Azúcares reductores directos.

ART: Azúcares reductores totales.

INDICE DE TABLAS

N° TABLA	Pág
Tabla 1. Valor nutritivo del Aguaje	11
Tabla 2. Producción local de comunidades y rendimiento estimado.....	12
Tabla 3. Principales mercados 2016.	13
Tabla 4. Exportaciones de aguaje y sus derivados según países de destino	14
Tabla 5. Exportaciones de aguaje y sus derivados según tipo de presentación ...	14
Tabla 6. Evaluación Organoléptica de la pulpa de aguaje.....	37
Tabla 7. Comportamiento químico bromatológico de pulpa de aguaje fresca, congelada y atomizada.	38
Tabla 8. Comportamiento químico bromatológico de pulpa de aguaje fresca, congelada y atomizada.	38
Tabla 9. Minerales obtenidos en pulpa de aguaje fresca, congelada y atomizada.. ..	39
Tabla 10. Composición de los compuestos bioactivos de <i>Mauritiella aculeata</i> “Aguaje”	39
Tabla 11. Actividad antioxidante Equivalente a Trolox pulpa fresca, pulpa congelada (C1, C3 y C6) y pulpa atomizada.	42
Tabla 12. Composición pulpa fresca y pulpa congelada.....	44
Tabla 13. Composición pulpa fresca y pulpa atomizada.....	45

INDICE DE FIGURAS

N° Figuras	Pág
Figura1. <i>Mauritiella aculeata</i> “Aguaje”	5
Figura 2. Hojas de <i>Mauritiella aculeata</i> “Aguaje”	6
Figura 3. Tallo con inflorescencia de <i>Mauritiella aculeata</i> “Aguaje”	6
Figura 4. Morfología general de las plantas de Palma	7
Figura 5. Imágenes del fruto de moriche	7
Figura 6. Variedades de aguaje.	9
Figura7. Izquierda: Proceso de pelado del aguaje, elaboración de helado y aguajina. Derecha: otros usos del aguaje caña de pescar.....	10
Figura 8. Principales empresas exportadoras	13
Figura 9. Pulpa congelada de aguaje	15
Figura 10. Aguaje en polvo	16
Figura 11. Aceite de aguaje	16
Figura 12. Aguaje en cápsulas.....	16
Figura 13. Estructura de antocianinas a diferentes pH's	20
Figura 14. Estructura del DPPH ⁺ antes y después de la reacción con el antioxidante	21
Figura 15. Esquema de un equipo de atomización	24
Figura 16. Obtención de pulpa fresca de Aguaje	30
Figura 17. Obtención de pulpa atomizada de Aguaje	31
Figura 18. % Inhibición del radical DPPH ⁺	40
Figura 19. Porcentaje de inhibición del radical DPPH ⁺ para el Trolox	41
Figura 20. Representación gráfica de los valores IC ₅₀	43
Figura 21. Constancia N° 258-USM-2016 del museo de historia natural - UNMSM	64
Figura 22. Antes de congelar T° ambiente	65
Figura 23. Después de congelar T° de congelación-20°C	65
Figura 24. Equipo secador por atomización	66

RESUMEN

Mauritiella aculeata es considerada una de las frutas nutricionales importantes por su contenido de vitaminas, lípidos, proteínas y minerales. La comercialización de la fruta requiere la estandarización de procesos tecnológicos para incrementar el tiempo de vida útil. El objetivo del presente estudio fue evaluar parámetros químicos bromatológicos, el contenido de algunos compuestos bioactivos y la actividad antioxidante en la pulpa fresca, congelada y atomizada de aguaje procedente de Pucallpa, provincia de Coronel Portillo, distrito de Yarinacocha, del Departamento de Ucayali. Se analizó el contenido de humedad, cenizas, lípidos, fibra cruda, proteínas y azúcares reductores utilizando los métodos de la AOAC. También los compuestos bioactivos, como vitamina C por el método Volumétrico 2,6 diclorofenolindofenol expresado en mg/100g de fruta, polifenoles totales expresado en mg/Eq de ácido gálico/100g de fruta, mediante el método de Folin-Ciocalteu y antocianinas expresado en mg /100g de fruta por el método de pH diferencial. Se evaluó la actividad antioxidante usando el método del radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH⁺). La pulpa atomizada presentó menor actividad antioxidante con un valor de IC₅₀ de 777 µg/mL, en comparación con pulpa fresca de IC₅₀ de 302 µg/mL, mientras que para la pulpa congelada durante 1, 3 y 6 semanas, se registraron valores de IC₅₀ de 400, 495, 741 µg/mL, respectivamente. En conclusión, el procesamiento tecnológico de pulpa de aguaje fresca hasta pulpa atomizada ayudó a concentrar el contenido de vitamina C, polifenoles y antocianinas y la actividad antioxidante se redujo de forma significativa. Respecto a pulpa congelada los valores de compuestos bioactivos fueron disminuyendo significativamente ($p < 0,001$) y la actividad antioxidante fue superior a pulpa atomizada.

Palabras clave: Aguaje, *Mauritiella aculeata*, pulpa, bioactivos.

ABSTRACT

Mauritiella aculeata is considered one of the important nutritional fruits for its content of vitamins, lipids, proteins and minerals. The commercialization of the fruit requires the standardization of technological processes to increase the useful life time. The objective of the present study was to evaluate bromatological chemical parameters, the content of some bioactive compounds and the antioxidant activity in the fresh, frozen and atomized pulp of aguaje from Pucallpa, province of Coronel Portillo, district of Yarinacocha, Department of Ucayali. The moisture content, ashes, lipids, crude fiber, proteins and reducing sugars were analyzed using the AOAC methods. Also bioactive compounds, such as vitamin C by volumetric method 2,6-dichlorophenolindophenol expressed in mg / 100g of fruit, total polyphenols expressed in mg / Eq of gallic acid / 100g of fruit, by the method of Folin-Ciocalteu and anthocyanins expressed in mg / 100g of fruit by the differential pH method. The antioxidant activity was evaluated using the free radical method 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil (DPPH⁺). The atomized pulp presented lower antioxidant activity with an IC₅₀ value of 777 µg / mL, compared to fresh IC₅₀ pulp of 302 µg / mL, while for frozen pulp for 1, 3 and 6 weeks, IC₅₀ values were recorded of 400, 495, 741 µg / mL, respectively. In conclusion, the technological processing of pulp from fresh aguaje to atomized pulp helped to concentrate the content of vitamin C, polyphenols and anthocyanins and the antioxidant activity was significantly reduced. Regarding frozen pulp, the values of bioactive compounds decreased significantly (p <0.001) and antioxidant activity was higher than atomized pulp.

Key words: Aguaje, *Mauritiella aculeata*, pulp, bioactive.

I. INTRODUCCIÓN

El aguaje su denominación científica es *Mauritia flexuosa*, pero se le conoce con el nombre de burití, moriche, canangucha, mirití o aguaje. Su presencia es tan importante para las etnias amazónicas que ha logrado tener una marcada connotación cultural. Esta palmera de la Amazonía, cuyos frutos son altamente nutritivos contiene proteínas, grasas, vitaminas y carbohidratos, siendo el soporte de la cadena alimenticia de diversos animales y personas. Motivo por el que los yaguas lo llaman "la madre de la floresta" y el "árbol de la vida", llegándolo a considerar símbolo de la inmortalidad.¹

El aguaje presenta múltiples usos como alimento, para la industria, en construcción y la artesanía. Tradicionalmente se consume como si fuese una manzana, pero se debe remojar el fruto en agua tibia para ablandar las escamas, las mismas que se eliminan para poder descubrir y disfrutar su agridulce sabor. También se diluye la pulpa del aguaje en agua con azúcar para preparar jugos, helados o es sometido a fermentación para obtener bebidas alcohólicas. Además, se elabora harinas y aceite. Actualmente, es indispensable en distintos restaurantes, que lo utilizan como ingrediente para sabrosos potajes y deliciosos postres. De sus enormes hojas, de casi cinco metros, se obtienen fibras para uso doméstico y para la elaboración de objetos de artesanía; también se utilizan para el techado de viviendas rústicas, y del pecíolo se obtiene la pulpa para elaborar papel.²

Actualmente, es factible obtener pulpa de frutos deshidratados utilizando las operaciones de secado en estufa, secadores solares, atomización o liofilización. Entre éstos, uno de los procesos más adecuados es la liofilización, que genera la deshidratación por congelación y sublimación, bajo condiciones cuidadosamente

controladas de presión y temperatura, para dejar una estructura que revierta el estado previo, por adición de agua.³ Estos procesos son muy importantes para incrementar el contenido vitamínico de la pulpa del aguaje, así como para conservar la pro-vitamina A por el mayor tiempo posible sin sufrir mayor disminución, ya que es considerada la más sensible y lábil, susceptible de deteriorarse fácilmente por oxidación, cambios de pH, temperatura y acción de la luz, entre otros.⁴

Se han realizado estudios en el aguaje y se encontró en la marcha fitoquímica del extracto metanólico de *Mauritia flexuosa* L. "Aguaje" presenta en su composición abundante cantidad de compuestos fenólicos, flavonoides, taninos y alcaloides. Se detectaron las siguientes estructuras: 4',5-dimetoxi-7-O- glucosiflavona, 4', 5, 6,7-tetra -O- metoxi flavona, 4',5-di- Ometoxi-6,7-dihidroxi flavona, 4'-O-metoxi-5,7-dihidroxi-flavona, 3'4',7-trimetoxi-5- hidroxiflavona, 4'-metoxi-5-hidro-7-O-R-flavona y 5,7-dihidroxi-4'- metoxiisoflavona.³

El presente trabajo tiene como objetivo determinar el valor nutricional de *Mauritiella aculeata*, realizar el estudio de los compuestos bioactivos que presenta, y evaluar la actividad antioxidante, con el fin de conocer su valor y darle debida importancia en el aprovechamiento por parte de la población.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Evaluar los compuestos bioactivos en pulpa atomizada y pulpa congelada de *Mauritiella aculeata* “aguaje”.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Comparar la evaluación químico bromatológica en pulpa fresca, congelada y atomizada de *Mauritiella aculeata* “aguaje”.
- Comparar los compuestos bioactivos en pulpa fresca, congelada y atomizada de *Mauritiella aculeata* “aguaje”.
- Comparar la actividad antioxidante en pulpa fresca, congelada y atomizada de *Mauritiella aculeata* “aguaje”.

1.2. Hipótesis

Los compuestos bioactivos se mantienen en pulpa atomizada y pulpa congelada de *Mauritiella aculeata* “aguaje”

II. GENERALIDADES

2.1. *Mauritiella aculeata* (Aguaje)

Palma en morichal que se diferencia de *Mauritia* por su tronco espinoso. Crece colonialmente y, generalmente, tiene frutos muy pequeños. Estos son comestibles, escamosos y de color pardo oscuro-rojizo en la madurez.⁵

2.2. Nombres comunes

Aguaje, Aguajillo, Cananguchillo⁶.

2.3. Distribución, ecología y suelos

Es una especie nativa amazónica, probablemente originaria de las cuencas de los ríos Huallaga, Maraón y Ucayali en el Perú. En la cuenca amazónica, tiene amplia distribución en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Venezuela y Guyana. En la selva peruana, se cultivan y explotan poblaciones naturales en los departamentos de Loreto, Ucayali, Huánuco y San Martín. Las condiciones ambientales adaptativas son: biotemperatura media anual máxima de 25,1 °C y biotemperatura media anual mínima de 17,2 °C. El promedio máximo de precipitación total por año de 3419 mm y promedio mínimo de 936 mm. Altitud variable desde 50 m.s.n.m. hasta 850 m.s.n.m.⁷

El cananguchillo se encuentra ampliamente distribuido en toda la cuenca amazónica, en los bosques anegados y pantanosos y en algunas regiones de sabana. Es una palma gregaria, que forma poblaciones de numerosos individuos pero usualmente no es dominante, sino asociada a otras especies dominantes, como la canangucha (*Mauritia flexuosa*).⁶

2.4. Taxonomía morfológica

La muestra se clasificó por el Museo de Historia Natural (UNMSM-2016), según el sistema de clasificación de Cronquist (1988):

REINO: Vegetal

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Liliopsida

SUB-CLASE: Arecidae

ORDEN: Arecales

FAMILIA: Arecaceae

GÉNERO: *Mauritiella*

ESPECIE: *Mauritiella aculeata* (kunth) Burret



Figura 1. *Mauritiella aculeata* “Aguaje”

2.5. Descripción botánica

Tallo : Es cespitosa, usualmente con más de 10 tallos que alcanzan hasta 15 m de alto y 15 cm de diámetro, blanquecinos a grisáceos, armados con

numerosos aguijones leñosos, cónicos y muy agudos, hasta de 3 cm de longitud.⁶

Hojas: La corona está formada por cerca de 10 hojas de limbo casi circular, de poco más de 2m de diámetro, blanquecino en la cara inferior, profundamente dividido en cerca de 100 segmentos rígidos pero usualmente colgantes en el ápice.⁶

Inflorescencia: hasta de 1.5 m de largo, péndula; el raquis posee cerca de 20 ramas dísticas, que alcanzan hasta 40 cm de largo y llevan numerosos frutos subglobosos, de cerca de 4 cm de diámetro, de color anaranjado oscuro al madurar.⁶



Figura 2. Hojas de *Mauritiella aculeata*
“Aguaje”



Figura 3. Tallo con
inflorescencia de
Mauritiella aculeata
“Aguaje”

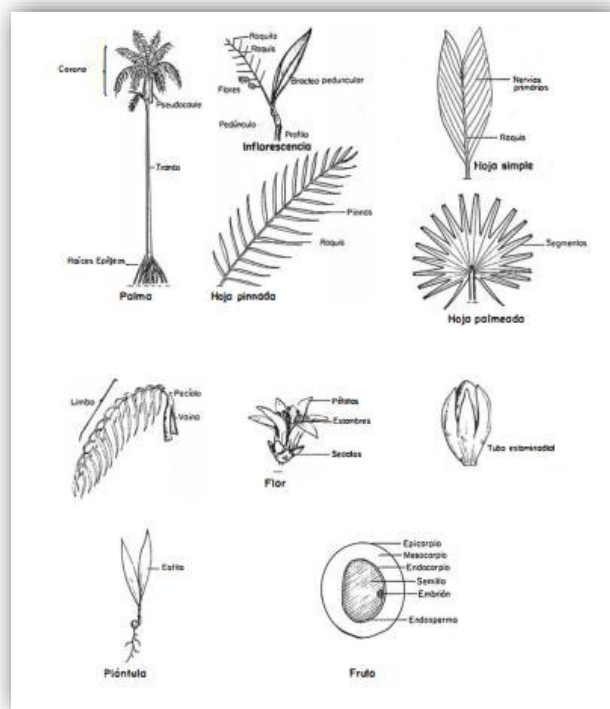


Figura 4. Morfología general de las plantas de Palma.⁶

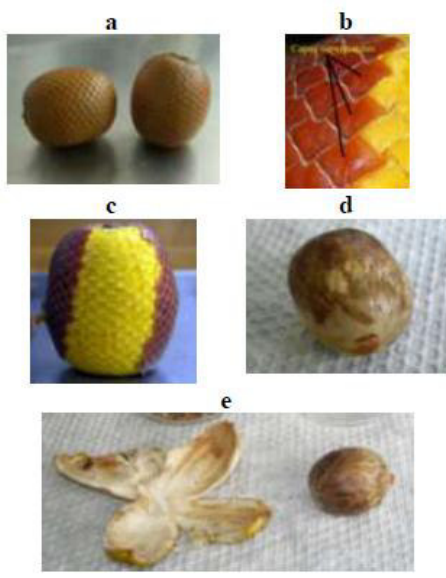


Figura 5. Imágenes del fruto de moriche, a: fruto completo, b: detalle del epicarpio, c: mesocarpio (pulpa) y epicarpio (cascara), d: semilla, e: endocarpio y semilla.⁸

2.6. Variedades

Aguaje “Shambo Azul”

Pueden ser grandes o pequeños Semilla de color claro a transparente, no es muy aceptado en el mercado.⁹

Aguaje “Amarillo Amarillo”

Mediano a grandes o en algunos casos pequeños semilla de color marrón a oscuro aguaje viejo y el color de la carne (mesocarpo) amarillo oscuro, muy aceptado en el mercado y buscado por las vendedoras de las esquinas las que elaboran masa de aguaje y refrescos (aguajina), preferida por las chupeterías y heladerías de región.¹⁰

Aguaje “Amarillo pálido o Posheco” Es un aguaje que tiene la pulpa de color amarillo. Posee una regular o buena aceptación en el consumo directo debido a su peculiar color y a su sabor ácido en algunos casos, pero es preferido en la elaboración de la “masa de aguaje” para la preparación de refrescos (tal como la famosa “aguajina”), chupetes, helados, etc. El fruto tiene diferentes tamaños y formas.¹⁰

Aguaje “color”

Pueden ser grandes o medianos incluso pequeños. Semilla de color oscuro pero entre la cascar y la carne (mesocarpo) hay un fina capa de color rojo a rojizo solo superficial no llega esta color hasta la semilla, buscado por la que venden en las esquinas de la ciudad.⁹

Aguaje “Shambo”

Es una variedad de aguaje que tiene la pulpa de coloración rojiza-anaranjada y su consumo es directamente como fruta. Debido a su coloración tiene mayor aceptación para el consumo, aunque no es recomendable para preparar refrescos o helados, en vista que el producto final toma una coloración oscura.¹⁰



Figura 6. Variedades de aguaje. Izquierda a derecha: “Shambo Azul”, “Amarillo Amarillo”, “Amarillo pálido o posheco” y “Color”⁹

2.7. Usos

2.7.1. Alimentario

Los frutos del cananguchillo son comestibles (el mesocarpo o pulpa) aunque nunca tan apetecidos como los de la canangucha.⁶

El fruto se come solo (el mesocarpo) o se prepara en bebidas. Para ello se ablanda el fruto maduro en agua, las escamas se eliminan y se extrae el mesocarpo. Las bebidas de aguaje se preparan diluyendo el mesocarpo en agua con azúcar o sometándolo a fermentación; el mesocarpo también puede deshidratarse y reconstituirse para bebidas.¹⁰

2.7.2. Medicinal

Debido a la presencia de vitamina C, es recomendable para quienes padecen de escorbuto y sufren de enfermedades que desestabilizan el metabolismo orgánico como tuberculosis y disentería.²

2.7.3. Otros usos

En artesanías, en la elaboración de cañas de pescar.¹ Con los tallos se construyen pisos y divisiones de cuarto (khan, 1990)⁵.



Figura 7. Izquierda: Proceso de pelado del aguaje, elaboración de helado y aguajina. Derecha: otros usos del aguaje caña de pescar.¹

2.8. Composición química

La pulpa sólo representa un 12% del peso total del fruto. Posee alto contenido de lípidos (21% a 31%), de pro vitamina A (beta caroteno, 30 mg - 300mg/100g) en la pulpa y bajo contenido de ácidos grasos esenciales. Cantidad significativa de vitamina B y C, importante contenido de minerales pero mucha variabilidad en estos contenidos nutricionales. Contenido relativamente alto de tocoferoles (vitamina E), lo que representa una ventaja para su uso en cosmética.⁷

La pulpa del aguaje, es el alimento más nutritivo de los frutos del trópico. El análisis químico y valor nutritivo de 100 g de pulpa muestra contenidos de lípidos (21.1 g), calcio (74 mg), fósforo (27 mg) y retinol o vitamina A (1062 mg).¹⁰

Tabla 1. Valor nutritivo del Aguaje

Componentes	100 g de pulpa
Energía	283,0 kcal
Agua	53,6 g
Proteínas	3,0 g
Lípidos	21,1 g
Carbohidratos	18,1 g
Fibra	10,4 g
Ceniza	0,9 g
Calcio	74,0 mg
Fósforo	27,0 Mg.

Fuente: IAAP- Cultivos Frutales Nativos Amazónicos⁷

2.9. Producción local

En un estudio se concentró la producción de las comunidades de la cuenca Yanayacu Pucate de la Reserva Nacional Pacaya Samiria: Veinte de Enero, Buenos Aires, Arequipa y Yarina. En las comunidades indicadas, existe una extensión de rodales naturales de aguaje que de 52 ha aproximadamente, con un rendimiento conservador estimado 1 TM / ha (comunicación ProNaturaleza). Sin embargo, se tiene cifras de rendimientos por hectárea de 6,5 TM, lo cual da una producción local estimada anual de 338 TM, valorizada a un precio de venta firme estimado a lo largo del año de 13 nuevos soles por saco de 50 kg, que ofrece una producción local valorizada en 87 880 nuevos soles por campaña anual.⁷

Tabla 2. Producción local de comunidades y rendimiento estimado

Comunidades	Producción (TM)	Superficie (ha)	Rendimiento TM/ha
Veinte de Enero	26,00	27,60	0,942
Buenos Aires	15,25	16,20	0,942
Arequipa	2,25	2,30	0,978
Yarina	5,40	5,70	0,947
Total	48,90	51,80	0,978

Fuente: Pronaturaleza 2005- Plan De Manejo Forestal De Aguaje En La Reserva Nacional Pacaya Samiria⁷

2.10. Exportaciones realizadas y productos derivados

Esta fruta amazónica tiene un sabor agrisulce, agradable y es de alto consumo en las poblaciones en todo el Perú, en su pulpa se destaca por tener propiedades altamente nutritivas.¹¹

Tabla 3. Principales mercados 2016.

Principales Mercados 2016(Main markets 2016)			
Mercado(Market)	Valor Exportado (miles de US\$)	Cantidad Exportada TN(Quantity Exported Tn)	Participación de mercado(Market share)
Países Bajos	18161	9559.3	46 %
Federación Rusa	5372	2627.7	13.6 %
Reino Unido	4994	2396.9	12.7 %
Estados Unidos	3018	780.1	7.6 %
Canadá	1739	722.6	4.4 %
Resto del mundo	6849	2597.2	15.7 %
Mundo	39473	18683.8	100%

Fuentes/ Sources: Siicex- Sunat-Trademap¹¹



Figura 8. Principales empresas exportadoras.

Fuentes/ Sources: Siicex- Sunat-Trademap¹¹

Si bien la cadena productiva es informal y no está constituida legalmente, se han enviado muestras (exportaciones) de productos de aguaje como semillas, pasta y plantones vivos. Las fuentes indican que la mayor exportación (semillas de aguaje) se realizó en el año 2001 hacia Costa Rica, de igual manera, ese mismo año también se exportó pasta de aguaje a Italia. Posteriormente, los envíos de muestras han decrecido.⁷

Tabla 4. Exportaciones de aguaje y sus derivados según países de destino

Mercado	Valor Fob USD				
	2001	2002	2003	2004	2005
Canadá	-	-	-	-	8
Costa Rica	8700	-	-	-	-
Italia	110	-	-	-	-
Japón	-	-	12	2	-
Total	8810	0	12	2	8

Fuente: Biocomercio, enero 2006- sistemas de reportes de biocomercio (www.biocomercioperu.org)⁷

Tabla 5. Exportaciones de aguaje y sus derivados según tipo de presentación⁷.

PRESENTACION	2001		2002		2003		2004		2005	
	Valor Fob USD	Kgs Bruto	Valor Fob USD	Kgs Bruto	Valor Fob USD	Kgs Bruto	Valor Fob USD	Kgs Bruto	Valor Fob USD	Kgs Bruto
Embarque mixto	-	-	-	-	12	8	-	-	8	8
Semillas	8700	3052	-	-	-	-	-	-	-	-
Pasta	110	38	-	-	-	-	-	-	-	-
Plantones de aguaje	-	-	-	-	-	-	2	4	-	-
Total	8810	3090	0	0	12	8	2	4	8	8

Fuente: Biocomercio, enero 2006- sistemas de reportes de biocomercio (www.biocomercioperu.org)

2.11. Subproductos del aguaje

Pulpa congelada de aguaje. Para el procesamiento se utilizan frutos fisiológicamente maduros, seleccionados, se lavan con agua potable y lejía comercial como desinfectante, para eliminar la carga microbiana. Se enjuagan los frutos y se colocan en recipientes (tinajas de acero inoxidable) con agua potable y se deja en reposo por 10 a 12 horas, para suavizar la pulpa y facilitar su extracción mediante el “cuchareo”. Cuando los frutos están suaves se elimina el agua para proceder a la extracción de la pulpa y cascarilla en forma manual, utilizando cucharas de acero inoxidable. A esta pulpa se le adiciona agua tratada, ácido cítrico para evitar la oxidación u oscurecimiento por acción del oxígeno atmosférico y facilitar la separación de la cascarilla en una pulpeadora/refinadora. Este producto (pulpa), es refinado para eliminar cascarillas sobrantes, fibras y otros materiales presentes en la pulpa que hayan pasado. Se pasteuriza a 90 °C por dos minutos, para proceder al llenado, sellado y rotulado de las bolsas, para ser almacenados en congelación.¹⁰ La pulpa de aguaje sirve para elaborar jugos, helados, postres, mermeladas, etc.¹¹



Figura 9. Pulpa congelada de aguaje¹¹

Aguaje en polvo. Polvo atomizado para la elaboración de productos alimentarios y medicinales.¹¹



Figura 10. Aguaje en polvo¹¹

Aceite de aguaje. El aceite de aguaje tiene efecto hidratante, reafirmante y estimulante. Aporta flexibilidad, tersura y tonificación a la piel. ¹¹



Figura 11. Aceite de aguaje¹¹

Aguaje en cápsulas. Elaborado con polvo de aguaje contiene vitaminas y minerales que mejoran la salud interna y externa de nuestro organismo piel y cabello.¹¹



Figura 12. Aguaje en cápsulas¹¹

2.12. Compuestos bioactivos

Se considera compuesto bioactivo de un alimento a aquel que aporta un beneficio a la salud más allá de los beneficios nutricionales básicos.

Los compuestos bioactivos son derivados de azúcares, lípidos y aminoácidos y muchos de ellos han sido aislados y caracterizados químicamente. Estos compuestos son metabolitos secundarios de las plantas; sin embargo, se pueden encontrar en alimentos de origen animal, al igual que en bacterias y hongos. Se encuentran en forma natural en la dieta, y contrariamente a las vitaminas y a los minerales, no son esenciales para el crecimiento y/o el desarrollo. Los compuestos bioactivos pueden afectar procesos biológicos, teniendo por lo tanto impacto sobre las funciones del organismo y sobre la salud.¹²

2.12.1 Vitamina C

La vitamina C conocida como ácido ascórbico es una lactona de seis carbonos la cual se sintetiza en muchos animales a partir de la glucosa. La Vitamina C es sintetizada en el hígado de algunos mamíferos y en el riñón de aves y reptiles. Sin embargo, varias especies, incluyendo los humanos, los primates no humanos, los murciélagos indios, entre otros, no son capaces de sintetizar la vitamina C debido a que carecen de la enzima terminal en el ciclo del ácido ascórbico, la 1-gluconolactona oxidasa.¹³

La vitamina C es necesaria para la síntesis de colágeno, un importante componente estructural de los vasos sanguíneos, tendones, ligamentos, y huesos. La vitamina C, también desempeña un papel importante en la

síntesis de los neurotransmisores, la norepinefrina. Los neurotransmisores son fundamentales para la función cerebral y se sabe que afectan el estado de ánimo.

Además, la vitamina C es necesaria para la síntesis de carnitina, una pequeña molécula que es esencial para el transporte de grasa a orgánulos celulares llamados mitocondrias, para la conversión a energía.¹³

2.12.2 Polifenoles

En la naturaleza existe una amplia variedad de compuestos que presentan una estructura molecular caracterizada por la presencia de uno o varios anillos fenólicos. Estos compuestos denominados polifenoles, se originan principalmente en las plantas, que los sintetizan en gran cantidad, como producto del metabolismo secundario. Algunos son indispensables para las funciones fisiológicas, otros participan en funciones de defensa ante situaciones de estrés y estímulos diversos (hídrico, luminoso, etc.). Existen varios tipos de polifenoles que se definen en función del número de anillos fenólicos que poseen y de los elementos estructurales que presentan estos anillos. Los principales grupos de polifenoles son: ácidos fenólicos (derivados del ácido hidroxibenzoico o del ácido hidroxicinámico), estilbenos, lignanos, alcoholes fenólicos y flavonoides. La biosíntesis de los polifenoles como producto del metabolismo secundario de las plantas tiene lugar a través de dos importantes rutas primarias: la ruta del ácido siquímico y la ruta de los poliacetatos. La ruta del ácido siquímico proporciona la síntesis de los aminoácidos aromáticos (fenilalanina o tirosina), y la síntesis de los ácidos cinámicos y sus derivados (fenoles sencillos, ácidos fenólicos,

cumarinas, lignanos y derivados del fenilpropano). La ruta de los poliacetatos proporciona las quinonas y las xantonas¹⁴.

2.12.3. Antocianinas

Las antocianinas son encargadas de dar pigmentación rojiza, azulada o violeta de la mayoría de frutas y flores. Es el pigmento más importante, después de la clorofila, que es visible al ojo humano. Estas son derivadas del catión 2-fenilbenzopirilo y debido a la poca solubilidad de esta en agua, no se encuentra de manera libre en la naturaleza, sino es su forma glucosilada siendo una de las más abundantes la cianidina-3-glucocido.¹⁵

Las características estructurales de las antocianinas, su estabilidad en medio acuoso según el pH, con la presencia de estructuras tales como el catión flavilium, una base quinoidal, una pseudo base carbinol y una chalcona, determinan una mayor estabilidad frente a cambios de pH, temperatura y exposición a la luz, debido a procesos de copigmentación y asociación intermolecular e intramolecular que se desarrollan en el medio, convirtiendo a estos compuestos en fuentes potenciales de colorantes naturales, sustancias activas de alimentos funcionales, nutraceuticos y medicamentos.¹⁶

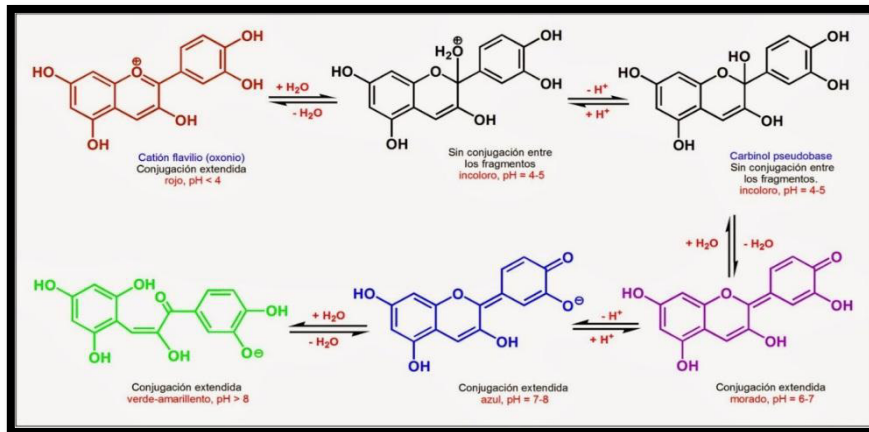


Figura 13. Estructura de antocianinas a diferentes pH's¹⁵.

2.13 Actividad antioxidante

Un antioxidante es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. El sistema de defensa antioxidante está constituido por compuestos de naturaleza enzimática como: superóxidodismutasa, catalasa, glutatión peroxidasa, y compuestos de naturaleza no enzimática como: vitamina E, beta-caroteno, vitamina C, glutatión reducido, albúmina, flavonoides y metales de transición como Se, Cu, Zn, entre otros.¹⁷

De las numerosas clasificaciones de los antioxidantes, se recomienda adoptar la que los divide en: exógenos o antioxidantes que ingresan a través de la cadena alimentaria y endógenos que son sintetizados por la célula. Cada antioxidante posee una afinidad hacia un determinado radical libre o hacia varios. La vitamina E, el betacaroteno y el licopeno actúan en el medio liposoluble de la célula y su absorción y transporte se hallan muy vinculados con el de los lípidos. La vitamina E es considerada la más importante protectora de las moléculas lipídicas.¹⁶

Existen diversos métodos para determinar la actividad antioxidante, los cuales se basan en su capacidad para captar radicales libres. Entre ellos se pueden mencionar el uso del 2,2-difenil-1-picril hidrazilo (DPPH), ácido 2,2', azino-bis (3-etilbenzotiazolin)-6- sulfónico (ABTS), la reacción con el óxido nitroso (test NO), dicloridrato de N,N-Dimetilp-fenilendiamina (DMPD), generación de radicales peroxilo, superóxido e hidroxilo, y otros.¹⁸ El procedimiento original para el ensayo DPPH ha sido adoptado por muchos laboratorios y a pesar de que existen modificaciones a conveniencia, una revisión detallada de la literatura ha revelado que la mayoría de los estudios están basados en un tiempo de reacción de 20-30 min en vez de un tiempo de reacción total de 120 minutos requerido para alcanzar el estado estacionario y completar la reacción redox (Ojha et al., 2012).¹⁹

Los resultados se pueden expresar como coeficiente de inhibición (IC₅₀), % de captación y mg /Equivalentes de Trolox.¹⁹

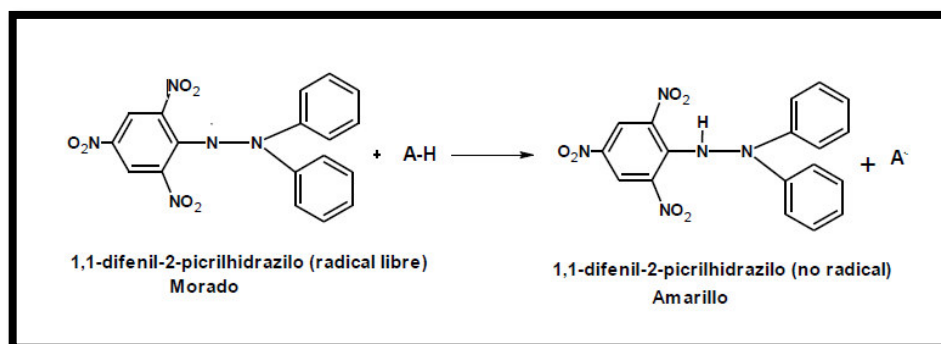


Figura 14. Estructura del DPPH antes y después de la reacción con el antioxidante (Alam et al., 2012)¹⁹

2.14 Secado Por Atomización

El proceso de atomización consiste en convertir un fluido “mezcla líquida”, que puede ser una solución o una suspensión, en una sustancia sólida. Este fluido pasa por tuberías hasta llegar a un atomizador, el cual despliega partículas o gotas de tamaño pequeño, que entran en contacto directo con el aire caliente de la cámara y pierden su contenido de agua de manera inmediata pasando a convertirse en material sólido.²⁰

2.14.1. Etapas en el secado por atomización

El secado por pulverización consta de tres etapas básicas:

Atomización.- es la dispersión del fluido por medio de la energía entregada, transformándola en pequeñas gotas dentro de un rango de tamaños que depende del tipo de atomizador, así como de las condiciones dadas.²¹

Secado.- Las finas gotas entran en contacto y son suspendidas por una corriente de aire caliente, permitiendo la evaporación del líquido y sacando el sólido.²¹

Separación y recolección.- Finalmente, el polvo seco es separado de la corriente de gas y colectado en un proceso continuo, el cual se da lugar en el ciclón.²¹

2.14.2. Componentes del secador por atomización

Las componentes del secador por atomización de laboratorio son los siguientes.

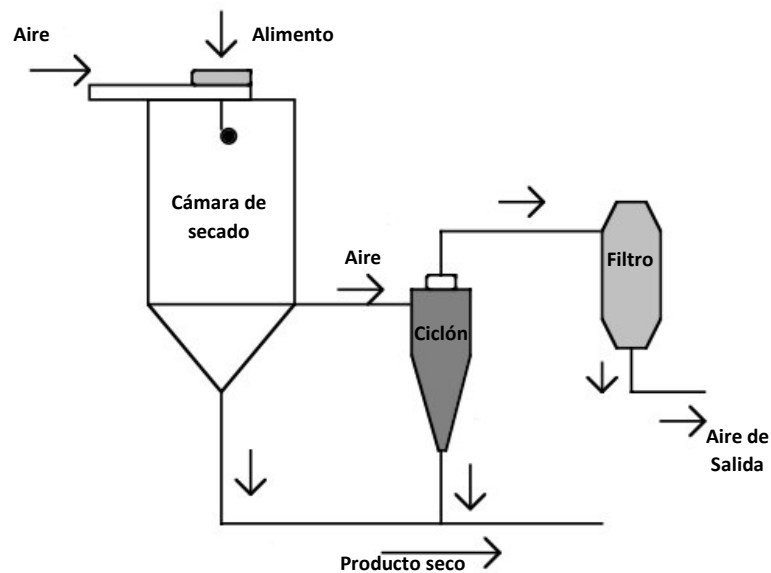
Un atomizador consta de las siguientes partes y controles²²:

- **Un calentador de aire:** La temperatura del aire de entrada en la atomización se encuentra en el rango de 150-250°C, e inclusive a veces puede ser mayor. El vapor no puede ser usado para calentar el aire, debido a la alta presión que será requerida para entregar calor a tan alta temperatura. Calentamiento mediante resistencias eléctricas se practica en instalaciones pequeñas, este calentamiento es simple, y más económico a escalas pequeñas, asimismo es menos problemático.
- **Formación del spray:** Existen 5 métodos para dispersar el alimento como spray: centrífuga, boquillas a presión, boquillas de dos fluidos, dispersores de aire caliente, y atomizadores ultrasónicos.²²
- **Bomba de alimentación:** Los alimentos que inician una atomización son generalmente altamente viscosos o suspensiones. Frecuentemente, el alimento tiene que ser bombeado a una considerable altura desde el suelo hacia lo alto del atomizador. Por esta razón, bombas peristálticas son utilizadas como bombas de alimentación. Además, una variable a controlar en atomización es la velocidad de alimentación, por lo tanto, las bombas de alimentación deben estar equipadas con controles automáticos de velocidad variables.²²
- **Cámara de secado:** La cámara de secado consiste, comúnmente, es una sección cilíndrica vertical con un fondo cónico. Atomizadores industriales son muy largos en diámetro y en altura, ocupando generalmente la totalidad de las instalaciones. El alto volumen de la cámara de secado es requerido para proveer el tiempo de permanencia necesario para completar el secado. El fondo cónico sirve para recolectar la mayor parte del producto seco que en

conjunto con el aire salen de la cámara. Algunos atomizadores ya presentan fondo casi-planos, debido a que utilizan extractores para recolectar el producto.

- **Flujo de aire:** El aire es guiado a través del calentador y el secado a ventiladores de baja presión y gran capacidad. El movimiento del aire puede ser a co-corriente o contra corriente hacia la dirección del producto. Una porción de las partículas secas y particularmente las finas son llevadas por el aire de salida y recuperada en ciclones. Por razones ambientales, es necesario pasar el aire de salida por un filtro antes de descargar a la atmosfera (Berk, 2009) ²²

Figura 15. Esquema de un equipo de atomización.²²



III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Reactivos y equipos

3.1.1 Reactivos

- 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Radical Libre., Marca SIGMA- ALDRICH.
- 2,6 diclorofenolindofenol Marca SIGMA- ALDRICH.
- Estándar de Trolox, Marca SIGMA- ALDRICH.
- Estándar de Ácido Gálico, Marca SIGMA- ALDRICH.
- Reactivo del fenol según Folin-Ciocalteu, Marca MERCK.
- Ácido sulfúrico 85% q.p.
- Sulfato de cobre p.a.
- Sulfato de potasio p.a.
- Ácido clorhídrico 37% q.p.
- Solución de Hidróxido de sodio 0.1N
- Solución de Hidróxido de sodio al 40%
- Metanol grado reactivo.
- Solución de Ácido sulfúrico 0.1N
- Solución de rojo de metilo p.a.
- Solución de Fehling A, B p.a.
- Azul de metileno 1% en alcohol p.a.
- Éter etílico p.a.

- Glucosa estándar p.a.
- Acetato de sodio 0,25M.
- Cloruro de potasio 0,25M.
- Reactivo de Folin-Ciocalteu.
- Carbonato sódico 7,5%

3.1.2 Equipos

- Balanza analítica OHAUS Modelo Pioner TM, escala: 0,1mg – 220g.
- Balanza analítica ELECTRONIC SCALE Modelo YP1003, escala: 0,01g–100g
- Espectrofotómetro UV THERMO SCIENTIFIC Marca GENESIS 10S UV-VIS.
- Mufla RELES. Rango: 0 – 1500 °C.
- Equipo de Baño María digital, Sensibilidad 1°C, Rango de temperatura de 0 -100°C.
- Estufa de secado. Rango: 20 – 200 °C
- Sistema extracción Soxhlet.
- Termómetro, sensibilidad: 1 °C, escala: -10 – 150 °C.
- Centrífuga, Marca PLC SERIES, Modelo PLC-05, 2000-8000rpm.
- Digestor Kjeldahl, Marca Buchi, Modelo K-425.
- Espectrofotómetro de Absorción Atómica PERKIN ELMER Modelo 3200.

- Potenciómetro METTLER TOLEDO, Modelo MP120 FK, rango de medición 0.00 - 14.00, resolución 0.01
- Refractómetro Giardina Italy.
- Agitador de tubos (vortex), Marca Boeca Germany, Modelo XH-D.
- Termómetro para congelación Boeco rango de medición 40°C a -40°C.
- Secador por atomización Inquimet S.R.L.
- Refrigerador congelador LG modelo: GR-S392QVC.

3.2 Métodos

Este trabajo fue desarrollado en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

3.2.1 Recolección de la muestra

Las muestras de *Mauritiella aculeata* “aguaje” fueron recolectadas en la ciudad de Pucallpa, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo en el departamento de Ucayali el mes de octubre de 2016 y abril del 2017.

3.2.2. Selección de la muestra

La selección de la fruta se hizo en base a su estado de madurez, eliminando aquella que presentara deterioro físico, golpes.

3.2.3. Obtención de la pulpa de aguaje (*Mauritiella aculeata*)

a) Pulpa fresca

La fruta se lavó con agua para quitar los restos de suciedad. Después del proceso de adecuación, se procede al tratamiento de maduración el cual consiste, en sumergir los frutos completamente en agua limpia a una temperatura de 60 °C, durante un lapso de 2 horas, aproximadamente. Este tratamiento, es eficiente, ya que en los frutos, que se van ablandando, se separan con facilidad los componentes (pulpa-corteza del endospermo y la semilla). Luego de ablandar se procedió a pelar. El despulpado de los frutos, se realizó de forma manual, obteniéndose finalmente la separación entre masa pulpa – corteza y los residuos que constituyen el endodermo y la semilla.

b) Pulpa congelada

Luego de obtener la pulpa de aguaje se conservó en bolsas de polietileno con sellado hermético y se mantuvo a una temperatura de -20°C. Tiempo de almacenamiento: 6 semanas.

c) Pulpa atomizada

La atomización de la pulpa se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias e Ingeniería, laboratorio de procesos industriales de la Pontificia Universidad Católica del Perú en el mes de abril del 2017.

1. Preparación de muestras

La pulpa de aguaje fue licuada y tamizada. El aguaje licuado fue mezclado con maltodextrina al 10%, preparado previamente en una disolución de agua de acuerdo a las proporciones indicadas hasta obtener una disolución homogénea.

2. Proceso de atomización

Veinticuatro horas antes de la atomización, las muestras se retiraron del congelador y se mantuvieron en nevera hasta su descongelación. La atomización de las muestras se realizó en un atomizador marca Inquimet S.R.L.

La temperatura de entrada del aire fue de 177°C a una presión de 4-5Nm³/h, caudal 1Lt/h. Durante la atomización se registró la temperatura de salida del producto menor a 100°C, tiempo del proceso de atomización fue de 8s.

Los análisis que se realizaron en pulpa fresca, pulpa congelada y pulpa atomizada fueron pH, sólidos solubles (Brix), acidez titulable, humedad, proteína, lípidos, cenizas, fibra cruda; azúcares reductores directos, azúcares reductores totales, minerales, polifenoles totales, vitamina C, antocianinas y se evaluó la capacidad antioxidante.



Figura 16. Obtención de pulpa fresca de Aguaje.

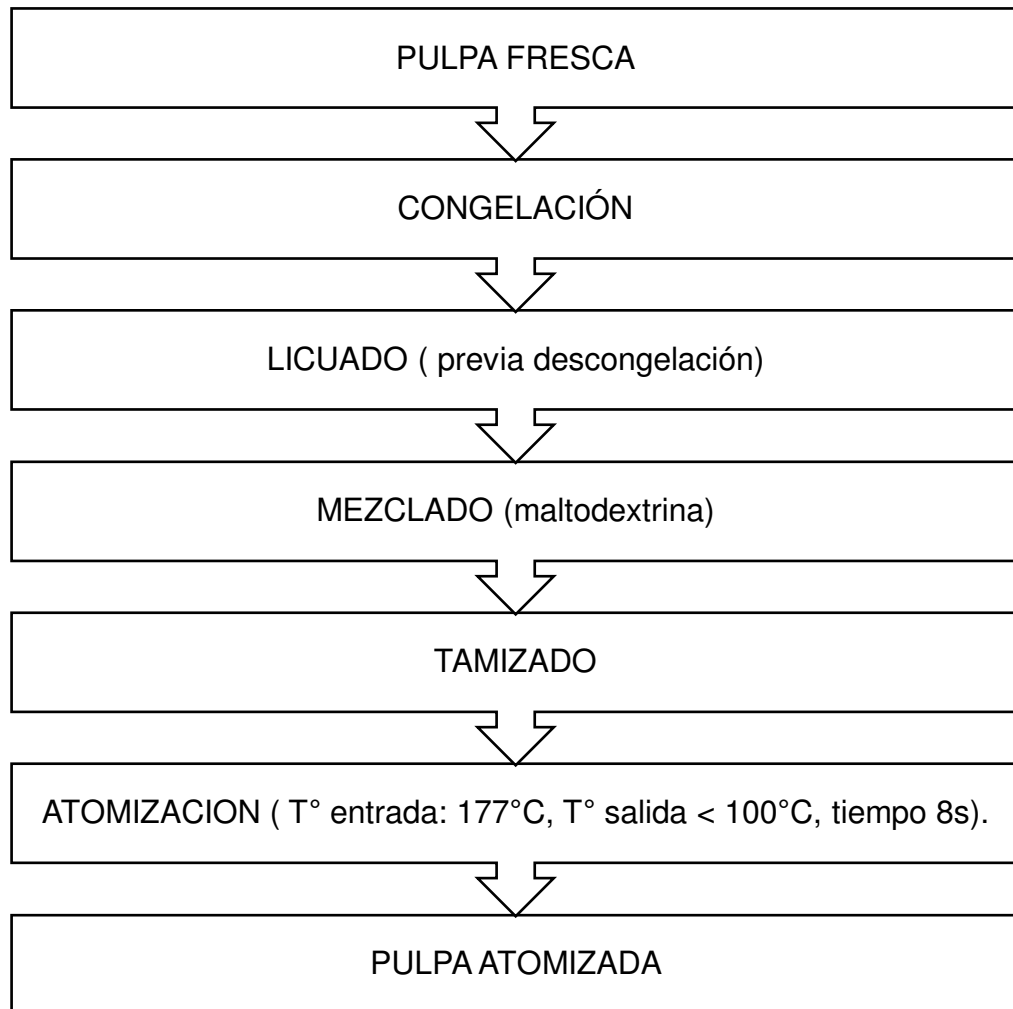


Figura 17. Obtención de pulpa atomizada de Aguaje.

3.2.4. Evaluación organoléptica

Los atributos analizados fueron: color, olor, sabor y aspecto.

3.2.5 Evaluación químico bromatológico

La evaluación fisicoquímica fue realizada en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

3.2.5.1. Determinación de pH

Método: Potenciométrico (EGAN H., 1991)²³

Fundamento: Evaluación de las diferencias de potencial entre un electrodo estándar de Calomel previamente calibrado usando sus sales amortiguadoras.

3.2.5.2. Acidez total

Método: Acidez titulable (A.O.A.C. 2012)²⁴

Fundamento: Neutralización de la acidez producida por la muestra en dilución acuosa con soda utilizando fenolftaleína como indicador.

3.2.5.3. Determinación de Sólidos solubles

Método: Refractometría (A.O.A.C. 2012)²⁴

Fundamento: Sistema de medición específica, en el cual el grado Brix representa el porcentaje de sólidos solubles.

3.2.5.4 Humedad

Método: Gravimétrico (A.O.A.C.2012)²⁴

Fundamento: Pérdida de peso de la muestra por calentamiento en estufa a 105°C hasta peso constante.

3.2.5.5 Cenizas

Método: Calcinación directa (A.O.A.C. 2012)²⁴

Fundamento: Destrucción y volatilización de la materia orgánica como residuos óxidos y sales minerales.

3.2.5.6 Fibra cruda

Método: Método gravimétrico (A.O.A.C. 2012)²⁴

Fundamento: Digestión ácida y alcalina de la muestra obteniéndose un residuo de fibra cruda y sales que con calcinación posterior se determina la fibra cruda.

3.2.5.7 Lípidos

Método: Extracción continua en Soxhlet con éter etílico. (A.O.A.C. 2012)²⁴

Fundamento: Propiedad de la grasa de solubilizarse en solventes orgánicos, generándose una extracción por agotamiento.

3.2.5.8 Proteínas totales

Método: Kjeldahl (A.O.A.C. 2012)²⁴

Fundamento: Digestión de la muestra en H₂SO₄ q.p., usando catalizadores, para liberar el nitrógeno de la proteína y retenerlo como sal de amonio. El nitrógeno es liberado en forma de NH₃ en un medio altamente

básico, lo cual es destilado y colectado en ácido de normalidad conocida, para su posterior titulación.

3.2.5.9 Azúcares reductores directos, totales

Método: Volumétrico de Lane y Eynon (A.O.A.C. 2012) ²⁴

Fundamento: Propiedad de los azúcares de la muestra de reducir el cobre de la solución de Fehling en proporción volumétrica al contenido de azúcares en la muestra mediante la formación de óxido cuproso en solución alcalina hirviente.

3.2.5.10 Minerales

La determinación de minerales fue realizada en el Laboratorio de Análisis Agua, Suelo y Medio Ambiente, (LAASMA) de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

a) Potasio, Calcio

Método: Absorción Atómica ^{25,26}

Fundamento: Absorción de la luz producida cuando los iones de una solución se evaporizan en una llama. La muestra en solución es quemada, las partículas de sal se evaporizan y por disociación del elemento de interés de la muestra, de sus enlaces químicos y su posterior colocación en estado de no excitación, no ionización y mínimo de energía, se producen átomos neutros, siendo en estas condiciones el elemento capaz de absorber radiaciones. Se utiliza lámparas de cátodo hueco. Esta lámpara emite solo el espectro del elemento buscado. La absorción es selectiva, se produce una longitud de onda determinada y sigue la Ley de Lambert y Beer.

3.2.6 Determinación de compuestos bioactivos

3.2.6.1 Vitamina C

Método: Volumétrico 2,6 diclorofenolindofenol. (A.O.A.C. 2012)²⁴

Fundamento: La vitamina "C" o ácido ascórbico puede ser determinada de una forma química debido a la propiedad altamente reductora de la vitamina, de tal forma que cuando reacciona con colorantes oxidantes como el diclorofenolindofenol, produce un compuesto incoloro perceptible a simple vista.

3.2.6.2 Polifenoles Totales

Método: Folin-Ciocalteu.²⁷

Fundamento:

El reactivo de Folin-Ciocalteu contiene una mezcla de wolframato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico. El ácido fosfomolibdotúngstico (formado por las dos sales en el medio ácido), de color amarillo, es reducido por restos fenólicos, dando lugar a la formación de un complejo de color azul intenso.

3.2.6.3 Antocianinas

Método: pH diferencial.²⁸

Fundamento: Los pigmentos antociánicos sufren transformaciones estructurales reversibles por el cambio de pH, ello se evidencia en el espectro de absorbancia.

La forma oxonio es coloreado y predomina en el pH 1,0; y la forma hemiacetal sin color a pH 4,5.

3.2.7 Determinación de la actividad antioxidante

Método: Radical 2, 2-Difenil-1-picrylhydrazyl.²⁹

Fundamento: El método se basa en la medición de la capacidad antioxidante para estabilizar el radical DPPH⁺ (radical libre inestable debido a la deslocalización de un electrón desapareado). Este radical tiene un electrón desapareado y es de color azul-violeta, decolorándose hacia amarillo pálido por la reacción de la presencia de una sustancia antioxidante, siendo medida espectrofotométricamente a 517 nm.

3.2.8 Análisis estadístico

Los resultados de los análisis fueron expresados como la media de tres determinaciones \pm desviación estándar. Se realizó la prueba de Anova y se calculó las diferencias significativas mediante las pruebas de comparación múltiples de las medias de Tukey, con un 95% de confianza ($p < 0.05$). Los análisis estadísticos fueron corridos por el programa Statgraphycs Centurión versión 16.

IV. RESULTADOS

4.1 Evaluación organoléptica

Antes de que la muestra de aguaje fuera congelada y atomizada, se procedió a realizar la evaluación organoléptica de pulpa fresca para poder comparar sus propiedades (color, olor, sabor y aspecto) y determinar si se mantienen estas características tras la congelación y el proceso de atomización, los resultados se presentan en la tabla 6. La pulpa fresca de aguaje se caracteriza por presentar un sabor ligeramente ácido.

Tabla 6. Evaluación organoléptica de la pulpa de aguaje *Mauritiella aculeata*.

Características	P.F	C1	C3	C6	P.A
Color	++	+	+	+	+
Olor	característico				
Sabor	+	++	++	++	++
Aspecto	fibroso				polvo

Color: += amarillo, ++=amarillo intenso. Sabor: +=ligeramente ácido,++=ácido. P.F= pulpa fresca, C1= pulpa congelada semana 1, C3= pulpa congelada semana 3, C6= pulpa congelada semana 6, P.A= pulpa atomizada

4.2 Evaluación químico bromatológica

Antes de que la muestra de aguaje fuera congelada y atomizada, se procedió a realizar el ensayo bromatológico de la pulpa fresca y así, poder comparar si la pulpa al ser congelada y atomizada mantiene sus propiedades y su comportamiento químico. Respecto a la tabla 7 los valores de pH y acidez en pulpa congelada no presentaron variación significativa. En pulpa atomizada se aprecia que existe diferencia en los resultados, pero que son poco significativos.

Tabla 7. Comportamiento químico bromatológico de pulpa de aguaje fresca, congelada y atomizada.

Parámetro	P.F	C1	C3	C6	P.A
pH	4,03 ± 0,00	4,05±0,02	4,03±0,01	4,00±0,02	3,96 ± 0,02**
Acidez titulable	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,14 ± 0,01*
Sólidos solubles (Brix)	5,98 ± 0,01	5,97±0,01	5,85±0,01**	5,84±0,00**	N.R.

Los valores se expresan como media ± desviación estándar (n = 3). (*p<0,05) (**p ≤ 0,001) frente a pulpa fresca (ANOVA y test-Tukey). N.R= No se realizó. P.F= Pulpa fresca, C1= pulpa congelada semana 1, C3= pulpa congelada semana 3, C6= pulpa congelada semana 6, P.A= pulpa atomizada

Tabla 8. Comportamiento químico bromatológico de pulpa de aguaje fresca, congelada y atomizada

Parámetro	P.F	C1	C3	C6	P.A
Humedad %	53,85 ± 0,29	52,31±0,29**	51,78±0,61**	51,74±0,48**	4,92 ± 0,03**
Proteínas %	1,46 ± 0,05	1,46±0,05	1,43±0,01	1,42±0,01	4,82 ± 0,05**
Cenizas %	3,11 ± 0,08	2,82±0,09*	3,04±0,05	3,24±0,08	3,15 ± 0,01
Fibra %	12,92 ± 0,02	12,55±0,23	12,16±0,35**	11,09±0,00**	1,23 ± 0,01**
Lípidos %	23,59 ± 0,55	24,00±0,42	23,67±0,33	23,63±0,20	13,41±0,06**
ARD%	3,05 ± 0,21	2,89±0,01	2,61±0,30**	2,40±0,03**	6,55 ± 0,09**
ART %	3,37 ± 0,30	3,26±0,02	2,99±0,26	2,94±0,05	9,11 ± 0,09**

Los valores se expresan como media ± desviación estándar (n = 3). (*p<0,05) (**p < 0,001) frente a pulpa fresca (ANOVA y test-Tukey). P.F= pulpa fresca, C1= pulpa congelada semana 1, C3= pulpa congelada semana 3, C6= pulpa congelada semana 6, P.A= pulpa atomizada, ARD = Azúcares reductores directos; ART = Azúcares reductores totales.

En la tabla 8 los valores en pulpa fresca de aguaje se caracterizó por su alto contenido de humedad (53,85%) y lípidos (23,59%), mientras que la pulpa congelada era superior en ceniza (3,24%). Comparando los resultados de pulpa fresca con pulpa atomizada se aprecia que existe diferencia en los resultados siendo superior los valores de proteínas, cenizas y azúcares en pulpa atomizada.

4.3 Determinación de minerales

En la tabla 9 se compara los valores de minerales en los 3 estados de pulpa presentando un contenido alto de minerales en pulpa congelada semana 1 > pulpa atomizada > pulpa fresca.

Tabla 9. Minerales obtenidos en pulpa de aguaje fresca, congelada y atomizada.

Minerales	P.F	C1	P.A
Potasio(mg/100g)	270	1070	530
Calcio(mg/100g)	70	140	100

P.F= Pulpa fresca, C1= pulpa congelada semana 1, P.A= pulpa atomizada.

4.4 Determinación de compuestos bioactivos

En la tabla 10 se observa que la pulpa atomizada de aguaje se caracterizó por su alto contenido de vitamina C (4,75%), polifenoles totales (177,7%) y antocianinas (5,26 %), mientras que la pulpa congelada los valores presentaron un menor contenido respecto a pulpa fresca.

Tabla 10. Composición de los compuestos bioactivos de *Mauritiella aculeata* "Aguaje"

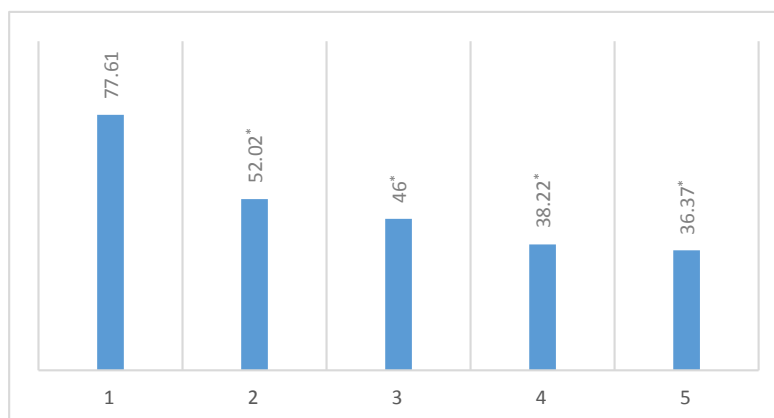
Compuestos bioactivos	P.F	C 1	C3	C6	P.A
Vitamina C (mg/100g)	1,86± 0,07	1,47± 0,02**	1,46± 0,24**	1,30± 0,01**	4,75± 0,03**
Polifenoles totales (mg/Eq de ácido gálico/100g de fruta)	158,4± 1,35	143,57 ± 4,20**	114,79 ± 5,14**	100,56 ± 2,08**	177,7±1,63**
Antocianinas (mg /100g)	4,06 ± 0,03	4,04 ±0,06	4,02 ± 0,01**	2,73 ± 0,00**	5,26 ± 0,00**

Los valores se expresan como media ± desviación estándar (n = 3). (**p < 0,001) frente a pulpa fresca (ANOVA y test-Tukey). P.F= Pulpa fresca, C1= pulpa congelada semana 1, C3= pulpa congelada semana 3, C6= pulpa congelada semana 6, P.A= pulpa atomizada.

4.5 Determinación de la actividad antioxidante

Método DPPH

En el figura 18 se aprecia el % inhibición del radical DPPH para una concentración de 500 µg/ml en pulpa fresca, pulpa congelada (C1, C3 y C6) y pulpa atomizada. Respecto al % de inhibición de pulpa fresca, esta fue de $77,61 \pm 0,02$ respectivamente, la pulpa atomizada disminuyó de forma significativa ($p < 0.05$) en un 53% en relación a pulpa fresca. El porcentaje de inhibición de pulpa congelada en los tiempos C1, C3 y C6 fue disminuyendo progresivamente respecto a pulpa fresca de forma estadísticamente significativa ($p < 0.05$), obteniendo un % inhibición de $52,02 \pm 0,03$, $46,00 \pm 0,02$ y $38,22 \pm 0,01$ respectivamente.



1= P.F, 2 = C1, 3 = C3, 4 = C6, 5 = P.A. * $p < 0.001$ vs pulpa fresca (Test Tukey). P.F= pulpa fresca, C1= pulpa congelada semana 1, C3= pulpa congelada semana 3, C6= pulpa congelada semana 6, P.A= pulpa atomizada.

Figura 18. % Inhibición del radical DPPH⁺

Determinación de los valores TEAC (μ mol ET/ g) por el método DPPH⁺

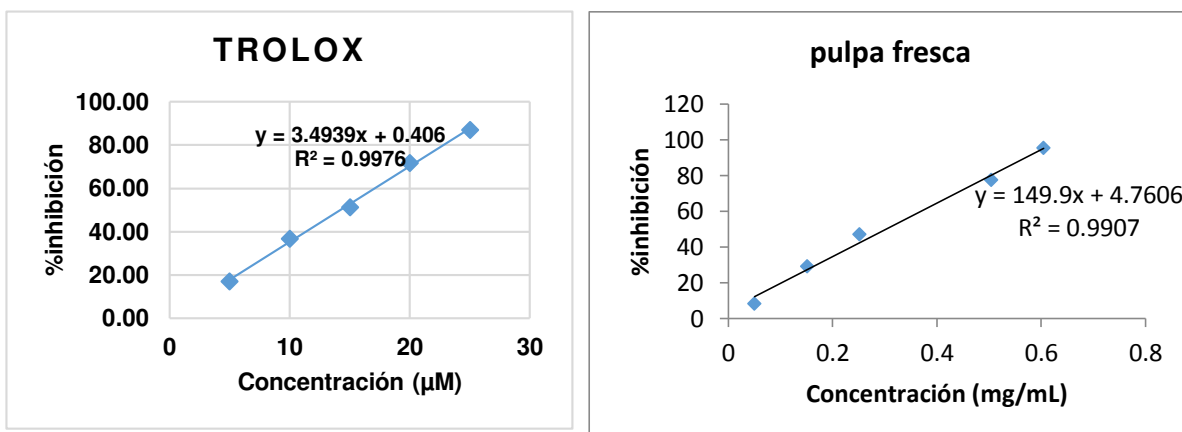
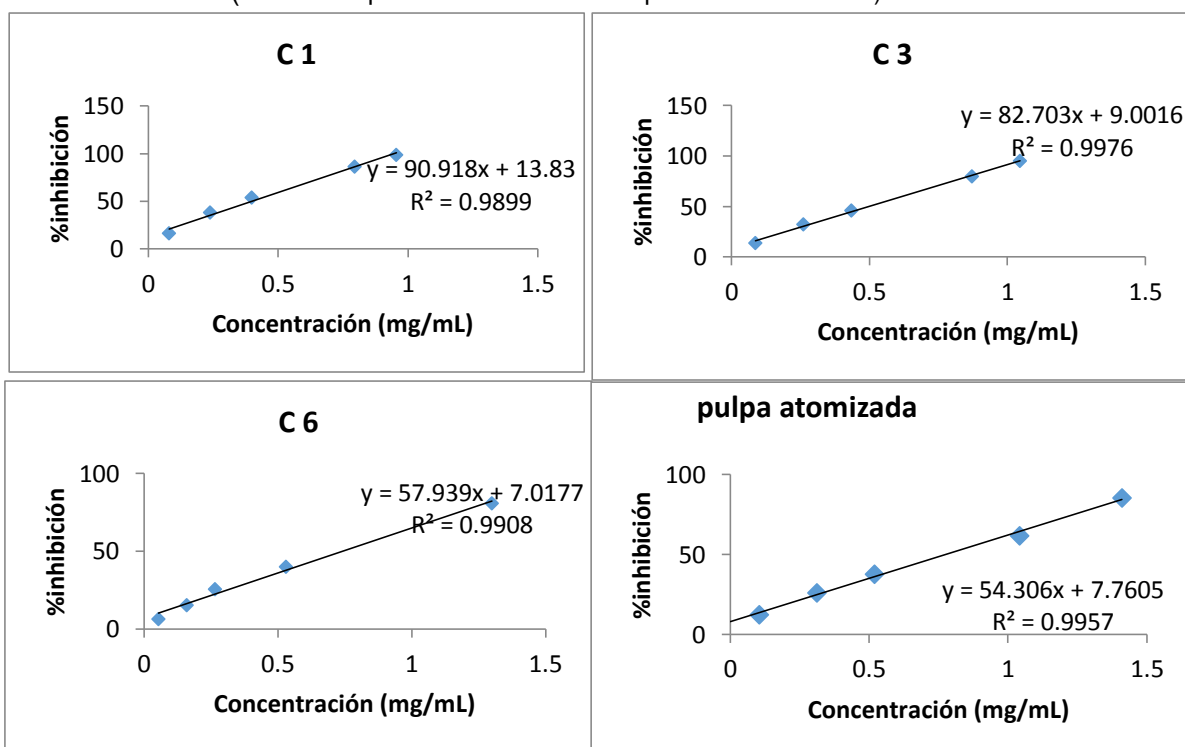


Figura 19. Porcentaje de inhibición del radical DPPH⁺ para el Trolox, pulpa fresca, pulpa congelada (C1, C3 y C6) y pulpa atomizada versus la concentración para la determinación del valor TEAC. (TEAC= Capacidad antioxidante equivalente al Trolox.)



En la figura 19 se representa el porcentaje de inhibición versus concentración, obtenidos en cada uno de los ensayos a partir de los cuales se determinó las pendientes de la recta para cada caso. En el cálculo de la actividad antioxidante expresado en TEAC se usó la pendiente de la muestra (p) que se dividió entre la pendiente del Trolox, usado como estándar (pst) y el valor resultante (p/pst) correspondió al TEAC ($\mu\text{mol ET/mg}$). Los valores obtenidos se presentan en TEAC-DPPH ($\mu\text{mol ET/g}$) en la tabla 11.

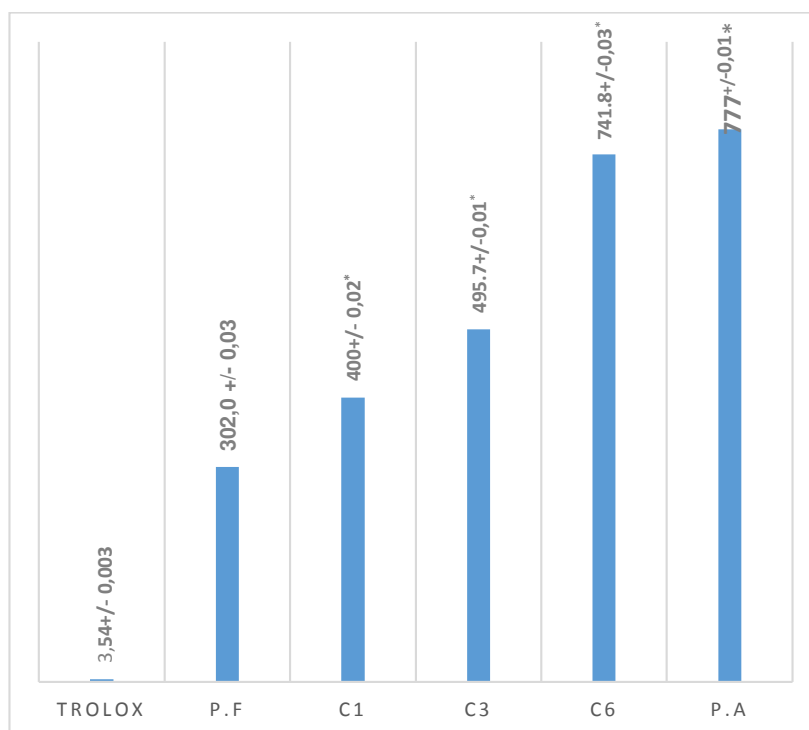
Tabla 11. Actividad antioxidante Equivalente a Trolox pulpa fresca, pulpa congelada (C1, C3 y C6) y pulpa atomizada

Muestras	Pendiente	p/pst	TEAC $\mu\text{mol ET/g}$
P.F	149,9	42,95	42950,0
C1	90,918	26,05	26050,0
C3	82.703	23,69	23690,0
C6	57,939	16,60	16600,0
P.A	54,306	15,56	15560,0
Trolox	3,49	--	--

Los valores se expresan como media \pm desviación estándar ($n = 3$). (* $p < 0,05$) (** $p < 0,001$) frente a pulpa fresca (ANOVA y test-Tukey). P.F= pulpa fresca, C1= pulpa congelada semana 1, C3= pulpa congelada semana 3, C6= pulpa congelada semana 6, P.A= pulpa atomizada. TEAC= Capacidad antioxidante equivalente al Trolox.

Para la determinación del valor IC_{50} , primero tenemos que recordar que esta es la concentración mínima para poder inhibir el 50% del radical DPPH. La determinación del valor del IC_{50} se realizó utilizando la ecuación de la recta ($y = mx + b$) hallada para cada muestra trabajada.

La figura 20 presenta el valor de IC₅₀ de las muestras ensayadas, teniendo en cuenta que a menor IC₅₀, mayor es la actividad antioxidante de la muestra. Donde el menor valor fue obtenido por la pulpa fresca con 302,0 ± 0,03 µg/mL.



Los valores se expresan como media ± desviación estándar (n = 3). (*p<0,001) frente a pulpa fresca (ANOVA y test-Tukey). P.F= Pulpa fresca, C1= pulpa congelada semana 1, C3= pulpa congelada semana 3, C6= pulpa congelada semana 6, P.A= pulpa atomizada.

Figura 20. Representación gráfica de los valores IC₅₀ en ug/ml obtenidos para P.F, C1, C3, C6 y P.A *p<0.001 vs P.F; (Test Tukey).

Tabla 12. Composición pulpa fresca y pulpa congelada.

	P.F	C ₁	C ₃	C ₆
Humedad (%)	53,85 ± 0,29	52,31±0,29	51,78±0,61	51,74±0,48
Proteínas (%)	1,46 ± 0,05	1,46±0,05	1,43±0,01	1,42±0,01
Cenizas (%)	3,11 ± 0,08	2,82±0,09	3,04±0,05	3,24±0,08
Fibra (%)	12,92 ± 0,02	12,55±0,23	12,16±0,35	11,09±0,00
Lípidos (%)	23,59 ± 0,55	24,00±0,42	23,67±0,33	23,63±0,20
Azúcares reductores directos (%)	3,05 ± 0,21	2,89±0,01	2,61±0,30	2,40±0,03
Azúcares reductores totales (%)	3,37 ± 0,30	3,26±0,02	2,99±0,26	2,94±0,05
pH	4,03 ± 0,00	4,05±0,02	4,03±0,02	4,00±0,01
Sólidos solubles (Brix)	5,98 ± 0,01	5,97±0,01	5,85±0,01	5,84±0,01
Acidez titulable	0,10 ± 0,01	0,10±0,01	0,10±0,01	0,11±0,01
Vitamina C (mg/100g)	1,86 ± 0,07	1,47±0,02	1,46±0,24	1,30±0,01
Polifenoles totales (mg/Eq de ácido gálico/100g de fruta)	158,4 ±1,35	143,57±4,20	114.79± 5.14	100.56± 2.08
Antocianinas (mg/100g)	4,06 ± 0,03	4,04±0,06	4,02±0,01	2,73±0,00
Actividad antioxidante IC ₅₀ (µg/ml)	302,00 ± 0,00	400,00±0,01	495,7±0,01	741,8±0,01

Los valores se expresan como media ± desviación estándar (n = 3). P.F= pulpa fresca, C1= pulpa congelada semana 1, C3= pulpa congelada semana 3, C6= pulpa congelada semana 6.

En la tabla 12 se compara los parámetros entre pulpa fresca y pulpa congelada. En el caso de pulpa congelada el tratamiento fue por 6 semanas se observa que se mantiene el nivel de lípidos, proteínas y cenizas. Conforme avanza las semanas va disminuyendo el contenido de humedad, fibra y los compuestos bioactivos.

Tabla 13. Composición pulpa fresca y pulpa atomizada.

Parámetros	P.F	P.A
Humedad (%)	53,85 ± 0,29	4,92 ± 0,03
Proteínas (%)	1,46 ± 0,05	4,82 ± 0,05
Cenizas (%)	3,11 ± 0,08	3,15 ± 0,01
Fibra (%)	12,92 ± 0,02	1,23 ± 0,01
Lípidos (%)	23,59 ± 0,55	13,41±0,06
Azúcares reductores directos (%)	3,05 ± 0,21	6,55 ± 0,09
Azúcares reductores totales (%)	3,37 ± 0,30	9,11 ± 0,09
pH	4,03 ± 0,00	3,96 ± 0,02
Sólidos solubles(Brix)	5,98 ± 0,01	N.R
Acidez titulable	0,10 ± 0,01	0,14 ± 0,01
Vitamina C (mg/100g)	1,86 ± 0,07	4,75 ± 0,03
Polifenoles totales (mg/Eq de ácido gálico/100g de fruta)	158,4 ± 1,35	177,77 ± 1,63
Antocianinas (mg)	4,06 ± 0,03	5,26 ± 0,01
Actividad antioxidante IC 50 (µg/ml)	302,0 ± 0,00	777,00 ± 0,01

Los valores

se expresan como media ± desviación estándar (n = 3). P.F= pulpa fresca, P.A= pulpa atomizada. N.R= no se realizó.

En la tabla 13 se compara los parámetros entre pulpa fresca y atomizada. En el caso de pulpa atomizada se observa mayor contenido de vitamina C, polifenoles totales, antocianinas y menor actividad antioxidante.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la pulpa congelada almacenada a -20°C , el pH disminuyó en la semana 6 de almacenamiento. No presenta diferencias significativas con pulpa fresca (tabla 7), lo cual sugiere que esta temperatura es buena para la conservación de la pulpa de aguaje hasta las 6 semanas.

Un alimento ácido resulta conveniente para su conservación del fruto. La pulpa de aguaje almacenados a -20°C , presentaron los mismos valores de acidez titulable en los 3 tiempos de almacenamiento no presentando variación significativa, lo cual puede deberse a que la degradación de los ácidos se vió interferida por la temperatura, impidiendo la maduración del fruto.³⁰ En pulpa atomizada el valor de acidez presentó un aumento significativo.

El aumento de la vida útil de las frutas mediante el uso de temperaturas bajas está basado en el hecho de que la intensidad respiratoria del fruto es disminuida, lo cual a su vez desacelera la velocidad de la actividad metabólica (Chaplin, 1987; Wills, 1998).³⁰

Los sólidos solubles disminuyeron en pulpa congelada durante todo el tratamiento en los diferentes tiempos de almacenamiento (Tabla 7). La primera semana de almacenamiento alcanzó el valor más alto de sólidos solubles. En los 2 tiempos de almacenamiento (3 y 6 semanas) el aumento de los sólidos solubles fue significativo (Tabla 7). Respecto a los sólidos solubles es difícil medir en pulpa atomizada ya que se utilizó maltodextrina este aditivo aumenta el nivel de sólidos solubles y azúcares. Por lo tanto no es preciso medir su valor como se aprecia en la tabla 8. Mayormente se emplea la maltodextrina²¹ en secado por atomización y se utiliza en

productos altamente higroscópicos, lo que hace que las partículas se aglomeren, como en el caso de la pulpa de aguaje, para ello se utilizan aditivos que absorben humedad.

El cuadro anterior muestra los valores obtenidos para la composición química en el contenido de humedad como se esperaba fue mayor en pulpa fresca y los valores fueron disminuyendo significativamente en pulpa congelada en las diferentes semanas. En pulpa atomizada la humedad disminuyó significativamente a un 11% de pulpa fresca.

Castro (1993) reportó 71,8%⁸ de humedad. Según la tabla del INS el valor de humedad es de 53,6³¹. Cuando se desea eliminar agua de una sustancia es importante conocer la naturaleza de las fuerzas que mantienen unida el agua. Puede hablarse de eliminar humedad, o agua de inclusión o de hidratación y hasta de constitución. “Cuanto más fuertemente se encuentre asociada el agua, más enérgicas deberán ser las condiciones para eliminarla” (MELO, 2005)³². La pulpa de aguaje fresca y congelada se caracterizaron por su alto contenido de humedad a diferencia del valor en pulpa atomizada esto se debe al proceso de secado al que fue sometido.

Los valores obtenidos de proteínas son comparables con los publicados por Restrepo³³ 2,3 g/100g de proteínas en pulpa fresca de aguaje. Según la tabla de composición de alimentos el valor de proteínas es de 2,3g%.³¹ El contenido de proteína en pulpa congelada no presentó variación respecto a pulpa fresca y en pulpa atomizada el contenido de proteínas fue el triple que en pulpa fresca 4,82g/100g y 1,46g/100g respectivamente esto debido a la concentración de la muestra.

El contenido de cenizas según Restrepo³³ fue 1,87g/100g para pulpa fresca de aguaje .En el presente estudio el nivel de cenizas en pulpa fresca fue mayor a lo reportado por Restrepo 3,11 g/100g. No se observaron diferencias estadísticas en el tratamiento de congelación con excepción la disminución del contenido de cenizas en la semana 1 de congelación, probablemente debido a pérdida de minerales en el momento de análisis. En el proceso de secado por atomización el valor de cenizas fue de 3,15g/100g no varió significativamente respecto a pulpa fresca.

Los valores de fibra en los 3 estados de pulpa presentaron un valor cercano a lo mencionado por María Reyes García (10,4%) ³⁵. La fibra cruda obtenida en pulpa fresca fue mayor a lo reportado por García y fue disminuyendo de manera significativa en pulpa congelada (C1,C3 y C6) 12,55 ; 12,16 y 11,09 % respectivamente conforme avanzaba el tratamiento de congelación .En pulpa atomizada el valor fue de 1,93 % disminuyó en un 90% a comparación de la pulpa fresca 12,92 % esto sucedió debido al proceso de filtrado previo a la atomización.

Se evidencia que la parte comestible del fruto, el mesocarpio, es rico en grasas. Según bibliografía del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana el contenido de lípidos para pulpa de aguaje es de 25,1g³⁶. Los niveles de lípidos en pulpa de aguaje fueron próximos a la bibliografía para todas las muestras. Los valores en pulpa fresca y congelada no presentaron variación significativa a comparación de la pulpa atomizada que disminuyó en un 50% comparando con pulpa fresca. Este bajo nivel de grasa permite una mayor estabilidad en el almacenamiento al minimizar las reacciones de oxidación.³⁴

Un estudio sobre composición química de la pulpa de Buriti (Aguaje) del estado de Piauí, obtuvo valores más bajos de proteína (3,4%), carbohidratos (31,2%) , ceniza (1,6%) , humedad (12,1%) y lípidos (51,7%) niveles comparados con los datos del presente .Estas variaciones en la composición nutricional de la pulpa de Buriti (aguaje) puede deberse a diferencias entre los diversos regiones del país y las condiciones de cosecha también como la obtención, secado y almacenamiento de la fruta.³⁷

Según Restrepo³³ el contenido de azúcares reductores en pulpa fresca de aguaje es de 2,7 g/100g de fruta. Los valores de azúcares reductores directos fueron disminuyendo progresivamente en pulpa congelada, de manera significativa las 2 últimas semanas 3 y 6, los valores fueron 2,61; 2,40 respectivamente y en pulpa atomizada el valor se duplico 6,55. Finalmente los azúcares reductores totales disminuyeron en pulpa congelada pero no fue significativo en cambio el valor en pulpa atomizada se triplicó a 9,11.

Los minerales cumplen roles importantes para el buen funcionamiento del organismo humano. En la tabla 9 se muestra los valores de minerales en pulpa fresca (potasio 270mg y calcio 70 mg) mayor al valor esperado según bibliografía. Se observó una cantidad considerable de potasio, principalmente en pulpa congelada con 1070mg, valores tres veces superior a lo reportado por Manhães (2007)³⁸ que fue de $218,00 \pm 12,26$ g/100g, este elemento es muy importante en el equilibrio osmótico, relacionadas con la bomba Na/K. En pulpa atomizada el valor aumentó en un 50% a comparación de la pulpa fresca. El segundo elemento en cuanto

a valores, es el calcio, encontrándose en menores concentraciones en pulpa fresca, aumentó en un 50% en pulpa congelada y aumentó en un 30% en pulpa atomizada, debido a la pérdida de humedad y a la concentración de sus minerales al ser sometida a la operación de secado por atomización el cual nos indica que la muestra sometida a este proceso no solo mantiene sino que aumenta sus propiedades nutritivas. Este elemento es importante para la prevención de problemas óseos como la osteoporosis y raquitismo. El contenido de Calcio encontrado no se encuentra dentro de los requerimientos diarios necesarios (800 a 1200 mg por día). Según MITCHELL et al., (1978), aproximadamente el 2% del cuerpo humano adulto es calcio.³²

Como se puede observar en la tabla 10, el mayor contenido de ácido ascórbico se presenta en pulpa atomizada con $4,75 \pm 0,03$ mg Ac. Ascórbico.g-1 muestra, seguida por pulpa fresca $1,86 \pm 0,07$ mg Ac. Ascórbico.g-1 muestra y luego la pulpa congelada. Esta variación de concentración de ácido ascórbico, presenta relación con el contenido de acidez, debido a que los ácidos presentes en la fruta, facilitan la degradación del ácido ascórbico, así como la presencia de enzimas, antocianinas, paralelamente el ácido ascórbico es deteriorado por la presencia de agua, que es proporcionado por la fruta (LEE; CHEN, 1998; BRADSHAW; PRENZLER; SCOLLARY, 2001). Según Nunes et al. (1998), la disminución de la vitamina C está asociada a la pérdida de agua, que causa la oxidación de la misma. Otros autores también observaron la pérdida de esta vitamina durante el almacenamiento (Margarim et al., 2006; Cantillano et al., 2008).³⁹ Estas cantidades están por debajo de la cantidad

mínima requerida en la dieta diaria 60 mg según las Cantidades Diarias Recomendadas (CDR 1990).⁴⁰

El contenido de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu (tabla 10) indicó un contenido fenólico promedio expresado en miligramos de ácido gálico por cada 100 g de fruta.

Los compuestos fenólicos que se encuentran en las frutas y vegetales, tienen un rol fundamental en la salud; disminuir el riesgo de enfermedades crónicas, tales como la enfermedad cardiovascular y cáncer (Boyer y Liu, 2004).⁴¹ En la tabla 10 también se muestra los resultados de la cuantificación de polifenoles totales el mayor contenido de polifenoles totales se presenta en pulpa atomizada seguida por pulpa fresca y luego la pulpa congelada. El consumo del fruto de aguaje se realiza después del madurado en ese nivel se reportó polifenoles totales en pulpa fresca de aguaje $158,4 \pm 1,35$ mg EAG /100 g, valor mucho menor con lo reportado por VASQUEZ-OCMIN et al. (2009) 212,89 mg CAT/100g.⁴² Los polifenoles totales encontrados en pulpa congelada presentaron una disminución significativa. ARELLANO-GOMEZ et al (2005)⁴², indica que “la concentración de fenoles totales tuvo una disminución significativa a medida que va madurando, porque los compuestos fenólicos constituyen sustratos susceptibles de ser oxidados por enzimas como polifenoloxidasas y peroxidasas”. Lo cual también es corroborado por OLIVERAS (2005)⁴², que indica que “la maduración se acompaña de una modificación de la concentración de pigmentos en la superficie”.

En la tabla 10 se muestra el contenido de antocianinas, observándose que en pulpa atomizada, presenta mayor contenido seguido por pulpa fresca y

finalmente pulpa congelada. El proceso de extracción de antocianinas pudo ser afectado por factores como la temperatura. En el tratamiento de congelado, las antocianinas fueron disminuyendo, debido a que sufrieron degradación, básicamente al reaccionar con el ácido ascórbico (según OZKAN et al., 2002), así como también con el peróxido de hidrógeno, que se forma a partir de la reacción del ácido ascórbico con el agua. Ozkan et al. (2002), investigó la degradación cinética de antocianinas de frutas como la granada, fresa y cereza, asimismo da a conocer que las quinonas formadas por la oxidación de fenoles, pueden favorecer el deterioro de las antocianinas, estableciendo que la degradación cinética provee cantidades insignificantes de ácido ascórbico. Según CERON ⁴² “la temperatura de almacenamiento influye en la cantidad de antocianinas”, indicando que la pulpa congelada almacenada hasta la semana 6 obtuvo la menor cantidad de antocianinas comparado con la pulpa fresca y pulpa congelada semana 1 que fue refrigerado, en ausencia de luz, esto quiere decir que la cantidad de antocianinas disminuye con respecto al paso del tiempo.

Existen diversos métodos para evaluar la capacidad antioxidante de un extracto y/o alimento, pero mencionaremos al DPPH, los resultados se expresaron en valores TEAC, porcentaje de inhibición, IC₅₀. Cuando determinamos la actividad antioxidante por el método DPPH. Al comparar la pulpa atomizada (15560,0 μmol ET/g) con pulpa fresca (42950,0 μmol ET/g) resultó que pulpa atomizada tuvo una actividad antioxidante TEAC-DPPH menor estadísticamente significativa (p<0.05), casi un tercio del valor de pulpa fresca. Otra forma de expresar la actividad antioxidante es determinando la concentración requerida para alcanzar el 50 % de

inhibición del radical libre DPPH⁺ que corresponde al IC₅₀. El menor valor fue obtenido en la pulpa fresca con 302,0 µg/mL. Para el caso de la pulpa congelada C1, C3 y C6 los valores de IC₅₀ fueron aumentando conforme avanzaba el tiempo de almacenamiento de la pulpa congelada 400,0 µg/mL <495,7 µg/mL <741,0 µg/mL respectivamente, es decir hubo una disminución de la actividad antioxidante. Finalmente en el caso de pulpa atomizada el valor de IC₅₀ fue de 777,0 µg/mL. Según Sotero⁴, en pulpa de aguaje liofilizado el morfotipo color presentó menor IC₅₀ de 3286,8 µg/ml en comparación con los morfotipos Shambo y Amarillo que registraron valores de IC₅₀ de 6943,4 µg/ml y 9230,4 µg/ml por el método DPPH⁺.⁴

En la figura 18 se aprecia el % inhibición del radical DPPH⁺ para una concentración de 500 µg/ml en pulpa fresca, pulpa congelada (C1, C3 y C6) y pulpa atomizada. Respecto al % de inhibición de pulpa fresca, esta fue de 77,61 ± 0,02. Estos datos demuestran una actividad antioxidante moderada si se compara con la pulpa de camu camu, el cual presentaba a 300 µg/ml una actividad antioxidante de 75,33. Con un IC₅₀ de 167,67 µg/ml en extracto metanólico de pulpa de camu camu.⁴³

VI. CONCLUSIONES

1. De la comparación de la evaluación química bromatológica de los 3 estados de pulpa, se encontró en pulpa congelada que los valores de pH, acidez titulable, proteínas, lípidos y azúcares reductores totales no presentaron variación significativa. Respecto a pulpa atomizada los niveles de acidez, proteínas, cenizas, azúcares reductores directos y totales aumentaron significativamente ($p < 0,001$).
2. De la comparación de la evaluación de compuestos bioactivos en los 3 estados de pulpa, se encontró que en pulpa congelada los valores de estos compuestos fueron disminuyendo significativamente. En pulpa atomizada el contenido de compuestos bioactivos aumentó significativamente ($p < 0,001$). Se demostró que la pulpa de aguaje atomizada presenta mayor contenido de compuestos bioactivos que pulpa congelada.
3. De la evaluación de actividad antioxidante en los 3 estados de pulpa de aguaje, la pulpa congelada presentó una disminución significativa ($p < 0,001$) de la actividad antioxidante conforme avanzaba el tiempo de almacenamiento. La mejor actividad antioxidante presentó la pulpa fresca, seguido de pulpa congelada y finalmente pulpa atomizada.

4. El proceso de secado por atomización de la pulpa de aguaje tiene efectos positivos sobre el contenido de compuestos bioactivos, ya que aumenta la concentración de estos compuestos, la cual fue sometida a temperaturas de secado de 177°C en un tiempo de 8s.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar estudios de aplicación para pulpa de aguaje *Mauritiella aculeata* como mermelada, yogurt, conservas, cremas, shampoo, aceites, etc. El aguaje tiene múltiples aplicaciones en diversos productos para el aprovechamiento de la población.
2. Se sugiere realizar estudios de investigación a la semilla y la cáscara de *Mauritiella aculeata* para aprovechar su potencial actividad antioxidante.
3. Difundir las propiedades nutricionales, cosméticas y alimenticias de la pulpa de aguaje *Mauritiella aculeata* a la población en general.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castro, F., Ocampo, A., Peñuela, L., Sanabria, D. Palmas nativas de la Orinoquia biodiversidad productiva .Bogotá, 2013; 75-76.
2. Avalos, C. Aguaje Árbol de salud y misticismo. Disponible en: <http://www.generacion.com/secciones/biodiversidad/pdfs/Generacion-Edicion-96-biodiversidad-464.pdf>
3. Cusco Vásquez, C. Determinación de los compuestos fenólicos presentes en el extracto metanólico de la pulpa del fruto *Mauritia flexuosa* L. “aguaje” procedente de Tarapoto San Martín y su efecto sobre el nivel de estradiol en ratas hembras jóvenes normales. [Tesis para el grado de Magister en Recursos Vegetales y Terapéuticos]. Universidad Nacional Mayor De San Marcos .Facultad De Farmacia Y Bioquímica.2009.
4. V. Sotero, M. Lujan, L. Freitas, C. Merino, E. Davila. “Stabililty and antioxidant activity of freeze-dried flour of three morphotypes of aguaje (*Mauritia flexuosa* L. f.)”. Revista de la Sociedad Química del Perú. Lima, Perú. 2013; 79(2).
5. Fajardo A., Veneklaas E., Obregón S. y Beaulieu N. Los bosques de galería guía para su apreciación y su conservación .Centro internacional de agricultura tropical. pág 32.
6. Saldarriaga, J. y Van der Hammen, T. Estudios en la amazonia colombiana. Instituto de Ciencias Naturales .Universidad Nacional de Colombia.1992; 1: 25-139.
7. Navarro Bel, F. Cadenas productivas de aguaje y tagua aguaje y tagua reserva nacional Pacaya Samiria. Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza – ProNaturaleza, Loreto – Perú .2006

8. Guerra, M., Díaz, X., Madrigal, L. e Hidalgo, G. Caracterización físico-química del fruto de la palma de moriche (*Mauritia flexuosa*) y de harina del tronco. Universidad Simón Bolívar. Dpto. Tecnología de Procesos. Biológicos y Bioquímicos. Caracas, Venezuela. 2011.
9. Documento de Trabajo Serie: Estudios y monitoreo del mercado sobre productos forestales locales (Actividad 2.5) N° 06 Cuenca Chambira: Monitoreo de mercado de aguaje .2008.
10. Gonzales Coral, G., Frutales nativos amazónicos patrimonio alimenticio de la humanidad. Instituto de investigaciones de la amazonia peruana. Iquitos.2007; 36-37.
11. Aguaje - Sierra Exportadora. Siicex- Sunat-Trademap Disponible en: http://www.sierraexportadora.gob.pe/wpcontent/uploads/2017/04/fichas_aguaje.pdf.
12. Gil A. Tratado de Nutrición. Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos.2da Edición. Editorial Médica Panamericana. Madrid, 2010.
13. Sandoval, S. Cuantificación de ácido ascórbico (vitamina C) en néctares de melocotón y manzana comercializados en supermercados de la ciudad capital. [Tesis de pregrado]. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Guatemala, 2010.
14. Quiñones, M., Miguel, M. y Aleixandre, A. Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. Instituto de Investigación en Ciencias de Alimentación (CIAL, CSIC-UAM). Madrid. España. Nutrición Hospitalaria. 2012; 27(1):76-89.
15. Pérez H. Utilización de la antocianina del maíz morado (*Zea mays* L.) y stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) en la elaboración de un producto tipo

- mermelada y su aceptabilidad. [Tesis]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Medicina. Lima, 2014.
16. Gorriti A y col. Extracción de antocianinas de las corontas de *Zea mays* L. "maíz morado". Ciencia e Investigación 2009; 12(2): 64-74.
 17. Ramos E, Castañeda B, Ibáñez L. Evaluación de la capacidad antioxidante de plantas medicinales peruanas nativas e introducidas. Revista Académica Perú Salud. 2008; 15(1): 42-46.
 18. Carhuapoma, M. Estudio de la composición química y actividad antioxidante del aceite esencial de Luna chequen (Molina) A. Gray —arrayánll. [Tesis para el grado de Magister en Recursos Vegetales y Terapéuticos]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Lima. 2006.
 19. Tovar del Rio, J. Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecoregión cafetera. [Requisito parcial para optar al título de Químico Industrial]. Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Tecnología Escuela de Tecnología Química Pereira .2013.
 20. Beatriz, E., López M., Carvajal de P, L. y Millan, 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. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia .2009; 16(3):288.
 21. Siccha M, A. y Lock de Ugaz, O., Secado por atomización (spray dryer) Pontificia Universidad Católica del Perú. Dept. de Ciencias. Sección Química. Revista de Química. 1995; 9(1).

22. Secado por atomización. Laboratorio unidad de procesos industriales. Pontificia Universidad Católica del Perú .2018.
23. Egan, H., Kirk, R. y Sawyer, R. Análisis Químico de los Alimentos de Pearson. 1a ed. México D.F.: Editorial Continental S.A.; 1991.
24. AOAC. Oficial Methods of analysis of the Association Oficial Analytical Chemist. 19th ed. 2012.
25. Perkin, E. Absorption Spectroscopy Analytical Methods. 1996
26. Skoog DA, Holler FJ, Nieman TA. Principios de Análisis instrumental. 5a ed. Madrid. Editorial Mc Graw Hill; 2000.
27. Jimenez, P. y Girbés, J. Determinación del contenido total de polifenoles en alimentos con el reactivo de Folin – Ciocalteu. Práctica de Fundamentos de Alimentación y Nutrición. Universidad de Valladolid: Facultad de Medicina.2012.
28. Giusti y Wrolstad. Extraction and Identification of anthocyanin from purple corn (*Zea mays* L.) International Journal of Food Science and Technology. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. 2001.
29. Castañeda, C., Ramos, E. e Ibáñez, L. Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas. Revista Horizonte Médico. 2008; 8(1): 56-72.
30. Galvis, J., Arjona, H. y Fischer, G. Influencia de la temperatura y el tiempo de almacenamiento en la conservación del fruto de mango (*Manifera indica* L.) variedad Van Dyke. Agronomía Colombiana, 2002; 19 (1-2): 23-35.
31. Reyes, M. Tablas peruanas de composición de alimentos .Ministerio de Salud.Lima.2009.Disponible en:

<http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>.

32. Lujan Navarro, M., Evaluar la estabilidad de la pro vitamina A en la pulpa liofilizada de tres morfotipos de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f) [Tesis para optar el título de Ingeniero Químico]. Universidad Nacional De La Amazonia Peruana. Iquitos .2010.
33. Restrepo, J., Arias, N. y Madriñan, C. Determination of the Nutritional Value, Fatty Acid Profile and Antioxidant Capacity of Aguaje Pulp (*Mauritia flexuosa*) . Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad del Valle. 2016; 20(1): 74.
34. Casanova Flores, R. Efecto de la temperatura de secado y concentración de encapsulante en el rendimiento y concentración de vitamina C del jugo de *Myrciaria dubia* (camu-camu) atomizado. [Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias]. Facultad de Industrias Alimentarias. Iquitos. 2013.
35. Vásquez, P. “Diferenciación química de tres morfotipos de *Mauritia flexuosa* l. f. de la amazonía peruana” Revista Sociedad Química del Perú .2009; 75 (3).
36. Gonzales Coral, G., Contribuciones de los frutales nativos amazónicos al bienestar socioeconómico de las comunidades amazónicas. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Disponible en: <http://www.iiap.org.pe/Upload/Conferencia/CONF256.pdf>
37. Batista da Rocha Romero, M., Carmo de Carvalho, M., Humberto Moreira Nunes, P., In vitro and in vivo antioxidant activity of Buriti fruit (*Mauritia flexuosa* L.f.) Nutrición Hospitalaria. 2015; 32(5):2153-2161.

38. Manhães, L.R.T. Caracterização da polpa de buriti (*Mauritia flexuosa* Mart.): um potente alimento funcional. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.2007.
39. Cantillano, R., Ávila, J., Peralba, M., Actividad antioxidante, compuestos fenólicos y ácido ascórbico de frutillas en dos sistemas de producción. Horticultura Brasileira. 2012; 30: 620-626.
40. Tablas de Recomendaciones (Normativas y recomendaciones nutricionales). Novartis Consumer Health. Disponible en: https://seom.org/seomcms/images/stories/recursos/infopublico/publicaciones/soporteNutricional/pdf/anexo_05.pdf.
41. Jurado, B. Evaluación del contenido de polifenoles totales y la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos de los frutos de aguaymanto (*Physalis peruviana L.*) de diferentes lugares del Perú. Revista Sociedad Química del Perú. 2016; 82(3).
42. Benavides Nolasco, G. Actividad antioxidante, polifenoles totales, antocianinas y oxidación lipídica de la pulpa de unguurahui (*Oenacarpus bata u a Mart*).[Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias]. Universidad Nacional Agraria de la Selva Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Tingo María – Perú.2012
43. Sotero, V., Silva, L., Garcia, D. y Iman, S. Evaluación de la actividad antioxidante de la pulpa, cáscara y semilla del fruto del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K.). Revista Sociedad Química Perú. 2009; 75 (3): 293- 299.

IX. ANEXO

1. CONSTANCIA N° 258-USM-2016 DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL - UNMSM



The image shows a certificate from the Museo de Historia Natural of the Universidad Nacional Mayor de San Marcos. It includes the university's coat of arms, the museum's logo, and a taxonomic classification for a plant specimen. The specimen is identified as *Mauritiella aculeata* (Kunth) Burret. The certificate is signed by Mag. Asunción A. Cano Echevarría, the head of the Herbario San Marcos, and dated November 15, 2016. Contact information for the museum is provided at the bottom.

 UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
 MUSEO DE HISTORIA NATURAL
desde 1919
estudiando el Perú

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

CONSTANCIA N° 258- USM-2016

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

La muestra vegetal (planta completa con fruto), recibida de **Roxana DIAZ MAMANI** estudiante de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, ha sido estudiada y clasificada como: ***Mauritiella aculeata*** (Kunth) Burret. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988):

DIVISION: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: LILIOPSIDA

SUBCLASE: ARECIDAE

ORDEN: ARECALES

FAMILIA: ARECACEAE

GENERO: *Mauritiella*

ESPECIE: *Mauritiella aculeata* (Kunth) Burret

Nombre vulgar: "aguaje"
Determinada por: Dr. Miguel Machahua

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para fines de estudios.

Fecha, 15 de noviembre de 2016

 
Mag. **ASUNCIÓN A. CANO ECHEVARRÍA**
JEFE (e) DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

DDB

Av. Arenales 1256, Jesús María
Apdo. 14-0434, Lima 14, Perú

Telfs. (511)471-0117, 470-4471
265-6819, 619-7000 anexo 5703

e-mail: museohn@unmsm.edu.pe
http://museohn.unmsm.edu.pe

Figura 21. Constancia N° 258-USM-2016 del museo de historia natural - UNMSM

2. Temperatura de la parte alta de la refrigeradora a la que fue sometida la congelación de la pulpa.



Figura 22. Antes de congelar T° ambiente



Figura 23. Después de congelar T° de congelación-20°C

**3. Secador por atomización - Laboratorio de procesos industriales
PUCP.**



Figura 24. Equipo secador por atomización