

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**TESIS**

**CONSERVACIÓN DE LA PULPA DE CAMU CAMU (*Myrciaria dubia* H.B.K)**  
**MEDIANTE MÉTODOS COMBINADOS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**ELABORADO POR**

**MENDOZA SANCHEZ, YAQUELINE VANESA**

**PROMOCION 2012-II**

**Tingo María – PERÚ**

**2016**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
Tingo María  
**FACULTAD DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**  
Av. Universitaria s/n. Teléfono (062) 561385 – Fax (062) 561156  
Apart. Postal 156 Tingo María E.mail: [fia@unas.edu.pe](mailto:fia@unas.edu.pe)

"Año de la Consolidación del Mar de Grau"

### **ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 011-2016**

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 04 de octubre de 2016, a horas 5:00 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, para calificar la tesis presentada por la Bach. **MENDOZA SANCHEZ, Yaqueline Vanesa**, titulada:

#### **"CONSERVACIÓN DE LA PULPA DE CAMU CAMU (*Myrciaria dubia* H.B.K) MEDIANTE MÉTODOS COMBINADOS"**

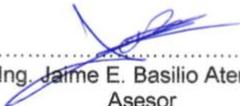
Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran **APROBADO** con el calificativo de **MUY BUENO**; en consecuencia la Bachiller, queda apta para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el artículo 45° numeral 45.2, de la Ley Universitaria 30220; los artículos 122 inciso "k" y 135 inciso "f" del Estatuto de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 20 de diciembre de 2016

  
.....  
Mg. Jorge E. Castro Gracey  
Presidente

  
.....  
Ing. Yolanda J. Ramirez Trujillo  
Miembro

  
.....  
Ing. Luz M. Follegatti Romero  
Miembro

  
.....  
Ing. Jaime E. Basilio Atencio  
Asesor

Miembro  
Ing. Luz M. Follegatti Romero  


Asesor  
Ing. Jaime E. Basilio Atencio  


## **DEDICATORIA**

### **A mi madre:**

Balvina Sanchez Ramos, por su gran amor, comprensión y apoyo incondicional en todas las facetas de mi vida, por ser mi fortaleza y ejemplo de superación para llevar acabo mis sueños y metas sin dejarme rendir.

### **A mi hija:**

Samia Génesis Belén, posiblemente en este momento no entiendas mis palabras pero cuando entiendas, quiero que te des cuenta lo que significas para mí. Eres mi gran inspiración, motor y motivo para seguir superándome profesionalmente y ofrecerte siempre lo mejor.

### **A mi familia:**

Julian, Talia, Jasmin, por sus palabras de aliento y apoyo incondicional en cada decisión y proyecto el camino muchas veces no es fácil pero saber que confían que lo lograre me dan fuerzas de seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

- A DIOS por guiar mí camino, bendiciéndome cada día y apoyo en los momentos de dificultad, dándome fuerzas, salud y la perseverancia para llegar hasta esta etapa de mi vida y lograr mis objetivos.
- A mi ALMA MATER, Universidad Nacional Agraria de la Selva y a los docentes de la facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias por compartir su sabiduría, conocimiento y apoyo contribuyendo en mi formación como profesional.
- A mi asesor el MSc. Jaime Eduardo Basilio Atencio, por su paciencia, apoyo y enseñanza en la investigación.
- Al Ing. Darlym Reátegui por su coasesoramiento, apoyo y amistad durante la ejecución de este proyecto.
- Al Ing. Manuel Carrión Molina, por su apoyo incondicional durante y después de la ejecución del trabajo.
- A los técnicos Yasha, Michelson, Condori, por compartir sus conocimientos, apoyo al realizar mis análisis.
- A mi madre Balvina Sanchez, por su arduo esfuerzo y desvelo permitiendo tener una carrera profesional, gracias por todo lo que haces por mí.
- A toda mi familia porque sus oraciones, consejos, palabras de aliento y apoyo en mis sueños y metas.
- A mis profesores, amistades y todos los que formaron parte de la elaboración de este trabajo gracias por confiar en mí.

**GRACIAS A LA VIDA POR ESTE NUEVO TRIUNFO**

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. Aspectos generales del Camu Camu ( <i>Myrciaria dubia</i> H.B.K).....	3
2.1.1. Origen y distribución.....	3
2.1.2. Aspectos botánicos.....	3
2.1.3. El fruto.....	4
2.1.4. Composición química.....	5
2.1.5. Pulpa del camu camu.....	5
2.1.6. Usos de la pulpa.....	7
2.2. Vitamina C.....	8
2.2.1. Descripción.....	8
2.2.2. Estabilidad de la vitamina C.....	8
2.3. Conservación de alimentos.....	10
2.3.1. Generalidades.....	10
2.3.2. Temperatura.....	10
2.3.3. Actividad de agua (aw).....	11
2.4. Conservación por métodos combinados.....	12
2.5. Envasado de alimentos.....	14
2.5.1. Bolsa trilaminado.....	14
2.5.2. Bolsa de polietileno.....	14
2.6. Características fisicoquímicas de la pulpa de camu camu.....	14
2.6.1. Sólidos solubles (°Brix).....	14

2.6.2. pH.....	15
2.6.3. Acidez titulable.....	15
2.7. Evaluación del color.....	15
2.8. Análisis sensorial.....	16
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>17</b>
3.1. Lugar de ejecución.....	17
3.2. Materia prima.....	17
3.3. Equipos, materiales y reactivos.....	17
3.3.1. Equipos del laboratorio.....	17
3.3.2. Materiales del laboratorio.....	18
3.3.3. Reactivos.....	18
3.4. Métodos de análisis.....	18
3.5. Metodología Experimental.....	19
3.5.1. Preparación y obtención de la pulpa de camu camu.....	19
3.5.2. Determinación de las características fisicoquímicas y vitamina C en la pulpa fresca de camu camu.....	20
3.5.3. Conservación de la pulpa de camu camu.....	22
3.5.4. Evaluación de vitamina C en la pulpa concentrada.....	22
3.5.5. Evaluación del color.....	23
3.5.6. Evaluación sensorial.....	23
3.6. Diseño experimental.....	24
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>27</b>
4.1. Características fisicoquímico de la pulpa de camu camu.....	27

4.2. Parámetros adecuados para la conservación de la pulpa de camu camu mediante métodos combinados.....	29
4.2.1. Evaluación de vitamina C en la pulpa de camu camu concentrada.....	29
4.2.2. Evaluación de retención de vitamina C en la pulpa concentrada con adición de sacarosa y tiempo de pasteurización.....	31
4.2.3 Evaluación del tipo de envase.....	33
4.2.4 Evaluación del color.....	38
4.2.5 Evaluación sensorial de la pulpa de camu camu durante el almacenamiento.....	43
4.2.6 Evaluación microbiológica de mohos y levaduras.....	45
4.3. Flujograma definitivo de procesamiento.....	46
4.4. Balance de materia prima y rendimiento.....	47
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>50</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>62</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Página</b>
1. Análisis químico en la pulpa fresca de camu camu.....	6
2. Composición nutricional por 100 g de pulpa.....	7
3. Características fisicoquímicas de la pulpa fresca de camu camu.....	27
4. Retención de vitamina C, después de la evaporación.....	29
5. Comparación de medias de vitamina C, después de la evaporación.....	30
6. Porcentaje de retención del contenido de Vitamina C, después de ser sometida a métodos combinados.....	32
7. Comparación de medias para la retención de vitamina C, en función a la temperatura de evaporación.....	32
8. Comparación de medias para el porcentaje de sacarosa.....	33
9. Comparación de medias para el tiempo de pasteurización.....	33
10. Variación de retención de vitamina C, en la pulpa de camu camu durante el almacenamiento.....	34
11. Comparación de medias en la retención de vitamina C, para el efecto de la concentración de sacarosa durante 30 días de almacenamiento.....	34
12. Comparación de medias en la retención de vitamina C, para el tipo de envase durante el almacenamiento.....	36
13. Color de la pulpa de camu camu sometida a métodos combinados durante el almacenamiento.....	39

14. Valores promedio del color rojo, verde y azul en la pulpa de camu camu durante el almacenamiento.....	42
15. Comparación de medias para los atributos de la pulpa de camu camu en función al tipo de envase durante el almacenamiento.....	44
16. Comparación de medias para los atributos de la pulpa de camu camu en función al tiempo de almacenamiento.....	44
17. Análisis microbiológico de la pulpa de camu camu procedente del mejor tratamiento.....	45
18. Balance de Materia y rendimiento en el proceso de conservación de pulpa de camu camu mediante métodos combinados.....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Estructura química del ácido ascórbico .....	9
2. Flujograma para la obtención de la pulpa de camu camu.....	20
3. Flujograma para la conservación de la pulpa de camu camu por método combinado.....	22
4. Diseño experimental para evaluar el efecto de la temperatura de evaporación en el contenido de vitamina C en la pulpa de camu camu.....	24
5. Diseño experimental para evaluar el efecto de la concentración de sacarosa y tiempo de pasteurización, en la retención de vitamina C en la pulpa de camu camu concentrada.....	25
6. Diseño experimental para evaluar el efecto de la concentración de sacarosa, tiempo de pasteurización y tipo de envase en la pulpa de camu camu durante el almacenamiento.....	26
7. Variación del porcentaje de retención de vitamina C, en función al tiempo de almacenamiento para las diferentes concentraciones de sacarosa.....	35
8. Variación del porcentaje de retención de vitamina C, en función al tiempo de almacenamiento para los dos tiempos de pasteurización.....	36
9. Variación del porcentaje de retención de vitamina C, en función al tiempo de almacenamiento para el tipo de envase.....	37
10. Variación del color rojo durante el almacenamiento para el tipo de envase..	40
11. Variación del color verde durante el almacenamiento para el tipo de envase.....	41
12. Variación del color azul durante el almacenamiento para el tipo de envase.	41

13. Flujograma definitivo para la conservación de la pulpa de camu camu mediante métodos combinados.....	47
12. Balance de Materia y rendimiento en el proceso de conservación de pulpa de camu camu por métodos combinados.....	49

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el Centro de Investigación y Desarrollo Biotecnológico de la Amazonia CIDBAM-UNAS, los objetivos fueron: Determinar los parámetros adecuados temperatura de evaporación, concentración de sacarosa y tiempo de pasteurización para la conservación de la vitamina C; evaluar el envase adecuado, variación del color y evaluación sensorial.

Los frutos de camu camu procedentes del fundo "Esteban" ubicado en el distrito José Crespo y Castillo, los cuales fueron procesados para su conservación por mediante métodos combinados, las variables evaluadas fueron: temperatura de evaporación (60 y 70 °C), porcentaje de sacarosa (50 y 60%), tiempo de pasteurización (5 y 10 minutos), tipo de envase (polietileno y trilaminado) y tiempo de almacenamiento (10, 20 y 30 días), las variable respuestas fueron contenido de vitamina C, color y evaluación sensorial; los cuales se midieron en cada una las operaciones y fueron analizados mediante un DBCA y la prueba de comparación Tukey para los efectos con diferencia significativa ( $p < 0,05$ ).

Los resultados mostraron que los parámetros adecuados de proceso fueron: temperatura de evaporación 60 °C, concentración de sacarosa 60%, tiempo de pasteurización 5 minutos y almacenado en envase trilaminado, con los que se obtuvo la mejor retención de vitamina C y mejores características sensoriales.

**Palabras claves:** Camu camu, vitamina C, evaporación, color.

## **ABSTRACT**

The present research work was carried out in the Centro de Investigación y Desarrollo Biotecnológico de la Amazonia CIDBAM–UNAS, the objectives were: to determine the adequate temperature parameters for evaporation, the concentration of saccharose and the adequate pasteurization time to conserve the vitamin C; to evaluate the adequate container, color variation and sensory evaluation.

The camu camu fruit, from the “Esteban” homestead, located in the José Crespo y Castillo district, Peru, were processed for their conservation through combined methods, the variables evaluated were: evaporation temperature (60 and 70 °C), percentage of saccharose (50 and 60%), pasteurization time (5 and 10 minutes), type of container (polyethylene and tri-laminate) and storage time (10, 20 and 30 days), the response variables were comprised of vitamin C, color and sensory evaluation; which were measured for each of the operations and were analyzed using CRBD (DBCA in Spanish) and the Tukey comparison test for the effects with significant difference ( $p < 0.05$ ).

The results show that the adequate parameters for the process were: 60 °C of evaporation time, 60% saccharose concentration, 5 minutes of pasteurization time and storage in a tri-laminate container, with which the best retention of vitamin C and the best sensory characteristics were obtained.

**Keywords:** Camu camu, vitamin C, evaporation, color

## I. INTRODUCCIÓN

El fruto del camu camu es reconocido mundialmente por su alto contenido de vitamina C, 2780 mg/100 g de pulpa (GONZALES, 2007); su consumo es importante en la dieta por poseer propiedades antiinflamatorias y nutritivas (TAYLOR, 2006), debido a esta característica el camu camu tiene un gran potencial como alimento funcional por presentar elevada capacidad antioxidante, por su alto contenido de ácido ascórbico; sin embargo no es fácil su comercialización en fruto fresco, por tener una vida útil muy corta y requiere cadena de frío para su conservación (ARÉVALO y KIECKBUSCH, 2005).

En la actualidad la inestabilidad de la vitamina C, es considerado el principal “problema” dentro de la producción de pulpa de frutas (RAMOS *et al.* 2002).

Durante las últimas décadas se ha generado un interés en la búsqueda y desarrollo de nuevas tecnologías, capaces de reducir la intensidad de los tratamientos térmicos. El uso de métodos combinados tiene la finalidad de reducir la intensidad del tratamiento térmico y de esta manera evitar el deterioro de los compuestos termolábiles.

Los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo de investigación se convertirían en datos valiosos para la conservación de la pulpa del camu camu; combinando concentración al vacío, incremento de sólidos

solubles y pasteurización, lo que permitiría disminuir la temperatura del tratamiento térmico y así evitar la pérdida de vitamina C, en base a este marco para la presente investigación, se han planteado los siguientes objetivos:

- Determinar las características fisicoquímicas y el contenido de vitamina C en la pulpa fresca de camu camu.
- Determinar la temperatura de evaporación, concentración de sacarosa y tiempo de pasteurización adecuados para la conservación de vitamina C en la pulpa de camu camu.
- Evaluar el envase adecuado para la conservación de vitamina C en la pulpa de camu camu durante el almacenamiento.
- Evaluar la variación del color y análisis sensorial de la pulpa de camu camu durante el almacenamiento.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Aspectos generales del Camu Camu (*Myrciaria dubia* H.B.K)

#### 2.1.1. Origen y distribución

Camu Camu (*Myrciaria dubia* H.B.K) es un fruto nativo de la región amazónica que posee el más alto contenido de ácido ascórbico (vitamina C) conocido a nivel mundial. Esta fruta tropical, se encuentra principalmente distribuida en Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela; su fruto se caracteriza principalmente por su alta concentración de ácido ascórbico que posee 2780 mg/100 g el contenido de vitamina C de este fruto en comparación con la acerola es 20 veces más alta y 100 veces mayor que el limón (ARELLANO y ACUÑA *et al.*, 2016).

#### 2.1.2. Aspectos botánicos

##### Morfología

El Camu Camu (*Myrciaria dubia* H.B.K) es un arbusto de 3 a 4 metros de altura, ramificada desde la base formando varios tallos secundarios que a su vez se ramifican en forma de vaso abierto. El tallo y las ramas son glabros, cilíndricos, lisos de color marrón claro o rojizo y con corteza que se desprenden en forma natural. También posee hojas relativamente largas, opuestas, elípticas

y oblongas lanceadas, de color verde brillante, aromáticas y con pequeñas glándulas de aceite (VILLACHICA *et al.*, 1996).

### **Taxonomía**

El Camu Camu pertenece a la familia *Myrtaceae* (ZANATTA *et al.* 2005), identificado por Mc Vaugh en 1963 inicialmente como *Myrciaria paraensis Berg*, pero cambiado por él mismo en 1985 como *Myrciaria dubia* H.B.K (VILLACHICA, 1995). Según RIVA (1996), el camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K), presenta la siguiente información taxonómica:

División	:	Fanerógamas
Sub-división	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledóneas
Orden	:	Myrtales
Familia	:	Myrtaceae
Género	:	<i>Myrciaria</i>
Especie	:	<i>dubia</i> H.B.K

### **2.1.3. El fruto**

Identificado como *Myrciaria dubia* H.B.K es una baya globosa o esférica de 1-3 cm de diámetro y peso variable de 2-20 g; el epicarpio es delgado, liso, brillante con puntos glandulares y de color rosado a negro púrpura; la pulpa es carnosa, ácida, de sabor y aroma agradable; las semillas en número de 1-4, son elípticas o reniformes, cubiertos por una malla de fibrillas blancas de 8-15 mm de largo por 5,5-11 mm de ancho (PICÓN y ACOSTA, 1995). La cáscara

puede ir de color verde a rojo oscuro, de acuerdo a su estado de maduración, semillas reniformes de color verde marrón (IMAN, 2000).

#### **2.1.4. Composición química**

El principal componente en la pulpa de camu camu es el ácido ascórbico, con un promedio de 2780 mg/100 g de pulpa (GONZALES, 2007; VILLACHICA *et al.*, 1996). También es importante el contenido de aminoácidos esenciales como valina y leucina, que son muy necesarios principalmente para el desarrollo órgano funcional en la etapa infantil (ROBINSON, 1991).

En el Cuadro 1 se presenta la composición química de la pulpa fresca de camu camu en tres estados de madurez, según ZAPATA y DEFFOUR (1993) y en el cuadro 2 la composición nutricional.

#### **2.1.5. Pulpa de camu camu**

Se define pulpa a la pasta formada por un líquido que contiene sólidos insolubles (NTP 011.031, 2007).

VILLACHICA *et al.*, (1996) menciona que la pulpa de camu camu, es el producto obtenido del mesocarpio del fruto de *Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh, libre de semillas y cáscara, sin diluir, concentrar, fermentar, ni añadir colorantes, espesantes, vitamina C u otros aditivos.

Los rendimientos más rentables varían entre 50-64% de pulpa entera. Según estos procedimientos, el rendimiento acostumbrado para el camu camu es aproximadamente del 50 % en pulpa, pudiendo llegarse hasta un 60%

en los mejores casos; el resto está formado por cáscaras, semillas y pérdidas. (TURIN, 2018).

**Cuadro 1.** Análisis químico en pulpa fresca de camu camu.

<b>Parámetros</b>	<b>Verde</b>	<b>Pintón</b>	<b>Maduro</b>
Ácido ascórbico (g/kg)	8,45	9,39	9,39
Ácido dehidroascórbico (g/kg)	0,19	0,25	0,31
Glucosa (g/kg)	2,24	3,61	8,16
Fructuosa (g/kg)	3,70	5,07	9,51
Ácido cítrico (g/kg)	29,82	22,93	19,18
Ácido málico (g/kg)	2,80	4,88	5,98
Acidez (ácido cítrico) (%)	3,55	3,07	3,08
pH	2,44	2,53	2,56
Densidad relativa (20/20°C) (g/kg)	1,026	1,025	1,030
°Brix (%)	5,6	5,5	6,8
Sólidos totales (g/kg)	69,8	67,7	81,0
°Brix/ Acidez (relación)	1,6	1,8	2,2
Nitrógeno total (g/kg)	0,568	0,624	0,735
Aminoácidos (mg/kg)			
Serina	299	371	637
Valina	99	168	316
Leucina	90	132	289
Glutamato	88	100	119

Fuente: ZAPATA y DUFUOR (1993).

**Cuadro 2.** Composición nutricional por cada 100 g de pulpa

<b>Compuesto</b>	<b>Cantidad</b>
Calorías	17
Agua (g)	94,4
Carbohidratos (g)	4,7
Proteínas (g)	0,5
Fibra (g)	0,6
Cenizas (g)	0,2
Calcio (mg)	27
Fosforo (mg)	17
Hierro (mg)	0,5
Tiamina (mg)	0,01
Riboflavina (mg)	0,04
Niacina (mg)	0,062
Ácido ascórbico (mg)	2780

Fuente: <http://amazonas.rds.org.co/libros/44/base.htm>

### **2.1.6. Usos de la pulpa**

MINAG (2009) menciona que la pulpa del fruto maduro es comestible; ácido, tiene sabor y aroma agradable. Se exporta generalmente como pulpa fresca, concentrada, liofilizada y se utiliza en la preparación de refrescos, néctares, mermeladas, helados, jaleas, vinagres, bebidas alcohólicas y no alcohólicas, para vigorizar bebidas para deportistas, tipo nutracéutico, etc.

## **2.2. Vitamina C**

### **2.2.1. Descripción**

PINEDA, (2005) menciona que el ácido ascórbico es una vitamina hidrosoluble; constituye uno de los agentes antioxidantes más poderosos que actúa en comportamientos celulares acuosos. Es un importante antioxidante, ayuda en la prevención del cáncer, enfermedades del corazón, estrés; es un energético muy importante contribuye al mantenimiento del sistema inmunológico y facilita la absorción de nutrientes (incluyendo el hierro) en el sistema digestivo.

BADUI (1993) menciona que la vitamina C es una cetona cíclica que corresponde a la forma enólica de la 3-ceto-1gulofuranolactona; contiene un enol entre los dos carbonos 2 y 3 que lo hace un agente ácido y muy reductor, por lo que se oxida fácilmente. Se encuentra principalmente en alimentos de origen vegetal; los cereales, las carnes, los pescados y sus derivados no lo contienen, por esta razón se debe consumir rutinariamente frutas y verduras frescas que aporten vitamina C requerida diariamente por ser hidrosoluble, el hombre lo almacena escasamente.

### **2.2.2. Estabilidad de la vitamina C**

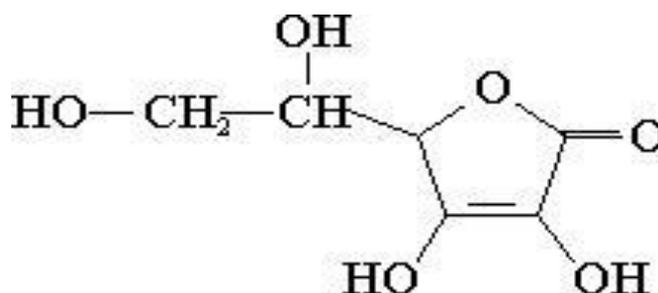
La vitamina C es lábil al calentamiento en presencia de oligometales como el cobre. El ácido ascórbico se oxida fácilmente en presencia de oxígeno y la rapidez de oxidación aumenta cuando se eleva la temperatura. La oxidación del ácido ascórbico está en función de muchas variables principalmente la temperatura, el pH, la disponibilidad de oxígeno, los metales de transición y las

radiaciones electromagnéticas; también influyen los azúcares reductores, algunas sales y la actividad de agua de muchos alimentos, esta última es decisiva ya que a medida que aumenta se favorece la destrucción de ácido ascórbico (SALOME, 2017).

BADUI (1990) menciona que de todas las vitaminas, la C es la más inestable y lábil, se oxida a ácido dehidroascórbico en una reacción reversible, estableciéndose un sistema de oxidación y reducción. A su vez, el ácido dehidroascórbico se sigue oxidando y se transforma en ácido 2,3-dicetogulónico que no tiene actividad biológica. Por medio de una degradación de Strecker el ácido 2,3-dicetogulónico se cicla y produce anhídrido carbónico y furfural; este último se polimeriza y forma las melanoidinas, de manera semejante a las que ocasionan el oscurecimiento no enzimático.

El efecto de la concentración del oxígeno disuelto ha sido motivo de controversia, ya que mientras algunos autores aseguran que la destrucción de la vitamina C depende de la presencia de este gas, otros consideran que se pierde por un mecanismo anaeróbico (BADUI, 1997).

A valores de pH ácido se mantiene mejor la actividad vitamínica. La estabilidad de la vitamina C aumenta a medida que disminuye la temperatura siendo máxima a temperaturas inferiores a  $-18^{\circ}\text{C}$  (ORDOÑEZ *et al.* 1998).



**Figura 1.** Estructura química del ácido ascórbico MORENO, (2000).

## **2.3. Conservación de alimentos**

### **2.3.1. Generalidades**

La conservación de los alimentos se basa en la aplicación de factores de estrés, conducentes a la inhibición del crecimiento y/o la muerte de la comunidad microbiológica, así como la prevención del establecimiento de otras comunidades (BODY y WIMPENNY, 1992). Por lo tanto, la conservación de alimentos implica poner a los microorganismos en un ambiente hostil para inhibir su crecimiento, reducir su supervivencia o causar la muerte (LEISTNER, 2000).

La mayoría de las técnicas de conservación de alimentos, se basan en el retraso o prevención del crecimiento microbiano, utilizando los factores que más influyen en el crecimiento y supervivencia de los microorganismos, como son: temperatura, actividad de agua ( $a_w$ ), potencial redox (Eh), pH, sustratos disponibles, presencia o ausencia de oxígeno, concentración de los solutos mayoritarios presentes y sustancias inhibidoras (BARBOSA *et al.* 1999).

### **2.3.2. Temperatura**

La utilización y el control de la temperatura es uno de los factores básicos para conservar los alimentos, afecta la viabilidad y las etapas del crecimiento bacteriano. El efecto de la temperatura dependerá de varios aspectos: clases de microorganismos, tipo de alimentos, tiempo de almacenamiento (LARRAÑAGA e ILDEFONSO, 1998).

La pasteurización es un procedimiento térmico realizado a temperaturas inferiores a 100°C, destruye parte de los microorganismos;

principalmente las formas vegetativas y los gérmenes patológicos que alteran los alimentos (LARRAÑAGA e ILDEFONSO, 1998).

### **2.3.3. Actividad de agua ( $a_w$ )**

La  $a_w$  de un alimento se puede reducir aumentando la concentración de solutos, a través de la extracción de agua y añadiendo solutos como azúcares, carbohidratos de alto peso molecular, proteínas, sales y aditivos.

Los alimentos se concentran para proporcionar un aumento de la vida útil y/o incrementar su valor. La concentración permite un almacenamiento más adecuado y una reducción de los costos de transporte cuando el producto final se obtiene por restitución del agua hasta su nivel inicial. Existen muchas técnicas para concentrar líquidos, la evaporación es la técnica más utilizada en el proceso de alimentos (CASP, 2003; IBARZ *et al.*, 2002).

SHARMA *et al.* (2013), menciona que la evaporación es una operación unitaria que consiste en eliminar el vapor formado por la ebullición de una solución líquida obteniéndose una solución más concentrada; eliminación del agua de una solución acuosa.

Muchas soluciones alimentarias son muy sensibles a la aplicación del calor, se debe trabajar bajo condiciones de vacío o baja presión para que su punto de ebullición sea más bajo, lo que permite disminuir la temperatura del tratamiento a temperaturas comprendidas entre 45 y 80°C, reduciendo así la alteración bioquímica de los constituyentes del alimento y de esta forma se perjudiquen en menor grado (IBARZ *et al.*, 2002; JEANTET *et al.*, 2005).

El rota vapor, utiliza una presión reducida que puede ser controlada al nivel requerido para poder realizar la evaporación del solvente a la temperatura deseada. La rotación del balón permite extraer en forma de una película de líquido muy fino, que se evapora rápidamente favoreciendo el proceso de evaporación. Es posible de esta manera obtener productos naturales de la mejor calidad, que conserven todas las propiedades organolépticas, bioquímicas y químicas, sin aditivos de ninguna clase y sin alteración alguna con características similares a las que tenían en las materias primas iniciales (DIBAN, 2008).

La sacarosa se utiliza como agente depresor de la  $a_w$  en sectores completos de la industria alimentaria, sola o en presencia de otros agentes antimicrobianos (industrias de frutas y derivados, confitería, etc.); no tiene acción antimicrobiana directa y su efecto de inhibición sobre los microorganismos, se debe únicamente al descenso de la actividad de agua. La sacarosa seca o en jarabe, se utiliza preferentemente en alimentos a base de frutas. Se conocen muchas técnicas de incorporación de azúcar: mezcla directa con la fruta seguida de una concentración, inmersión en jarabes concentrados o simple adición de sacarosa.

La adición directa de sacarosa o de jarabe, se practica para los jarabes de frutas (hasta el 70% de sacarosa) y las bebidas concentradas a base de frutas (alrededor de 50% de sacarosa) (MENDOZA, 2005)

#### **2.4. Conservación por métodos combinados**

BRENES y LOAISIGA (2013) menciona que la tecnología de métodos combinados conserva los alimentos mediante la aplicación conjunta de

dos o más factores de inhibición del crecimiento microbiano, aprovechando el efecto sinérgico de los mismos. El objetivo es utilizar simultáneamente diferentes barreras para retrasar o prevenir el crecimiento microbiano, en el producto. La combinación de barrera o técnicas de conservación pueden llegar a impedir o retrasar la actuación de los factores de alteración, modificación en menor medida la calidad sensorial y nutritiva del alimento que los métodos tradicionales de conservación (MONTILLA, 2015).

La conservación de frutas por métodos combinados, brinda una alternativa para el desarrollo de productos con un grado mínimo de procesamiento; manteniendo en algunos casos sus características organolépticas, muy próximas a la materia prima original fresco (ELESBAO L *et al.*, 2002).

La utilización de una combinación de factores de inhibición puede presentar ventajas, principalmente porque permite el uso menos extremo de un único tratamiento. La combinación de diversos factores de conservación (barrera) ilustra que las interacciones complejas de temperatura,  $a_w$ , pH y otros son significativas en la estabilidad microbiana de los alimentos. El tratamiento térmico es el método más utilizado en la estabilización de alimentos, debido a su capacidad para destruir y/o inactivar microorganismos y enzimas que alteran el producto. Sin embargo, debido que el calor puede alterar algunas propiedades organolépticas de los alimentos y disminuir la biodisponibilidad de algunos nutrientes; existe un interés en buscar métodos capaces de reducir la intensidad de los tratamientos térmicos necesarios para la conservación de alimentos (BARBOSA *et al.*, 1999).

## **2.5. Envasado de alimentos**

Según el CODEX ALIMENTARIO (1993), el material deberá ser apropiado para el producto a envasarse y para las condiciones de almacenamiento; no deberá transmitir al producto sustancias objetables.

El material debe ser resistente y ofrecer una protección apropiada contra la contaminación.

### **2.5.1. Bolsa trilaminada**

Se constituye de tres capas fundamentales: una capa estructural (polietileno de baja densidad), capa de barrera (lamina de aluminio), capa de sello (polietileno de baja densidad). Presentan buena protección a la incidencia de la luz, permeabilidad al oxígeno, vapor de agua, gases y olores extraños (ESPINOZA *et al.*, 2004).

### **2.5.2. Bolsa de polietileno**

Elaborado con material translucido, semi permeable al vapor de agua y gases, Impermeable al agua y resistencia al ataque de sustancias químicas (RODRIGUEZ, 2012).

## **2.6. Características fisicoquímicas de la pulpa de camu camu**

### **2.6.1. Sólidos solubles (°Brix)**

El contenido de sólidos solubles, medidos en °Brix es un parámetro que se emplea para identificar el estado de maduración de los frutos; en la

industria de zumos, este atributo es un indicativo importante del rendimiento del proceso (CUNHA 2002).

### **2.6.2. pH**

MEDINA y PAGANO (2003), mencionan que en las frutas la concentración de iones de hidrógeno y su variación puede relacionarse con los cambios que se producen durante el proceso de maduración.

### **2.6.3. Acidez titulable**

Representa a los ácidos orgánicos presentes que se encuentran libres, en la pulpa de camu camu la acidez se expresa en ácido cítrico (MATISSEK, 1992).

## **2.7. Evaluación del color**

DELMORO *et al.*, (2010) mencionan que en la industria alimentaria, el color es un parámetro en base al cual se realizan clasificaciones de productos.

La colorimetría es la técnica que cuantifica el color mediante la medición de color de tres componentes de colores primarios de luz que son vistos por el ojo humano específicamente el rojo, verde y el azul (RGB).

El método de digitalización de imágenes permite medir y analizar el color de las superficies de los alimentos (YAM Y PAPADAKIS, 2004).

Mediante la cámara digital, la luz reflejada por el objeto se detecta mediante tres sensores por píxel. El modelo más difundido es el RGB, cada

sensor captura la intensidad de la luz reflejada en los componentes (LEÓN *et al.*, 2013).

## **2.8. Análisis sensorial**

Se realiza a través de los sentidos el cual percibe, integra e interpreta las características del alimento; involucra aspectos psicológicos y fisiológicos de las personas que lo realizan. Es un instrumento valioso e irremplazable para la evaluación de las características como: color, aroma y sabor. Los análisis sensoriales deben ser empleados para determinar la salida del producto al mercado, su aceptación por el consumidor y la posibilidad de compra. Para medir el grado de aceptación se realiza una prueba hedónica. Esta prueba utiliza escalas categorizadas comúnmente van desde me gusta muchísimo, no me gusta ni me disgusta, me disgusta muchísimo; los panelistas indican el grado en que le agrada cada muestra escogiendo la categoría apropiada (ARISTA, 2013).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

El presente trabajo de investigación, se ejecutó en los laboratorios de: Análisis Sensorial de Alimentos, Ingeniería de Alimentos, en el Centro de Investigación y Desarrollo Biotecnológico de la Amazonia (CIDBAM) y en la Planta Piloto de Frutas y Hortalizas de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS); ubicada en el distrito de Rupa Rupa (Tingo María), provincia de Leoncio Prado, región Huánuco con altitud de 660 m.s.n.m., humedad relativa de 85% y temperatura anual promedio de 28°C.

#### **3.2. Materia prima**

Los frutos de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K) en estado maduro, utilizados en los ensayos preliminares y definitivos para el desarrollo de la investigación; se obtuvieron del fundo “Esteban” ubicado en el distrito José Crespo y Castillo (Aucayacu), provincia Leoncio Prado, Región Huánuco.

#### **3.3. Equipos, materiales y reactivos**

##### **3.3.1. Equipos del laboratorio**

Pulpeadora modelo MSZ 152 con tamices de 1 y 2 mm de diámetro (BUDAPEST HUNGARY); Rota vapor modelo R-200 (BUCHI);

espectrofotómetro modelo Genesys 10S UV-VIS (THERMO SCIENTIFIC); refrigerador modelo CN 29 (COLDEX); Estufa modelo ODHG-9240A (THOMOS Heartring Drying); cocina eléctrica (MAGEFESA); selladora de bolsas (GOLDEN); balanza analítica digital (OHAUS); refractómetro digital modelo PAL-1 (ATAGO); pH-metro modelo Seven Easy (METTLER TOLEDO).

### **3.3.2. Materiales del laboratorio**

Vasos de precipitación (25, 50, 100, 250, 1000 mL); fiolas (1000, 100 y 50 mL); pipetas (1 y 10 ml); probetas graduadas (100 mL y 500 mL); bureta de titulación BRAND (500 mL); micropipetas (0-10  $\mu$ L, 10-100  $\mu$ L, 20-200  $\mu$ L y 100-1000  $\mu$ L); puntas para micropipetas (200 y 1000  $\mu$ L); tubos de ensayo (10 y 15 mL); cubetas de poliestireno BRAND (1x1x4,5 cm); tubos ependoff (1,5 y 2 mL); termómetro BOECO (0-100°C); microfiltros de 20  $\mu$ m; embudos 8 cm de diámetro; gradilla; varilla de vidrio; frascos ámbar 250 y 1000 mL; bolsas de polietileno de media densidad; bolsas trilaminadas.

### **3.3.3. Reactivos**

Hidróxido de sodio (NaOH) al 0,1 N; fenolftaleína 1%; ácido ascórbico; ácido oxálico al 0,4%; 2,6-diclorofenolindofenol; agua destilada y sacarosa.

## **3.4. Métodos de análisis**

- Sólidos solubles, método 934,14 (AOAC, 1997), la concentración de sólidos solubles se expresó en °Brix.

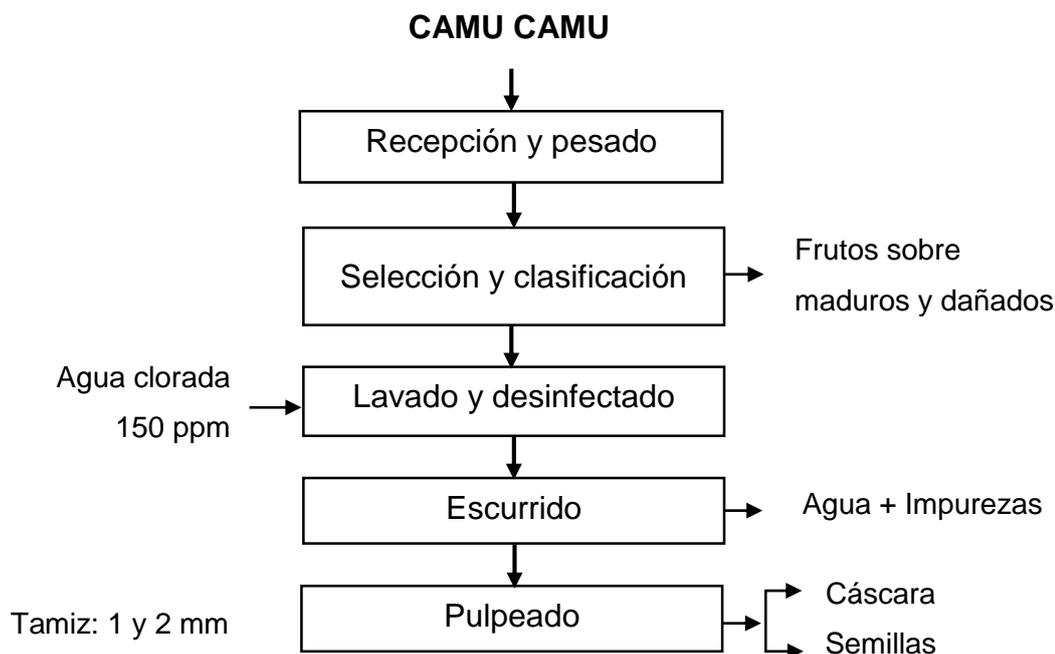
- pH, método 11,032 (AOAC, 1997).
- Cuantificación de la vitamina C método espectrofotométrico (HUNG y YEN, 2002), la concentración se expresó en porcentaje.
- Evaluación de Color método colorímetro (León *et.al.*, 2013).
- Evaluación sensorial método por (HERNANDEZ, 2005).

### 3.5. Metodología Experimental

#### 3.5.1 Preparación y obtención de la pulpa de camu camu

La pulpa de camu camu se obtuvo siguiendo las operaciones indicadas en la Figura 2, que se detallan a continuación:

- **Recepción y pesado:** Se recibieron los frutos de camu camu en estado fresco y se procedió al pesado.
- **Selección y clasificación:** Se eliminaron los frutos sobre maduros, con daños físicos y mecánicos, para evitar el deterioro de la pulpa. Se clasificaron los frutos en estado maduro, con textura firme.
- **Lavado y desinfectado:** Se lavaron los frutos con agua potable para retirar las materias extrañas; se desinfectó con agua clorada a 150 ppm por 5 min para reducir la carga microbiana y se enjuagó con abundante agua.
- **Ecurrido:** Se eliminó el agua e impurezas.
- **Pulpeado:** Se realizó utilizando una pulpeadora con tamices de 1 y 2 mm de luz, separando las semillas y cáscara.



**Figura 2.** Flujograma para la obtención de la pulpa de camu camu.

### 3.5.2 Determinación de las características fisicoquímicas y vitamina C en la pulpa fresca de camu camu

#### Características fisicoquímicas

**Determinación de los sólidos solubles totales:** El refractómetro digital se calibro previamente con agua destilada, se colocó 1 mL del jugo de la pulpa de camu camu en el lector y se procedió a la lectura, se realizaron tres repeticiones (AOAC, 1997).

**Determinación del pH:** Se tomó 10 mL del jugo de camu camu y se colocó en un vaso de 50 ml; se introdujo el electrodo del pH-metro, se verificó su estabilidad y se registró la lectura, los análisis se hicieron por triplicado (AOAC, 1997).

**Determinación de la acidez titulable:** Se tomó 2 ml del jugo filtrado y se puso en un matraz Erlenmeyer, luego se diluyo con 20 ml de agua

destilada, se adicionó 3 gotas de fenolftaleína al 0,1% y se tituló con NaOH al 0,1 N hasta lograr que el color vire a rosado, los análisis se hicieron por triplicado. El porcentaje de acidez se calculó con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ acidez} = \frac{G \times N \times \text{Meq}}{M} \times 100 \quad (1)$$

Donde: G: Volumen (ml) gastado del NaOH. N: Normalidad del NaOH (0,1 N). Meq: Valor miliequivalente del ácido cítrico (0,064). M: Volumen del zumo. (AOAC, 1997).

### **Cuantificación de vitamina C (mg AA/100g)**

Para la cuantificación de vitamina C, se utilizó una curva patrón la cual fue construida con las absorbancias versus concentración de AA, a partir de ello se generó la ecuación de la recta como se muestra en el Anexo 1

Se preparó las soluciones de trabajo (dilución 1:100) del zumo de cada muestra filtrado y centrifugado. Para hacer la lectura primero se ajustó la absorbancia a cero con el agua destilada desionizada (H<sub>2</sub>O<sub>dd</sub>) y en otro tubo se agregó 100 µL de ácido oxálico al 0,4 % más 900 µL del colorante (**L<sub>1</sub>**), para obtener la lectura denominada **L<sub>2</sub>** se ajustó la absorbancia a cero para ello se agregó en el tubo respectivo 100 µL de muestra (**T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, ..., T<sub>16</sub>**) más 900 µL de H<sub>2</sub>O<sub>dd</sub> y finalmente se agregó en otro tubo 100 µL de muestra (**T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, ..., T<sub>16</sub>**) más 900 µL de colorante y se registró la lectura a 520 nm. Todas las lecturas se hicieron por triplicado. Para obtener el contenido de ácido ascórbico se utilizó la siguiente ecuación:

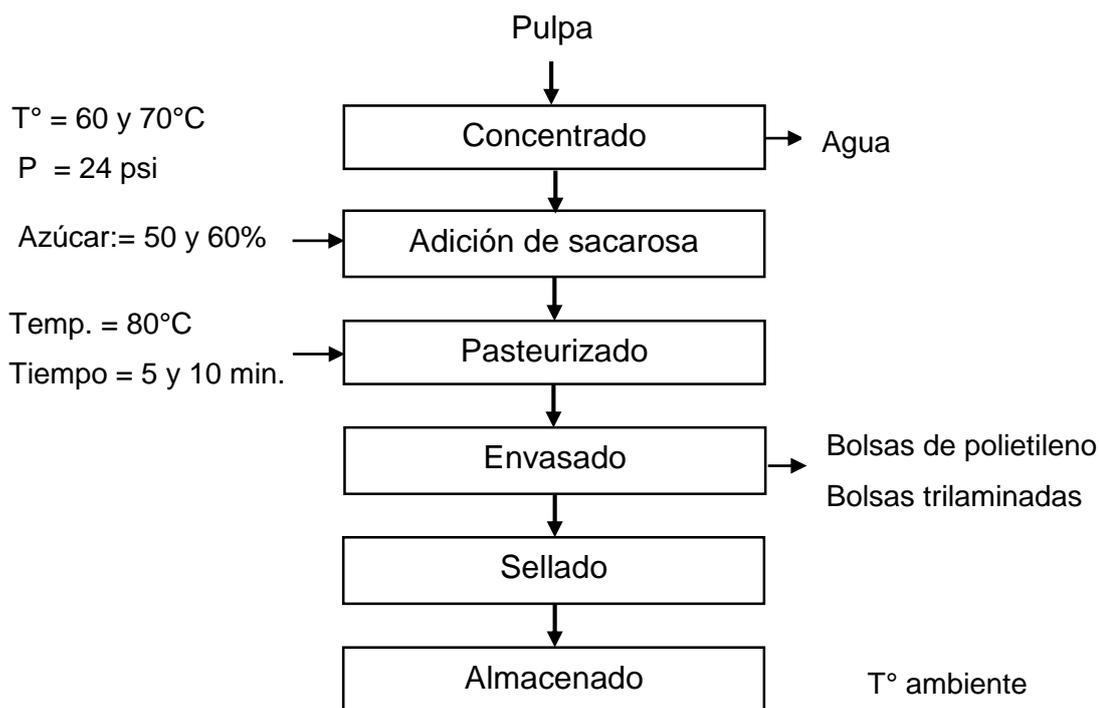
$$A_{520 \text{ nm}} = A_{\text{control}}(\text{L}_1) - A_{\text{muestra}}(\text{L}_2) \quad (2)$$

Dónde: A es la absorbancia.

(HUNG y YEN, 2002)

### 3.5.3 Conservación de la pulpa de camu camu

En la Figura 3 se muestra las operaciones realizadas durante el proceso de conservación de la pulpa de camu camu mediante métodos combinados.



**Figura 3.** Flujograma para la conservación de la pulpa de camu camu por método combinado.

### 3.5.4 Evaluación de vitamina C en la pulpa concentrada

La pulpa fresca se concentró en el rotavapor utilizando 500 mL de pulpa, a temperaturas de 60 y 70 °C y presión de vacío de 24 psi. La concentración terminó al obtener el 22% del volumen inicial de pulpa e inmediatamente se realizó la cuantificación de la vitamina C.

### **3.5.5 Evaluación de retención de vitamina C en la pulpa concentrada con adición de sacarosa y tiempo de pasteurización**

A la pulpa concentrada se adicionó sacarosa al 50 y 60%, agitándose hasta obtener una mezcla homogénea. Posteriormente se pasteurizo a temperatura de 80 °C por 5 y 10 min y agitación constante, luego del proceso se evaluó el contenido de vitamina C.

### **3.5.6 Evaluación de vitamina C, color y análisis sensorial en la pulpa de camu camu concentrada, pasteurizada, envasada y almacenada**

La pulpa concentrada, pasteurizada fue envasada en bolsas de polietileno de color transparente y en bolsas trilaminadas, selladas y almacenada en un ambiente limpio, seco y fresco; a temperatura promedio de 28 °C durante 30 días, los análisis se realizaron a los 0, 10, 20 y 30 días.

Para la vitamina C se procedió de manera similar a las pruebas anteriores.

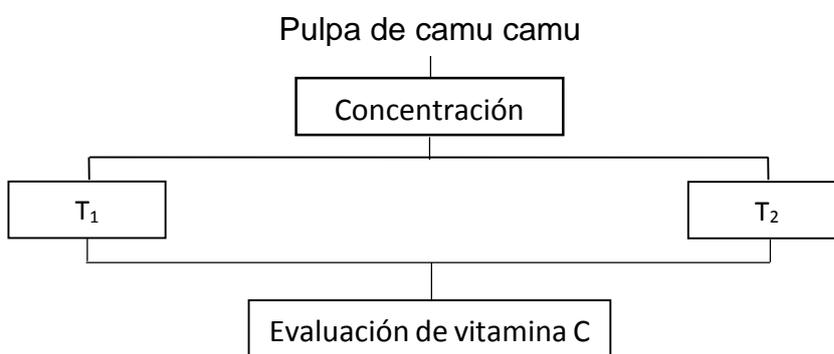
Para el color las muestras fueron colocados en vasos de precipitación de 5 mL sobre un fondo blanco y con una cámara fotográfica profesional Canon se capturo imágenes de cada muestra, posteriormente las fotografías digitales capturadas durante el almacenamiento fueron procesadas mediante el software Just Color Picker determinándose los valores RGB (rojo, verde y azul).

Para la evaluación sensorial se consideró los atributos de sabor, color, olor y apariencia general por 15 panelista semientrenados utilizando una

escala hedónica de 9 puntos como se muestra en el Anexo 2. A cada panelista se le hizo entrega de un formato de degustación elaborado para evaluar las muestras, la evaluación se realizó por cada característica del producto final. Para la evaluación sensorial se recurrió a la prueba de ranking, en la que los panelistas mostraron su preferencia, se les explicó lo que deberán hacer antes de comenzar a evaluar, enjuagarse la boca, antes de probar la siguiente muestra y tomarse un tiempo entre muestra y muestra de 1 minuto.

### 3.6. Diseño experimental

La investigación se llevó a cabo en tres etapas: En la primera se estudió la temperatura de evaporación adecuada (concentración al vacío); en la segunda se estudió el mejor porcentaje de sacarosa y tiempo de pasteurización a 80°C, estableciéndose el mejor tratamiento en función al contenido de vitamina C y en la tercera etapa se evaluó el envase adecuado en función al porcentaje de retención de vitamina C, color y evaluación sensorial y se realizó el análisis microbiológico (recuento de mohos y levaduras).

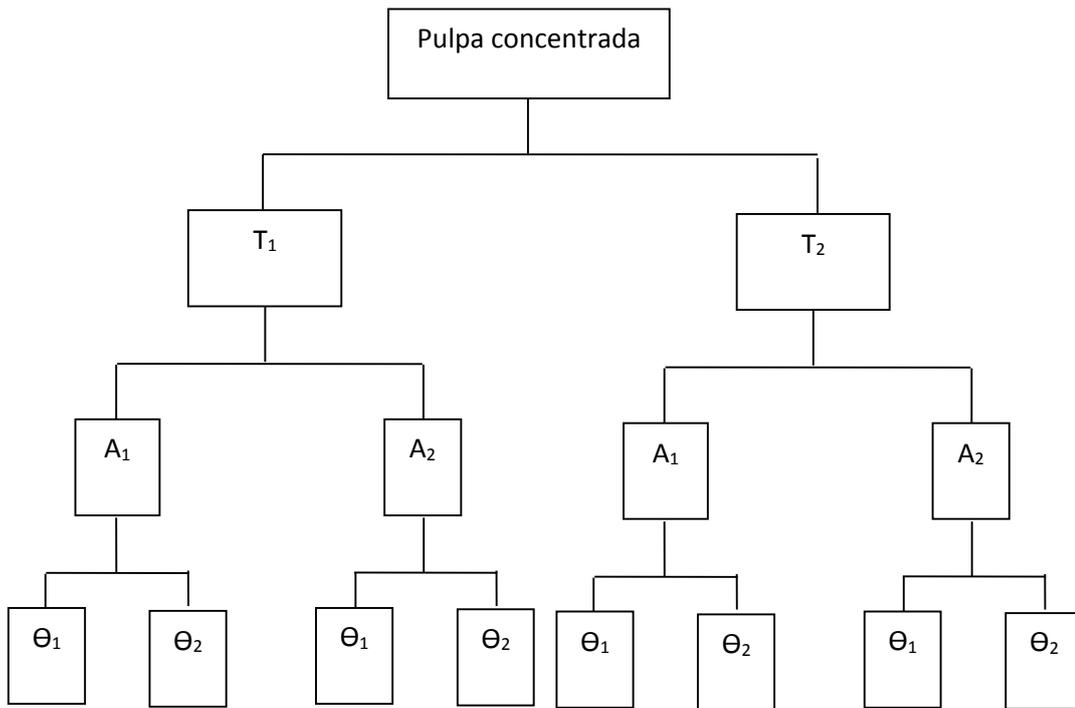


**Figura 4.** Diseño experimental para evaluar el efecto de la temperatura de evaporación en el contenido de vitamina C en la pulpa de camu camu.

Donde:

$T_1$ : Temperatura de evaporación 60°C.

$T_2$ : Temperatura de evaporación 70°C.



**Figura 5.** Diseño experimental para evaluar el efecto de la concentración de sacarosa y tiempo de pasteurización, en el contenido de vitamina C en la pulpa de camu camu concentrada.

Donde:

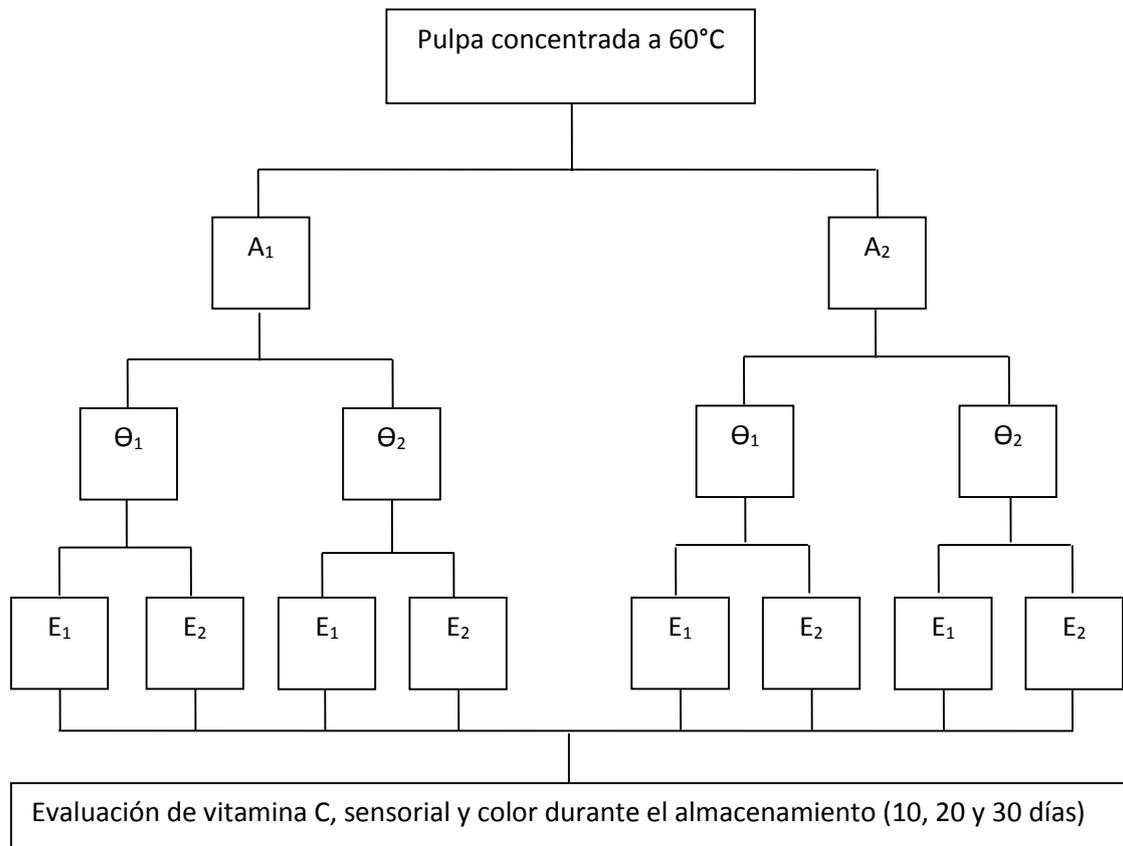
$T_1$  y  $T_2$ : Temperatura de evaporación 60 y 70°C.

$A_1$ : Adición de sacarosa al 50%.

$A_2$ : Adición de sacarosa al 60%.

$\theta_1$ : Tiempo de pasteurización 5 minutos.

$\theta_2$ : Tiempo de pasteurización 10 minutos.



**Figura 6.** Diseño experimental para evaluar el efecto de la concentración de sacarosa, tiempo de pasteurización y tipo de envase, en la pulpa de camu camu durante el almacenamiento.

Donde:

A<sub>1</sub>: Adición de sacarosa al 50%.

A<sub>2</sub>: Adición de sacarosa al 60%.

Θ<sub>1</sub>: Tiempo de pasteurización 5 minutos.

Θ<sub>2</sub>: Tiempo de pasteurización 10 minutos.

E<sub>1</sub>: Envasado en bolsas de polietileno.

E<sub>2</sub>: Envasado en bolsas trilaminadas.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Características fisicoquímicas y determinación de vitamina C de la pulpa fresca de camu camu

En el Cuadro 3 se muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados en la pulpa fresca de camu camu

**Cuadro 3.** Características fisicoquímicas de la pulpa fresca de camu camu

Análisis	Contenido
Sólidos solubles (°Brix)	6,10 ± 0,10
pH	2,63 ± 0,01
Acidez titulable (% ácido cítrico)	2,93 ± 0,10
Ácido ascórbico (mg AA/100 g)	2225 ± 62,92

Los valores representan el promedio ± DE, n=3.

El contenido de sólidos solubles fue 6,10 °Brix, valor similar encontrado por TERRY (2015) 6,0 a 6,50 °Brix en diferentes pulpas de camu camu, MARIÑAS (2011) obtuvo en pulpa de camu camu maduro 6,8 °Brix. Esta variación puede deberse a lo mencionado por AYALA (2018) quien sustenta que el camu camu está constituido por múltiples genotipos, por lo tanto los factores genéticos estarían determinando la variación.

El valor de pH obtenido fue 2,63 el cual es similar a 2,79 obtenido por CAISAHUANA (2012). NEVES *et al.* (2017) encontró variación de 2,87-3,34 pH en pulpas de camu camu.

El contenido de acidez encontrado fue 2,93%, valor cercano a lo mencionado CASTRO *et al.* (2018) quienes reportaran en pulpa fresca de camu camu varia de 2,63 a 2,86% sin embargo MARIÑAS (2011) y PAUCAR (2012) reportan valores menores 2,30% esta variación puede deberse a diversos factores como menciona NEVES *et al.* (2017) que la acidez de las frutas se asociaría con el comportamiento de las frutas inmaduras a maduras, lo que las hace susceptibles a los trastornos fisiológicos y en consecuencia obliga al uso de ácidos orgánicos presentes en las frutas camu-camu como sustratos para la respiración y el mantenimiento.

Todos estos valores obtenidos en el estudio están dentro del rango descritos en la NTP 011.031 (2007) los parámetros para pulpa de camu camu, son 5,0 – 6,5 °Brix, pH 2,3 – 3,0 y acidez total 2,3 – 4,3 %; es decir tiene un pH ácido, bajo contenido de sólidos totales y alto contenido de acidez total.

MARIÑAS (2011) reportó 2151,11 mg AA/100 g de pulpa fresca. ALVES *et al.* (2002) mencionan que la pulpa de camu camu madura contiene 2061 mg AA/100 g.

El valor obtenido de vitamina C fue 2225 mg/100 g, que se encuentra dentro del rango de los valores encontrados por CASTRO *et al.* (2018), quienes reportaron valores comprendidos entre 960 y 2996 mg AA/100 g; esta variación podría deberse al lugar de procedencia, muchos autores reportan valores dentro de un amplio rango de variación. MAYHUASQUE (2015) reportó 1755,00 mg

AA/100 g en pulpa fresca. SIICEX (2016) reportó 2089,00 mg AA/100 g, PAUCAR (2012) con  $2068,35 \pm 36,59$  mg AA/100 g.

## 4.2. Parámetros óptimos para la conservación de la pulpa de camu camu mediante métodos combinados

### 4.2.1 Evaluación de vitamina C en la pulpa de camu camu concentrada

La concentración se realizó por evaporación al vacío a temperaturas de 60 y 70°C, se efectuaron 6 repeticiones en dos bloques para cada temperatura, los resultados se muestra en el Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Retención de vitamina C, después de la evaporación.

Bloque	Temperatura de evaporación	Retención de vitamina C (%)
1	60	68,26
2	60	54,51
3	70	32,25
4	70	20,59

Los resultados fueron analizados estadísticamente con un DBCA, el ANVA correspondiente se muestra en el Anexo 3, indicando que existe efecto altamente significativo en la temperatura de concentración y de los bloques, el efecto significativo de los bloques nos indica que el bloqueo fue necesario.

La comparación de medias para evaluar el efecto de la temperatura de evaporación en el incremento de vitamina C, se realizó mediante la prueba de Tukey, los resultados se muestran en el Cuadro 5.

**Cuadro 5.** Comparación de medias de vitamina C, en la pulpa de camu camu concentrada

Temperatura de evaporación	Retención de vitamina C (%)
60	61,38± 9,86 <sup>a</sup>
70	26,42± 8,01 <sup>b</sup>

Los valores representan el promedio  $\pm$  DE, los datos provienen del experimento (n=6), valores en una misma columna con superíndices diferentes son altamente significativos ( $p < 0,05$ ), por Tukey.

La prueba de Tukey indica que la mejor temperatura para la concentración fue 60°C, lográndose un incremento de vitamina C en mayor porcentaje, estos valores explicados por FUJITA *et al.* (2017) quienes mencionan que para mantener los compuestos bioactivos y vitamina C de la pulpa de camu camu es necesario realizar una deshidratación o concentrado. CAISAHUANA (2012), menciona que se debe trabajar bajo condiciones de vacío o baja presión para que su punto de ebullición sea más bajo, permitiendo disminuir la temperatura del tratamiento a temperaturas comprendidas entre 45 y 80°C, reduciendo así la alteración bioquímica de los constituyentes del alimento y de esta forma se perjudiquen en menor grado. SOUZA *et al.* (2013) revelan que el jugo concentrado de camu-camu con acoplamiento de dos métodos osmosis inversa (OI) y la evaporación osmótica (OE) ayudaron a preservar los valores de vitamina C evidenciando un valor de 94,6 g de ácido ascórbico/kg, aumentando su valor a 3,3 veces más que un método de evaporación tradicional. MARIÑAS (2011) indica que la sonicación incrementó el contenido de ácido ascórbico de 2151,11 mg AA/100 g a 2388,67 mg AA/100 g. MENDOZA *et al.* (2015) menciona que la concentración de vitamina C disminuyó con el incremento de la

temperatura y a medida que aumentaba el tiempo de proceso. CALVAY (2009) reportó que la pulpa concentrada de camu camu en estado maduro a 50 °C posee un incremento de 34,22%, este valor es aproximadamente la mitad de lo retenido en la presente investigación para concentrado a 60 °C, lo que indica que si se baja la temperatura no necesariamente se incrementa la concentración de vitamina C, esto podría deberse a que al ser menor la temperatura, el tiempo de exposición de la muestra debió ser mucho mayor para lograr el concentrado, lo cual pudo haber deteriorado la vitamina, como reportó el autor mencionado.

RODRIGUES *et al.* (2004) concentraron pulpa de camu camu por ósmosis reversa y evaporación osmótica; obteniendo un incremento de 49,31 y 72,66% de ácido ascórbico respectivamente, estos valores son similares a los encontrados en el presente trabajo donde se logró obtener incrementos de 26 y 61% de vitamina C dependiendo de la temperatura utilizada para el proceso.

#### **4.2.2 Evaluación de retención de vitamina C en la pulpa concentrada con adición de sacarosa y tiempo de pasteurización**

En el Cuadro 6 se muestran los porcentajes de retención de vitamina C, después del pasteurizado y en el proceso completo de conservación mediante el método combinado realizado. En el Anexo 4 se muestra el ANVA indicando que no existe diferencia estadística significativa para las variables concentración de sacarosa y tiempo de pasteurización, pero si existe para la temperatura de evaporación, estos resultados confirman los resultados obtenidos en la primera etapa (concentrado) como se indica en el Cuadro 5.

**Cuadro 6.** Porcentaje de retención del contenido de Vitamina C, después de ser sometida a métodos combinados.

Temperatura evaporación	Sacarosa (%)	Pasteurización (min)	% Retención después del pasteurizado	% Retención total concentrado y pasteurizado
60	50	5	56,63	91,39
60	50	10	58,71	94,75
60	60	5	58,86	94,99
60	60	10	59,97	96,79
70	50	5	65,08	82,27
70	50	10	63,94	80,83
70	60	5	60,65	76,68
70	60	10	63,70	80,53

En el Cuadro 7 se presenta la comparación de medias de la retención de vitamina C en función a la temperatura de evaporación, se puede apreciar que la pulpa de camu camu después de ser sometida al método combinado muestra mayor retención de vitamina C a 60°C.

**Cuadro 7.** Comparación de medias para la retención de vitamina C, en función a la temperatura de evaporación.

Temperatura evaporación (°C)	Retención de vitamina C (%)
60	94,48 ± 2,76 <sup>a</sup>
70	80,08 ± 2,51 <sup>b</sup>

Los valores representan el promedio ± DE, los datos provienen del experimento (n=12), Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos ( $p < 0,05$ ), por Tukey.

En los Cuadros 8 y 9 se aprecia que la concentración de sacarosa y el tiempo de pasteurización no han influenciado estadísticamente en la retención de la vitamina C.

**Cuadro 8.** Comparación de medias para el porcentaje de la sacarosa.

Concentración sacarosa (%)	Retención de vitamina C (%)
50	87.31±6.82 <sup>a</sup>
60	87.25±10.13 <sup>a</sup>

Los valores representan el promedio  $\pm$  DE, los datos provienen del experimento (n=12), Valores de retención en una misma columna representan no significancias ( $p < 0,05$ ), por ANVA.

**Cuadro 9.** Comparación de medias para el tiempo de pasteurización.

Tiempo pasteurización (°C)	Retención de vitamina C (%)
5	86.33 $\pm$ 8.37 <sup>a</sup>
10	88.23 $\pm$ 8.75 <sup>a</sup>

Los valores representan el promedio  $\pm$  DE, los datos provienen del experimento (n=12), Valores de retención en una misma columna representan no significancias ( $p < 0,05$ ), por ANVA.

VILLAREAL *et al.* (2013) evaluaron el efecto de la pasteurización sobre el contenido de vitamina C en jugo de naranja y encontraron que la retención del ácido ascórbico fue mayor aplicando 75°C por 90 segundos.

SAPEI Y HWA (2014) evidenciaron que la adición de sacarosa podría frenar eficazmente la velocidad de degradación de la vitamina C

SAUCEDO y TORPOCO. (2018) mencionan que el ácido ascórbico se degenera hasta ácido 2,3 dicetogulónico, a partir de la lactona, correspondiente al dehidroascorbato que es altamente inestable.

#### 4.2.3 Evaluación del tipo de envase

En el Cuadro 9 se aprecia como varía durante el almacenamiento la retención de vitamina C en la pulpa de camu camu tratada con métodos

combinados a distintos parámetros de evaluación, porcentaje de sacarosa y de tiempo de pasteurización, siendo la temperatura de concentrado 60°C.

**Cuadro 10.** Variación de retención de vitamina C, en la pulpa de camu camu durante el almacenamiento.

TE	Sacarosa (%)	Pasteurización (min)	Tipo envase	Retención de vitamina C (%)			
				0 Días	10 días	20 días	30 días
60	50	5	P	100	2,16	0,99	1,04
60	50	5	L	100	104,01	93,11	55,39
60	50	10	P	100	3,14	1,06	1,13
60	50	10	L	100	90,42	90,38	51,45
60	60	5	P	100	2,00	1,17	1,06
60	60	5	L	100	99,62	88,18	61,51
60	60	10	P	100	3,70	1,17	1,06
60	60	10	L	100	102,58	97,95	95,28

TE=Temperatura de evaporación, P = envase polietileno; L = envase trilaminado.

En el Cuadro 11 se muestra la comparación de medias para la concentración de sacarosa, indicando que a 60% de azúcar se retiene mayor contenido de vitamina C.

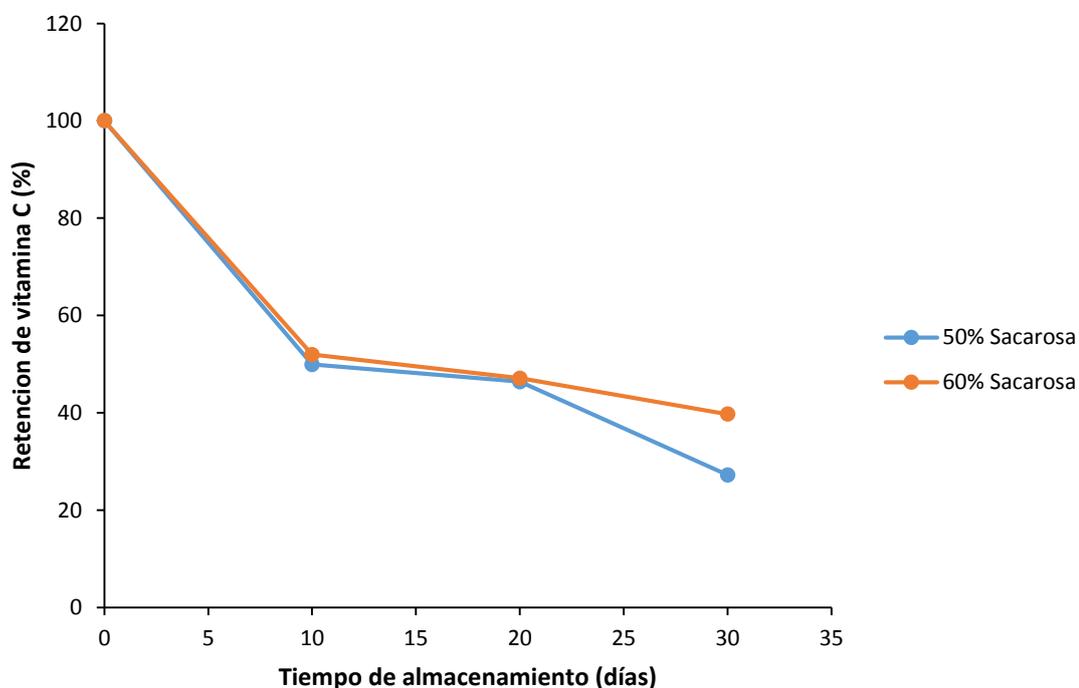
**Cuadro 11.** Comparación de medias en la retención de vitamina C, para el efecto de la concentración de sacarosa a los 30 días de almacenamiento.

Sacarosa (%)	Retención de vitamina C (%)
50	27,25 <sup>a</sup>
60	39,73 <sup>b</sup>

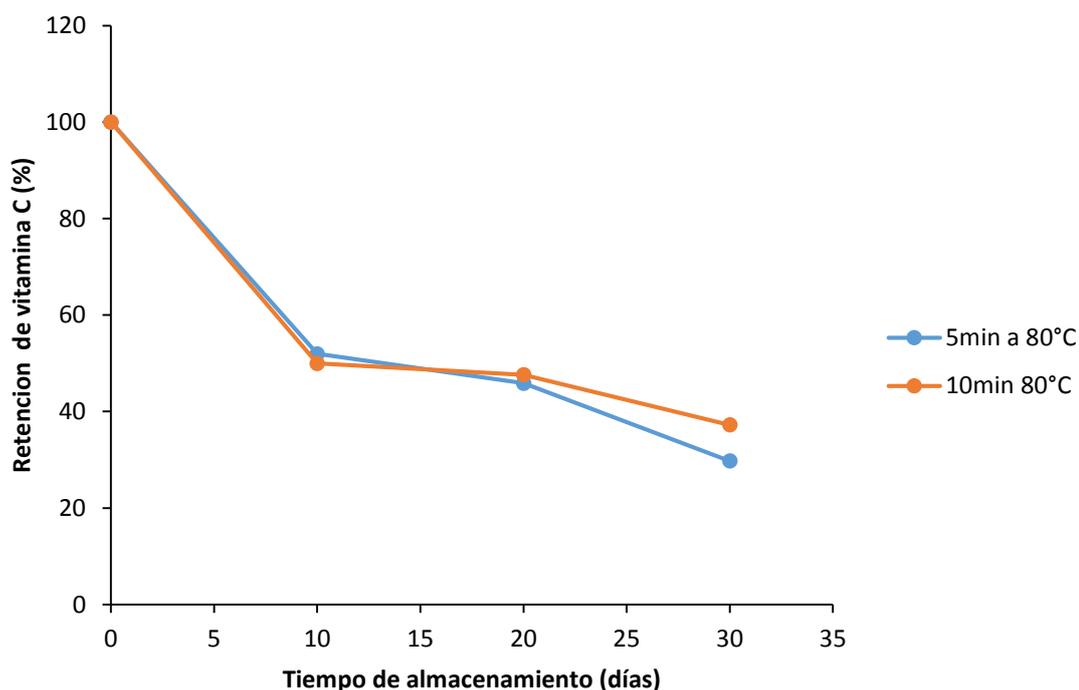
Los valores representan el promedio, los datos provienen del experimento (n=12), Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos ( $p < 0,05$ ), por Tukey.

En las Figuras 7 y 8 se aprecia el comportamiento de retención de vitamina C en el almacenamiento para las 2 concentraciones de sacarosa y para el tiempo de pasteurización, observándose que durante los primeros 10 días ocurre mayor pérdida de vitamina C respectivamente, manteniéndose casi constante a los 20 y 30 días de almacenamiento.

En los Anexos 5, 6 y 7 se presenta los ANVA respectivos los cuales muestran que no existe diferencia estadística para las variables, concentración de sacarosa y tiempo de pasteurización durante los 10 y 20 días, siendo diferentes estadísticamente a los 30 días de almacenamiento. Para la variable tipo de envase existe diferencia significativa durante todo el periodo de almacenamiento como se presenta en el Cuadro 12.



**Figura 7.** Variación del porcentaje de retención de vitamina C, en función al tiempo de almacenamiento para las diferentes concentraciones de sacarosa.



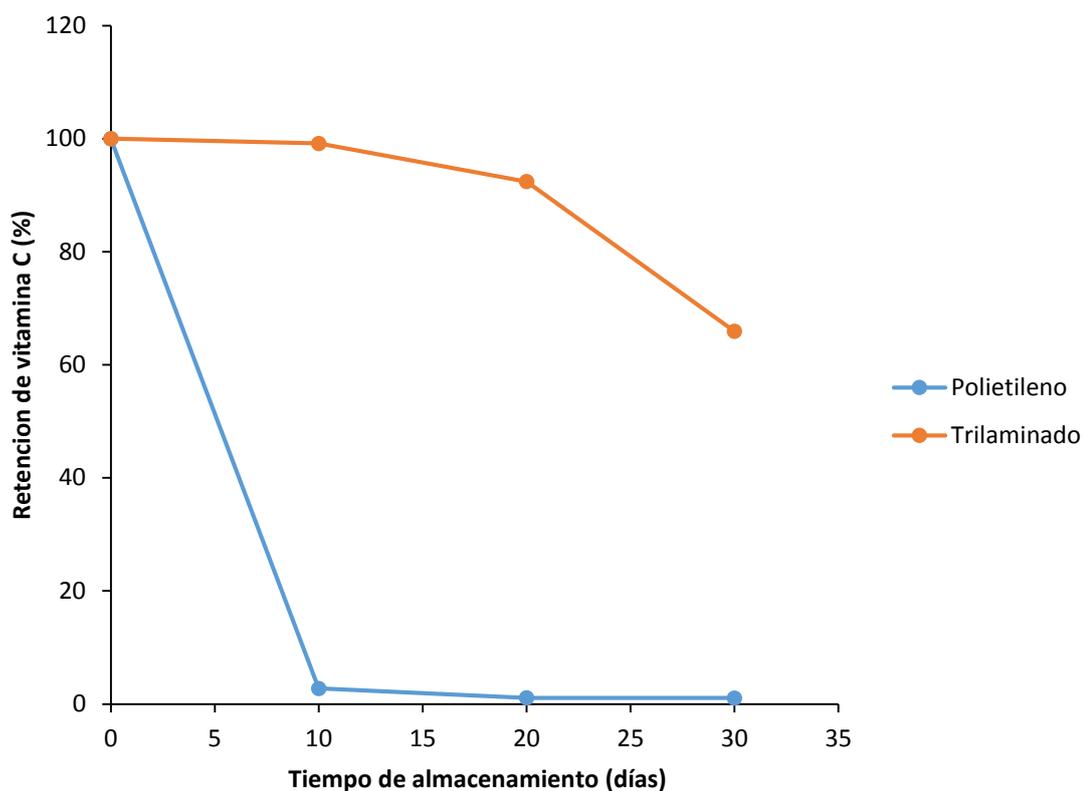
**Figura 8.** Variación del porcentaje de retención de vitamina C, en función al tiempo de almacenamiento para los 2 tiempos de pasteurización.

En el Cuadro 12, se muestra la comparación de medias para la retención de vitamina C durante el almacenamiento en función al tipo envase; se puede apreciar que existe mayor % de retención de vitamina C durante el almacenamiento cuando se utiliza bolsa trilaminado para el envasado, este comportamiento se observa también en la Figura 9.

**Cuadro 12.** Comparación de medias en la retención de vitamina C, para el tipo de envase durante el almacenamiento.

Tipo de envase	Retención de vitamina C (%)		
	10 días	20 días	30 días
Polietileno	2,747 <sup>a</sup>	1,09 <sup>a</sup>	1,07 <sup>a</sup>
Trilaminado	99,16 <sup>b</sup>	92,41 <sup>b</sup>	65,91 <sup>b</sup>

Los valores representan el promedio, los datos provienen del experimento (n=12), Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos ( $p < 0,05$ ), por Tukey



**Figura 9.** Variación de la retención de vitamina C, en función al tiempo de almacenamiento para el tipo de envase.

PAUCAR (2012) menciona que el ácido ascórbico es muy sensible a la acción de la luz, a la acción de agentes oxidantes e iones metálicos.

GRIGIO *et al.* (2015) menciona que el uso de los envases de PVC fue mejor que el polietileno por que evitó la pérdida del ácido ascórbico en los frutos del camu camu.

ARÉVALO *et al.* (2005) evaluaron la pérdida de vitamina C de la pulpa de camu camu en bolsas de polietileno almacenado a temperatura ambiente, reportando que existe mayor degradación de ácido ascórbico (2105 a 1882 mg AA) en los frutos conservados en embalajes selladas durante 8 días. El

ambiente anaeróbico debe haber mermado la reacción de degradación de la Vitamina C.

RAMOS *et al.* (2002) mencionan que la pérdida de vitamina C en la pulpa de camu-camu liofilizada, se debe principalmente a la humedad absorbida y no al tiempo de conservación, por ello que la mínima forma de conservarla es en bolsas de polietileno, cubierta a su vez con papel aluminio o empacadas al vacío.

PANADÉS *et al.* (2018) menciona el contenido de ácido ascórbico se reduce significativamente durante la obtención del producto y posteriormente durante su conservación en bolsas flexibles.

#### **4.2.4 Evaluación del color**

Las imágenes de los tratamientos evaluados durante el almacenamiento se muestran en el Cuadro 13, donde se aprecia con facilidad como varía el color para los tratamientos en envase de polietileno, siendo esta variación mucho menor y casi imperceptible a simple vista en envase trilaminado.

Durante el proceso de concentración se observó el deterioro de las antocianinas responsable del color rojizo característico de la pulpa de camu camu.

HERNÁNDEZ *et al.* (2011) quienes mencionan que la degradación de la antocianina es responsable de la pérdida del color rojo, este proceso ocurre principalmente debido a la condensación directa del ácido ascórbico en el carbono 4 de la antocianina, lo que resulta en pérdidas de ambos componentes formando progresivamente el compuesto incoloro cromenol o la apertura de uno

de sus anillos se transforma en chalcona que es el color amarillo, confirmando el color inicial al día cero como se aprecia en el Cuadro 13.

**Cuadro 13.** Color de la pulpa de camu camu sometida a métodos combinados durante el almacenamiento.

Tiempo pasteurizado (min)	Tipo envase	Tiempo de almacenamiento			
		0 días	10 días	20 días	30 días
5	P				
5	L				
10	P				
10	L				

P= polietileno, L= trilaminado, min= minutos

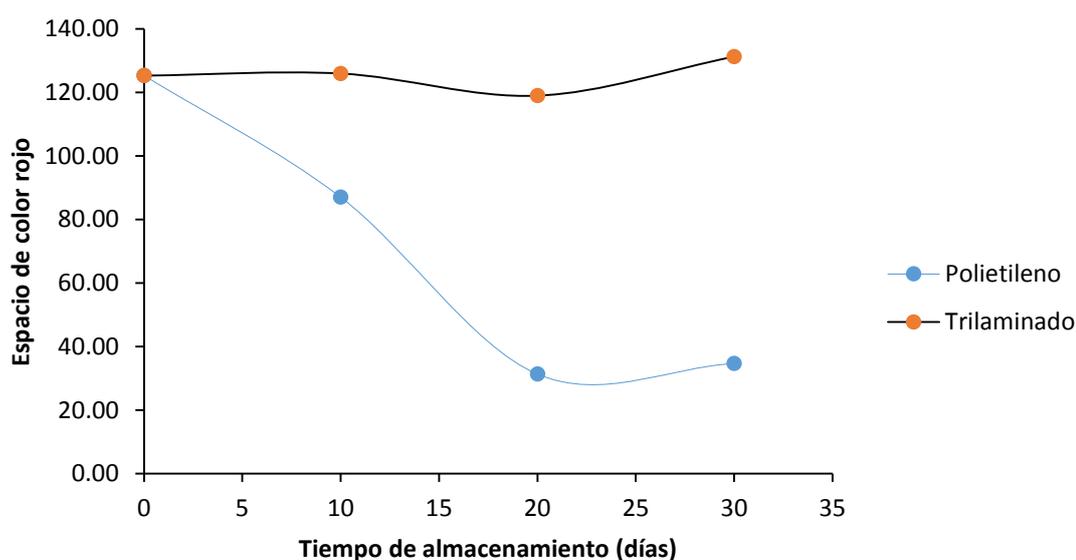
Del Cuadro 13 se puede apreciar durante el almacenamiento se produce un cambio de color más notorio en la pulpa de camu camu envasada en envase de polietileno, el deterioro observado puede deberse a la influencia de la luz y la presencia de oxígeno.

HURTADO y PEREZ (2014) mencionan que la luz y el aire tienen un claro efecto en la degradación de las antocianinas.

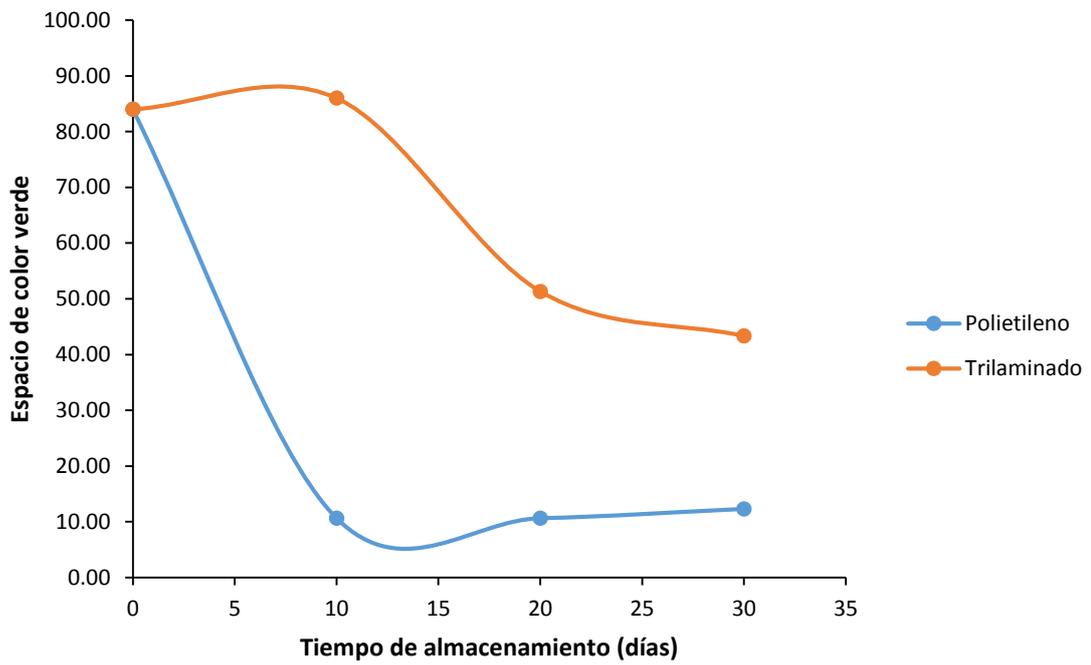
BRAVERMAN (1998) menciona que el ácido ascórbico es responsable de buena parte del fenómeno de pardeamiento que ocurre en los concentrados de fruta. Además menciona que en los frutos cítricos, el pardeamiento ocurre cuando mayor parte del ácido ha desaparecido corroborando con los valores de contenido de vitamina C en envase de polietileno.

En el Cuadro 14 se muestran los promedios de los valores R, G, B (rojo, verde y azul) durante el almacenamiento de los tratamientos a una concentración de 60% de sacarosa, 5 minutos de pasteurización en la que la pulpa conservada en envase trilaminado conservó mejor los valores RGB siendo el color predominante el rojo como se aprecia en la Figura 8 a diferencia del envase polietileno que presentó drástica pérdida de color del espacio R y G durante los días de evaluación como se observa en las Figuras 10 y 11, manteniéndose casi constante el espacio de color B como se aprecia en el cuadro

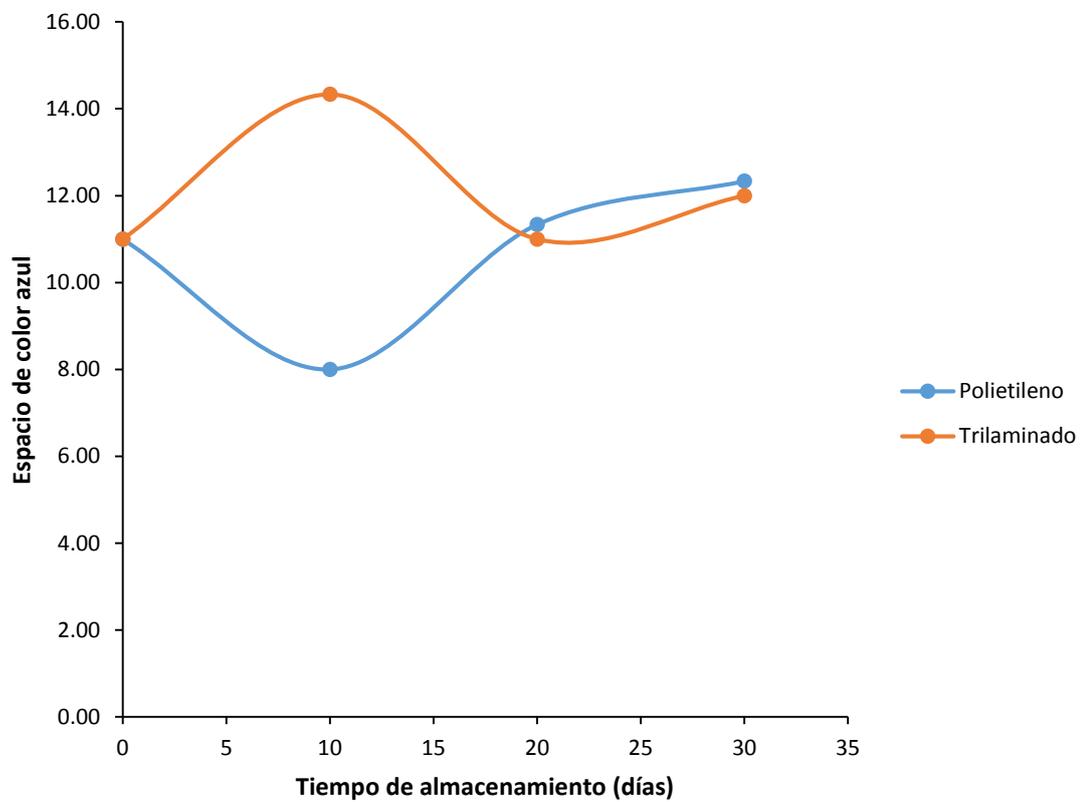
13



**Figura 10.** Variación del color rojo durante el almacenamiento para el tipo de envase.



**Figura 11.** Variación del color verde durante el almacenamiento para el tipo de envase.



**Figura 12.** Variación del color azul durante el almacenamiento para el tipo de envase.

**Cuadro 14.** Valores promedio del color rojo, verde y azul en la pulpa de camu camu durante el almacenamiento.

Sacarosa (%)	Tiempo (min)	Tipo envase	0 días			10 días			20 días			30 días		
			R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
60	5	P	127	84	10	87	11	8	31	11	12	37	12	13
60	5	P	126	85	11	86	11	8	32	11	11	34	12	12
60	5	P	123	83	12	88	10	8	31	10	11	33	13	12
60	5	L	127	84	10	120	83	13	119	52	11	131	35	12
60	5	L	126	85	11	128	87	14	119	52	11	132	45	12
60	5	L	123	83	12	130	88	16	119	50	11	131	50	12
60	10	P	128	88	13	91	17	9	36	7	10	39	11	15
60	10	P	125	87	12	89	16	11	36	7	9	38	9	13
60	10	P	126	85	14	86	13	9	36	7	9	37	6	11
60	10	L	128	88	13	119	65	11	123	21	11	132	45	13
60	10	L	125	87	12	119	59	11	126	22	12	132	44	12
60	10	L	126	85	14	119	60	11	124	22	11	132	48	13

R= rojo; G= verde; B= azul.

CABRERA (2008) conservó pulpa de cocona por métodos combinados empacado en bolsas laminadas y de polietileno de color oscuro durante el almacenamiento, indica que se produce un cambio leve de color.

ALCANTARA (2018) menciona que el envase trilaminado es el que mejor conservó las características sensoriales propias de la pulpa de la guanábana.

#### **4.2.5 Evaluación sensorial de la pulpa de camu camu durante el almacenamiento**

Los resultados obtenidos de la evaluación sensorial para la pulpa de camu camu envasado en bolsas de polietileno y trilaminado almacenados a temperatura ambiente por 30 días, se muestran en los Anexos 8, 9, 10 y 11. Los promedios fueron sometidos a análisis DBCA con arreglo factorial estableciéndose los ANVA de color, olor, sabor y apariencia general que se muestran en los Anexos 12, 13, 14 y 15 respectivamente, indicando que no existe diferencia estadística para el tiempo de pasteurizado, pero sí para el tipo de envase y el tiempo de almacenamiento, indicando que el tratamiento adecuado para la conservación de la pulpa de camu camu a 5 minutos de pasteurización y envase trilaminado.

Durante el tiempo de evaluación (10, 20 y 30 días) los tratamientos envasados en bolsa trilaminado obtuvieron mayor calificación para los atributos color, sabor, olor y apariencia 6,61; 6,63; 6,66 y 6,44 (me gusta ligeramente) respectivamente y los tratamientos en bolsas de polietileno obtuvieron menor calificativo 4,53; 4,67; 4,78 y 4,72 (me disgusta ligeramente) respectivamente demostrando que con el transcurrir del tiempo se pierden algunas características como se observa en los Cuadro 15 y 16.

**Cuadro 15.** Comparación de medias para los atributos de la pulpa de camu camu en función al tipo de envase durante el almacenamiento.

<b>Evaluación de la pulpa durante el almacenamiento (Ptje)</b>				
<b>Tipo de envase</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Olor</b>	<b>Apariencia</b>
Polietileno	4,53 <sup>b</sup>	4,67 <sup>b</sup>	4,78 <sup>b</sup>	4,72 <sup>b</sup>
Trilaminado	6,61 <sup>a</sup>	6,36 <sup>a</sup>	6,66 <sup>a</sup>	6,44 <sup>a</sup>

Los valores representan el promedio, los datos provienen del experimento (n=15), Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos ( $p < 0,05$ ), por Tukey.

**Cuadro 16.** Comparación de medias para los atributos de la pulpa de camu camu (Ptje) en función al tiempo de almacenamiento.

<b>Tiempo almacenado (días)</b>	<b>Color</b>	<b>Sabor</b>	<b>Olor</b>	<b>Apariencia</b>
0	7,03 <sup>a</sup>	6,67 <sup>a</sup>	7,22 <sup>a</sup>	7,00 <sup>a</sup>
10	5,58 <sup>b</sup>	5,48 <sup>b</sup>	5,73 <sup>b</sup>	5,60 <sup>b</sup>
20	4,98 <sup>c</sup>	5,02 <sup>c</sup>	5,12 <sup>c</sup>	5,07 <sup>c</sup>
30	4,68 <sup>d</sup>	4,88 <sup>d</sup>	4,82 <sup>d</sup>	4,70 <sup>d</sup>

Los valores representan el promedio, los datos provienen del experimento (n=15), Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos ( $p < 0,05$ ), por Tukey.

RODRIGUEZ (2012) menciona que los envases de polietileno son translucidos, por lo que su protección a la luz no es eficiente para evitar la oxidación de la vitamina C.

La NTP (2007) menciona que la pulpa de camu camu debe de tener sabor ácido, color rosado o rosado intenso, aroma característica y una consistencia líquido denso.

ESPINOZA *et al.* (2004) mencionan que los envases trilaminado presentan buena protección a la incidencia de la luz y al oxígeno.

#### 4.2.6 Evaluación microbiológica de mohos y levaduras

En el Cuadro 17 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos de la pulpa de camu camu conservada mediante métodos combinados almacenada a temperatura ambiente.

**Cuadro 17.** Análisis microbiológico de la pulpa de camu camu procedente del mejor tratamiento.

Tiempo almacenado (días)	Conteo de mohos y levaduras (u.f.c x g <sup>-1</sup> )
10	6
20	2
30	0

De acuerdo a los resultados obtenidos durante el almacenamiento se observa una reducción del número de mohos y levaduras. Este comportamiento puede deberse a lo mencionado por ALZAMORA (1997), explica que la tecnología de métodos combinados, consiste en la aplicación conjunta de dos o más factores de inhibición del crecimiento microbiano; aprovechando el efecto sinérgico del mismo. El objetivo es utilizar simultáneamente diferentes barreras para retrasar o prevenir el crecimiento microbiano en el producto.

CABRERA (2008) conservó pulpa de cocona por métodos combinados (20% de sacarosa, pasteurización a 85°C por 5 minutos, adición de 280 ppm de extracto etanólico de propóleos como conservante natural y empacado en bolsas laminadas y de polietileno de color oscuro) reportó que la

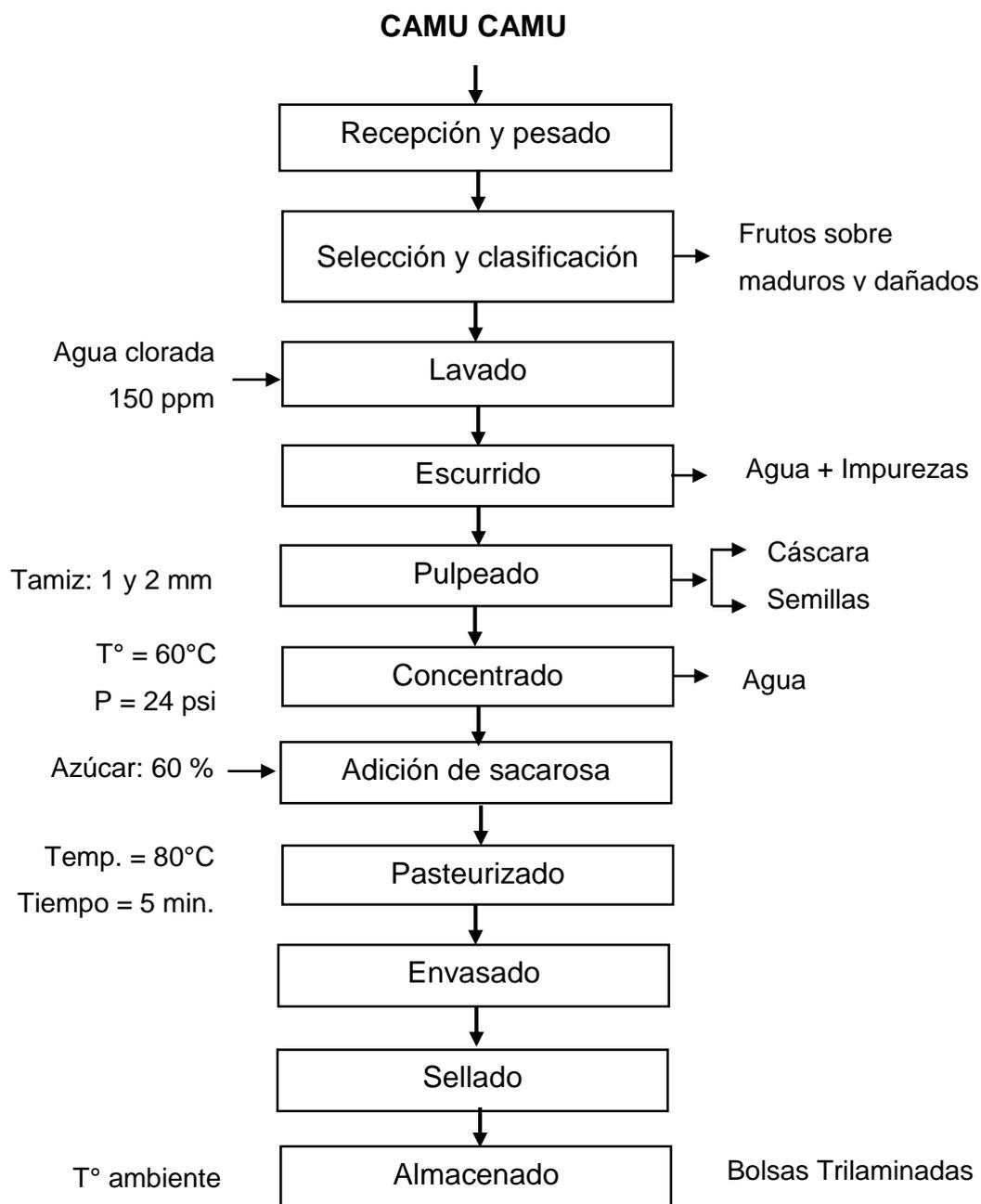
concentración de sólidos solubles influye en la conservación porque inicialmente existía la presencia de microorganismos que se van reduciendo.

PAUCAR (2012) concentró la pulpa de camu camu al vacío, envasó en bolsas de polietileno al vacío y almacenó en congelación; reportó que inicialmente presentó carga microbiana y al final del almacenamiento hubo ausencia de microorganismos, indicando que el tratamiento térmico de concentración al vacío ayudó a la inactivación de los microorganismos.

La pulpa de camu camu conservada mediante métodos combinados de acuerdo al Cuadro 16, presenta un conteo de mohos y levaduras  $< 10 \text{ u.f.c x g}^{-1}$ . INDECOPI (2007), establece que la pulpa de camu-camu debe poseer  $< 10 \text{ u.f.c x g}^{-1}$ , por lo que se cumple con la Norma establecida.

#### **4.3. Flujograma definitivo de procesamiento**

En la Figura 13 se muestra el flujograma definitivo para la conservación de la pulpa de camu camu mediante métodos combinados.



**Figura 13.** Flujograma definitivo para la conservación de la pulpa de camu camu mediante métodos combinados.

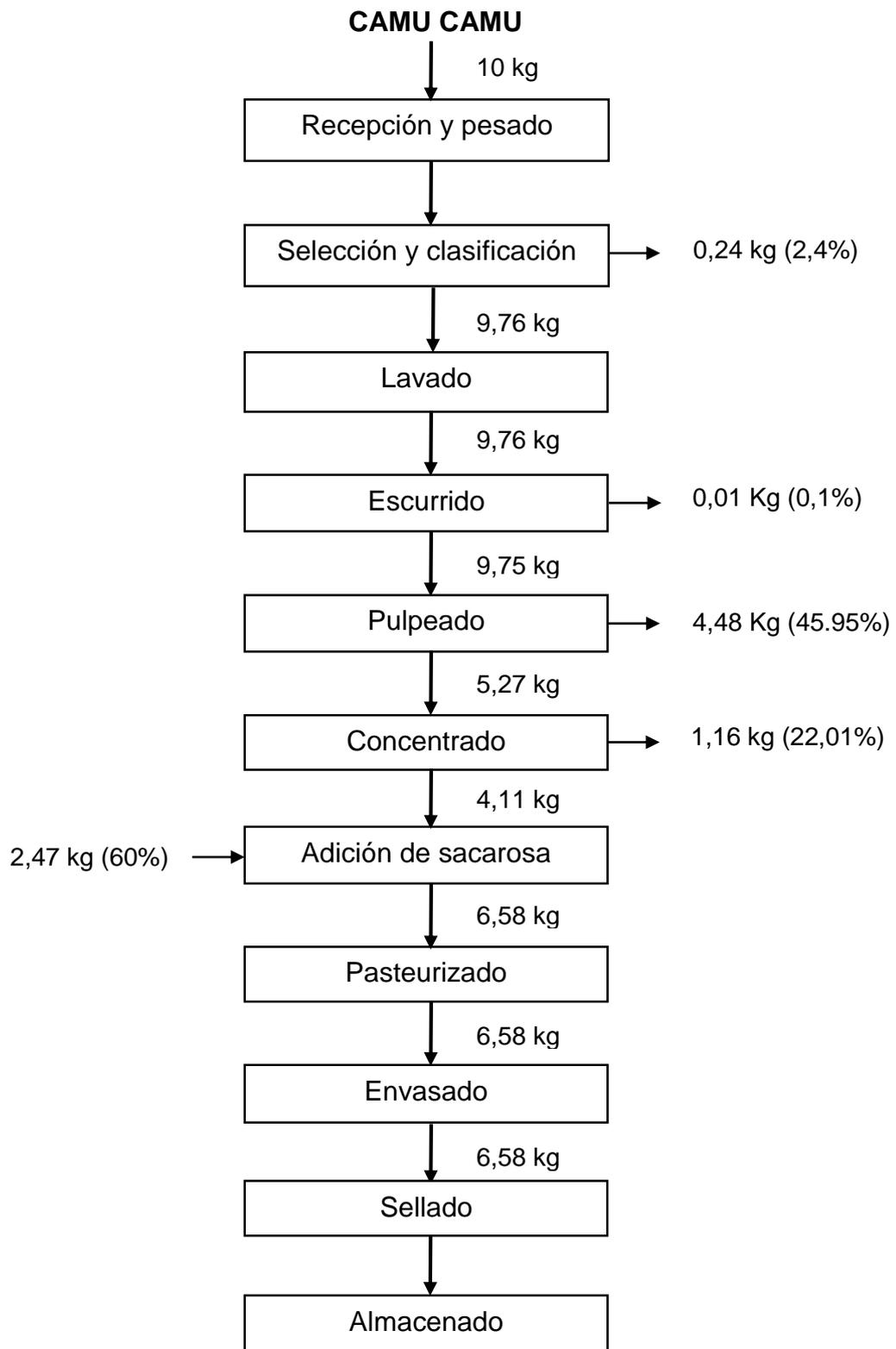
#### 4.4. Balance de materia prima y rendimiento

En el Cuadro 18 y la Figura 14 se muestran el balance de materia para la conservación de pulpa de camu camu por métodos combinados, en

función a 10 Kg de camu camu fresco. Iniciado el proceso tenemos salida de materia en la selección y clasificación de 0,24 kg, en el escurrido 0,01 kg, en el pulpeado 2,04 kg, en la operación de concentrado 1,16 kg, se tiene un ingreso de materia azúcar 2,47 Kg. En el Cuadro también se muestra los rendimientos de materia por operación y proceso. Al inicio de la operación se tiene 100%, disminuyendo en el proceso de selección y clasificación 97,6%, escurrido 97,5%, pulpeado 52,7%, concentrado 41,1%, incrementándose por la adición de azúcar a un 65,8% rendimiento final.

**Cuadro 18.** Balance de materia y rendimiento en el proceso de conservación de pulpa de camu camu mediante métodos combinados.

Operaciones	Entra	Agrega	Pierde	Continua	Rendimiento (%)	
	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	Operación	Proceso
Recepción	10	-	-	10	100	100
Selección y clasificación	10	-	0,24	9,76	97,6	97,6
Lavado	9,76	-	-	9,76	100	97,6
Escurrido	9,76	-	0,01	9,75	99,89	97,5
Pulpeado	9,75	-	4,48	5,27	54,05	52,7
Concentrado	5,27	-	1,16	4,11	77,98	41,1
Adición azúcar	4,11	2,47	-	6,58	160,09	65,8
Pasteurizado	6,58	-	-	6,58	100	65,8
Envasado	6,58	-	-	6,58	100	65,8
Almacenamiento	6,58	-	-	6,58	100	65,8



**Figura 12.** Balance de materia y rendimiento en el proceso de conservación de pulpa de camu camu por métodos combinados.

## V. CONCLUSIONES

- Las características fisicoquímicas y contenido de vitamina C fueron: 6,10 °Bx, 2,63 pH, 2,93 % ácido cítrico y 2225 mgAA/100 g. respectivamente.
- Los parámetros adecuados para la preservación de vitamina C en la pulpa de camu camu por métodos combinados fueron: temperatura de evaporación 60°C, concentración de sacarosa 60% y tiempo de pasteurización 5 minutos.
- Durante el almacenamiento de la pulpa de camu camu el contenido de vitamina C disminuye, siendo mayor esta disminución en bolsas de polietileno 98,9% mientras que en bolsas trilaminadas la pérdida es 34,09%, demostrándose que el adecuado envase para la conservación fue el envase trilaminada.
- La pulpa de camu camu en envases trilaminadas obtuvo puntajes de 6,61 para el color 6,36 para sabor, 6,66 para el olor y 6,44 para la apariencia general en comparación con los envases de polietileno que obtuvo 4,53; 4,67; 4,78 y 4,72 para color, sabor, olor y apariencia general respectivamente.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Utilizar los parámetros obtenidos en el presente trabajo como una alternativa para mejorar la distribución y comercialización de la pulpa de camu camu a temperatura ambiente.
- Realizar trabajos de investigación similares utilizando otras materias primas que tienen mucha aceptación por el consumidor para mejorar su distribución y comercialización.
- Realizar trabajos utilizando métodos combinados incorporando el envasado al vacío.
- Utilizar la cáscara para la extracción del colorante para incorporarse a la pulpa, para evitar la degradación del color.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCANTARA, C. 2018. Conservación de la pulpa de guanábana (*Annona muricata*) utilizando tres tipos de empaques y tres concentraciones de preservante. Tesis Ing. de Industrias Alimentaria. Tarapoto, San Martín. Universidad Nacional de San Martín. 98 p.
- ALZAMORA, M. 1997. Alimentos conservados por factores combinados. En José Miguel Aguilera Ed. Temas en tecnología de alimentos. CYTED. Instituto Politécnico Nacional. México. 45 p.
- AOAC. 1997. Métodos oficiales de análisis. 16va. Edición. Editorial AOAC Internacional. Gaithersburg, Maryland, Estados Unidos de América.
- ARELLANO-ACUÑA, E.; ROJAS-ZAVALETA, I.; PAUCAR-MENACHO, L. M. 2016. Camu-camu (*Myrciaria dubia*): Fruta tropical de excelentes propiedades funcionales que ayudan a mejorar la calidad de vida. Scientia Agropecuaria. Trujillo. 7(4): 433 – 443.
- ARÉVALO, R., KIECKBUSCH, T. 2005. Tiempo de vida útil de la fruta de camu-camu (*myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) almacenado a diferentes condiciones; [en línea]: Revista Agroindustrias, (<http://www.ibcperu.org/doc/isis/11865.pdf>, 08 de Jul. 2010).
- ARISTA, L. 2013. Elaboración y evaluación sensorial de una bebida con agua de coco (*Cocos nucifera* L.), pulpa de piña (*Ananas comusus* L.) y pulpa de

papaya (*Carica papaya* L.), tesina de ingeniero en industrias alimentarias, UNAS. Tingo María.

AYALA, A. 2018. Cuantificación de los componentes bioactivos de mermelada de lima (*Citrus limetta* Risso) y aguaymanto (*Physalis peruviana* L.) enriquecida con camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) y con características organolépticas aceptables. Tesis Químico Farmaceutico. Lima, Peru. Universidad Norbert Winer. 100 p.

BADUI, S. 1990. Química de los alimentos. Primera reimpresión. Editorial Alhambra mexicana. S.A. de C.V. México. p. 380-405.

BADUI, S. 1993. Química de los alimentos. Editores Logman de México, S.A. C.V. Tercera edición. Impreso en México. 639 p.

BADUI, S. 1997. Química de los Alimentos. Edit. Alambra mexicana, S.A. México. p. 259 – 265, 358 – 361.

BADUI, D. 1999. Química de alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

BARBOSA, V., POTHAKAMUY R., SWANSON, G. 1999. Conservación no térmica de alimentos. Acribia S.A. España.

BODY, L., WIMPENNY, J. 1992. Ecological concepts in food microbiology. J. Appl. Bacteriol Symp. Supplem.

BRAVERMAN, B., (1988). Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. El Manual Moderno. México.

BRENES, E.; LOAISIGA, M. 2013. Conservación de lasca y puré de zanahoria utilizando la técnica métodos combinados por infusión húmeda y seca a temperatura ambiente. Tesis Ing. de alimentos. León, Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. 76 p.

- CABRERA, C. 2008. Conservación de pulpa de cocona (*Soldum Sessiflorum*) ecotipos T-2 y AR-1; aplicando métodos combinados. Tesis Ing. en Industrias Alimentarias. Tingo María, Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 152 p.
- CAISAHUANA, M. C. 2012. Evaluación de vitamina c, polifenoles totales y capacidad antioxidante en dos estados de madurez del Camú Camú (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) de Mazamari – Satipo. Tesis Ing. en Industrias Alimentarias. Satipo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 82 p.
- CALVAY, H. 2009. Evaluación de la actividad antioxidante en la pulpa de camu camu (*myrciaria dubia* H.B.K. Mc vaugh) en dos estados de madurez en Tingo María, tesis de ingeniero en industrias alimentarias, UNAS. Tingo María.
- CASP, V. 2003. Procesos de conservación de alimentos. 2<sup>da</sup> ed. Ed. Ediciones mundi-prensa. Madrid, España.
- CASTRO, J.; MADDOX, D. J.; IMAN, S. A. 2018. Exotic fruit. Camu-camu—*Myrciaria dubia* (Kunth) McVaugh. Londres, Inglaterra. Elsevier Inc. p. 97 – 105.
- CEVALLOS, C., RAMÓN, E., VELÁSQUEZ, M. 2007. Comparación de la temperatura-tiempo de retención de pasteurización y su efecto en la concentración de vitamina C en el zumo de naranja. Tesis de ingeniero agroindustrial. Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí Espam Calceta.

- DIBAN, N. 2008. Separación de aromas en etapas del proceso de zumos de frutos y bebidas. Cantabria, España. [En línea]: Tesis, ([http://www.tdx.cesca.es/TESIS\\_UC/AVAILABLE/TDR-0716108-095222//2de7.INGcap2.pdf](http://www.tdx.cesca.es/TESIS_UC/AVAILABLE/TDR-0716108-095222//2de7.INGcap2.pdf), 06 de Ene. 2010).
- ELESBAO, A., CUNHA, F., HEBSTER, M. COSTA, A., SILVA, A. 2002. Camu-Camu (*myrciaria dubia* H.B.K. Mc vaugh): A Rich Natural Source of Vitamin C. Fruit/ Frutales. Embrapa, Brazil. [En línea]: ([http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo\\_1581.pdf](http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_1581.pdf), 10 enero 2010).
- ESPINOZA, E., FONSECA, J., SOTO, D. 2004. Control de calidad de envases y embalajes de alimentos Tacna-Perú.
- FUJITA, A.; SOUZA, V.; DAZA, L. D.; FÁVARO-TRINDADE, C.; GRANATO, D.; GENOVESE, M. I. 2017. Effects of spray-drying parameters on *in vitro* functional properties of camu-camu (*Myrciaria dubia* mc. vaugh): a typical amazonian fruit. Journal of Food Science. 1(1): 1 – 9.
- GOMES, M., FIGUEIREDO, M. y QUEIROZ, J. 2002. Caracterização e isotermas de absorção de unidades da pulpa de acerola em pó. Revista Brasileira de Productos Agroindustriais. Campina Grande, Brasil. (42): p. 157-165.
- GONZALES, A. 2007. Frutales Nativos Amazónicos, Patrimonio alimenticio de la humanidad. Iquitos, Perú. IIAP. 21(1): 76 p.
- GRIGIO, M. L.; DURIGAN, M.; CHAGAS, E. A.; CHAGAS, P.; NASCIMENTO, C.; ALMEIDA, M. 2015. Post-harvest conservation of camu–camu fruits (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh) using different temperatures and packages. Food Sci. Technol. Campinas. 35(4): 652-658.

- HERNÁNDEZ, M. 2005. Evaluación sensorial de Alimentos. Bogotá, Colombia. UNAD. 128 p.
- HERNÁNDEZ, M. S.; CARRILLO, M.; BARRERA, J.; FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J. P. 2011. Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits: Camu-camu (*Myrciaria dubia* Kunth McVaugh). Editorial Woodhead Publishing. 352 – 372 p.
- HUNG, CH-Y y YEN, G-CH. 2002. Antioxidant activity of phenolic compounds isolated from *Mesona procumbens* Hemsl. J. Agric. Food chem. 50(10): 2993–2997.
- HURTADO, N. H.; PÉREZ, M. 2014. Identificación, estabilidad y actividad antioxidante de las antocianinas aisladas de la cáscara del fruto de Capulí (*Prunus serotina* spp capuli (Cav) Mc. Vaug Cav). Información Tecnológica. Colombia. 25(4): 131-140.
- IBARZ R., BARBOSA C., GARZA G. y GIMENO A. 2002. Métodos experimentales en la ingeniería alimentaria. Ed. Zaragoza España. 283 p.
- IMAN, S. 2000. Cultivo del camu camu *Myrciaria dubia* H.B.K. en la región Loreto. Lima-Perú.
- INDECOPI. 2007. NTP 011.031.2007. PRODUCTOS NATURALES. Pulpa de camu camu .Definiciones y Requisitos 1ra. Edición. 15 p.
- JEANTET, R., ROIGNANT M., BRULÉ, G. 2005. Ingeniería de los procesos aplicada a la industria láctea. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. 183 p.
- LARRAÑAGA, C., ILDEFONSO, J. 1998. Control e Higiene de los alimentos. Mc. GrawHill. España.

- LEISTNER, L. 2000. Basic Aspect of food preservation by hurdle technology, Journal Food Microbiology.
- LEÓN, K.; MERY, D.; PEDRESCHI, F.; LEÓN, J. 2013. Color measurement in L\*a\*b units from RGB digital images. Food Research International 39(1): 1084–1091.
- MARIÑAS, M. 2011. Tratamiento ultrasonido de pulpa de camu camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh) y estudio de sus componentes bioactivos, tesis de ingeniero en industrias alimentarias, UNAS. Tingo María.
- MATISSEK, R 1992. Análisis de los alimentos Zaragoza Acribia S.A
- MAYHUASQUE, C. 2015. Mermelada de *Syzygium malaccences* pomarroja, enriquecida con camu camu *Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh. Tesis Ing. en Industrias Alimentarias. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 99 p.
- MEDINA, M. y PANGO, F. 2003. Caracterización de la pulpa de guayaba (*Psidium guayaba* L.) Tipo “Criolla Roja”. Rev. Fac. Agron. 72-86 p.
- MENDOZA, M., MORENO, F. Y MORA, M. 2005. Elaboración de pulpa y jalea de níspero (*manilkara zapota*) Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.
- MENDOZA, F.; HERNÁNDEZ, E.; RUIZ, L. 2015. Efecto del Escaldado sobre el Color y Cinética de Degradación Térmica de la Vitamina C de la Pulpa de Mango de Hilacha (*Mangífera indica* var. magdalena river). Información Tecnológica. 26(3): 9-16.

- MINAG. 2009. El Camu Camu [en línea]: Agro ([http://www.portalagrario.com.pe/rrnn/rrnn\\_camu.shtml](http://www.portalagrario.com.pe/rrnn/rrnn_camu.shtml), 27 de Jul. 2010).
- MONTILLA, J. 2015. Conservación de frutas usando métodos combinados. Tesis Ing. en Industrias Alimentarias. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 92 p.
- MORENO, R. 2000. Dietética para tecnólogos de alimentos. Ediciones Díaz Santos S.A. Madrid-España.
- NEVES, L. C.; DE CAMPOS, A. J.; COLOMBO, R. C.; ROBERTO, S. R.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. 2017. Days after anthesis and postharvest behavior define maturity, harvesting time and nutraceutical content of camu–camu fruit. *Scientia Horticulturae*. 224(1): 37–47.
- NTP. INDECOPI. 011.031. 2007. Productos naturales. Pulpa de camu camu .Definiciones y Requisitos 1ra. Edición. 15 p.
- ORDOÑEZ, J., CAMBERO, M., FERNÁNDEZ, L., GARCÍA, M., FERNANDO, G., DE LA HOZ, L., SELGAS, M. 1998. Tecnología de los alimentos, componentes de los alimentos y procesos. Editorial síntesis. S.A. Volumen I. Madrid. España.
- PANADÉS, G.; MANSO, S.; MÁRQUEZ, E. 2018. Conservación de pulpa de mango concentrada envasada asépticamente en bolsas. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Cuba. 28(2): 43 – 47.
- PÁUCAR, C. 2012. Caracterización y evaluación antioxidante de la pulpa de Camu-Camu (*myrciaria dubia* Mc Vauhg) fresca, concentrada al vacío y almacenada en congelación. Tesis de ingeniero en industrias alimentarias, UNAS. Tingo María.

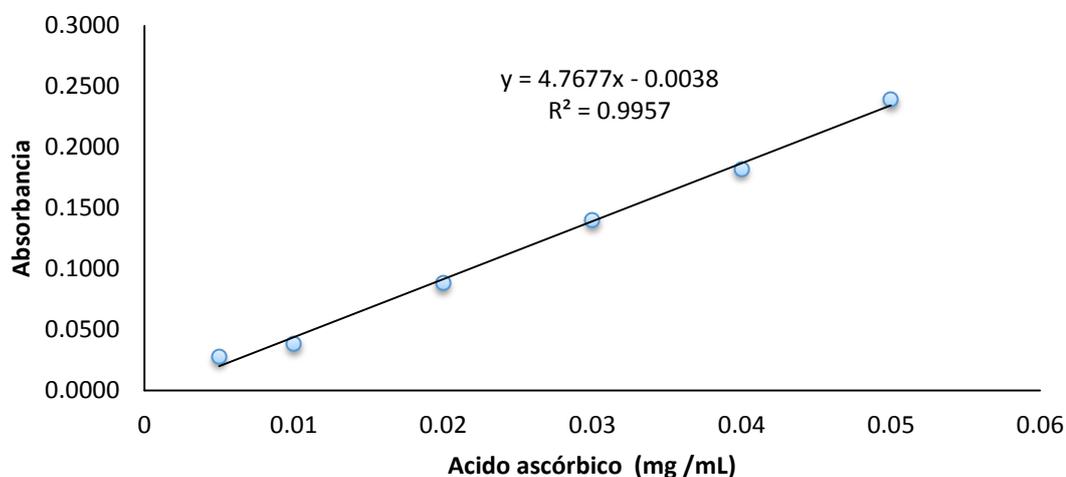
- PINEDA, A., 2005. Determinación de las propiedades antioxidantes de variedades de injerto (*Pouteria viridis*) que se cultivan en tres regiones de Guatemala. Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 79 p.
- RAMOS, Z., GARCÍA, L. y PINEDO, M. 2002. Evaluación de factores de procesamiento y conservación de la pulpa de de *myrciaria dubia* H.B.K (camu-camu) que reducen el contenido de vitamina C (Ácido ascórbico). Rev. Amazon. De Invest. Alim. 2(2): 89-99 p.
- RODRIGUES, B., MENEZES, C., CABRAL, M., DORNIER, M., RIOS, M y REYNES, M. 2004. Evaluation of reverse osmosis and osmotic evaporation to concentrate camu camu juice (*Myrciaria dubia*), Journal of Food Engineering p, 63, 97-102.
- RODRIGUEZ, M. 2012. Envases de polietileno. [En línea]: ([http: www.textoscientificos.com/Polimeros/Polietileno/usos](http://www.textoscientificos.com/Polimeros/Polietileno/usos), 26 de abr. 2012).
- SALOME, M. 2017. Influencia de la temperatura y tiempo en la degradación térmica del ácido ascórbico en pulpa de aguaymanto (*Physalis peruviana* L.). Tesis Ing. en Industrias Alimentarias. Huancayo, Perú. Universidad Nacional del Centro del Perú. 103 p.
- SAPEI, L.; HWA, L. 2014. Study on the kinetics of vitamin c degradation in fresh strawberry juices. Procedia Chemistry. 9(1): 62-68.
- SAUCEDO, T.; TORPOCO, L. E. 2018. Contenido de ácido ascórbico en zumo de naranja (*Citrus sinensis*) embotellado expandido de forma ambulatoria en relación al recién exprimido en Lima – 2018. Tesis Químico Farmacéutico. Lima, Peru. Universidad Norbert Winer. 59 p.

- SIICEX (SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACIÓN DE COMERCIO EXTERIOR). 2016. Ficha técnica del camu-camu. [En línea]: SIICEX ([http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichaproducto/camu\\_camu1.pdf](http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichaproducto/camu_camu1.pdf), Documento, 01 de Abril de 2019)
- SHARMA, S., MULVANEY, J., RIZVI, S. 2013. Ingeniería de alimentos. Operaciones unitarias y practicas de laboratorio. Mexico. Editorial Limusa S.A. 384 p.
- SOUZA, A.; PAGANI, M.; DORNIER, M.; GOMES, F.; TONON, R.; CABRAL, L. 2013. Concentration of camu-camu juice by the coupling of reverse osmosis and osmotic evaporation processes. Journal of Food Engineering. Estados Unidos. 119(1): 7-12.
- TERRY, V. 2015. Deterioro de la vitamina C en pulpa de camu-camu ( ) *Myrciaria dubia* pasteurizada almacenada en función del tiempo y la temperatura de almacenamiento. Rev. Invesg. Uni. Le Cordon Bleu. Lima. Peru. 2(2): 39-49
- TURIN, H. K. 2018. Evaluación de la estabilidad química del fruto de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) obtenido en un deshidratador dual. Tesis Licenciado en Química. Lima, Peru. Universidad Federico Villareal. 81 p.
- VILLACHICA, H. 1995. El cultivo del camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) en la Amazonía Peruana. Tratado de Cooperación Amazónica. Secretaria Pro-Tempore, Lima-Perú. 95 p.

- VILLACHICA, L., CARVALHO, J., MULLER, C., 1996. Frutales y Hortalizas Promisorios de la Amazonía. Tratado de Cooperación Amazónica. Secretaria Pro-Tempore. Lima-Perú. 367 p.
- VILLAREAL, Y., MEJÍA D., OSORIO O., CERÓN, A. 2013. Efecto de pasteurización sobre características sensoriales y contenido de vitamina c en jugos de frutas. Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Colombia Vol 11 No. 2. p. 66-75.
- YAM, K., PAPADAKIS, S. 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. Journal of Food Engineering 61, 137-142 p.
- ZANATTA, C. 2005. Determination of Anthocyanins from Camu-camu (*Myrciaria dubia*) by HPLC-PDA, HPLC-MS, and NMR. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 53, n. 24. p. 9531-9535.
- ZAPATA, S., DUFOUR, J. 1993. Camu Camu (*Myrciaria dubia* H.B.K Mc Vaugh) Chemical Composition of Fruit. J. Sci. Food Agri. 61, 349-351 p.

**ANEXO**

### Anexo 1. Curva estándar del ácido ascórbico para la cuantificación de la vitamina C.



### Anexo 2. Escala hedónica para la evaluación sensorial.

Gusta muchísimo	9
Gusta mucho	8
Gusta regularmente	7
Gusta ligeramente	6
Indiferente	5
Disgusta ligeramente	4
Disgusta regularmente	3
Disgusta mucho	2
Disgusta muchísimo	1

Fuente: Arista (2012)

### Anexo 3. ANVA para el incremento de vitamina C, después del proceso de concentración.

Fuente	SC	GL	CM	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
Temperatura evaporación	3667,78	1	3667,78	102,24	0,0000
Bloques	484,219	1	484,219	13,50	0,0051
Residuos	322,865	9	35,8739		
Total (corregido)	4474,86	11			

**Anexo 4. ANVA para la retención de vitamina C, para determinar el mejor método combinado.**

<b>Fuente</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Efectos principales					
Temperatura evaporación	1244,36	1	1244,36	189,02	0,0000
%Azúcar	0,0276927	1	0,0276927	0,00	0,9489
Tiempo pasteurizado	21,4895	1	21,4895	3,26	0,0859
Residuos	131,663	20	6,58315		
Total (corregido)	1397,54	23			

**Anexo 5. ANVA para la retención de vitamina C, durante 10 días de almacenamiento.**

<b>Fuente</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Efectos principales					
%Azúcar	25,0591	1	25,0591	1,04	0,3211
Tipo envase	55770,3	1	55770,3	2304,14	0,0000
Tiempo pasteurizado	23,7737	1	23,7737	0,98	0,3335
Residuos	484,088	20	24,20,44		
Total (corregido)	56303,3	23			

**Anexo 6. ANVA para la retención de vitamina C, durante 20 días de almacenamiento.**

<b>Fuente</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Efectos principales					
%Azúcar	3,16891	1	3,16891	0,28	0,6003
Tipo envase	50023,4	1	50023,4	4475,60	0,0000
Tiempo pasteurizado	18,9368	1	18,9368	1,69	0,2078
Residuos	223,538	20	11,1769		
Total (corregido)	50269,1	23			

**Anexo 7. ANVA para la retención de vitamina C, durante 30 días de almacenamiento.**

Fuente	SC	GL	CM	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:%Azúcar	934,13	1	934,13	7,84	0,0110
B:Tipo envase	25220,3	1	25220,3	211,80	0,0000
C:Tiempo pasteurizado	335,594	1	335,594	2,82	0,1088
Residuos	2381,57	20	119,079		
Total (corregido)	28871,6	23			

**Anexo 8. Evaluación del color.**

Panelistas	5 minutos								10 minutos							
	Polietileno				Laminado				Polietileno				Laminado			
	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
1	6	3	3	3	9	8	6	6	6	3	3	4	9	6	6	6
2	6	5	4	3	7	7	6	6	6	5	4	5	7	7	6	6
3	6	3	3	3	8	8	7	7	5	3	3	3	8	8	5	4
4	6	4	4	3	9	7	6	6	6	4	4	4	9	7	6	6
5	7	4	5	3	8	6	7	6	7	4	5	3	8	6	6	6
6	6	3	3	3	8	9	7	7	6	3	3	2	6	6	5	4
7	5	3	3	5	7	7	6	6	5	4	3	3	7	7	6	6
8	7	4	4	4	9	8	6	6	6	4	4	4	6	8	6	6
9	8	5	4	3	8	6	5	5	8	5	5	4	8	6	5	5
10	6	3	3	3	8	9	7	5	6	3	3	3	6	6	5	5
11	7	5	5	5	7	8	7	7	7	5	5	5	7	8	7	7
12	5	5	3	5	8	7	7	7	5	3	3	5	7	7	7	5
13	8	3	4	3	8	7	5	5	4	4	4	3	8	7	5	5
14	7	6	6	4	7	9	6	5	7	6	6	3	7	6	5	5
15	9	5	5	5	8	6	7	5	9	5	5	5	8	6	5	5
X	6,6	4,07	3,93	3,67	7,93	7,47	6,33	5,93	6,2	4,07	4	3,73	7,4	6,73	5,67	5,4

## Anexo 9. Evaluación del olor.

Panelistas	5 minutos								10 minutos							
	Polietileno				Laminado				Polietileno				Laminado			
	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
1	6	5	5	3	7	6	6	6	6	5	3	4	8	5	5	6
2	5	4	3	4	5	9	6	6	6	5	4	5	7	7	6	6
3	7	3	4	3	6	5	7	7	5	4	3	4	6	8	5	5
4	5	5	2	3	8	3	6	6	6	4	4	4	8	7	6	6
5	7	4	5	4	6	6	7	8	7	4	5	3	8	6	6	6
6	6	3	3	3	8	5	7	7	6	3	4	5	6	6	5	4
7	5	4	4	5	7	8	6	6	5	4	4	3	7	7	6	6
8	7	5	3	4	8	8	6	6	6	4	4	4	6	8	6	6
9	8	3	5	4	7	8	5	5	8	5	5	4	8	6	5	5
10	6	4	5	4	8	6	7	5	6	4	5	5	6	6	5	5
11	5	6	4	4	7	7	7	7	7	5	5	5	7	8	7	5
12	8	3	3	4	7	7	7	7	6	4	3	5	7	7	7	5
13	8	5	4	3	8	7	5	6	4	4	4	3	6	7	5	5
14	6	4	5	4	6	9	6	8	7	6	6	3	5	6	5	5
15	8	5	3	4	8	6	7	5	9	5	5	5	8	6	5	5
X	6,47	4,2	3,87	3,73	7,07	6,67	6,33	6,33	6,27	4,4	4,27	4,13	6,87	6,67	5,6	5,33

## Anexo 10. Evaluación del sabor.

Panelistas	5 minutos								10 minutos							
	Polietileno				Laminado				Polietileno				Laminado			
	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
1	6	3	5	5	8	7	8	7	7	4	3	4	8	6	5	7
2	6	5	3	3	7	7	6	6	6	5	4	5	7	7	6	6
3	8	3	3	3	8	8	7	7	8	3	3	3	8	8	5	4
4	6	4	4	5	9	7	6	6	6	4	4	4	9	7	6	6
5	7	4	5	3	8	6	7	6	7	4	5	3	8	6	6	6
6	8	5	3	3	9	9	7	6	6	3	5	2	6	7	5	4
7	6	5	3	5	7	7	6	6	5	4	3	5	7	7	6	5
8	7	4	4	4	9	8	6	6	6	4	4	4	6	8	7	7
9	8	5	4	3	7	9	5	5	7	5	5	4	8	6	5	5
10	8	4	3	3	8	9	7	5	6	3	3	3	6	6	5	5
11	7	5	5	5	7	8	7	6	7	5	5	5	7	8	7	7
12	8	5	5	5	8	7	7	7	5	3	3	5	7	7	7	5
13	8	3	4	3	8	7	5	5	5	4	4	3	8	7	5	7
14	7	6	6	4	7	9	6	5	7	6	6	3	7	6	6	5
15	9	5	5	5	8	6	7	5	8	5	5	5	8	6	5	5
X	7,27	4,4	4,13	3,93	7,87	7,6	6,47	5,87	6,4	4,13	4,13	3,87	7,33	6,8	5,73	5,6

### Anexo 11. Evaluación de la apariencia general.

Panelistas	5 minutos								10 minutos							
	Polietileno				Laminado				Polietileno				Laminado			
	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30	0	10	20	30
1	8	4	5	4	7	6	7	6	4	5	5	4	5	6	4	5
2	6	5	4	3	7	7	6	6	6	5	4	5	7	7	6	6
3	6	3	3	3	8	8	7	7	6	4	5	3	8	8	5	4
4	6	4	4	3	9	7	6	6	6	4	4	4	8	7	6	5
5	7	4	3	3	9	6	7	6	7	4	5	3	8	6	6	6
6	6	3	3	3	8	9	7	7	6	5	5	4	6	6	5	4
7	8	3	3	5	7	7	6	6	6	4	3	3	7	5	6	6
8	7	4	4	4	9	8	6	7	6	4	4	4	6	7	6	5
9	8	5	4	3	8	6	5	5	8	5	5	4	7	6	4	5
10	6	3	3	3	8	9	7	5	6	5	3	3	6	6	5	5
11	7	5	5	5	7	8	7	7	7	5	5	5	7	8	5	7
12	5	5	3	5	8	7	7	7	5	3	3	5	7	5	7	5
13	8	3	4	3	8	7	5	5	4	4	4	3	8	7	5	5
14	7	6	6	4	7	9	6	5	7	6	6	3	7	6	5	5
15	9	5	5	5	8	6	7	5	9	5	5	5	8	6	5	5
X	6,93	4,13	3,93	3,73	7,87	7,33	6,4	6	6,2	4,53	4,4	3,87	7	6,4	5,33	5,2

### Anexo 12. ANVA para el color.

Fuente	SC	GL	CM	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
Tiempo pasteurizado	0.466944	1	0.466944	2.36	0.1555
Tipo envase	17.2225	1	17.2225	87.06	0.0000
Tiempo almacenado	13.0875	3	4.3625	22.05	0.0001
Residuos	1.97833	10	0.197833		
Total (corregido)	32.7553	15			

**Anexo 13. ANVA para el olor.**

<b>Fuente</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Efectos principales					
Tiempo pasteurizado	0.0802778	1	0.0802778	0.30	0.5936
Tipo envase	11.4469	1	11.4469	43.31	0.0001
Tiempo almacenado	7.89861	3	2.63287	9.96	0.0024
Residuos	2.64278	10	0.264278		
Total (corregido)	22.0686	15			

**Anexo 14. ANVA para el sabor.**

<b>Fuente</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Efectos principales					
Tiempo pasteurizado	0.780278	1	0.780278	2.83	0.1235
Tipo envase	14.0625	1	14.0625	50.98	0.0000
Tiempo almacenado	13.6808	3	4.56028	16.53	0.0003
Residuos	2.75833	10	0.275833		
Total (corregido)	31.2819	15			

**Anexo 15. ANVA para la apariencia general.**

<b>Fuente</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Efectos principales					
Tiempo pasteurizado	0.7225	1	0.7225	2.54	0.1418
Tipo envase	11.9025	1	11.9025	41.90	0.0001
Tiempo almacenado	12.4342	3	4.14472	14.59	0.0006
Residuos	2.84056	10	0.284056		
Total (corregido)	27.8997	15			

## Galería de Fotos

Preparación de muestra, para su posterior análisis.



Proceso de análisis fisicoquímico.



### Concentración de la pulpa de camu camu.



T= 60°C

T=70°C

### Pasteurización y envasado de la pulpa de camu camu.



### Proceso de análisis de vitamina C.



## Analisis sensorial de la pulpa de camu camu sometida a métodos combinados

