

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVAPORACIÓN POR PELÍCULA ASCENDENTE SOBRE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES FÍSICO-QUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL CONCENTRADO DE BABACO *Carica pentagona* H.

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA  
AGROINDUSTRIAL

**AUTORA:**

Paola Alejandra López Anrango

**DIRECTOR:**

Ing. Ángel Edmundo Satama Tene MSc.

Ibarra- Ecuador  
2021

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

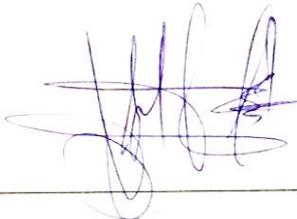
**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVAPORACIÓN POR PELÍCULA  
ASCENDENTE SOBRE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES FÍSICO-  
QUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL CONCENTRADO DE BABACO**  
*Carica pentagona H.*

Tesis revisada por los miembros del tribunal, por lo cual se autoriza su petición como  
requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**APROBADA**

Ing. Ángel Satama, MSc.



---

**FIRMA**

**DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Armando Manosalvas MSc.



---

**FIRMA**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Nicolás Pinto MSc.



---

**FIRMA**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ibarra-Ecuador

2021



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100483058-2		
APELLIDOS Y NOMBRES:	López Anrango Paola Alejandra		
DIRECCIÓN:	Andrade Marín-Calle Imbabura entre 10 de Agosto y Ayacucho		
EMAIL:	<a href="mailto:palopez1@utn.edu.ec">palopez1@utn.edu.ec</a>		
TELÉFONO FIJO:	2-531-015	TELÉFONO MÓVIL:	0960907687

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVAPORACIÓN POR PELÍCULA ASCENDENTE SOBRE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES FÍSICO-QUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL CONCENTRADO DE BABACO <i>Carica pentagona</i> H."
AUTOR (ES):	López Anrango Paola Alejandra
FECHA: DD/MM/AAAA	09/12/2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agroindustrial
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Ángel Satama, MSc.

#### 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 09 días del mes de diciembre de 2021.

EL AUTOR:

López Anrango Paola Alejandra

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la señorita Paola Alejandra López Anrango, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in blue ink is written over a horizontal line. The signature is stylized and appears to be 'A. Satama'.

Ing. Ángel Satama, MSc.

DIRECTOR DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA - UTN

**Fecha:** 09 de diciembre del 2021

López Anrango Paola Alejandra: EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE EVAPORACIÓN POR PELÍCULA ASCENDENTE SOBRE LAS PROPIEDADES FUNCIONALES FÍSICO-QUÍMICAS Y ORGANOLÉPTICAS DEL CONCENTRADO DE BABACO *Carica pentagona* H./Trabajo de titulación. Ingeniera Agroindustrial.

Universidad Técnica Del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra, 09 de diciembre del 2021 X...páginas.

**DIRECTOR:** Ing. Ángel Satama, MSc

El objetivo principal de la presente investigación fue:

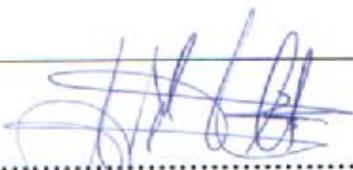
Evaluar el efecto de los parámetros de evaporación por película ascendente sobre las propiedades funcionales, fisico-químicas y organolépticas del concentrado de babaco *Carica pentagona* H.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

Caracterizar el babaco, utilizado para la concentración por evaporación al vacío.

Evaluar las propiedades fisico-químicas y organolépticas del concentrado de babaco.

Determinar las propiedades funcionales (capacidad antioxidante y vitamina C) del concentrado de babaco.



Ing. Ángel Satama, MSc

**DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN**



**López Anrango Paola Alejandra**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo investigativo se lo dedico a la memoria de mi madre María Gladys Anrango (+), quién, aunque no está a mi lado hoy en día me inculco valores que permitieron que logre culminar mi carrera profesional. Se que desde el cielo te sentirás orgullosa de tu hija, gracias mamita.

También se lo dedico a mi padre Luis Honorio López y hermanas María Fernanda, Tatiana Maribel y Marisol López por haber sido un apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo, perseverancia y valentía.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mi Tía Lupe por apoyarme cuando más lo necesite, por brindarme sus consejos y extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a Dios por todas sus bendiciones. A mi padre y hermanas quienes con su amor y paciencia me han permitido llegar a cumplir este sueño tan anhelado.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la Universidad “Técnica del Norte”, gracias por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento.

De igual forma mis agradecimientos a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia dedicación y apoyo incondicional.

De manera muy especial quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a mi director Ingeniero Ángel Edmundo Satama, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, paciencia y consejos permitió el desarrollo de este trabajo.

Finalmente agradezco a mis compañeros con los que compartí momentos de alegría, gracias por brindarme su cariño y apoyo incondicional, de verdad mil gracias, siempre los llevaré en mi corazón.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iii
RESUMEN .....	v
ABSTRACT .....	vi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.3. OBJETIVOS .....	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos .....	3
1.4. HIPÓTESIS.....	3
CAPÍTULO II .....	4
MARCO TEÓRICO .....	4
2.1. BABACO .....	4
2.1.1. Generalidades .....	4
2.1.2. Historia .....	4
2.1.3. Características físicas, químicas y organolépticas .....	5
2.1.4. Estado de madurez.....	6
2.1.5. Rendimiento del fruto fresco por planta.....	8
2.1.6. Variedades de babaco en el Ecuador .....	9
2.2. PROCESO AGROINDUSTRIAL DEL BABACO .....	9
2.2.1. Evaporación.....	9
2.2.2. Descripción del evaporador de película ascendente.....	10

2.2.3. Funcionamiento del Evaporador de Película Ascendente .....	11
2.2.4. Partes del evaporador, estructura.....	13
2.2.5. Influencia de los parámetros de evaporación .....	15
2.3. PROPIEDADES FUNCIONALES .....	19
2.3.1. MÉTODO ABTS.....	21
2.3.2. Vitamina C .....	22
2.3.3. Funciones de la vitamina C en el organismo.....	22
2.3.4. Vitamina E.....	22
2.4. JUGOS CONCENTRADOS .....	23
Concentrado de babaco (Bullón, 2013).....	23
2.4.1. Zumo (jugo) concentrado de fruta.....	23
2.4.2. Proceso de concentración .....	23
CAPÍTULO III .....	25
MATERIALES Y MÉTODOS .....	25
3.1. Caracterización del área de estudio.....	25
3.2. Materiales y Equipos.....	25
3.2.1. Especificaciones .....	26
3.3. Descripción de la Metodología .....	26
3.3.1. Caracterización del babaco, utilizado para la concentración por evaporación al vacío.....	27
3.3.2. Evaluación de las propiedades físico-químicas y organolépticas del concentrado de babaco.....	29
3.3.3. Determinación de las propiedades funcionales (capacidad antioxidante y Vitamina C) del concentrado de babaco.....	30
3.4. Manejo específico del experimento.....	32
3.4.1. Factor en estudio.....	32
3.4.2. Número de tratamientos.....	33

3.4.3. Diseño experimental .....	33
3.4.4. Características del experimento .....	33
3.4.5. Esquema del análisis estadístico.....	34
3.5. Proceso de obtención del concentrado de babaco .....	35
3.5.1 Descripción del proceso de concentración del jugo de babaco .....	36
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>43</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>43</b>
4.1. Caracterización del babaco, utilizado para la concentración por evaporación al vacío .....	43
4.1.1. Propiedades Físicas del babaco .....	43
4.1.2. Propiedades Químicas del jugo de babaco .....	47
4.2. Evaluación de las propiedades físico-químicas y organolépticas del concentrado del babaco. ....	53
4.2.1. Propiedades físico-químicas del concentrado de babaco .....	53
4.2.1.1. Acidez titulable .....	53
4.2.1.2. pH.....	58
4.2.1.3. Sólidos solubles.....	61
4.2.2. Análisis sensorial del concentrado de babaco .....	66
4.2.2.1. Color.....	66
4.2.2.2. Olor.....	68
4.2.2.3. Sabor.....	69
4.2.2.4. Textura .....	71
4.3. Determinación de las propiedades funcionales (capacidad antioxidante y Vitamina C) del concentrado de babaco. ....	72
4.3.1. Capacidad Antioxidante .....	72
4.3.2. Vitamina C .....	77

CAPÍTULO V .....	85
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	85
5.1. CONCLUSIONES .....	85
5.2. RECOMENDACIONES .....	86
BIBLIOGRAFÍA.....	87
ANEXOS.....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los frutos de babaco .....	5
Tabla 2. Composición química del Babaco .....	6
Tabla 3. Contenido de sólidos solubles totales (°Brix) .....	7
Tabla 4. Acidez titulable expresada como ácido málico, g/100 g de producto .....	8
Tabla 5. Relación sólidos solubles, °Bx /Acidez titulable, cantidad de ácido málico .....	8
Tabla 6. Firmeza, kg/cm <sup>2</sup> .....	8
Tabla 7. Especificaciones de las partes del Evaporador de Película Ascendente .....	14
Tabla 8. Capacidad antioxidante en frutas .....	20
Tabla 9. Capacidad antioxidante en frutas .....	20
Tabla 10. Caracterización del Área de Estudio .....	25
Tabla 11. Materiales y Equipos .....	25
Tabla 12. Métodos de los análisis químicos del jugo de babaco .....	28
Tabla 13. Métodos de los análisis químicos del concentrado de babaco .....	29
Tabla 14. Tratamientos del experimento .....	33
Tabla 15. Esquema del Análisis de Varianza .....	34
Tabla 16. Caracterización física del babaco .....	43
Tabla 17. Estados de madurez del babaco .....	44
Tabla 18. Cantidad de jugo a concentrar .....	45
Tabla 19. Tamaño de las muestras de babaco .....	46
Tabla 20. Peso del babaco .....	47
Tabla 21. Peso del babaco por unidad .....	47
Tabla 22. Caracterización química del jugo de babaco .....	48
Tabla 23. Resultados de acidez en el concentrado de babaco .....	54
Tabla 24. Análisis de varianza de acidez .....	57
Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% para la Acidez en la interacción AxBxC .....	57
Tabla 26. Prueba DMS para factores en la acidez .....	58
Tabla 27. Resultados de pH en el concentrado de babaco .....	59
Tabla 28. Análisis de varianza de pH .....	59
Tabla 29. Prueba de Tukey al 5% para el pH en la interacción AxBxC .....	60
Tabla 30. Prueba DMS para factores en el pH .....	61
Tabla 31. Resultados de sólidos solubles en el concentrado de babaco .....	61

Tabla 32. Análisis de varianza de Sólidos Solubles.....	64
Tabla 33. Prueba de Tukey al 5% para sólidos solubles en la interacción AxBxC.....	65
Tabla 34. Prueba DMS para factores en los sólidos solubles.....	65
Tabla 35. Resultados del análisis estadístico para la variable color.....	66
Tabla 36. Resultados del análisis estadístico para la variable olor .....	68
Tabla 37. Resultados del análisis estadístico para la variable sabor .....	69
Tabla 38. Resultados del análisis estadístico para la variable textura.....	71
Tabla 39. Resultados del factor de concentración.....	73
Tabla 40. Resultados de pérdida de capacidad antioxidante .....	73
Tabla 41. Análisis de varianza de la capacidad antioxidante .....	77
Tabla 42. Prueba de Tukey al 5% para la Capacidad antioxidante en la interacción AxBxC .....	77
Tabla 43. Prueba DMS para factores en la capacidad antioxidante .....	78
Tabla 44. Resultados de pérdida de vitamina C .....	79
Tabla 45. Análisis de varianza de la Vitamina C .....	83
Tabla 46. Prueba de Tukey al 5% para la Vitamina C en la interacción AxBxC.....	83
Tabla 47. Prueba DMS para factores en la vitamina C .....	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Producción de babaco .....	4
Figura 2.Escala de color del babaco .....	7
Figura 3.Evaporador .....	10
Figura 4.Evaporador de Película Ascendente .....	11
Figura 5.Trayectoria del producto en el Evaporador de Película Ascendente. Laboratorio de Bioprocesos UTN.....	12
Figura 6.Evaporador de película ascendente .....	13
Figura 7.Concentrado de babaco .....	23
Figura 8.Recepción del babaco .....	36
Figura 9.Pesado del babaco.....	36
Figura 10.Selección y Clasificación del babaco.....	37
Figura 11.Limpieza del babaco .....	37
Figura 12.Pelado del babaco .....	38
Figura 13.Pesado del babaco pelado .....	38
Figura 14.Troceado del babaco .....	39
Figura 15.Prensado del babaco.....	39
Figura 16.Filtrado del babaco.....	40
Figura 17.Concentración del jugo de babaco .....	41
Figura 18.Envasado del jugo concentrado .....	41
Figura 19.Almacenamiento del concentrado de babaco.....	42
Figura 20.Diámetro externo del babaco .....	46
Figura 21.Resultados de sólidos solubles en el jugo fresco de babaco .....	49
Figura 22.Resultados de acidez titulable en el jugo fresco de babaco .....	49
Figura 23.Resultados de pH en el jugo fresco de babaco.....	50
Figura 24.Resultados de firmeza en la fruta de babaco.....	51
Figura 25.Resultados de Vitamina C en el jugo fresco de babaco.....	52
Figura 26.Resultados de la Capacidad antioxidante en el jugo fresco de babaco .....	53
Figura 27.Resultados de incidencia de la temperatura sobre la acidez .....	54
Figura 28.Resultados de incidencia de la presión de vapor sobre la acidez.....	55
Figura 29.Resultados de incidencia del flujo de alimentación sobre la acidez .....	56

Figura 30.Resultados de incidencia de la temperatura sobre los sólidos solubles .....	62
Figura 31.Resultados de incidencia de la presión de vapor sobre los sólidos solubles.....	63
Figura 32.Resultados de incidencia del flujo de alimentación sobre los sólidos solubles..	63
Figura 33.Resultado de mejores tratamientos para la variable color .....	67
Figura 34.Resultado de mejores tratamientos para la variable olor .....	69
Figura 35.Resultado de mejores tratamientos para la variable sabor .....	70
Figura 36.Resultado de mejores tratamientos para la variable textura.....	72
Figura 37.Resultados de la Capacidad antioxidante en el concentrado de babaco .....	74
Figura 38.Resultados de incidencia de la temperatura sobre la capacidad antioxidante.....	74
Figura 39.Resultados de incidencia de la presión de vapor sobre la capacidad antioxidante .....	75
Figura 40.Resultados de incidencia del flujo de alimentación sobre la capacidad antioxidante .....	76
Figura 41.Resultados de Vitamina C en el concentrado de babaco .....	79
Figura 42.Resultados de incidencia de la temperatura sobre la vitamina C.....	80
Figura 43.Resultados de incidencia de la presión de vapor sobre la vitamina C .....	81
Figura 44.Resultados de incidencia del flujo de alimentación sobre la vitamina C.....	82

## RESUMEN

Esta investigación parte del problema por la falta de aprovechamiento y desconocimiento del fruto de babaco *Carica pentagona* H. Tiene como objetivo general evaluar el efecto de los parámetros de evaporación por película ascendente sobre las propiedades funcionales, físico-químicas y organolépticas del concentrado de babaco *Carica pentagona* H. Esta una investigación experimental, basada en un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial AxBxC, con ocho tratamientos y tres repeticiones dando un total de 24 unidades experimentales. Entre los factores empleados en la concentración se encuentra la temperatura (45-65°C), presión de vapor (0,2-0,4 bares) y flujo de alimentación (12-14 l/h). Para el desarrollo de la investigación se empleó un evaporador de película ascendente, refractómetro digital, potenciómetro, penetrómetro, espectrofotómetro UV visible y un reflectómetro RQ flex. Entre los resultados se evidenció que el babaco *Carica Pentagona* H., en estado de madurez completamente amarillo, presentó en el concentrado de babaco un incremento en acidez titulable 7,62% y sólidos solubles 23,82°Brix. Mientras que las propiedades funcionales presentaron pérdida de su contenido en capacidad antioxidante 282,29 µm Trolox/g y vitamina C 26,23 mg/100ml. En conclusión, se determinó que el incremento de temperatura en el proceso de concentración disminuye el contenido de capacidad antioxidante y vitamina C, así como también, aumenta el contenido de sólidos solubles y acidez titulable. En este proceso de concentración el pH se mantuvo constante.

## ABSTRACT

This research starts from the problem due to the lack of use and ignorance of the Babaco fruit *Carica pentagona* H. Its general objective is to evaluate the effect of the evaporation parameters by rising film on the functional, physical-chemical and organoleptic properties of the *Carica babaco* concentrate. *pentagona* H. This an experimental investigation, based on a completely randomized design (DCA) with factorial arrangement  $A \times B \times C$ , with eight treatments and three repetitions giving a total of 24 experimental units. Among the factors used in the concentration are temperature (45-65 ° C), vapor pressure (0.2-0.4 bar) and feed flow (12-14 l / h). For the development of the research, a rising film evaporator, digital refractometer, potentiometer, penetrometer, UV visible spectrophotometer and an RQ flex reflectometer were used. Among the results, it was evidenced that the Babaco *Carica Pentagona* H., in a completely yellow state of maturity, presented an increase in titratable acidity in the babaco concentrate, 7.62% and soluble solids 23.82 ° brix. While the functional properties presented loss of their content in antioxidant capacity 282.29  $\mu\text{m}$  Trolox / g and vitamin C 26.23 mg / 100ml. In conclusion, it was determined that the increase in temperature in the concentration process decreases the content of antioxidant capacity and vitamin C, as well as increases the content of soluble solids and titratable acidity. In this concentration process the pH was kept constant.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. PROBLEMA

En el mercado nacional e internacional, se ha intensificado la demanda de cultivos no tradicionales, entre los que destaca el babaco *Carica pentagona* H. El cual es una fruta no tradicional, que no es aprovechada en su totalidad debido a que tiende a degradarse rápidamente, siendo así que productos elaborados a partir de esta materia prima sean mínimamente aprovechados. Las pérdidas de alimentos en países industrializadas son tan altas como en los países en desarrollo, pero hay que tener en cuenta que en los países en desarrollo más del 40 % de las pérdidas de alimentos se produce en las etapas de postcosecha y procesamiento, mientras que en los países industrializados más del 40 % de las pérdidas de alimentos se produce en la venta minorista y el consumo (Nobile *et al.*, 2015). Las pérdidas postcosecha de productos hortofrutícolas en países desarrollados alcanzan entre un 5%-25%, mientras, en países en vías de desarrollo alcanzan entre 20%-55% (Nobile *et al.*, 2015).

Otro problema también ocurre por el escaso conocimiento de las bondades de este fruto, siendo así que en el mercado nacional aún sea escasa la oferta y promoción de los usos de estas frutas exóticas (Moreno, 2018). Así como también la escasa investigación de productos derivados del babaco con alto valor agregado. Da como resultado que solo se oferte en fresco y productos gastronómicos artesanales (dulces, jugos, mermeladas, licores, pulpas) con poco control y valor agregado que no permite visualizar efectivamente la composición y calidad.

Otro problema también ocurre en el equipo de evaporación al vacío que no se encuentra estandarizado para operar con diferentes tipos de jugos, razón por la cual no existen parámetros definidos que permitan obtener productos concentrados con características sensoriales aceptables (color, olor, sabor y textura) propias de la fruta.

Como se puede observar la problemática principal se focaliza en los parámetros del evaporador al vacío no definidos, provocando que las investigaciones sean limitadas en este campo, por tanto, la investigación propuesta se orienta a potenciar el uso del evaporador al vacío a fin de ampliar la diversificación de las frutas con valor agregado

al mercado consumidor.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

El babaco *Carica pentagona* H., es una fruta que pasó casi inadvertida en los valles subtropicales andinos del Ecuador hasta 1973, año en que fue descubierto por exploradores neozelandeses. Desde hace más de 46 años, se ha desarrollado el cultivo comercial de babaco, debido a las características de sabor, contenido nutricional, presencia, aroma y aplicación medicinal (Montenegro, 2017). Hoy en día existen más de 180 hectáreas de cultivo de babaco en campo abierto y bajo condiciones de invernadero 5500 a 8000 plantas por hectárea (Guerrero, 2016).

La presente investigación se orienta a estudiar el efecto de los parámetros de evaporación al vacío sobre las propiedades funcionales, físico-químicas y organolépticas del concentrado de babaco, y así ofertar una forma de consumo distinta mediante la elaboración de un producto libre de azúcar, con antioxidantes naturales, sin edulcorantes y colorantes, sin químicos u otros aditivos. Hay que destacar que el consumo de jugos refrigerados y concentrados se ha incrementado en relación con los jugos a temperatura ambiente y a los no concentrados. Muchos consumidores parecen estar dispuestos a pagar por lo natural y la funcionalidad del jugo, teniendo presente la salud (Canainca, 2016).

De esta manera se prevé aprovechar esta fruta para tener más disponibilidad de productos derivados del babaco buscando con ello un crecimiento económico y así mejorar la demanda del producto. En Latinoamérica, las ventas de jugo incrementaron un 6% y se prevé que el consumo de jugo a nivel global va seguir aumentando en un 5% durante los próximos 5 años, llegando a 105 mil millones de litros en 2020 (Zenith, 2016).

Concentrar el jugo de frutas para la exportación es una práctica común para la industria de bebidas ya que disminuye el volumen del producto con la eliminación de agua, lo cual disminuye los costos de empaque, almacenamiento y transporte (Aguiar, 2012). Además, al reducir la actividad de agua en un concentrado de fruta, junto con el almacenamiento en refrigeración o congelación, hace que este sea más estable al deterioro químico y microbiológico y extienda su vida útil hasta incluso por 24 meses,

dependiendo de la fruta (Aguiar, 2012).

El método de conservación propuesto, permitirá también evaluar las propiedades funcionales, físico-químicas y organolépticas (color, olor, sabor y textura) propias de la fruta.

Como resultado se prevé diversificar el concentrado de babaco con valor agregado, conservar el producto por más tiempo en perchas de supermercados y ofertarlo como materia prima para la elaboración de helados, mermeladas y jaleas.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de los parámetros de evaporación por película ascendente sobre las propiedades funcionales, físico-químicas y organolépticas del concentrado de babaco *Carica pentagona* H.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar el babaco, utilizado para la concentración por evaporación al vacío.
- Evaluar las propiedades físico-químicas y organolépticas del concentrado de babaco.
- Determinar las propiedades funcionales (capacidad antioxidante y vitamina C) del concentrado de babaco.

### **1.4. HIPÓTESIS**

**Ha:** Los parámetros de concentración (temperatura, presión de vapor y flujo de alimentación), influyen sobre las propiedades físico-químicas y funcionales del concentrado de babaco.

**Ho:** Los parámetros de concentración (temperatura, presión de vapor y flujo de alimentación), no influyen sobre las propiedades físico-químicas y funcionales del concentrado de babaco.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. BABACO

##### 2.1.1. Generalidades

El babaco es una fruta nativa del Ecuador, que crece en altitudes entre los 800 y 2600 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m). Dicha fruta posee sabor y aromas únicos, no muy dulces y ligeramente ácidos. Se la consume en fresco, y productos semielaborados como jugos, mermeladas, almíbar y enlatados. En la actualidad esta fruta ha despertado gran interés por la calidad gustativa, bajo contenido de azúcar, calorías y su alto contenido de vitaminas y minerales. Por ello, es cultivado fuera del país en mercados internacionales tales como Alemania, Francia, Holanda, Italia y Estados Unidos (Espín, 2015). Cabe señalar que el babaco contiene potasio, que actúa como vasodilatador lo que provoca un aumento o ensanchamiento de los vasos sanguíneos, mejorando la circulación en el torrente. De esta manera el corazón no bombea de manera forzada y reduce la presión arterial (Galván, 2015).

##### 2.1.2. Historia

#### Figura 1

*Producción de babaco (Viteri, 2010)*



**Nota:** El gráfico representa el fruto de babaco en un estado de madurez verde.

Según (Viteri, 2010), la primera descripción taxonómica del babaco fue realizada por Heilborn en 1922, asignándole el nombre de *Carica Pentagona* por creer que se trataba de una nueva especie. Mientras que Badillo en 1987 concluyó que el babaco es un híbrido natural del cruce entre el toronche (*Carica stipulata*) y el chamburo (*Carica pubescens*). (Cañar, 2014) señala que el babaco es un frutal ecuatoriano, originario de los valles templados de la provincia de Loja. Esta especie es una de los frutales nativos exóticos más importantes del Ecuador, el cual se popularizó en los valles interandinos del Ecuador a mediados de los noventa; en la actualidad, en el cantón Cañar y en varias provincias de la Sierra ecuatoriana se lo cultiva con interés comercial gracias a la calidad gustativa de la fruta, su bajo contenido de azúcar y su alto contenido de vitaminas y minerales.

### 2.1.3. Características físicas, químicas y organolépticas

#### 2.1.3.1. Características físicas

(Ellis, 2017) señala que el babaco presenta una forma alargada provista de una punta con 5 caras onduladas y 5 aristas, el tamaño en frutos grandes alcanza dimensiones de 30 cm de largo y 10-15 cm de diámetro. Cada fruto pesa 1 kilo, pero dependiendo de la nutrición y manejo puede alcanzar entre 400 g hasta 2 kilos.

**Tabla 1**

*Clasificación de los frutos de babaco*

Tipo (tamaño)	Diámetro polar (mm)	Masa (g)
1 Grande	$\geq 260$	1001-1700
2 Mediano	230 – 259	701-1000
3 Pequeño	$\leq 229$	50 -700

**Fuente:** (INEN, 2005)

#### 2.1.3.2. Características organolépticas

Según (Elmawati, 2014), el color del fruto es verde y en la madurez de color amarillo intenso, con pulpa de color crema amarillenta, sabor delicado, jugosa, levemente ácida y aroma delicado característico de la fruta.

### 2.1.3.3. Composición química

**Tabla 2**

*Composición química del Babaco*

<b>Componentes</b>	<b>Cantidad en g por 100g de fruta fresca</b>
<b>Agua</b>	95
<b>Fibra</b>	1,1
<b>Lípidos</b>	0,2
<b>Potasio</b>	1,65
<b>Proteínas</b>	0,95
<b>Sales Minerales</b>	0,7
<b>Calcio</b>	0,013
<b>Calorías</b>	0,008
<b>Caroteno</b>	0,00009
<b>Fósforo</b>	0,007
<b>Hierro</b>	0,0034
<b>Niacina</b>	0,0005
<b>Riboflavina</b>	0,00002
<b>Sodio</b>	0,001
<b>Tiamina</b>	0,00003
<b>Vitamina A</b>	0,027
<b>Vitamina B1</b>	0,00002
<b>Vitamina B2</b>	0,00002
<b>Vitamina B6</b>	0,00003
<b>Vitamina C</b>	0,031
<b>Vitamina E</b>	0,00047

Fuente: (Jaya, 2015)

### 2.1.4. Estado de madurez

La madurez del fruto se aprecia por su color externo y puede confirmarse su estado por medio de la determinación de los sólidos solubles y la firmeza de la pulpa (INEN, 2005).

### 2.1.4.1. Tabla de color

Según (INEN, 2005), la escala de color del babaco se establece de la siguiente manera.

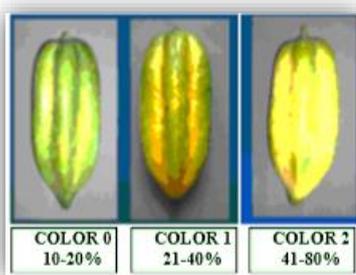
**COLOR 0 (verde):** Fruto que va del 10% al 20% de color amarillo.

**COLOR 1 (pintón):** Fruto que va del 21% al 40% de color amarillo.

**COLOR 2 (maduro):** Fruto que va del 41% al 80% de color amarillo.

### Figura 2

*Escala de color del babaco (INEN, 2005)*



*Nota:* El gráfico representa una tabla de color con el estado de madurez del babaco.

### 2.1.4.2. Sólidos solubles totales

Según (INEN, 2005), los rangos de sólidos solubles totales expresados en °Brix, son los siguientes:

### Tabla 3

*Contenido de sólidos solubles totales (°Brix)*

COLOR	0 (verde)	1 (pintón)	2 (maduro)
Grados brix, °Bx	<5	5-6	>6

### 2.1.4.3. Acidez titulable

Según (INEN, 2005), los valores de la acidez titulable, expresados en ácido málico, son los siguientes:

**Tabla 4***Acidez titulable expresada como ácido málico, g/100 g de producto*

<b>COLOR</b>	<b>0 (verde)</b>	<b>1 (pintón)</b>	<b>2 (maduro)</b>
<b>Cantidad de ácido málico</b>	<b>&lt;0,040</b>	<b>0,040-0,050</b>	<b>&gt;0,050</b>

**2.1.4.4. Relación sólidos solubles/acidez titulable**

Según (INEN, 2005), los valores de la relación sólidos solubles/acidez titulable, expresados en °Bx/cantidad de ácido málico son los siguientes:

**Tabla 5***Relación sólidos solubles, °Bx /Acidez titulable, cantidad de ácido málico*

<b>COLOR</b>	<b>0 (verde)</b>	<b>1 (pintón)</b>	<b>2 (maduro)</b>
<b>°Bx/cantidad de ácido málico</b>	<b>&gt;125</b>	<b>125-120</b>	<b>&lt;120</b>

**2.1.4.5. Firmeza del fruto**

Según (INEN, 2005), los valores de la firmeza del fruto, expresada en kg/cm<sup>2</sup>, son los siguientes:

**Tabla 6***Firmeza, kg/cm<sup>2</sup>*

<b>COLOR</b>	<b>0 (verde)</b>	<b>1 (pintón)</b>	<b>2 (maduro)</b>
<b>Firmeza, kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>&gt;2,5</b>	<b>1,5-2,5</b>	<b>&lt;1,5</b>

**2.1.5. Rendimiento del fruto fresco por planta**

El rendimiento depende de varios factores: clima, riego, fertilización, manejo de plagas, enfermedades y suelo. Sin embargo, si se dota al cultivo un buen manejo durante todo el ciclo de producción, se puede obtener hasta 107 frutos por cada planta, con un peso promedio de 2 kg cada fruto. El cultivo de babaco alcanza 25 y 45 frutos/planta /año, de 2500 plantas

por hectárea produce 50 y 80 toneladas por año. La producción varía de acuerdo con los siguientes aspectos: material vegetal utilizado, clima de la zona, labores de cultivo, abonadura, fertilización y controles fitosanitarios (Viteri, 2010).

#### **2.1.6. Variedades de babaco en el Ecuador**

(Villavicencio, 2018) menciona que en el Ecuador las variedades de babaco que existen se diferencian por eco tipos que se cultivan de forma comercial, mismos que se diferencian en base a la pronunciación de las estrías del fruto (aristas pronunciadas y redondas). Así mismo, difieren en la separación y configuración en los internudos, en el tamaño y forma de los frutos, contenido de sólidos solubles, pulpa, conformación de hojas y tallos.

### **2.2. PROCESO AGROINDUSTRIAL DEL BABACO**

#### **2.2.1. Evaporación**

(Vanaclocha, 2015) menciona que la evaporación es una operación unitaria que separa el solvente más volátil (agua) de una solución diluida (alimento), mediante ebullición para incrementar la concentración de los componentes no volátiles. El objetivo principal de la evaporación es mejorar la conservación de los alimentos debido a la disminución de la actividad de agua, es decir, eliminar el vapor formado por ebullición de una solución líquida de la que se obtiene una solución más concentrada. Por lo general en la evaporación, el producto de interés es el líquido concentrado mientras que el vapor se condensa y se desecha. Además, por medio de la evaporación, se reduce el volumen y masa del producto, resultando una considerable disminución de costos de empaque, transporte y almacenamiento del producto.

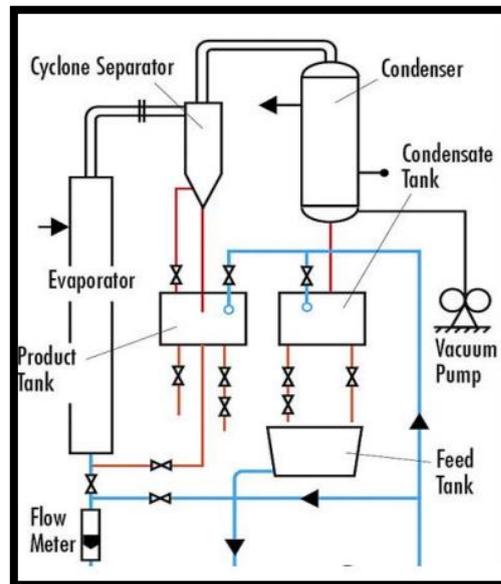
Un evaporador consta, de dos cámaras, una de condensación y otra de evaporación. En la de condensación un vapor de agua se transforma en líquido, con lo que cede su calor latente de condensación, el cual es captado en la cámara de evaporación por el alimento, del que se desea eliminar el agua (Heldman, 2019).

La evaporación al vacío es una operación unitaria que consiste en concentrar una disolución mediante la eliminación del solvente por ebullición. El vacío se lleva a cabo a una presión inferior a la atmosférica, lo que permite reducir la temperatura de ebullición y obtener un gran ahorro energético. Con ello, se conservan las características del producto sin que se pierda algún nutriente o vitamina (Ortolá, 2016).

Es importante resaltar que muchas soluciones alimentarias son termolábiles, y pueden quedar afectadas si son expuestas a una temperatura demasiado elevada. Es por ello, que en muchos casos es conveniente operar a vacío en la cámara de evaporación, lo que hace que la temperatura de ebullición de la solución acuosa sea menor, y el fluido se vea afectado por el calor en menor grado (Attías, 2009).

### Figura 3

*Evaporador* (Attías, 2009)



*Nota:* El gráfico representa las partes del evaporador de película ascendente.

#### 2.2.2. Descripción del evaporador de película ascendente

Según (Rivet, 2020), los productos concentrados se procesaron durante muchos años por el método de evaporación, ocasionando que el producto tienda a perder las características físico-químicas y organolépticas debido a las altas temperaturas a las que se concentraba. Por ello, en la actualidad el evaporador de película ascendente trabaja bajo una presión de vacío para activar la concentración y así ser llevado a cabo a una temperatura inferior, reduciendo el daño en los jugos por exposición al calor.

En un evaporador de película ascendente puede utilizarse alimentos líquidos de baja viscosidad, los cuales hierven en el interior de tubos verticales de 10-15 m de longitud. Los tubos se calientan con el vapor existente en el exterior, de tal manera que el líquido asciende

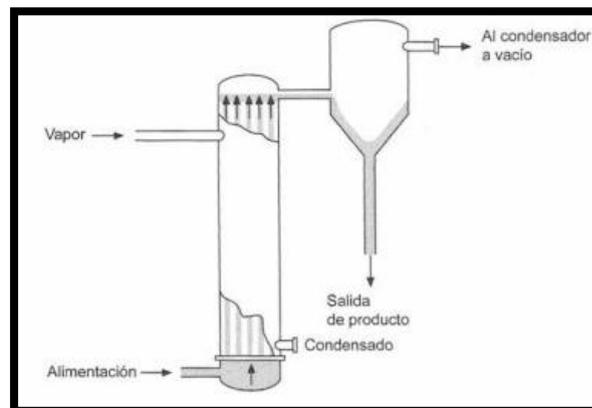
por el interior de los tubos arrastrado por los vapores formados en la parte interior. El movimiento ascendente de los vapores produce una película que se mueve rápidamente hacia arriba (Aguas, 2017).

Para alcanzar una película bien desarrollada es necesaria una diferencia de temperaturas entre el producto y el medio de calefacción de al menos 14°C. En este tipo de evaporadores se alcanzan elevados coeficientes de transmisión de calor, pudiendo recircularse el alimento líquido hasta alcanzar la concentración deseada. La circulación del líquido a concentrar en estos equipos puede ser natural o forzada (Goffard, 2020).

Además, el evaporador consta de tanque de alimentación, separador de vapor/líquido, condensador, tanque de concentrado, tanque de condensado, bomba CIP (limpieza) y bomba de vacío, fabricados con materiales higiénicos tales como acero inoxidable y vidrio (Goffard, 2020).

#### **Figura 4**

*Evaporador de Película Ascendente* (Vanaclocha, 2015)

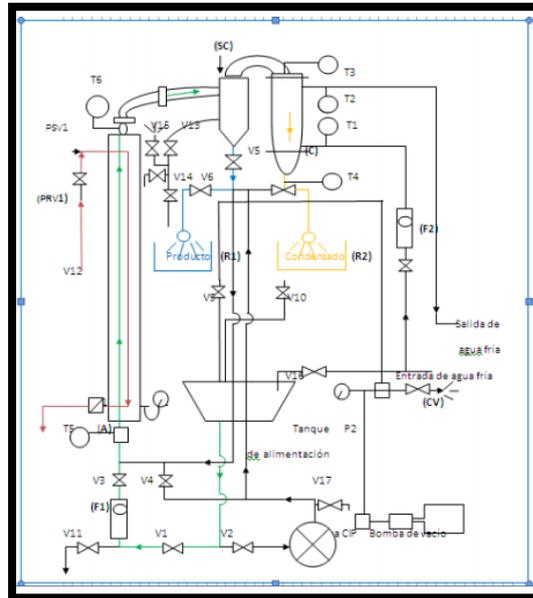


**Nota:** El gráfico representa al evaporador de película ascendente y su funcionamiento.

#### **2.2.3. Funcionamiento del Evaporador de Película Ascendente**

## Figura 5

*Trayectoria del producto en el Evaporador de Película Ascendente. Laboratorio de Bioprocesos UTN*



**Nota:** El gráfico representa como se obtiene el concentrado de babaco por evaporación al vacío.

Haciendo referencia a la figura 5 se observa que el evaporador utilizado consta de un cilindro enchaquetado vertical. El jugo de babaco circula desde la parte inferior del tubo interior y el vapor de calentamiento transita por la chaqueta exterior. Cuando se calienta el líquido y comienza la formación de vapor, éste asciende por el centro del tubo (A) y obliga a que sobre las paredes interiores se forme una película de producto que tiende a ir ascendiendo, motivo de la fricción entre el vapor y el líquido.

El líquido asciende a gran velocidad motivado por el vacío que se realiza en el sistema y esa diferencia de presiones influye en la velocidad del líquido dentro del equipo. Para controlar el vacío que se quiere producir en el sistema, este equipo está provisto de un vacuómetro (CV) con rango de 0 a -1 bar. La presión máxima de vapor para el evaporador de película ascendente Armfield FT22, es de 2 bares, la cual es controlada por una válvula de control (PRV1).

Además, el evaporador posee dos rotámetros. El primer rotámetro (F1) indica el flujo de alimentación del jugo a concentrar, cuyo máximo es 16 lt/hora en el equipo utilizado. El otro rotámetro (F2) que marca hasta 10 lt/hora indica el flujo del agua de enfriamiento, la misma que proviene de las tuberías y no entra en contacto con el producto, pero tiene la función de

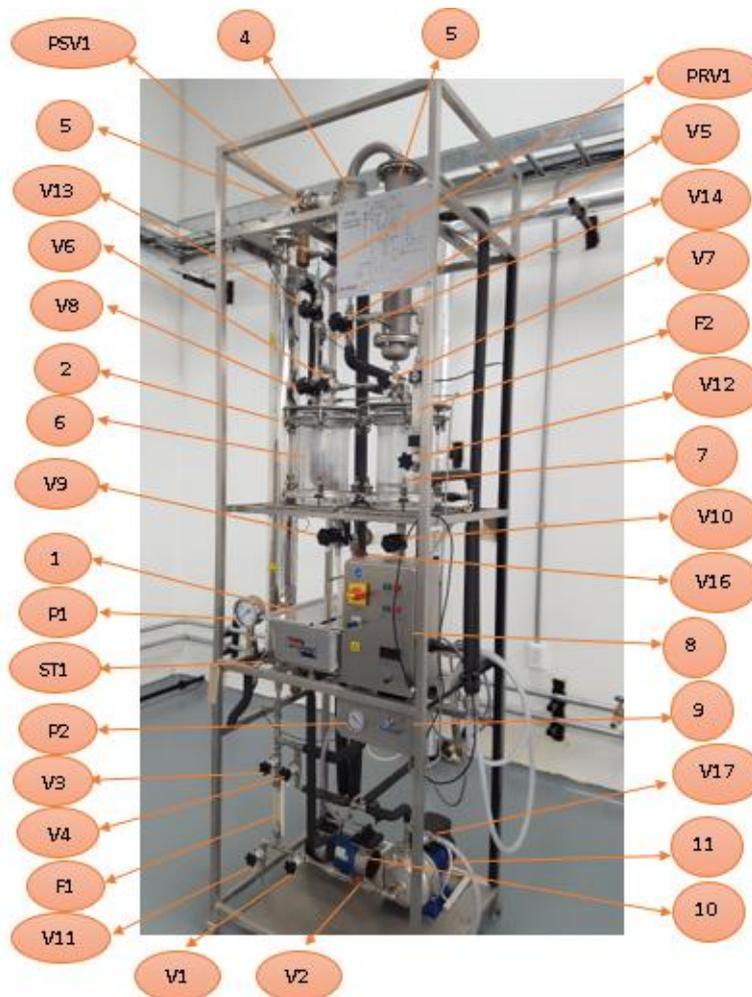
condensar el vapor del mismo.

Posteriormente en un equipo separador, denominado separador ciclón (SC), se obtiene el vapor y el concentrado, recogiendo el concentrado en un recipiente (R1), mientras que el vapor se envía a un condensador (C), donde el condensado resultante se acumula en otro recipiente (R2). Estos recipientes tienen la capacidad de 5 litros cada uno. De los tanques se extrae el concentrado y condensado con la ayuda de mangueras, a fin de poder medir el volumen de cada uno de ellos.

#### 2.2.4. Partes del evaporador, estructura

**Figura 6**

*Evaporador de película ascendente (Goffard, 2020)*



**Nota:** El gráfico representa las partes del evaporador de película ascendente.

**Tabla 7***Especificaciones de las partes del Evaporador de Película Ascendente*

---

<b>Especificaciones</b>	
F1: Medidor de flujo (alimentación)	V1: Válvula de paso del producto
F2: Medidor de flujo (refrigeración)	V2: Válvula de evacuación de producto
P1: Manómetro de presión del vapor	V3: Válvula de control del flujo de alimentación
P2: Manómetro de control de vacío	V4: Válvula de paso de agua
ST1: Trampa de vapor	V5: Válvula de paso del concentrado
1: Tanque de alimentación	V6: Válvula de paso del producto concentrado
2: Cilindro encaquetado vertical	V7: Válvula de paso del condensado
3: Codo del evaporador	V8: Válvula de lavado del aspensor
4: Separador ciclón	V9: Válvula de evacuación de concentrado
5: Condensador	V10: Válvula de evacuación de condensado
6: Tanque del concentrado	V11: Válvula de recepción de muestra
7: Tanque del condensado	V12: Válvula de refrigeración
8: Panel de control	V13: Válvula de control de vacío
9: Panel del control de vacío	V14: Válvula de toma de muestra del producto concentrado
10: Bomba de vacío	V15: Válvula de respiración de toma de muestra
11: Bomba de limpieza	V16: Válvula de alimentación de agua
	V17: Válvula de evacuación del producto
	PRV1: Válvula de regulación de presión
	PSV1: Válvula de seguridad de la presión

---

**Fuente:**(Goffard, 2020)

## **2.2.5. Influencia de los parámetros de evaporación**

### **2.2.5.1. Temperatura**

#### **➤ Sólidos solubles**

(Ávila, 2013) menciona que en el jugo la temperatura del jugo influyó directamente sobre la concentración final de sólidos solubles, debido a que la presión de vapor del agua presente en el jugo se incrementó con la temperatura.

(Wati, 2019) señala que es importante el aumento del punto de ebullición, ya que la diferencia de temperatura entre el vapor y el producto disminuye a medida que aumenta el punto de ebullición del producto, debido a su proceso de concentración. La disminución de la diferencia de la temperatura entre ambos medios disminuye a su vez la velocidad de transmisión de calor entre el vapor y el producto.

#### **➤ Acidez**

(Zamora, 2018) en su investigación con el arándano menciona que el incremento de temperatura en la acidez del concentrado es favorecido por el incremento en los °Brix, debido a la pérdida de agua; lo que permite el aumento de los carbohidratos poliméricos, los azúcares solubles y ácidos en el proceso de concentración de la pulpa.

(Burga, 2020) señala que conforme la concentración de sólidos disueltos aumenta, la temperatura de ebullición del líquido incrementa por encima de la temperatura de vapor saturado a igual presión. La elevación del punto de ebullición se debe a los cambios de las propiedades del líquido. El grado de elevación del punto de ebullición está determinado por la concentración.

#### **➤ pH**

(Bonilla, 2005) en su investigación con el jugo de piña observó que conforme aumenta la temperatura el grado de concentración del jugo produce una reducción en la cantidad de agua libre, lo cual da origen a la disminución del pH, al existir una mayor proporción de ácidos orgánicos con respecto al contenido de agua inicial.

(Alwafi Ridho Subarkah, 2018) señala que el aumento del punto de ebullición es importante, ya que la diferencia de temperatura entre el vapor y el producto disminuye conforme aumenta el punto de ebullición del producto, debido a su proceso de concentración. La disminución

de la diferencia de temperatura entre ambos medios disminuye a su vez la velocidad de transmisión de calor entre el vapor y el producto.

➤ **Capacidad antioxidante**

(Apaza, 2017) den su investigación con la tuna señala que a temperaturas mayores a 50°C se reduce el contenido de capacidad antioxidante en los extractos por fenómenos de isomerización y descarboxilación de estos compuestos. Así como también su degradación se debe a la oxidación e hidrólisis de los polímeros.

(Rosales, 2019) señala que a medida que la concentración de solidos disueltos se incrementa, la temperatura de ebullición del líquido aumenta por encima de la temperatura de vapor saturado a igual presión.

➤ **Vitamina C**

(Avalo, 2009) en su investigación con el zumo de naranja señala que la evaporación al aplicar un tratamiento térmico aumenta la susceptibilidad a la oxidación del producto y destruye componentes aromáticos delicados. Sin embargo, los responsables del valor sensorial y nutricional de estos productos, son termosensibles, y el uso de tratamientos inapropiados para la concentración provoca pérdidas considerables de vitaminas, deterioro del color, aroma y sabor.

### **2.2.5.2. Presión de Vapor**

➤ **Sólidos solubles**

(Forero Longas and Vélez Pasos, 2013) señala que la relación entre la presión de vapor y la temperatura es de tipo exponencial, por lo tanto, es de vital importancia el control de la temperatura durante el proceso de concentración porque la elevada presión de vapor tiende a incrementar el contenido de sólidos solubles.

(Benavides and Muvdi, 2014) señala que la concentración inicial determina la temperatura de ebullición, ya que, al aumentar la concentración de sólidos disueltos en la solución, la presión de vapor disminuye, aumentando así su temperatura de ebullición.

➤ **Acidez**

(Montagud and Alonso Espadalé, 2020) señalan que el punto de ebullición de la solución

está relacionado con la presión de vapor del sistema. Cuanto más elevada sea la presión de operación del evaporador, mayor será la temperatura de ebullición. Además, la temperatura de ebullición también se eleva a medida que aumenta la concentración del material disuelto por la acción de la evaporación.

(Benavides and Muvdi, 2014) señala que al disminuir la temperatura en el vapor de calentamiento y al aumentar la presión de trabajo, la energía suministrada aumenta. Este comportamiento se debe a que por un lado el calor (latente) transferido por el vapor aumenta al disminuir la temperatura del vapor, por otro lado, un aumento de la presión de trabajo incrementa la temperatura de ebullición del sistema haciendo que aumenten también los requerimientos energéticos.

#### ➤ **pH**

(Duque, 2011) señala que el incremento de la temperatura y a la presión de vapor, provocan una mínima disminución de pH del jugo concentrado debido a que los alimentos por los ácidos presentes son sistemas amortiguadores que hacen que el pH permanezca casi constante.

(Velásquez, 2021) señala que la solución se alimenta con una concentración mayor de glucosa, el gasto energético se incrementa. Este incremento se debe a la disminución de la presión de vapor de la solución al aumentar su concentración, lo que genera incrementos en la temperatura de ebullición; y con ello un mayor requerimiento de energía para asegurar la evaporación.

#### ➤ **Capacidad antioxidante**

(Rojas, 2019) señala que a medida que se produce la evaporación el líquido que va quedando en el evaporador se hace más concentrado y por tanto su temperatura de ebullición aumenta por encima de la correspondiente temperatura de vapor saturado a igual presión. Con el incremento de la concentración, la capacidad antioxidante disminuye su contenido por acción de la temperatura entre el vapor y el producto.

#### ➤ **Vitamina C**

(Burga, 2020) señala que conforme la concentración de sólidos disueltos aumenta, la temperatura de ebullición del líquido incrementa al igual que la presión vapor provocando un incremento de la concentración, por ende, la vitamina C disminuye su contenido por

acción de la temperatura entre el vapor y el producto.

(Hidrovo and Barzola, 2018) menciona que la elevación del punto de ebullición se produce cuando la presión de vapor de las soluciones acuosas es menor que la del disolvente puro a la misma temperatura, siendo el punto de ebullición una propiedad coligativa que depende de la concentración del soluto en la solución.

### **2.2.5.3. Flujo de Alimentación**

#### **➤ Sólidos solubles**

(Barrera, 2015) argumenta que el incremento de los sólidos se debe a la disminución del flujo de alimentación debido a que la temperatura tiene más contacto con el jugo, siendo así, que exista un aumento en la concentración y viscosidad del concentrado.

#### **➤ Acidez**

(Lumbantoruan and Hidayat, 2016) señalan que el flujo de alimentación de la materia prima es una variable de proceso que afecta el producto final de manera considerable en compañía de las otras variables de proceso, debido a su fuerte interacción con la temperatura de entrada, porque mientras más incrementa el flujo de alimentación, el jugo tiene menos contacto con la temperatura siendo así que su concentración sea menor.

#### **➤ pH**

(Gonzales, 2017) señala que el incremento de flujo de alimentación provoca una menor concentración de pH en el jugo, debido a que presenta menor contacto con el vapor de calentamiento. Por otro lado, el incremento de temperatura y flujo de alimentación proporciona una mayor cantidad de concentrado al no encontrarse expuesto al vapor de calentamiento.

#### **➤ Capacidad antioxidante**

(Andrés, Menjura and Hernández, 2017) mencionan que el aumento del flujo de alimentación implica el mínimo contacto con el producto de entrada, ocasionando una disminución en la concentración del jugo, así como también, una transferencia de calor menos eficiente y una tasa de evaporación baja, lo que causa baja eficiencia en el proceso.

### ➤ **Vitamina C**

(Benavides and Muvdi, 2014) señalan que el incremento de temperatura y flujo de alimentación proporcionan una mayor cantidad de concentrado, debido a que el jugo no se encontró tan expuesto al vapor de calentamiento proporcionando mayor rendimiento del concentrado.

## **2.3. PROPIEDADES FUNCIONALES**

Según (Villagómez, 2018), el babaco actualmente tiene una gran aceptación a nivel nacional y en el exterior, debido a que presenta una gran variedad de usos y buen valor nutricional. Además, por ser pariente de la papaya contiene un alto porcentaje de papaína, que ayuda al desdoblamiento de la proteína animal y a la digestión en general. Esta fruta es considerada como antioxidante, porque contiene vitaminas A, C y E, las cuales disminuyen el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, degenerativas y de antienvjecimiento, ya que favorecen la formación de colágeno, lo cual retarda el aparecimiento de las arrugas. Un mineral que se destaca en el babaco es el calcio, que interviene en la formación y fortalecimiento del sistema óseo y el potasio para la prevención de calambres musculares.

### **2.3.1. Capacidad antioxidante**

La actividad antioxidante ( $\mu\text{m Trolox/g}$ ) es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa. Sin embargo, es necesario distinguir también entre actividad estabilizadora de radicales libres y actividad antioxidante. La primera está determinada completamente por la reactividad de un antioxidante frente a radicales libres, lo cual puede ser caracterizado por la velocidad de esa reacción. Por su parte, la segunda mide la capacidad para retardar la degradación oxidativa. Por lo tanto, una alta actividad anti-radicalaria no siempre correlaciona con una alta actividad antioxidante; en particular, algunos compuestos fenólicos sintéticos presentan alta reactividad frente a radicales libres, pero muestran moderada actividad antioxidante (Londoño, 2015).

**Tabla 8***Capacidad antioxidante en frutas*

<b>Nombre común</b>	<b>Método (ABTS) (<math>\mu\text{m Trolox/g}</math>)</b>
Uvilla	1056
Papaya de monte	2141
Tomate de árbol	838
Tuna roja	551
Lima dulce	336
Limón sutil	281
Mandarina	193
Naranja	182
Toronja	150

**Fuente:** (Villanueva, 2018)**Tabla 9***Capacidad antioxidante en frutas*

<b>Nombre común</b>	<b>Método (ABTS) (<math>\mu\text{m Trolox/g}</math>)</b>
Capulí	601,489
Taxo	800,303
Tomate completo	165,137
Babaco	458,196
Pepino dulce	137,038
Mora	711,582
Mortíño	767,372
Tuna	33,251
Sangorache	97,882

**Fuente:** (Zambrano, 2013)

### 2.3.2. MÉTODO ABTS

Este método fue reportado por Miller, y se fundamenta en la capacidad de un antioxidante para estabilizar el radical catión coloreado ABTS<sup>+</sup>, el cual es formado previamente por la oxidación del ABTS (2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6- ácido sulfónico)), por metamioglobina y peróxido de hidrógeno. Los resultados son expresados como equivalentes de Trolox o TEAC (por su nombre en inglés, Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) (Pérez-Nájera *et al.*, 2018) .

Este método sirve para la detección de la actividad antioxidante de una sustancia. Se destaca como ensayo de decoloración aplicable tanto a los antioxidantes lipofílicos como a los hidrofílicos, comprendidos los flavonoides, hidroxicinamatos, carotenoides y antioxidantes plasmáticos. La monocación radical preformada del ácido 2,2'-azinobis- (ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) (ABTS<sup>+</sup>) se forma por oxidación de ABTS con persulfato de potasio y se reduce en presencia de tales antioxidantes donadores de hidrógeno. Al determinar la actividad antioxidante, se tiene en cuenta la concentración de antioxidante como la duración de la reacción sobre la inhibición de la absorción de cationes radicales (Montealegre, 2021).

Los métodos ORAC-PE, FRAP, TRAP, ABTS y DPPH miden la capacidad antioxidante del compartimento hidrofílico o acuoso del plasma donde se localizan los compuestos antioxidantes solubles en agua (ácido ascórbico, ácido úrico y proteínas). La actividad antioxidante de los compuestos liposolubles que se encuentran en las lipoproteínas del plasma, tales como carotenoides y tocoferoles, no influyen en las medidas realizadas con estos métodos, y han de estimarse mediante otros ensayos (Forero Longas and Vélez Pasos, 2013).

Entre las ventajas de este método está que los valores de TEAC de una amplia gama de alimentos están reportados lo que permite establecer comparaciones; adicionalmente puede ser usado en un amplio rango de pH y fuerza iónica, además de que el ABTS<sup>+</sup> es soluble tanto en medio acuoso como orgánico y permite la evaluación de antioxidantes hidrofílicos y lipofílicos, presenta una elevada sensibilidad, es práctico, rápido y muy estable. La absorbancia medida por el método ABTS se determinada a los 1 y 7 minutos (Troncoso, 2019).

### **2.3.3. Vitamina C**

Es un antioxidante hidrosoluble el cual actúa como antioxidante y agente reductor. Interviene proporcionando electrones a compuestos en el interior de la célula y en el exterior. Así, puede actuar fuera de la célula, conjuntamente con la vitamina E, en la prevención de la oxidación lipídica. Es de esta forma que actúa frente la oxidación de la partícula LDL (lipoproteínas de baja densidad), punto donde se inicia la lesión aterosclerótica. También puede actuar en la prevención del daño oxidativo sobre el ADN, cuya oxidación estaría relacionada con ciertos tipos de cáncer y envejecimiento. Los alimentos con una mayor riqueza en esta vitamina son las frutas (cítricos, caquis, kiwis) y las hortalizas (pimientos, perejil, coles, cebolla) frescas y crudas (Zhongwei Fang, 2017).

### **2.3.4. Funciones de la vitamina C en el organismo**

La vitamina C es indispensable para la elaboración y mantenimiento del colágeno; ayuda a cicatrizar las heridas, quemaduras y encías sangrantes; favorece la absorción y almacenamiento del hierro; disminuye la formación de coágulos en vasos sanguíneos; evita formación de agentes cancerígenos como las nitrosaminas, así mismo ayuda a combatir enfermedades víricas y bacterianas; actúa como antioxidante, es un poderoso inhibidor de la oxidación de lípidos; regenera la vitamina E y es protector de los efectos del tabaco (Cynthia and Mangas, 2021).

### **2.3.5. Vitamina E**

Según (Vilaplana, 2007) menciona que la vitamina E es uno de los antioxidantes lipídicos más importantes gracias a su capacidad para captar el oxígeno. La actividad antioxidante de la vitamina E se centra en la inhibición de la peroxidación lipídica causada por los radicales libres, acción que tiene lugar en los fosfolípidos de la membrana celular, lipoproteínas, tejido adiposo, cerebro y en todos los tejidos que contengan una alta proporción de ácidos grasos poliinsaturados. Al impedir la oxidación de las membranas celulares, la vitamina E permite una buena nutrición y regeneración de los tejidos. Además, se ha demostrado por varios estudios que hay unos tipos de cáncer (de pulmón, de páncreas y de cuello de la matriz) cuyo riesgo se ve reducido al consumir vitamina E, así como también la vitamina reduce el

crecimiento de algunos tumores tipo sarcomas. La acción antitumoral de la vitamina E, junto con la vitamina C, el betacaroteno y el selenio, se ve potenciada cuando actúan juntas, debido a que se hallan directamente relacionadas, ya que la primera actúa regenerando los radicales oxidados de la segunda (Berg, 2014).

## 2.4. JUGOS CONCENTRADOS

### Figura 7

*Concentrado de babaco (Bullón, 2013)*



*Nota:* El gráfico representa el concentrado de babaco para su consumo.

### 2.4.1. Zumo (jugo) concentrado de fruta

Por zumo (jugo) concentrado se entiende a la cantidad de agua eliminada para elevar el nivel de °Brix al menos en un 50% más que el valor °Brix establecido para el zumo (jugo) reconstituido de la misma fruta. En la producción de zumo (jugo) destinado a la elaboración de concentrados se utilizarán procedimientos adecuados, que podrán combinarse con la difusión simultánea con agua de pulpa y células y/o el orujo de fruta, siempre que los sólidos de la fruta extraídos con agua se añadan al zumo (jugo) primario en la línea de producción antes de proceder a la concentración (Codex, 2005).

### 2.4.2. Proceso de concentración

Según (Bullón, 2013) menciona que la elaboración de jugos de fruta es muy antigua y se remonta a la extracción de los jugos para la producción de vinos; sin embargo, sus métodos han desarrollado hasta consolidarse en la industria de los alimentos con la finalidad de remover de manera selectiva una cantidad de agua del jugo original, mediante suministro de

energía. Por tanto, la concentración de jugos involucra varias etapas como el pesado, selección y clasificación, lavado, pelado, troceado, prensado, filtrado, concentrado y envasado. Por otro lado, la concentración se realiza en un evaporador de película ascendente, por donde, el jugo ingresa a cilindro enchaquetado vertical, ahí el vapor en la cáscara aumenta la temperatura del producto, de tal forma que el líquido ascienda por el interior de los tubos debido al arrastre de vapor formando una película de licor en el codo del evaporador. En la parte superior del tubo el vapor se separa del licor en un separador de ciclón y luego se condensa el vapor (Gómez, 2019).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Caracterización del área de estudio

La presente investigación se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Técnica del Norte (Unidades Edu-productivas de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial).

**Tabla 10**

*Caracterización del Área de Estudio*

<b>Ubicación</b>	
Provincia	Imbabura
Cantón	Ibarra
Parroquia	Sagrario
Altitud	2225 m.s.n.m
Humedad Relativa	89,2%
Temperatura	18,4°C

**Fuente:** (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2018)

#### 3.2. Materiales y Equipos

Para desarrollar la fase experimental de la presente investigación se emplearon los siguientes materiales y equipos descritos en la tabla 11.

**Tabla 11**

*Materiales y Equipos*

<b>Materia Prima</b>	<b>Materiales de laboratorio</b>	<b>Utensilios</b>
Babaco	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tubos de ensayo de 10 ml</li> <li>- Micropipetas 1000 uL y 50 uL</li> <li>- Balones de aforo 25ml</li> <li>- Vasos de precipitación</li> <li>- Papel Whatman 0,45</li> <li>- Frascos ámbar</li> <li>- Probetas</li> <li>- Test Reflectoquant</li> <li>- Papel Parafilm y papel aluminio</li> <li>- Bureta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bandejas de plástico</li> <li>- Lienzo</li> <li>- Baldes de plástico de 8 litros</li> <li>- Jarra de plástico de 1,5 litros</li> <li>- Frascos de vidrio de 500g</li> <li>- Cuchillos</li> <li>- Colador</li> </ul>

<b>Equipos</b>	<b>Reactivos</b>
- Evaporador de película ascendente	- Hidróxido de Sodio (0,1N)
- Refractómetro digital	- Fenolftaleína (1%)
- Potenciómetro	- Solución ABTS (7mM)
- Reflectómetro RQ flex 16970	- Persulfato de potasio
- Penetrómetro	- Agua destilada
- Espectrofotómetro UV visible	
- Balanza Analítica	
- Baño ultrasonido	
- Extractor de jugos	

### **3.2.1. Especificaciones**

(Ceballos Polina and Gamiño Arroyo, 2015) menciona las siguientes especificaciones del Evaporador de Película Ascendente.

- Longitud del tubo evaporador: 1,36 m
- Área de transferencia térmica: 0,08 m<sup>2</sup>
- Tasa máx. de evaporación: 10 litros/hora
- Consumo máx. de vapor: 15 kg/hora
- Presión máx. de vapor (en funcionamiento): 1,7 bar
- Área del condensador: 0,17 m<sup>2</sup>
- Capacidad máx. del tanque de alimentación: 10 litros
- Capacidad del tanque de recogida de concentrado: 5 litros
- Capacidad del tanque de recogida de condensado: 5 litros
- Bomba CIP (impulsor flexible): 8 lpm a 6 m H<sub>2</sub>O
- Vacío del sistema: 225mm Hg abs (aumenta si se conectan las bombas en serie).

### **3.3. Descripción de la Metodología**

La materia prima seleccionada (babaco) que se empleó en la investigación se adquirió en el mercado mayorista de la ciudad de Ibarra, proveniente del cantón Patate en la provincia de Tungurahua. El babaco se trasladó en gavetas a las instalaciones de las unidades Edu-productivas donde se realizó los respectivos análisis y ensayo experimental.

### 3.3.1. Caracterización del babaco, utilizado para la concentración por evaporación al vacío.

Para la caracterización de la fruta se realizó el tratamiento postcosecha del fruto de babaco completamente amarillo (maduro) orientado a limpieza, selección y clasificación para eliminar residuos e impurezas de la fruta. Posterior a ello, se realizó el análisis físico de la fruta y el análisis químico del jugo de babaco.

#### 3.3.1.1. Caracterización química del jugo de babaco

Las características químicas principales realizadas en el jugo de babaco se describen a continuación.

- **Determinación de la concentración de sólidos solubles**

Los sólidos solubles se obtuvieron de acuerdo a la norma AOAC Official Methods 932.12, mediante lectura directa en el refractómetro de °Brix. Para ello, se encendió el equipo, se colocó tres gotas de muestra en la unidad de iluminación, luego se manipulo el mando de ajuste óptico y se presionó el pulsador display para obtener el resultado de sólidos solubles.

- **Determinación de la acidez titulable**

La acidez titulable se obtuvo de acuerdo a la norma AOAC Official Methods 942.15. En 5 ml de muestra se añadió 5 gotas de fenolftaleína al 1%. Luego se tituló la muestra con hidróxido de sodio (NaOH) al 0,1 Normal, hasta el cambio de color a rosa, usando como indicador el pH de la fenolftaleína. Los resultados se expresaron en porcentaje de ácido málico mediante la siguiente ecuación.

$$\%(A) = \frac{ml\ NaOH \cdot NaOH\ N \cdot meq. 100}{ml\ zumo}$$

**Donde:**

- ml NaOH = ml NaOH gastados en la titulación
- NaOH N = normalidad del NaOH (0,1 N)
- meq NaOH = 0,067
- ml zumo = 5 ml

- **Determinación de pH**

El pH se obtuvo de acuerdo al método AOAC 981.12. Se colocó 50 ml de jugo de babaco en un vaso de precipitación luego el pH se determinó mediante la inmersión de los electrodos del potenciómetro Jenway (modelo 3510) calibrado con un buffer de pH 4 y 7.

- **Determinación de la firmeza**

La firmeza se obtuvo de acuerdo a la norma (INEN, 2005). Para la determinación de la firmeza se aseguró que la aguja indicadora de presión del penetrómetro se encuentre marcando en 0, luego se cortó un poco de piel del fruto, finalmente se penetró la punta de éste donde se efectuó el corte hasta obtener el resultado.

A continuación, en la tabla 12 se detalla el análisis químico del jugo de babaco.

**Tabla 12**

*Métodos de los análisis químicos del jugo de babaco*

<b>Análisis</b>	<b>Método</b>	<b>Norma</b>	<b>Unidad</b>
<b>Acidez titulable</b>	Acidez titulable	AOAC Official Methods 942.15	%
<b>pH</b>	Potenciómetro	AOAC Official Methods 981.12	Adimensional
<b>Sólidos solubles</b>	Refractómetro de °Brix	AOAC Official Methods 932.12	°Brix
<b>Firmeza</b>	Penetrómetro	NTE INEN 1998: Frutas frescas. Babaco.	kg/cm <sup>2</sup> o Kgf
<b>Capacidad Antioxidante</b>	ABTS	INIAP: Método ABTS , (Roth, 2009).	µM Trolox/g de muestra peso fresco
<b>Vitamina C</b>	Reflectometría	INIAP: Método Reflectométrico, (Edwards, 2013)	mg/100 ml

### 3.3.2. Evaluación de las propiedades físico-químicas y organolépticas del concentrado de babaco.

#### 3.3.2.1. Característica química del concentrado de babaco

En la tabla 13 se describe la caracterización química del concentrado de babaco, se realizó en base a la misma metodología descrita en el jugo fresco.

**Tabla 13**

*Métodos de los análisis químicos del concentrado de babaco*

<b>Características químicas</b>	<b>Unidades</b>	<b>Método</b>
Solidos solubles	°Brix	AOAC Official Methods 932.12
pH	Adimensional	AOAC Official Methods 981.12
Acidez titulable	%	AOAC Official Methods 942.15

#### 3.3.2.2. Características sensoriales del concentrado de babaco

Para realizar el análisis sensorial se aplicó el método de panel de degustación, a través de la prueba de escala hedónica. Se la hizo con el objetivo de distinguir el producto con la aceptación más alta con respecto a color, olor, sabor y textura. Para ello, hubo la presencia de 20 panelistas, a los que se les proporcionó las muestras de concentrado de babaco, agua como medio de neutralización y las encuestas para su evaluación. Posteriormente los panelistas recibieron indicaciones sobre como tienen que llenar la matriz de evaluación sensorial.

A continuación, se obtuvo los resultados de la catación y se realizó las tabulaciones mediante la prueba de Friedman, basada en la siguiente fórmula.

$$X_r^2 = \frac{12}{nJ(J+1)} \sum_{j=1}^{j=J} R_j^2 - 3n(J+1)$$

**Donde:**

n= Número de tratamientos

J= Tratamientos

R= Rango

### **3.3.3. Determinación de las propiedades funcionales (capacidad antioxidante y Vitamina C) del concentrado de babaco.**

#### ***3.3.3.1. Capacidad Antioxidante (Método ABTS)***

Es un método indirecto que permite medir la habilidad del antioxidante para estabilizar el catión radical ABTS. Dicha estabilización provoca disminución de la absorbancia del catión radical (Roth, 2009). El catión ABTS una vez generado químicamente (dióxido de manganeso (MnO<sub>2</sub>), per sulfato potásico (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>)) presenta las características con máximos de absorción a 414, 645, 734 y 815 nm, el que frente a un agente antioxidante dador de electrones, se reduce provocando la decoloración de la disolución del radical y que es determinado espectrofotométricamente (Roth, 2009).

#### **Procedimiento:**

**Solución de ABTS (7 Mm):** se pesó 0,00960 g de ABTS, luego se disolvió en agua ultrapura y se aforó a un volumen de 25 ml. Posteriormente se almacenó a temperatura de refrigeración (4°C). La solución se mantiene en refrigeración un mes en estas condiciones.

**Solución de Persulfato de Potasio (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) (2,45 Mm):** se pesó 0,01655 g de persulfato de potasio, luego se disolvió en agua ultrapura y se aforó a 25 ml. Se conservó la solución en refrigeración (4°C).

**Solución activada de ABTS:** se realizó una mezcla en proporción 1:1; la solución ABTS con la de persulfato de potasio 16 horas antes de su empleo. Posteriormente se filtró la solución con papel filtro watman 0,4 y se envaso en un frasco ámbar. La solución se mantuvo estable 24 horas.

### **Determinación de la capacidad antioxidante**

- Se transfirió a un tubo de vidrio un volumen de 5 ml de muestra con una micropipeta.
- Luego se adicionó 5 ml de agua destilada con una micropipeta.
- Con una micropipeta se adicionó 3,8 ml de solución activada ABTS.
- Se agitó los tubos en un agitador de Vortex para homogenizar la muestra.
- Las muestras reposaron por 45 minutos.
- Se colocó un 1 ml de muestra en el espectrofotómetro UV visible.
- Se midió la absorbancia final de cada muestra por duplicado a una longitud de onda de 734 nm.

#### **3.3.3.2. Vitamina C (Método Reflectométrico)**

Según (Edwards, 2013) señala que el ácido ascórbico ( $C_6H_8O_6$ ) reduce el ácido molibdofosfórico amarillo a azul de fosfomolibdeno ( $H_3PMo_{12}O_{40}$ ), cuya concentración se determina por reflectometría, que es una técnica basada en la interacción entre luz y materia, la luz es una forma de energía que se expresa en parámetros de onda. Por la óptica geométrica se detecta la reflexión.

#### **Procedimiento:**

- Se peso 30 g de muestra, luego se licuo y llevo a un volumen conocido (200 ml) con agua destilada.
- Una vez preparada la muestra, se encendió el equipo Reflectómetro RQ flex 16970. Se presionó la tecla STAR del reflectómetro e introdujo simultáneamente la varilla de código de barras que se encuentra en cada frasco del Test Reflectoquant, una vez ingresado el código se procedió a medir las muestras.
- Para medir la muestra se retiró del frasco una tirilla y se ingresó a la muestra de

concentrado de babaco, se esperó 5 segundos y se eliminó el exceso de líquido de la varilla, sacudiéndola manualmente.

- Luego se introdujo la varilla con la zona de reacción en dirección a la pantalla hasta el tope en el adaptador de varillas.
- Finalmente se leyó el valor de medición en la pantalla (mg/l), el valor se almacena automáticamente.

La Vitamina C se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Vitamina C (mg/100g ácido ascórbico)} = \frac{L(\text{mg/l}) * V(\text{ml})}{Pm(\text{g})}$$

**Donde:**

L= Lectura

V= Volumen Final

Pm= Peso de la muestra

### **3.4. Manejo específico del experimento**

#### **3.4.1. Factor en estudio**

**Factor A:** Temperatura

A1: 45°C

A2: 65°C

**Factor B:** Presión de Vapor

B1: 0,2 bares

B2: 0,4 bares

**Factor C:** Flujo de Alimentación

C1: 12 l/h

C2: 14 l/h

### 3.4.2. Número de tratamientos

Se evaluaron 8 tratamientos, resultantes de la combinación de los factores A temperatura, B presión de vapor y C flujo de alimentación.

**Tabla 14**

*Tratamientos del experimento*

<b>Tratamientos</b>	<b>Interacción de factores</b>	<b>Combinación</b>
T1	A1B1C1	45°C-0,2bares-12 l/h
T2	A1B1C2	45°C-0,2bares-14 l/h
T3	A1B2C1	45°C-0,4bares-12 l/h
T4	A1B2C2	45°C-0,4bares-14 l/h
T5	A2B1C1	65°C-0,2bares-12 l/h
T6	A2B1C2	65°C-0,2bares-14 l/h
T7	A2B2C1	65°C-0,4bares-12 l/h
T8	A2B2C2	65°C-0,4bares-14 l/h

### 3.4.3. Diseño experimental

En la presente investigación, se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con ocho tratamientos y tres repeticiones con un arreglo factorial  $A \times B \times C$ , donde el factor A corresponde a la temperatura, el factor B a la presión de vapor y el factor C al flujo de alimentación.

### 3.4.4. Características del experimento

Repeticiones: 3

Tratamientos: 8

Unidades experimentales: 24

### 3.4.5. Esquema del análisis estadístico

**Tabla 15**

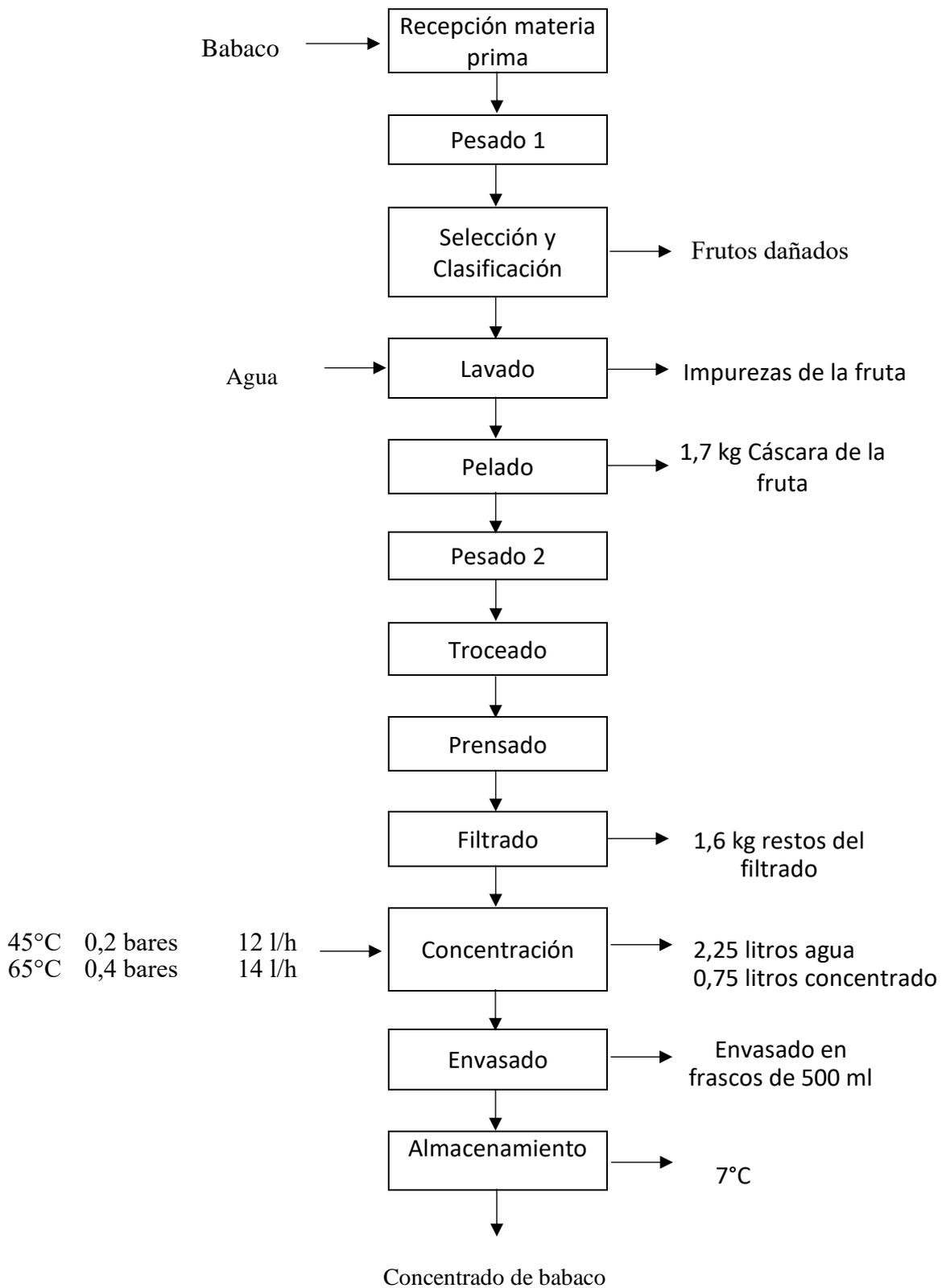
*Esquema del Análisis de Varianza*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados libertad</b>
Total	23
Tratamientos	7
Temperatura (Factor A)	1
Presión del Vapor (Factor B)	1
Flujo de Alimentación (Factor C)	1
Interacción A*B	1
Interacción A*C	1
Interacción B*C	1
Interacción A*B*C	1
Error del experimento	16

### 3.4.6. Análisis funcional

En caso de detectarse diferencias significativas entre los tratamientos se utilizó la prueba Tukey al 5%.

### 3.5. Proceso de obtención del concentrado de babaco



### 3.5.1 Descripción del proceso de concentración del jugo de babaco

#### 3.5.1.1. Recepción

La materia prima babaco (*Carica Pentagona* H.) se adquirió en el mercado Mayorista de la ciudad de Ibarra con un estado de madurez totalmente amarillo, luego se transportó en cajas de cartón para evitar el maltrato de los frutos hasta el lugar donde se realizó el proceso.

#### Figura 8

*Recepción del babaco*

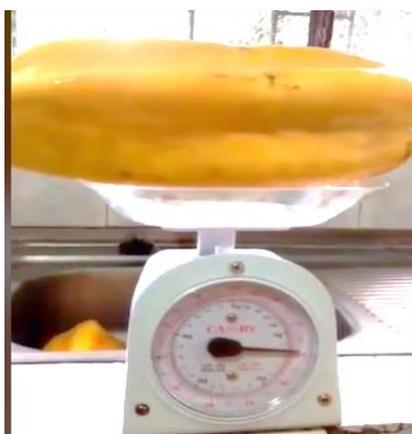


#### 3.5.1.2. Pesado 1

Se procedió a pesar los frutos en una balanza tipo reloj para determinar la cantidad de materia prima con la que se inició el proceso.

#### Figura 9

*Pesado del babaco*



### ***3.5.1.3. Selección y Clasificación***

Esta operación se realizó con el fin de eliminar las frutas que estuviesen magulladas o podridas y aquellos frutos demasiado maduros. Esta operación se efectuó de forma manual y con frutos en estado maduro.

**Figura 10**

*Selección y Clasificación del babaco*



### ***3.5.1.4. Lavado***

La fruta se lavó con abundante agua con la finalidad de eliminar cualquier material extraño e impurezas que pudiera tener en el exterior de la cascara.

**Figura 11**

*Limpieza del babaco*



### ***3.5.1.5. Pelado***

Se procedió al pelado o mondado del babaco con cuchillos de acero inoxidable, eliminando la corteza y semillas del fruto con el mayor cuidado posible.

#### **Figura 12**

*Pelado del babaco*

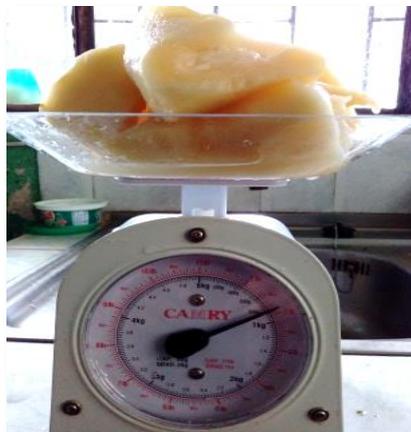


### ***3.5.1.6. Pesado 2***

Luego se realizó el pesaje del babaco sin cáscara donde se verificó el peso neto, dando como resultado 4,6 kg de babaco pelado.

#### **Figura 13**

*Pesado del babaco pelado*



### ***3.5.1.7. Troceado***

Una vez que se pesó la fruta se procedió a realizar el troceado con la finalidad de reducir el tamaño del fruto y así mejorar la operación de prensado.

**Figura 14**

*Troceado del babaco*



### ***3.5.1.8. Prensado***

La fruta pelada y troceado se la prensó en un extractor de jugos para la obtención del jugo de babaco.

**Figura 15**

*Prensado del babaco*



### ***3.5.1.9. Filtrado***

En esta operación se utilizó tamices finos (colador) con la finalidad de retener la mayor cantidad de residuos de la fruta. Se partió de un peso de 6,3 kg y se obtuvo un retenido de 14,26%.

### **Figura 16**

*Filtrado del babaco*



### ***3.5.1.10. Concentración***

La concentración se realizó en el evaporador de película ascendente (figura 17). Posterior a ello, se procedió a colocar 3 litros de jugo de babaco en el tanque de alimentación del evaporador, donde el jugo se concentró en 30 minutos y se obtuvo 0,75 litros de concentrado y 2,25 litros del condensado. Para ello, se tuvo como referencia los factores de temperatura, presión del vapor y flujo de alimentación los mismos que se regularon según el requerimiento del equipo.

## Figura 17

*Concentración del jugo de babaco*



### *3.5.1.11. Envasado*

El concentrado se envasa en frascos de vidrio de 500 ml.

## Figura 18

*Envasado del jugo concentrado*



### 3.5.1.12. Almacenamiento

El producto ya envasado se colocó en un en un frigorífico a 7°C para mantenerlo en buenas condiciones.

**Figura 19**

*Almacenamiento del concentrado de babaco*



# CAPÍTULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Caracterización del babaco, utilizado para la concentración por evaporación al vacío

En la presente investigación se utilizó babaco (*Carica Pentagona* H.) con un estado de madurez totalmente amarillo (6,5°Brix). Al cual se le realizó un tratamiento postcosecha (limpieza, selección y clasificación para eliminar residuos e impurezas) hasta obtener jugo de babaco. Posterior a ello se determinó el análisis físico de la fruta y el análisis químico del jugo de babaco.

#### 4.1.1. Propiedades Físicas del babaco

En la tabla 16, se detalla los resultados de las propiedades físicas de esta investigación.

**Tabla 16**

*Caracterización física del babaco*

<b>Componentes</b>	<b>Unidades</b>	<b>Especificaciones</b>
<b>Peso</b>	g	1094,12
<b>Color de corteza</b>	-	Amarilla
<b>Rendimiento en jugo</b>	%	62,60
<b>Rendimiento en cáscara</b>	%	23,36
<b>Forma</b>	-	Alargada
<b>Diámetro</b>	cm	16,03
<b>Longitud de largo</b>	cm	27,05
<b>Longitud de contorno</b>	cm	35,77

**Elaboración:** Autora

#### ***4.1.1.1. Color de la corteza***

Se realizó un análisis visual de la materia prima con la finalidad de seleccionar frutos en estado de madurez totalmente amarillo, sin que presenten magulladuras en la parte externa del fruto. (Guerra, 2017) en su investigación utilizó mora 100% madura, y la utilizó para extraer su pulpa debido a que en ese estado de madurez se obtiene un mejor rendimiento.

**Tabla 17**

*Estados de madurez del babaco*

<b>Estados de madurez del babaco</b>	
<b>Color 0 (verde)</b>	Fruto que va del 10% al 20% de color amarillo
<b>Color 1 (pintón)</b>	Fruto que va del 21% al 40% de color amarillo
<b>Color 2 (maduro)</b>	Fruto que va del 41% al 80% de color amarillo

**Fuente:** (INEN, 2005)

De acuerdo con (INEN, 2005) el babaco que se utilizó en la investigación se encontró en estado de madurez amarillo.

#### ***4.1.1.2. Porcentaje de la pulpa***

Se realizó un tratamiento postcosecha de forma manual orientada a la limpieza, selección y clasificación de la fruta. Luego se procedió al troceado y extracción de la pulpa mediante un extractor de jugos para obtener un rendimiento de 62,60%. (Nuñez, 2008) en su investigación sometió a la materia prima a lavado, eliminación de mucílago, licuado, formulación, envasado, pasteurizado y obtuvo un rendimiento de 75,63%.

Las diferencias encontradas en el rendimiento son porque Nuñez en su investigación utilizó el babaco con corteza para la obtención de la pulpa de babaco mientras que en la investigación planteada se eliminó la corteza del babaco.

**Tabla 18***Cantidad de jugo a concentrar*

Tratamientos	Número de babacos	Peso total (g)	Peso cáscara (g)	Peso del retenido (g)	Peso del jugo-filtrado (g)	% Jugo
<b>T1</b>	5	5716	1250	966	3010	52,66
<b>T2</b>	5	5663	1200	866	3012	53,19
<b>T3</b>	6	4725	1100	775	3008	63,66
<b>T4</b>	4	4300	1060	660	3005	69,88
<b>T5</b>	6	4950	1400	775	3009	60,79
<b>T6</b>	5	5333	1033	733	3015	56,53
<b>T7</b>	4	3987	1000	575	3014	75,60
<b>T8</b>	4	4400	1084	613	3016	68,55
<b>Promedio</b>	<b>5</b>	<b>4884,25</b>	<b>1140,87</b>	<b>745,37</b>	<b>3011</b>	<b>62,60</b>
<b>Desviación</b>	0,83	644,78	133,89	130,37	3,79	8,33

**Elaboración:** Autora

#### **4.1.1.3. Forma**

El babaco que se utilizó presentó una forma alargada pentagonal. (Harman, 2019) en su estudio señala que el babaco se define como una papaya alargada provista de una punta, así como también, presenta 5 caras y 5 aristas, razón por la cual se la denomina como *pentagona*.

#### **4.1.1.4. Tamaño**

La longitud del babaco fue de 27,05 cm, el contorno 35,77 cm y el diámetro externo 16,03 cm.(Viteri, 2010) en su estudio señala que el babaco presentó una longitud 30 cm, contorno 34 cm y diámetro 15 cm. Las diferencias encontradas se deben a factores que intervienen en el crecimiento del fruto tales como el clima, el tipo de suelo, lugar donde se cultiva el babaco y los fertilizantes empleados en la planta.

## Figura 20

### *Diámetro externo del babaco*



**Nota:** El gráfico representa el diámetro en el cual el babaco se encuentra establecido.

## Tabla 19

### *Tamaño de las muestras de babaco*

<b>Tratamientos</b>	<b>Longitud (cm)</b>	<b>Contorno (cm)</b>	<b>Diámetro externo (cm)</b>
<b>T1</b>	28,0	37,3	15,0
<b>T2</b>	28,3	36,2	15,2
<b>T3</b>	27,6	34,5	16,4
<b>T4</b>	28,5	35,2	17,5
<b>T5</b>	27,4	32,4	14,7
<b>T6</b>	26,1	35,6	15,8
<b>T7</b>	25,3	36,3	17,4
<b>T8</b>	25,2	38,7	16,3
<b>Promedio</b>	<b>27,05</b>	<b>35,77</b>	<b>16,03</b>
<b>Desviación</b>	1,33	1,88	1,06

**Elaboración:** Autora

#### ***4.1.1.5. Peso***

El babaco con el que se trabajó se obtuvo del cantón Patate en la provincia de Tungurahua con peso 1094,12 g. (Fabara, 2015) en su investigación señala que utilizó babaco de invernadero provenientes del cantón Saraguro en la provincia de Loja con peso 1000 g. Estas diferencias en cuanto al peso se deben especialmente a la nutrición y manejo del fruto en terreno, durante el cultivo.

**Tabla 20***Peso del babaco*

<b>Tratamientos</b>	<b>Masa (g)</b>
<b>T1</b>	1080
<b>T2</b>	1200
<b>T3</b>	1100
<b>T4</b>	1060
<b>T5</b>	1040
<b>T6</b>	1033
<b>T7</b>	1100
<b>T8</b>	1140
<b>Promedio</b>	<b>1094,12</b>
<b>Desviación</b>	55,30

**Elaboración:** Autora

El peso promedio del babaco por unidad es de 1094,12 g que corresponden al calibre grande de acuerdo con (INEN, 2005).

**Tabla 21***Peso del babaco por unidad*

<b>Tipo(tamaño)</b>	<b>Masa (g)</b>
<b>Grande</b>	1001-1700
<b>Mediano</b>	701-1000
<b>Pequeño</b>	50-700

**Fuente:** (INEN, 2005)

#### **4.1.2. Propiedades Químicas del jugo de babaco**

En la tabla 22, se detalla los resultados de las propiedades químicas de esta investigación. Para realizar el análisis de las variables sólidos solubles, acidez, pH, firmeza, capacidad antioxidante y vitamina C, se utilizó un babaco completamente amarillo según como se enuncia en la tabla 16 que detalla la caracterización física del babaco.

**Tabla 22***Caracterización química del jugo de babaco*

<b>Parámetro analizado</b>	<b>Unidades</b>	<b>Resultados</b>	<b>Norma</b>
Sólidos solubles	°Brix	6,5	AOAC Official Methods 932.12
Ácido málico	%	1,42	AOAC Official Methods 942.15
pH	Adimensional	3,76	AOAC Official Methods 981.12
Firmeza	kg/cm <sup>2</sup> o Kgf	1,18	NTE INEN 1998: Frutas frescas. Babaco.
Capacidad Antioxidante	µm Trolox/g	442,48	INIAP: Método ABTS, (Roth, 2009).
Vitamina C	mg/100ml	21,43	INIAP:Método Reflectométrico, (Edwards, 2013)

**Elaboración:** Autora

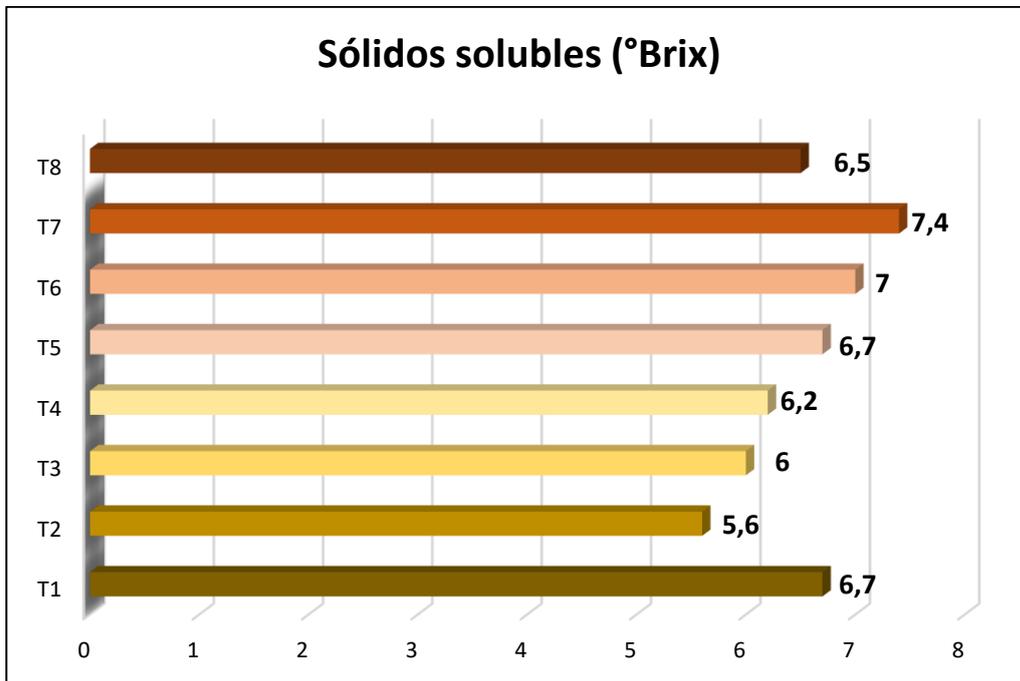
#### ***4.1.2.1. Sólidos Solubles***

En la investigación planteada se obtuvo como resultado en sólidos solubles 6,5°Brix. Según (INEN, 2005), el rango de sólidos solubles totales es mayor a 6°Brix en babaco completamente amarillo, considerando que la madurez del fruto se aprecia visualmente por su color externo y la determinación de los sólidos solubles. (Reyes, 2021) señala que existe una relación directamente proporcional entre el estado de madurez y los sólidos solubles, porque la fruta verde presenta mayor contenido de almidón y pectina, los cuales van disminuyendo a medida que la fruta va madurando; en este proceso, actúan las enzimas, ya que se encargan de hidrolizar al almidón y la pectina, provocando un aumento y concentración de azúcares.

Por ello, el estado de madurez influyó directamente en la concentración de °Brix, es decir, a mayor maduración mayor contenido de sólidos solubles.

**Figura 21**

*Resultados de sólidos solubles en el jugo fresco de babaco*



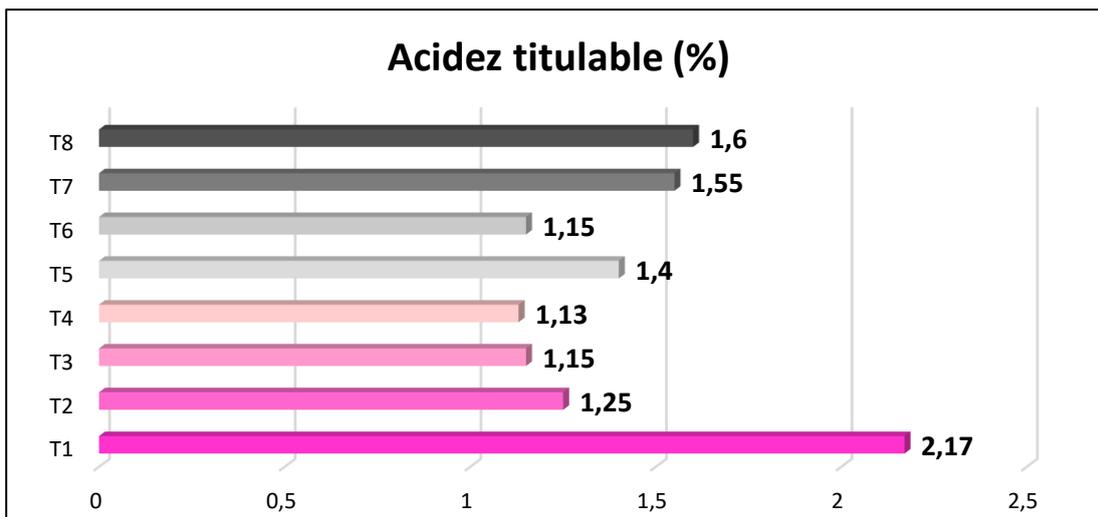
#### ***4.1.2.2. Acidez titulable***

En la investigación planteada se obtuvo como resultado en ácido málico 1,42% lo que corresponde a un babaco completamente amarillo. (Guerra, 2017) en su investigación obtuvo en ácido málico 1,48% porque utilizó mora en estado maduro. De esta manera se observó que la mora presentó mayor cantidad de acidez en comparación al babaco. Por tanto, a menor estado de madurez del babaco hay un incremento de acidez, mientras que mayor estado de madurez hay una disminución de acidez.

$$\%(A) = \frac{11ml NaOH * 0,1 NaOH N * 0,067 meq * 100}{5ml zumo}$$

**Figura 22**

*Resultados de acidez titulable en el jugo fresco de babaco*



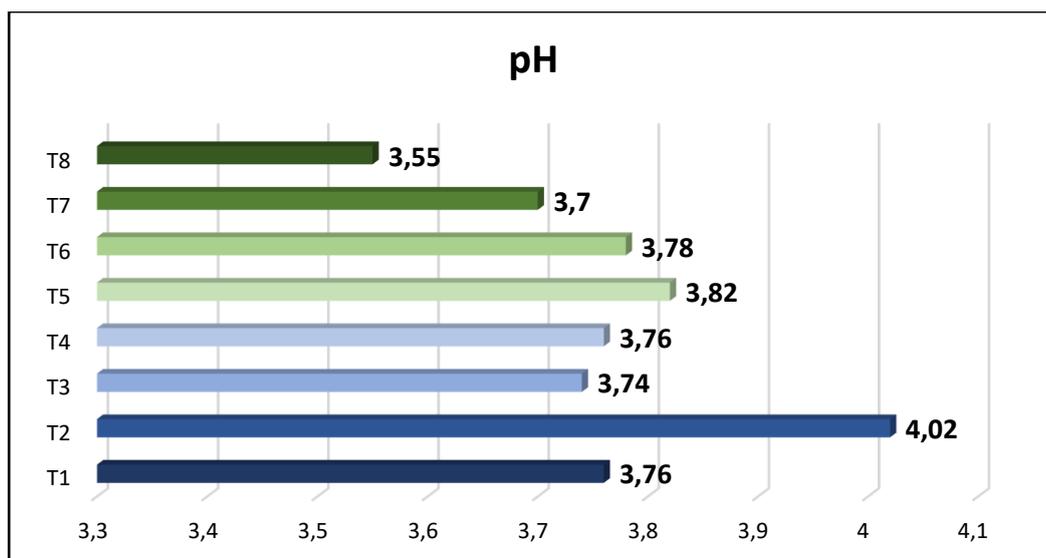
#### 4.1.2.3. pH

En la investigación planteada se obtuvo como resultado en pH 3,76 con sólidos solubles de 6,5°Brix. (Huacón, 2011) en su investigación obtuvo como resultado en pH 3,6 porque utilizó un babaco semi-maduro entre un rango de sólidos solubles de 5-6°Brix.

(Quintero, 2013) en su investigación con el mango menciona que el sabor de una fruta madura pasa de ser ácido a ser más dulce, debido a que su pH se eleva cuando madura.

**Figura 23**

*Resultados de pH en el jugo fresco de babaco*

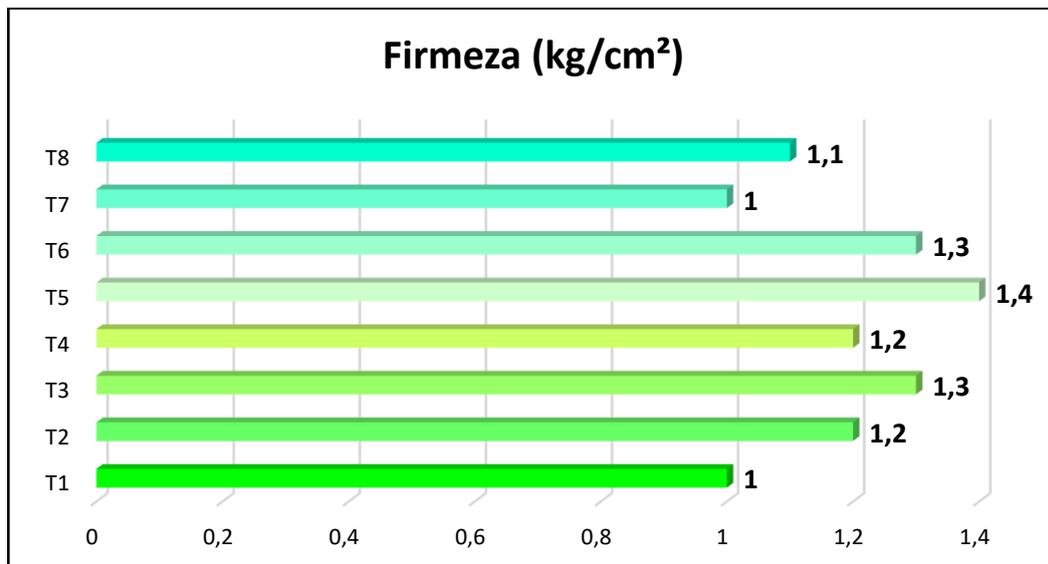


#### 4.1.2.4. Firmeza

En la investigación planteada se obtuvo como resultado en firmeza 1,18 kg/cm<sup>2</sup>. Según (INEN, 2005) señala que la firmeza es menor a 1,5 kg/cm<sup>2</sup> o Kgf en un babaco completamente amarillo. (Colwell, 2020) indica que la disminución de firmeza del fruto en proceso de desarrollo se debe a la reducción del contenido de polisacáridos de la pared celular; proceso en el cual participan enzimas. Por ello, se determinó que a medida que la fruta crece y madura, disminuye su firmeza.

**Figura 24**

*Resultados de firmeza en la fruta de babaco*



#### 4.1.2.5. Vitamina C

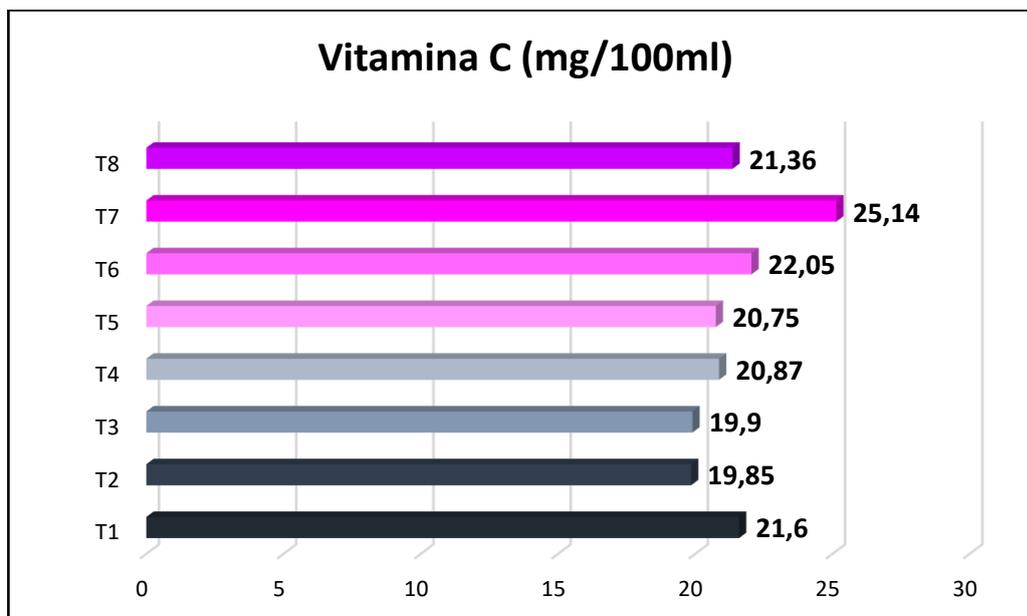
En la investigación planteada se obtuvo como resultado en vitamina C 21,43 mg/100ml. Datos similares se encontró en la investigación de (Paredes, 2018) el cual señala que obtuvo en vitamina C 28,75 mg/100ml. Esta similitud en los resultados se debe a que en las dos investigaciones se utilizó babaco completamente amarillo. (Klinar, 2009) afirma que la vitamina C incrementó con la maduración del fruto, por ello, el contenido de esta vitamina es directamente proporcional al grado de maduración de la fruta.

(Ayala, 2018) señala que el contenido de ácido ascórbico es mayor en los zumos

concentrados que tienen mayor cantidad de sólidos solubles (°Brix), es decir, que existe una relación proporcional entre el porcentaje de vitamina C y °Brix.

**Figura 25**

*Resultados de Vitamina C en el jugo fresco de babaco*

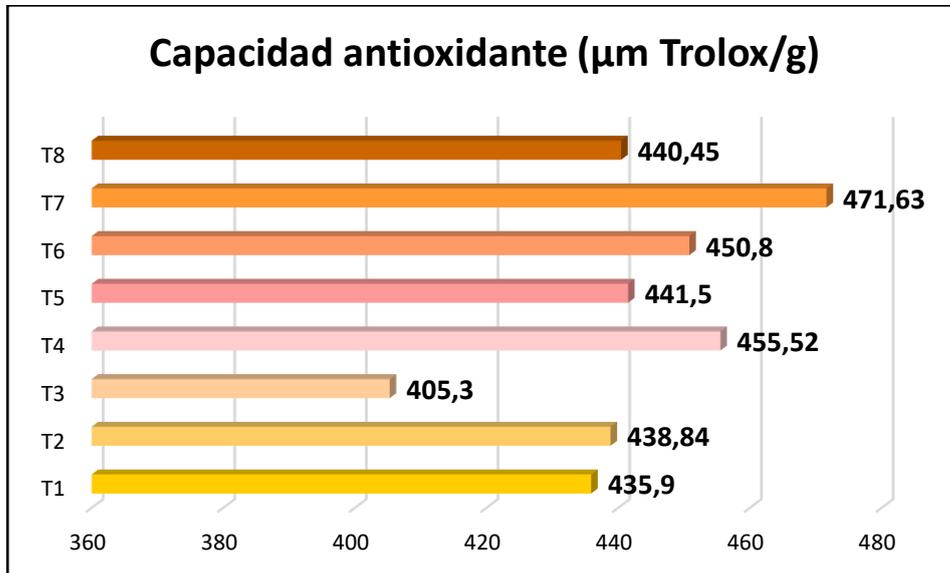


#### ***4.1.2.6. Capacidad Antioxidante***

En la investigación planteada se obtuvo como resultado en capacidad antioxidante 442,48  $\mu\text{m}$  Trolox/g. (Zambrano, 2013) en su investigación menciona que obtuvo en capacidad antioxidante 58,196  $\mu\text{m}$  Trolox/g porque utilizó un babaco verde en un rango de 10 a 20% de coloración. (Carrasco, 2008) señala que la madurez del fruto influyó directamente en el contenido de compuestos bioactivos, debido a que se generan durante la madurez procesos de biosíntesis los que producen mayor contenido de carotenoides, compuestos fenólicos, ácido ascórbico, licopeno y carotenos; mismos que al encontrarse en mayor cantidad en el fruto conllevan a un incremento de capacidad antioxidante. (Guerra, 2017) señala que un fruto en estado maduro posee mayor capacidad antioxidante, debido a que es rico en antocianinas, flavonoides, ácidos fenólicos y vitamina C. Por ello, se determinó que la capacidad antioxidante se incrementa con la maduración del fruto.

**Figura 26**

*Resultados de la Capacidad antioxidante en el jugo fresco de babaco*



## **4.2. Evaluación de las propiedades físico-químicas y organolépticas del concentrado del babaco.**

### **4.2.1. Propiedades físico-químicas del concentrado de babaco**

En el desarrollo de la fase experimental se evaluaron los parámetros de acidez, pH y sólidos solubles. Así como también, se realizó un ADEVA con un diseño experimental DCA con arreglo factorial AxBxC.

#### **4.2.1.1. Acidez titulable**

En los resultados de la tabla 23 se observó un notable aumento del contenido de acidez en la pulpa concentrada de babaco 7,62% con relación al jugo fresco de babaco 1,42%, durante el proceso de concentración se trabajó con temperaturas 45-65°C.

(García, 2010) en su investigación con el mango ciruela señala que también tuvo un incremento de acidez del jugo concentrado 5,6% con relación al jugo fresco 3,4% y observó que al eliminarse agua de la pulpa aumento el contenido de sólidos solubles; por consiguiente, el contenido de ácidos orgánicos se elevó.

**Tabla 23**

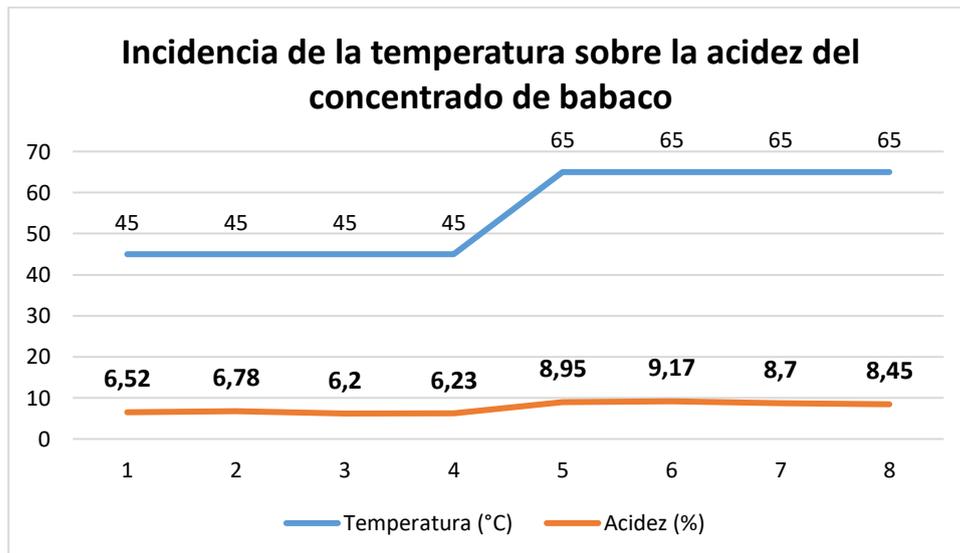
*Resultados de acidez en el concentrado de babaco*

<b>Tratamientos</b>	<b>Acidez del concentrado (%)</b>
<b>T1</b>	6,52
<b>T2</b>	6,78
<b>T3</b>	6,20
<b>T4</b>	6,23
<b>T5</b>	8,95
<b>T6</b>	9,17
<b>T7</b>	8,7
<b>T8</b>	8,45
<b>Promedio</b>	<b>7,62</b>
<b>Desviación</b>	0,10

**Elaboración:** Autora

**Figura 27**

*Resultados de incidencia de la temperatura sobre la acidez*

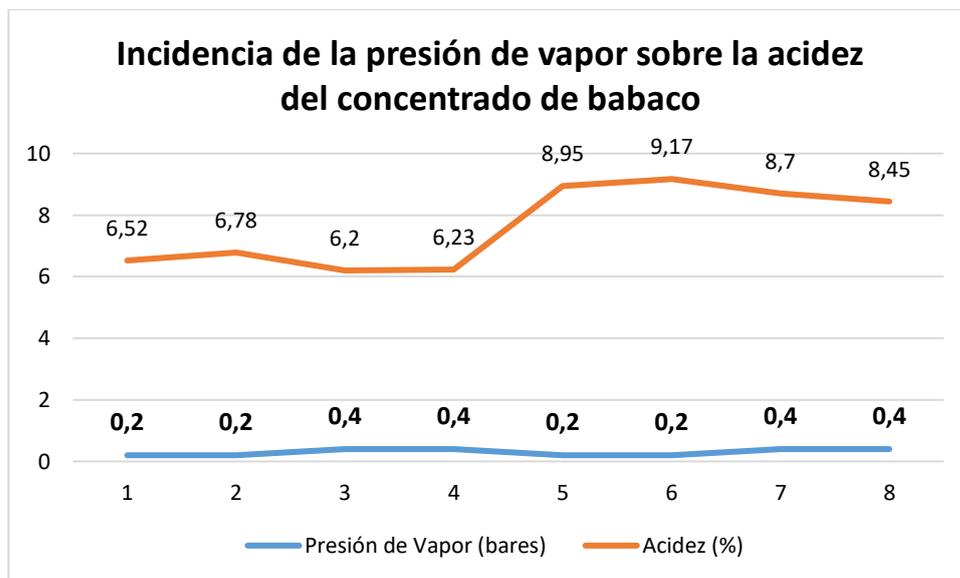


En la figura 27 se observó que a temperatura de 65°C se incrementó el contenido de acidez en el jugo concentrado de babaco. (Avalo, 2009) observó que el incremento de acidez se le

atribuye a altas temperaturas en jugos que contienen hidratos de carbono (azúcares) que pueden provocar caramelizaciones o transformaciones por isomerización que dan origen a compuestos que incluyen furanos, pironas, aldehídos, cetonas, ácidos, esterres y pirocinas de bajo peso molecular que pueden afectar el índice de acidez, reflejando un posible aumento de éste.

### Figura 28

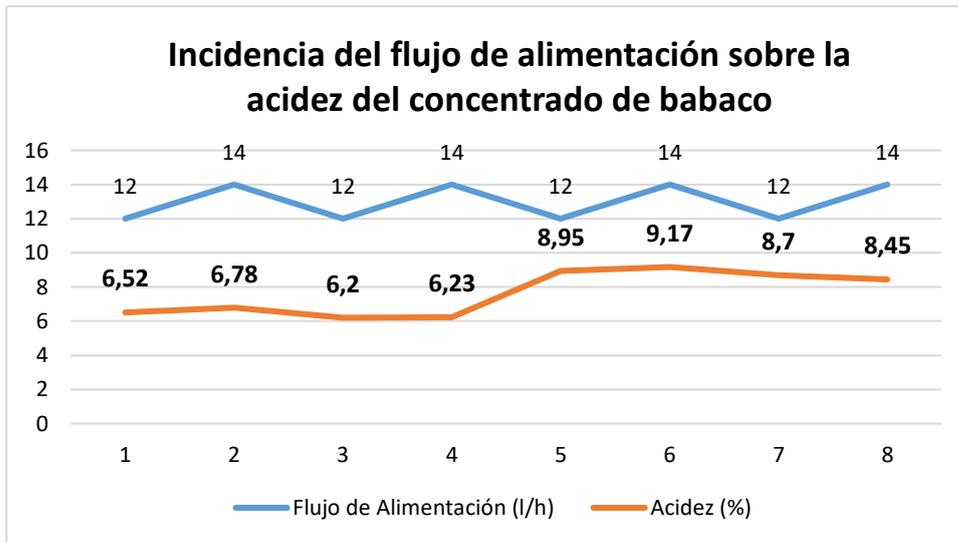
*Resultados de incidencia de la presión de vapor sobre la acidez*



En la figura 28 se observó que a presión de vapor de 0,4 bares se incrementó el contenido de acidez en el jugo concentrado de babaco. (Montagud and Alonso Espadalé, 2020) señalan que el punto de ebullición de la solución está relacionado con la presión de vapor del sistema. Cuanto más elevada sea la presión de operación del evaporador, mayor será la temperatura de ebullición. Además, la temperatura de ebullición también se eleva a medida que aumenta la concentración del material disuelto por la acción de la evaporación. Este fenómeno se llama elevación del punto de ebullición.

**Figura 29**

*Resultados de incidencia del flujo de alimentación sobre la acidez*



En la figura 29 se observó que a flujo de alimentación de 14 l/h se incrementó el contenido de acidez en el jugo concentrado de babaco. (Barrera, 2015) argumenta que el incremento de los sólidos se debe a la disminución del flujo de alimentación debido a que la temperatura tiene más contacto con el jugo, siendo así, que exista un aumento en la concentración y viscosidad del concentrado.

A los valores de acidez se aplicó la prueba de normalidad a través del test de Shapiro-Wilk, donde se determinó la existencia de normalidad debido a que el valor ( $n=0,63$ ) es superior al coeficiente de confiabilidad (0,05), por tanto, los datos provienen de una distribución normal.

Así mismo se realizó la prueba de homogeneidad a través del test de Levene (0,45), donde se determinó la existencia de homogeneidad, por ende, hay igualdad de varianza en los tratamientos.

A continuación, se presenta en la tabla 24 el análisis de varianza de acidez para lo cual se realizó dos hipótesis.

**H<sub>0</sub>** = Los tratamientos no tienen diferencias en la acidez

**H<sub>a</sub>** = Los tratamientos si tienen diferencias en la acidez

Se evidenció que los valores del p-valor son superiores al coeficiente de confiabilidad (0,05), por tanto, se acepta la hipótesis nula lo que significa que los tratamientos no presentan diferencias significativas entre la variable acidez y los factores de Temperatura, Presión de

Vapor y Flujo de Alimentación.

**Tabla 24**

*Análisis de varianza de acidez*

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Gl</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. cal (0,05)</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	7	27,94	3,99	0,66	0,7318
Temperatura(A)	1	0,89	0,89	0,14	0,7154 *
Presión de vapor(B)	1	5,05	5,05	0,79	0,3886 *
Flujo de Alimentación ( C)	1	2,15	2,15	0,33	0,5708 *
Interacción A*B	1	3,74	3,74	0,58	0,4570 *
Interacción A*C	1	7,97	7,97	1,24	0,2820 *
Interacción B*C	1	5,52	5,52	0,86	0,3679 *
Interacción A*B*C	1	2,62	2,62	0,41	0,5323 *
Error	16	102,88	6,43		
Total	23	130,82			

\*:No significativo

**Tabla 25**

*Prueba de Tukey al 5% para la Acidez en la interacción AxBxC*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T1	6,78	a
T2	8,23	a
T3	6,61	a
T4	8,66	a
T5	7,42	a
T6	5,25	a
T7	7,51	a
T8	8,57	a

En la tabla 25 se presentan los resultados de acidez mediante la prueba de tukey al 5%, donde se observó que los tratamientos no tuvieron interacción entre la temperatura, flujo de alimentación, presión de vapor y sus interacciones. Por tanto, se determina que no existe diferencias entre los tratamientos.

**Tabla 26***Prueba DMS para factores en la acidez*

<b>Factores</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
Temperatura (°C)		
45	7,57	a
65	7,19	a
Presión de vapor (bares)		
0,2	6,92	a
0,4	7,84	a
Flujo de alimentación (l/h)		
12	7,08	a
14	7,68	a

En la tabla 26 se observó que la diferencia mínima significativa de los factores de temperatura, presión de vapor y flujo de alimentación sobre la variable acidez, estadísticamente no tuvieron diferencias significativas. Sin embargo, al hacer el ensayo experimental se observó que la presión de vacío es un factor que influye en la variación de la temperatura provocando que haya incremento de su contenido.

#### **4.2.1.2. pH**

En los resultados de la tabla 27 se observó una mínima disminución del contenido de pH en la pulpa concentrada de babaco 3,65 con relación al jugo fresco de babaco 3,76, durante el proceso de concentración se trabajó con temperaturas 45-65°C.

(Duque, 2011) en su investigación con la uvilla señala que tuvo una mínima disminución de pH del jugo concentrado 3,71 con relación al jugo fresco 3,92 y observó que los alimentos por los ácidos presentes son sistemas amortiguadores que hacen que el pH permanezca casi constante.

(Gonzales, 2017) señala que el incremento de flujo de alimentación provoca una menor concentración de pH en el jugo, debido a que presenta menor contacto con el vapor de calentamiento. Por otro lado, el incremento de temperatura y flujo de alimentación proporciona una mayor cantidad de concentrado al no encontrarse expuesto al vapor de calentamiento.

Por ello, se determinó que el incremento de Temperatura en la concentración disminuye el

contenido de pH en el jugo concentrado.

**Tabla 27**

*Resultados de pH en el concentrado de babaco*

<b>Tratamientos</b>	<b>pH</b>
<b>T1</b>	3,69
<b>T2</b>	3,65
<b>T3</b>	3,67
<b>T4</b>	3,65
<b>T5</b>	3,66
<b>T6</b>	3,63
<b>T7</b>	3,59
<b>T8</b>	3,68
<b>Promedio</b>	<b>3,65</b>
<b>Desviación</b>	0,03

**Elaboración:** Autora

A los valores de pH se aplicó la prueba de normalidad a través del test de Shapiro-Wilk, donde se determinó la existencia de normalidad debido a que el valor ( $n=0,99$ ) es superior al coeficiente de confiabilidad (0,05), por tanto, los datos provienen de una distribución normal.

Así mismo se realizó la prueba de homogeneidad a través del test de Levene (0,48), donde se determinó la existencia de homogeneidad, por ende, hay igualdad de varianza en los tratamientos.

A continuación, se presenta en la tabla 28 el análisis de varianza de pH para lo cual se realizó dos hipótesis.

**H<sub>0</sub>** = Los tratamientos no tienen diferencias en el pH

**H<sub>a</sub>**= Los tratamientos si tienen diferencias en el pH

Se evidenció que los valores del p-valor son superiores al coeficiente de confiabilidad (0,05), por tanto, se acepta la hipótesis nula lo que significa que los tratamientos no presentan diferencias significativas entre la variable pH y los factores de Temperatura, Presión de Vapor y Flujo de Alimentación.

**Tabla 28**

*Análisis de varianza de pH*

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Gl</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. cal</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	7	0,02	2,4e-03	0,30	0,9450
Temperatura(A)	1	4,8e-03	4,8e-03	0,59	0,4527 *
Presión de vapor(B)	1	1,5e-04	1,5e-04	0,02	0,8936 *
Flujo de Alimentación ( C)	1	3,7e-03	3,7e-03	0,46	0,5067 *
Interacción A*B	1	8,2e04	8,2e04	0,10	0,7554 *
Interacción A*C	1	2,8e03	2,8e03	0,35	0,5643 *
Interacción B*C	1	3,7e03	3,7e03	0,46	0,5067 *
Interacción A*B*C	1	8,2e04	8,2e04	0,10	0,7554 *
Error	16	0,13	0,01		
Total	23	0,15			

\*:No significativo

**Tabla 29**

*Prueba de Tukey al 5% para el pH en la interacción AxBxC*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T1	3,69	a
T7	3,68	a
T8	3,67	a
T6	3,67	a
T5	3,65	a
T3	3,64	a
T2	3,63	a
T4	3,60	a

En la tabla 29 se presentan los resultados de pH mediante la prueba de tukey al 5%, donde se observó que los tratamientos no tuvieron interacción entre la temperatura, flujo de alimentación, presión de vapor y sus interacciones. Por tanto, se determina que no existe diferencias entre los tratamientos.

**Tabla 30***Prueba DMS para factores en el pH*

<b>Factores</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
Temperatura (°C)		
45	3,67	a
65	3,64	a
Presión de vapor (bares)		
0,2	3,66	a
0,4	3,65	a
Flujo de alimentación (l/h)		
12	3,67	a
14	3,64	a

En la tabla 30 se observó que la diferencia mínima significativa de los factores de temperatura, presión de vapor y flujo de alimentación sobre la variable pH, estadísticamente no tuvieron diferencias significativas. Sin embargo, al hacer el ensayo experimental se observó que la presión de vacío es un factor que influye en la variación de la temperatura provocando que se mantenga constante su contenido.

#### 4.2.1.3. Sólidos solubles

En los resultados de la tabla 31 se observó un notable aumento del contenido de sólidos solubles en la pulpa concentrada de babaco 23,82°Brix con relación al jugo fresco de babaco 6,5°Brix, durante el proceso de concentración se trabajó con temperaturas 45-65°C. (Robles, 2016) en su investigación con la mora indica que tuvo un incremento significativo de sólidos solubles del jugo concentrado 24°Brix con relación al jugo fresco 14°Brix.

**Tabla 31***Resultados de sólidos solubles en el concentrado de babaco*

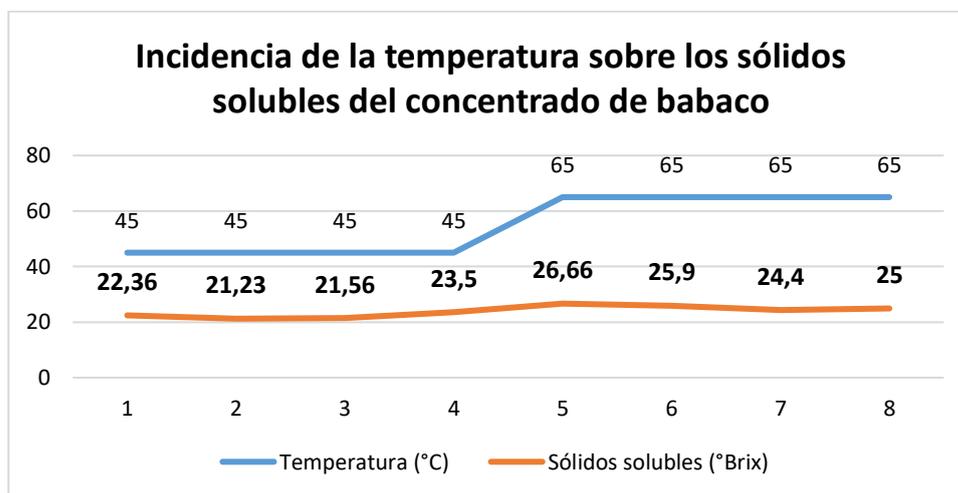
<b>Tratamientos</b>	<b>Sólidos solubles (°Brix)</b>
<b>T1</b>	22,36
<b>T2</b>	21,23
<b>T3</b>	21,56
<b>T4</b>	23,5

<b>T5</b>	26,66
<b>T6</b>	25,9
<b>T7</b>	24,4
<b>T8</b>	25,0
<b>Promedio</b>	<b>23,82</b>
<b>Desviación</b>	1,91

**Elaboración:** Autora

**Figura 30**

*Resultados de incidencia de la temperatura sobre los sólidos solubles*

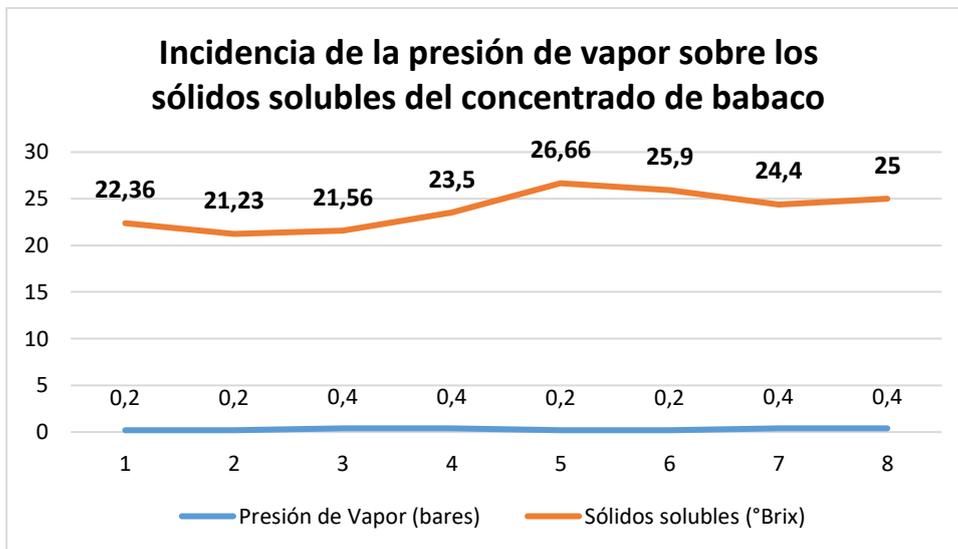


En la figura 30 se observó que a temperatura de 65°C se incrementó el contenido de sólidos solubles en el jugo concentrado de babaco. (Calderón, 2013) en su investigación con la uva señala que la concentración a mayores temperaturas, presentó un aumento de sólidos solubles debido al incremento de viscosidad en el jugo y al flujo de agua evaporada, entre mayor sea el flujo, más rápido se concentra la solución de sacarosa.

(Sulla, 2016) menciona que a medida que el contenido de agua va disminuyendo el calor específico también va reduciendo lo que provoca que el contenido de materia seca vaya en aumento y por ende la concentración de sólidos solubles también se incrementa en el proceso de evaporación.

**Figura 31**

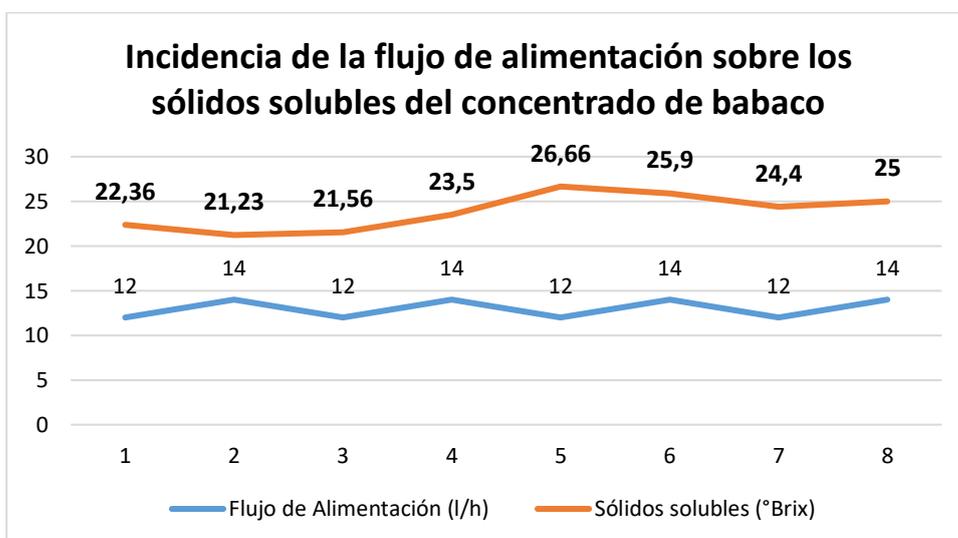
*Resultados de incidencia de la presión de vapor sobre los sólidos solubles*



En la figura 31 se observó que a presión de vapor 0,4 bares se incrementó el contenido de sólidos solubles en el jugo concentrado de babaco. (Fernández-Pachón *et al.*, 2013) señalan que el aumento del contenido de sólidos solubles se debe a la temperatura y a la presión de vapor, al cual el jugo se ve expuesto. Es por ello, que a mayor presión de vapor existe mayor evaporación del jugo concentrado.

**Figura 32**

*Resultados de incidencia del flujo de alimentación sobre los sólidos solubles*



En la figura 32 se observó que a flujo de alimentación de 14 l/h se incrementó el contenido de sólidos solubles en el jugo concentrado de babaco. (Lumbantoruan and Hidayat, 2016) señalan que el flujo de alimentación de la materia prima es una variable de proceso que afecta el producto final de manera considerable en compañía de las otras variables de proceso, debido a su fuerte interacción con la temperatura de entrada, porque mientras más incrementa el flujo de alimentación, el jugo tiene menos contacto con la temperatura siendo así que su concentración sea menor.

A los valores de sólidos solubles se aplicó la prueba de normalidad a través del test de Shapiro-Wilk, donde se determinó la existencia de normalidad debido a que el valor ( $n=0,054$ ) es superior al coeficiente de confiabilidad (0,05), por tanto, los datos provienen de una distribución normal.

Así mismo se realizó la prueba de homogeneidad a través del test de Levene (0,38), donde se determinó la existencia de homogeneidad, por ende, hay igualdad de varianza en los tratamientos.

A continuación, se presenta en la tabla 32 el análisis de varianza de sólidos solubles para lo cual se realizó dos hipótesis.

**H<sub>0</sub>** = Los tratamientos no tienen diferencias en sólidos solubles

**H<sub>a</sub>**= Los tratamientos si tienen diferencias en sólidos solubles

Se evidenció que los valores del p-valor son superiores al coeficiente de confiabilidad (0,05), por tanto, se acepta la hipótesis nula lo que significa que los tratamientos no presentan diferencias significativas entre la variable sólidos solubles y los factores de Temperatura, Presión de Vapor y Flujo de Alimentación.

**Tabla 32**

*Análisis de varianza de Sólidos Solubles*

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Gl</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. cal</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	7	73,91	10,56	0,69	0,6763
Temperatura(A)	1	1,76	1,76	0,12	0,7381 *
Presión de vapor(B)	1	27,52	27,52	1,81	0,1973 *
Flujo de Alimentación ( C)	1	0,45	0,45	0,03	0,8650 *
Interacción A*B	1	1,65	1,65	0,11	0,7458 *

Interacción A*C	1	13,65	13,65	0,90	0,3575 *
Interacción B*C	1	27,95	27,95	1,84	0,1940 *
Interacción A*B*C	1	0,92	0,92	0,06	0,8088 *
Error	16	243,26	15,20		
Total	23	317,17			

\*:No significativo

**Tabla 33**

*Prueba de Tukey al 5% para sólidos solubles en la interacción AxBxC*

Tratamientos	Medias	Rangos
T5	26,27	a
T3	25,33	a
T4	25,17	a
T1	24,40	a
T6	23,27	a
T8	22,37	a
T7	21,83	a
T2	21,00	a

En la tabla 33 se presentan los resultados de sólidos solubles mediante la prueba de tukey al 5%, donde se observó que los tratamientos no tuvieron interacción entre la temperatura, flujo de alimentación, presión de vapor y sus interacciones. Por tanto, se determina que no existe diferencias entre los tratamientos.

**Tabla 34**

*Prueba DMS para factores en los sólidos solubles*

Factores	Medias	Rangos
Temperatura (°C)		
45	23,43	a
65	23,98	a
Presión de vapor (bares)		
0,2	22,63	a
0,4	24,78	a

Flujo de alimentación (l/h)			
12	23,84	a	
14	23,57	a	

En la tabla 34 se observó que la diferencia mínima significativa de los factores de temperatura, presión de vapor y flujo de alimentación sobre la variable sólidos solubles, estadísticamente no tuvieron diferencias significativas. Sin embargo, al hacer el ensayo experimental se observó que la presión de vacío es un factor que influye en la variación de la temperatura provocando que haya incremento de su contenido.

#### 4.2.2. Análisis sensorial del concentrado de babaco

Se analizó las características sensoriales del concentrado de babaco (color, olor, sabor y textura), a través de la prueba hedónica con 20 panelistas, mismos que valoraron el grado de satisfacción del producto final, a continuación, se presenta y analiza los resultados de estas variables.

##### 4.2.2.1. Color

En la tabla 35 se observó los resultados del análisis sensorial de la variable color, aplicados al concentrado de babaco mediante la prueba de Friedman donde los panelistas calificaron a los tratamientos con una puntuación de muy bueno, bueno, regular y malo. Destacándose los tratamientos T1 (45°C-0,2 bares-12 l/h), T2 (45°C-0,2 bares-14 l/h) y T4 (45°C-0,4 bares-14 l/h) con mayor aceptabilidad.

**Tabla 35**

*Resultados del análisis estadístico para la variable color*

Tratamientos	Suma	Media	Rangos
T6	65,50	3,28	a
T7	73,50	3,68	a b
T8	83,50	4,18	a b c
T5	88,0	4,40	a b c d
T3	97,0	4,85	b c d

T4	100,0	5,0	b c d
T1	101,50	5,08	c d
T2	101,0	5,55	d

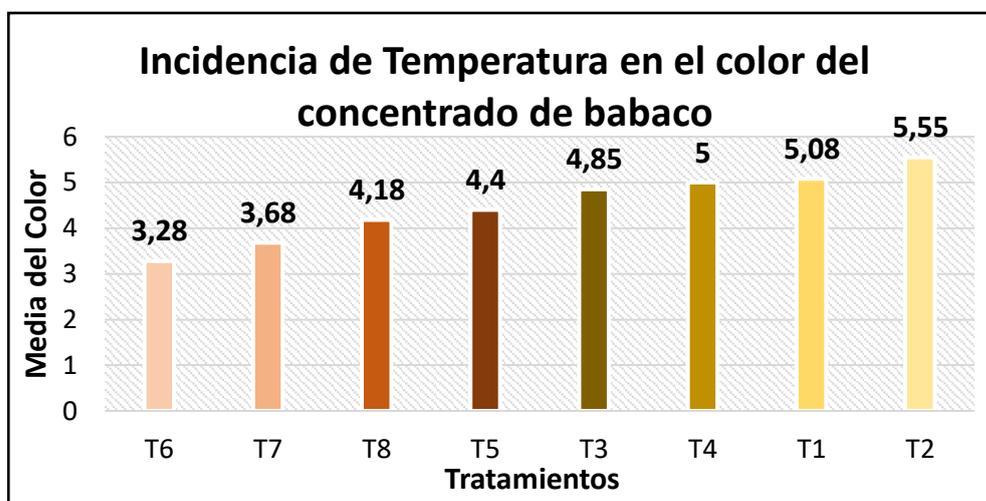
A continuación, en la figura 33 se observó que los tratamientos T1, T2, T4 a temperatura de 45°C tuvieron una coloración de amarillo intenso. Lo que significa que a menor temperatura de concentración el color del concentrado es más agradable a la vista de los panelistas, mientras que a temperatura de 65°C tuvo una coloración de amarillo oscuro, siendo de esta manera no tan agradable a la vista.

Esta variación de color se encontró en la investigación de (Ibarz, 2010) el cual señala que utilizó para concentrar zumo de limón a temperaturas 70-80-90°C y observó que mientras más aumentaba la temperatura de concentración el jugo presentaba un color más oscuro.

Este cambio de coloración entre los tratamientos se debe al pardeamiento no enzimático mediante las reacciones de Maillard que origina la formación de melanoidinas, que son compuestos oscuros causantes del pardeamiento y modificación del olor y sabor (Cornwell, 2015). Este pardeamiento se ve favorecido por altas temperaturas durante la concentración, variando el grado de pardeamiento según el contenido de sólidos solubles (Beveridge, 2017). Es por ello que el aumento de coloración dependió de la temperatura y el contenido de sólidos solubles, es decir, a mayor temperatura y sólidos solubles presentes en las muestras hay mayor pardeamiento en el concentrado.

**Figura 33**

*Resultado de mejores tratamientos para la variable color*



#### 4.2.2.2. Olor

En la tabla 36 se observó los resultados del análisis sensorial de la variable olor, aplicados al concentrado de babaco mediante la prueba de Friedman donde los panelistas calificaron a los tratamientos con una puntuación de muy bueno, bueno, regular y malo. Destacándose los tratamientos T4 (45°C-0,4 bares-14 l/h) con mayor aceptabilidad.

**Tabla 36**

*Resultados del análisis estadístico para la variable olor*

<b>Tratamientos</b>	<b>Suma</b>	<b>Media</b>	<b>Rangos</b>
T3	84,50	4,23	a
T8	86,0	4,30	a
T7	86,50	4,33	a
T5	87,50	4,38	a
T1	88,50	4,43	a
T2	89,0	4,45	a
T6	95,50	4,78	a
T4	102,50	5,13	a

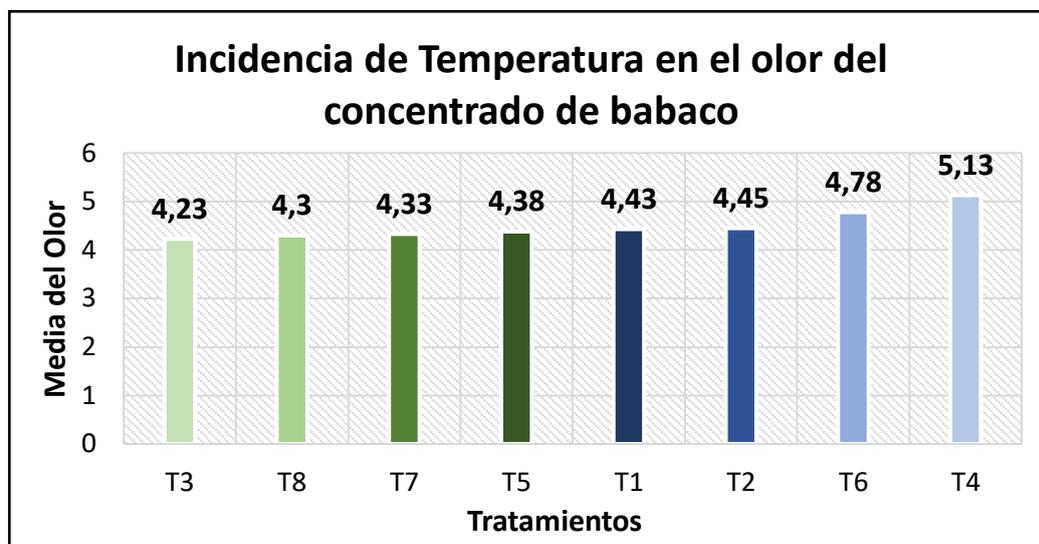
A continuación, en la figura 34 se observó que los tratamientos en la variable olor no presentaron diferencias significativas, debido a que el aroma a babaco se transfirió al agua del concentrado, por ende, se observó que hay una pérdida de aroma característico de la fruta.

(Lazarides, 2017) menciona que, en el proceso de evaporación de un producto se incrementa el punto de ebullición, provocando que la mayoría de los componentes aromáticos se pierdan debido a que los aromas presentan puntos de ebullición bajos.

(Cisse, 2015) en su investigación por evaporación osmótica menciona que la pérdida de compuestos aromáticos se debe a la transferencia de estos a través de membranas micro porosas, cuya característica es la hidrofobicidad.

**Figura 34**

*Resultado de mejores tratamientos para la variable olor*



#### 4.2.2.3. Sabor

En la tabla 37 se observó los resultados del análisis sensorial de la variable sabor, aplicados al concentrado de babaco mediante la prueba de Friedman donde los panelistas calificaron a los tratamientos con una puntuación de muy bueno, bueno, regular y malo. Destacándose los tratamientos T3 (45°C-0,4 bares-12 l/h) y T4 (45°C-0,4 bares-14 l/h) con mayor aceptabilidad.

**Tabla 37**

*Resultados del análisis estadístico para la variable sabor*

Tratamientos	Suma	Media	Rangos
T8	74,0	3,70	a
T7	75,0	3,75	a
T5	86,50	4,33	a
T6	91,0	4,55	a
T1	92,50	4,63	a
T2	97,50	4,88	a
T3	101,0	5,05	a
T4	102,50	5,13	a

A continuación, en la figura 35 se observó que los tratamientos no presentaron diferencias significativas, debido a que el jugo concentrado no mostró un sabor característico de la fruta porque el olor a babaco se transfirió al agua del concentrado. Esto significa que, si los panelistas no tuvieron un aroma característico de la fruta en el jugo concentrado, tampoco tendrán un sabor agradable a su paladar.

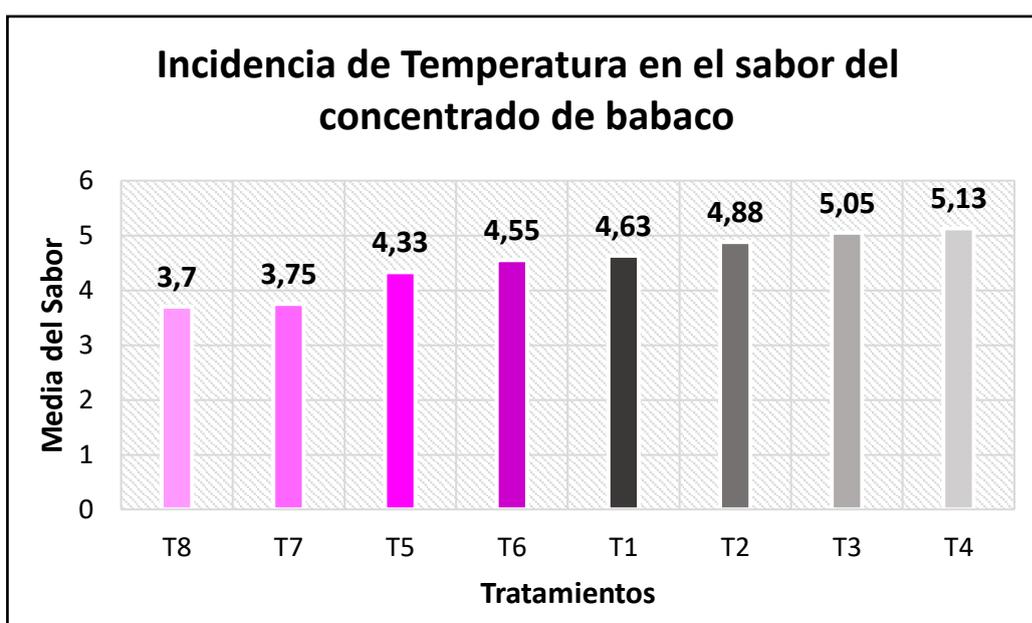
(Morales, 2016) menciona que el 80% de lo que se detecta como sabor es procedente de la sensación de olor, es decir, el flavor de un alimento está determinado por la combinación de sensaciones de sabor y aroma.

(Gallardo, 2014) en su investigación con el zumo de uva indica que utilizó temperaturas en un rango de 65-85-100°C y observó que a 65°C el concentrado mantuvo el sabor de la fruta, mientras que a temperaturas más elevadas noto disminución en el sabor.

(Matta, 2014) señala que a temperaturas superiores de 90°C se ven afectados los atributos nutricionales y sensoriales de los jugos de fruta por depender de sustancias volátiles sensibles al calor. En consecuencia, el incremento de temperatura modifica algunos componentes presentes en el jugo de fruta y alteran su valor nutricional y otras propiedades organolépticas como el sabor. Así como también, favorece la aparición de un sabor secundario denominado sabor a cocido.

**Figura 35**

*Resultado de mejores tratamientos para la variable sabor*



#### 4.2.2.4. Textura

En la tabla 38 se observó los resultados del análisis sensorial de la variable textura, aplicados al concentrado de babaco mediante la prueba de Friedman donde los panelistas calificaron a los tratamientos con una puntuación de muy bueno, bueno, regular y malo. Destacándose los tratamientos T2 (45°C-0,2 bares-14 l/h) y T3 (45°C-0,4 bares-12 l/h) con mayor aceptabilidad.

**Tabla 38**

*Resultados del análisis estadístico para la variable textura*

<b>Tratamientos</b>	<b>Suma</b>	<b>Media</b>	<b>Rangos</b>
T7	72,50	3,63	a
T6	73,0	3,65	a b
T5	85,50	4,28	a b c
T1	92,0	4,60	a b c
T8	92,0	4,60	a b c
T4	93,0	4,65	a b c
T2	104,50	5,23	c
T3	107,50	5,38	c

A continuación, en la figura 36 se observó que los tratamientos T2 y T3 a temperatura de 45°C alcanzaron mayor puntuación para la variable textura porque a mayor temperatura el concentrado empezó a gelatinizarse. Esto se debe a que la planta de babaco es rica en pectina y papaína, que son productos de gran interés y demanda industrial (Maldonado, 2011).

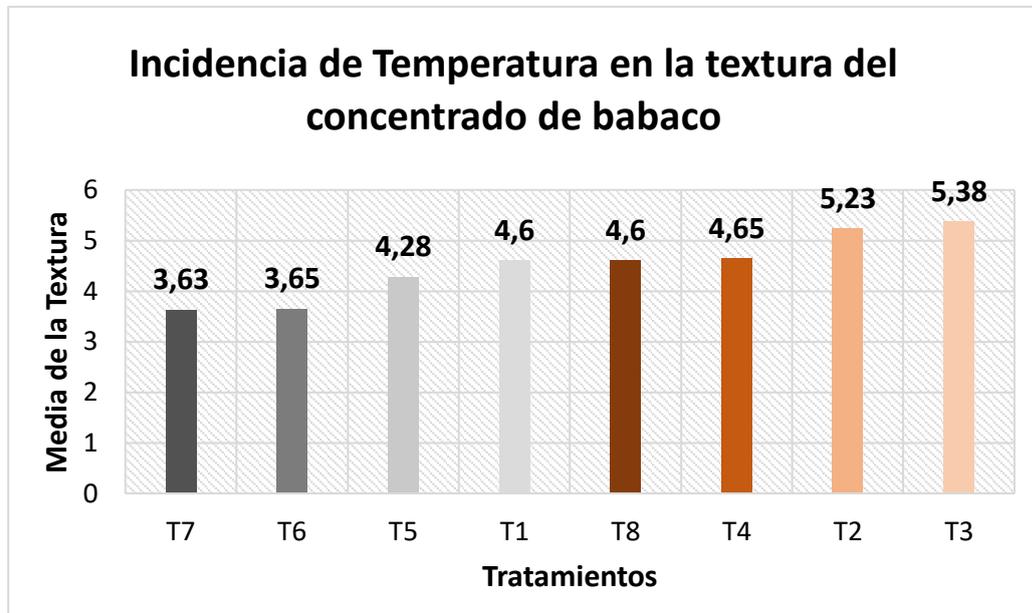
(Arce, 2016) en su investigación con la uva menciona que a medida que el jugo aumenta su concentración en sólidos solubles (°Brix), la textura también aumenta, formándose de tal manera una consistencia levemente pastosa.

(Gavilánez, 2015) señala que la solución de alimentación que entra como líquido a un evaporador puede estar suficientemente diluida teniendo mucha de las propiedades físicas del agua, a medida que aumenta la concentración la solución adquiere cada vez un carácter más individualista. La densidad y la viscosidad aumentan con el contenido de sólidos hasta

que la solución se transforme en saturada o el líquido se vuelva demasiado viscoso para una transferencia de calor adecuada.

**Figura 36**

*Resultado de mejores tratamientos para la variable textura*



### **4.3. Determinación de las propiedades funcionales (capacidad antioxidante y Vitamina C) del concentrado de babaco.**

#### **4.3.1. Capacidad Antioxidante**

En los resultados de la tabla 39 se observó un notable aumento del contenido de capacidad antioxidante en la pulpa concentrada de babaco  $1381,39 \mu\text{m Trolox/g}$  con relación al jugo fresco de babaco  $442,48 \mu\text{m Trolox/g}$ . Sin embargo, su contenido no pudo aumentar en el jugo concentrado debido a que se encuentra expuesto a temperaturas de concentración elevadas, por tanto, se observó una pérdida de capacidad antioxidante de  $282,29 \mu\text{m Trolox/g}$ .

(Meza, 2014) señala que las temperaturas de concentración influyen sobre la capacidad antioxidante, reportando que a  $40^\circ\text{C}$  se tiene  $748,26 \mu\text{mol}$ , a  $50^\circ\text{C}$   $624,93 \mu\text{mol}$  y a  $60^\circ\text{C}$  se tiene  $325,85 \mu\text{mol Equiv. Trolox/100 g}$  muestra, con respecto a la pulpa sin concentrar (SC) se obtuvo  $897,47 \mu\text{mol Equiv. Trolox/100 g}$  muestra.

**Tabla 39***Resultados del factor de concentración*

<b>Tratamientos</b>	<b>Sólidos solubles del jugo de babaco °Brix (a)</b>	<b>Sólidos solubles del concentrado de babaco °Brix (b)</b>	<b>Factor de concentración (c= b/a)</b>
<b>T1</b>	6,7	22,36	3,34
<b>T2</b>	5,6	21,23	3,79
<b>T3</b>	6,0	21,56	3,59
<b>T4</b>	6,2	23,5	3,79
<b>T5</b>	6,7	26,66	3,98
<b>T6</b>	7,0	25,9	3,70
<b>T7</b>	7,4	24,4	3,30
<b>T8</b>	6,5	25,0	3,85
<b>Promedio</b>	<b>6,51</b>	<b>23,82</b>	<b>3,67</b>
<b>Desviación</b>	0,57	2,00	0,24

**Elaboración:** Autora**Tabla 40***Resultados de pérdida de capacidad antioxidante*

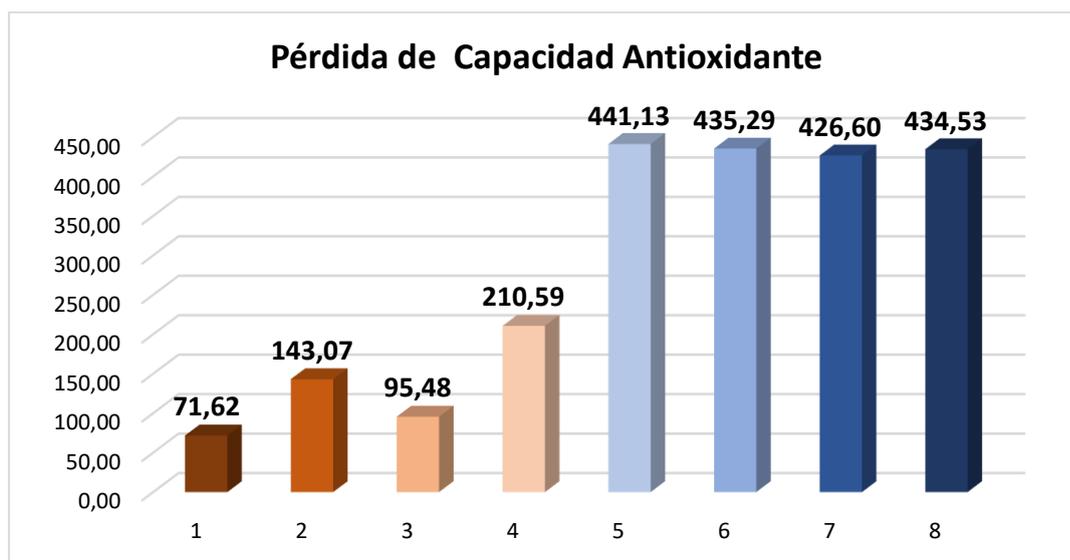
<b>Tratamientos</b>	<b>Capacidad antioxidante jugo µm Trolox/g (d)</b>	<b>Capacidad antioxidante concentrado µm Trolox/g (e)</b>	<b>Capacidad antioxidante que se debió obtener (f=d*c)</b>	<b>Pérdida de Capacidad antioxidante (g=f-e)</b>
<b>T1</b>	435,9	1526,35	1454,73	71,62
<b>T2</b>	438,84	1520,6	1663,67	143,07
<b>T3</b>	405,3	1551,86	1456,38	95,48
<b>T4</b>	455,52	1515,98	1726,57	210,59
<b>T5</b>	441,5	1315,64	1756,77	441,13
<b>T6</b>	450,8	1232,67	1667,96	435,29
<b>T7</b>	471,63	1128,5	1555,10	426,60
<b>T8</b>	440,45	1259,51	1694,04	434,53

<b>Promedio</b>	<b>442,48</b>	<b>1381,39</b>	<b>1621,90</b>	<b>282,29</b>
<b>Desviación</b>	<b>31,83</b>	<b>152,71</b>	<b>118,33</b>	<b>167,52</b>

**Elaboración:** Autora

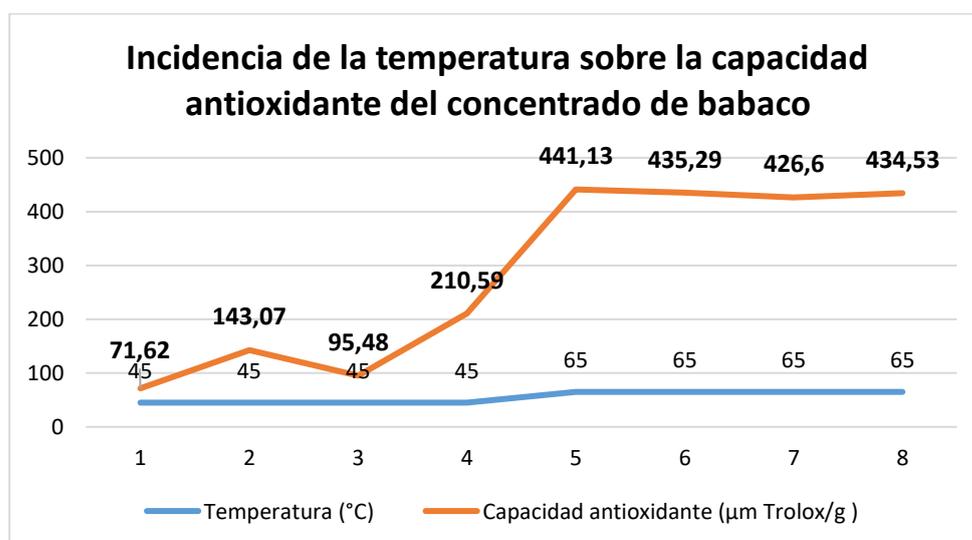
**Figura 37**

*Resultados de la Capacidad antioxidante en el concentrado de babaco*



**Figura 38**

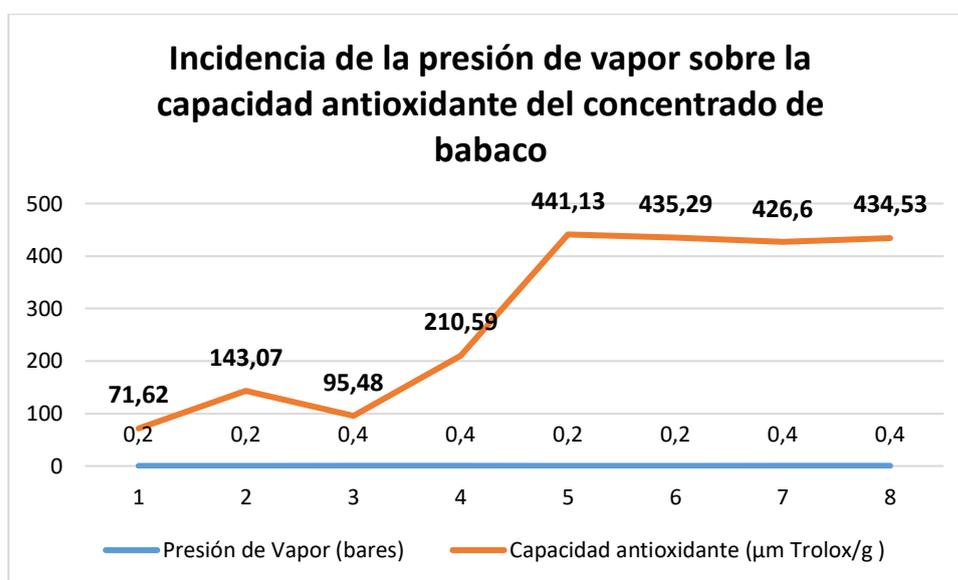
*Resultados de incidencia de la temperatura sobre la capacidad antioxidante*



En la figura 38 se observó que a temperatura de 65°C se incrementó la pérdida del contenido de capacidad antioxidante en el jugo concentrado de babaco. (Heras, Alvis and Arrazola, 2013) señala que la disminución de capacidad antioxidante se le atribuye a la destrucción térmica de los compuestos fenólicos, por la luz, exposición al oxígeno y a la degradación de los componentes como la vitamina C, polifenoles y otros generadores de antioxidantes. (Reyes, 2021) menciona que los antioxidantes naturales tienen una baja resistencia al oxígeno, temperaturas altas, exposición a la luz y al proceso de secado; confirmando una gran desventaja, generalmente durante el proceso de evaporación de los jugos concentrados.

### Figura 39

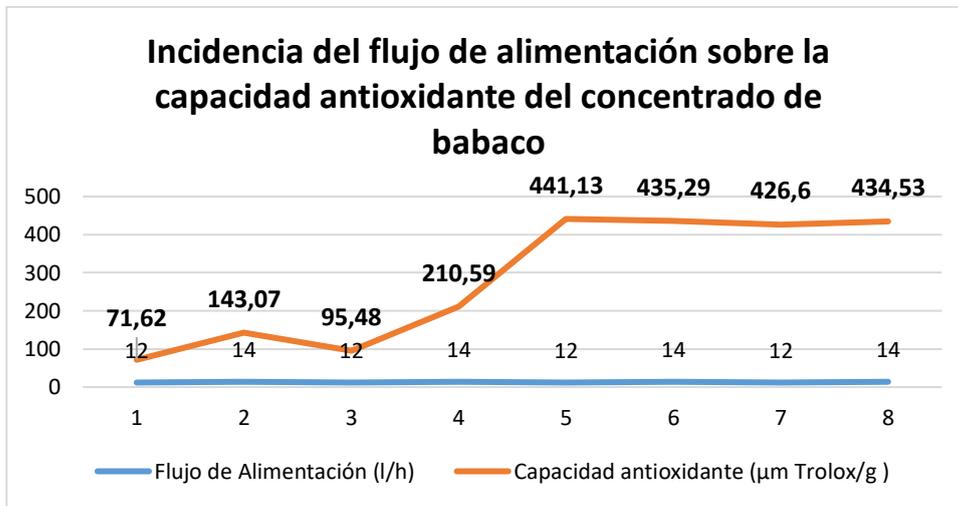
*Resultados de incidencia de la presión de vapor sobre la capacidad antioxidante*



En la figura 39 se observó que a presión de vapor de 0,4 bares se incrementó la pérdida del contenido de capacidad antioxidante en el jugo concentrado de babaco. (Rojas, 2019) señala que a medida que se produce la evaporación el líquido que va quedando en el evaporador se hace más concentrado y por tanto su temperatura de ebullición aumenta por encima de la correspondiente temperatura de vapor saturado a igual presión. Con el incremento de la concentración, la capacidad antioxidante disminuye su contenido por acción de la temperatura entre el vapor y el producto.

**Figura 40**

*Resultados de incidencia del flujo de alimentación sobre la capacidad antioxidante*



En la figura 40 se observó que a flujo de alimentación de 14 l/h se incrementó la pérdida del contenido de capacidad antioxidante en el jugo concentrado de babaco. (Andrés, Menjura and Hernández, 2017) mencionan que el aumento del flujo de alimentación implica el mínimo contacto con el producto de entrada, ocasionando una disminución en la concentración del jugo, así como también, una transferencia de calor menos eficiente y una tasa de evaporación baja, lo que causa baja eficiencia en el proceso.

A los valores de capacidad antioxidante se aplicó la prueba de normalidad a través del test de Shapiro-Wilk, donde se determinó la existencia de normalidad debido a que el valor ( $n=0,82$ ) es superior al coeficiente de confiabilidad (0,05), por tanto, los datos provienen de una distribución normal.

Así mismo se realizó la prueba de homogeneidad a través del test de Levene (0,18), donde se determinó la existencia de homogeneidad, por ende, hay igualdad de varianza en los tratamientos.

A continuación, se presenta en la tabla 41 el análisis de varianza de capacidad antioxidante para lo cual se realizó dos hipótesis.

**H<sub>0</sub>** = Los tratamientos no tienen diferencias en capacidad antioxidante

**H<sub>a</sub>** = Los tratamientos si tienen diferencias en capacidad antioxidante

Se evidenció que los valores del p-valor son superiores al coeficiente de confiabilidad (0,05), por tanto, se acepta la hipótesis nula lo que significa que los tratamientos no presentan

diferencias significativas entre la variable capacidad antioxidante y los factores de Temperatura, Presión de Vapor y Flujo de Alimentación.

**Tabla 41**

*Análisis de varianza de la capacidad antioxidante*

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Gl</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. Cal</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	7	624236,51	89176,64	1,35	0,2922
Temperatura(A)	1	76611,74	76611,74	1,16	0,2980 *
Presión de vapor(B)	1	12233,84	12233,84	0,18	0,6730 *
Flujo de Alimentación ( C)	1	18305,43	18305,43	0,28	0,6062 *
Interacción A*B	1	208936,02	208936,02	3,16	0,947*
Interacción A*C	1	35470,89	35470,89	0,54	0,4748 *
Interacción B*C	1	221280,01	221280,01	3,34	0,0862 *
Interacción A*B*C	1	51398,57	51398,57	0,78	0,3913 *
Error	16	1059181,95	66198,87		
Total	23	1683418,45			

\*: No significativo

**Tabla 42**

*Prueba de Tukey al 5% para la Capacidad antioxidante en la interacción AxBxC*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T5	1669,59	a
T3	1548,75	a
T6	1437,98	a
T4	1385,65	a
T7	1338,34	a
T8	1305,70	a
T2	1242,50	a
T1	1122,70	a

En la tabla 42 se presentan los resultados de capacidad antioxidante mediante la prueba de tukey al 5%, donde se observó que los tratamientos no tuvieron interacción entre la

temperatura, flujo de alimentación, presión de vapor y sus interacciones. Por tanto, se determina que no existe diferencias entre los tratamientos.

**Tabla 43**

*Prueba DMS para factores en la capacidad antioxidante*

<b>Factores</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
Temperatura (°C)		
45	1437,90	a
65	1324,90	a
Presión de vapor (bares)		
0,2	1358,82	a
0,4	1403,98	a
Flujo de alimentación (l/h)		
12	1353,78	a
14	1409,02	a

En la tabla 43 se observó que la diferencia mínima significativa de los factores de temperatura, presión de vapor y flujo de alimentación sobre la variable capacidad antioxidante, estadísticamente no tuvieron diferencias significativas. Sin embargo, al hacer el ensayo experimental se observó que la presión de vacío es un factor que influye en la variación de la temperatura provocando que haya pérdida de su contenido.

#### **4.3.2. Vitamina C**

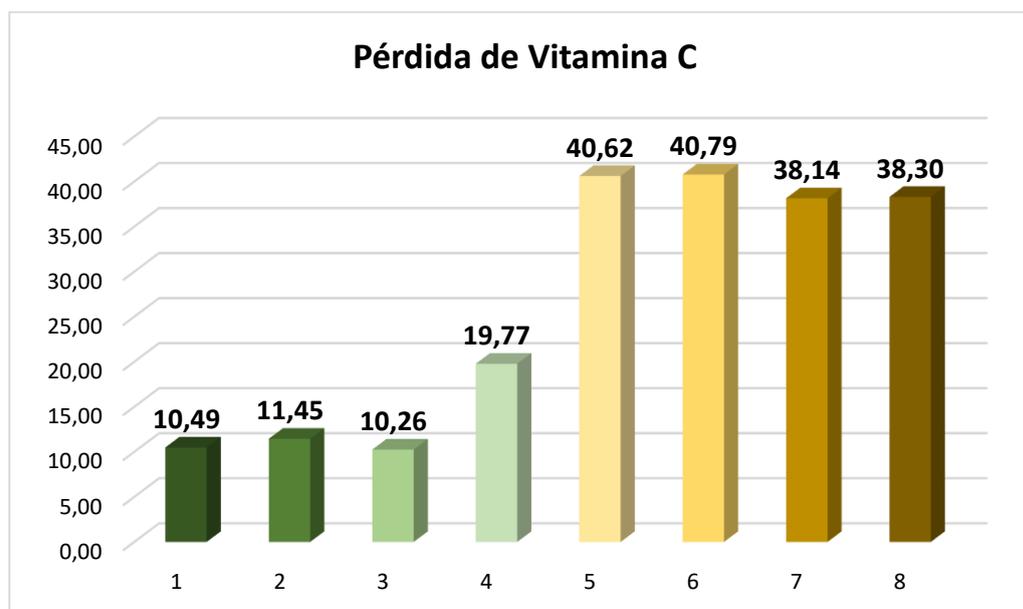
En los resultados de la tabla 44 se observó un notable aumento del contenido de vitamina C en la pulpa concentrada de babaco 52,16 mg/100ml con relación al jugo fresco de babaco 21,43 mg/100ml. Sin embargo, su contenido no pudo aumentar en el jugo concentrado debido a que se encuentre expuesto a temperaturas de concentración elevadas, por tanto, se observó una pérdida de vitamina C de 26,23 mg/100ml.

(Reyes, 2021) menciona que posterior al tratamiento térmico, se evidenció una reducción del 23,7 % al 30,8 % en el contenido de ácido ascórbico, similar a lo obtenido al evaluar el efecto que tiene la pasteurización en la pérdida de vitamina C en jugos de las frutas cítricas: tomate de árbol, naranja valencia, mango y mora de castilla. Además, la vitamina C al ser termolábil se ve afectada por diversas condiciones ambientales, tales como, la luz, el oxígeno, la actividad de agua y tratamiento térmico, por tanto, su contenido no puede aumentar en el jugo concentrado.

**Tabla 44***Resultados de pérdida de vitamina C*

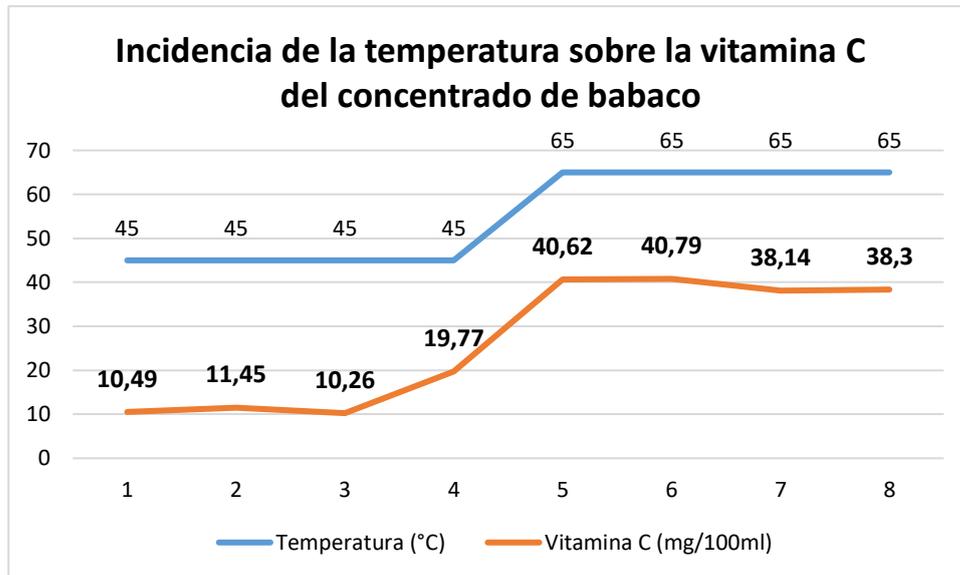
Tratamientos	Vitamina C del jugo mg/100ml (d)	Vitamina C del concentrado mg/100ml (e)	Vitamina C que se debió obtener (f=d*c)	Perdida de Vitamina C (g=f-e)
<b>T1</b>	21,6	66,6	72,09	10,49
<b>T2</b>	19,85	58,66	75,25	11,45
<b>T3</b>	19,9	55,38	71,51	10,26
<b>T4</b>	20,87	59,33	79,10	19,77
<b>T5</b>	20,75	44,95	82,57	40,62
<b>T6</b>	22,05	43,80	81,59	40,79
<b>T7</b>	25,14	44,75	82,89	38,14
<b>T8</b>	21,36	43,85	82,15	38,30
<b>Promedio</b>	<b>21,43</b>	<b>52,16</b>	<b>78,39</b>	<b>26,23</b>
<b>Desviación</b>	4,17	8,26	4,77	14,49

Elaboración: Autora

**Figura 41***Resultados de Vitamina C en el concentrado de babaco*

## Figura 42

Resultados de incidencia de la temperatura sobre la vitamina C



En la figura 42 se observó que a temperatura de 65°C se incrementó la pérdida del contenido de vitamina C en el jugo concentrado de babaco. (Osorio, 2012) menciona que el ácido ascórbico es un compuesto inestable que se oxida fácilmente a ácido deshidroascórbico ante la presencia de agentes como el oxígeno, el pH, la temperatura, los iones de metales pesados, especialmente el cobre y el hierro, que producen grandes pérdidas de vitamina C.

(Batista Garcet *et al.*, 2020) en su investigación con el zumo de limón trabajaron con temperaturas de 10-20-30-40-50°C y observaron que a partir de los 20 °C se pierde más del 20% del contenido de vitamina C en el proceso de concentración.

(Serra and Cafaro, 2007) señalan que la vitamina C, es un compuesto termolábil inestable y su disminución se debe a que esta molécula elimina radicales que se producen durante el estrés oxidativo, lo que provoca el uso de la vitamina C para mantener la estabilidad interna, desencadenando reacciones químicas que oxidan la molécula.

(Chire Murillo, Dávila T. and Ríos Ríos, 2014) señala que los alimentos con alto contenido de vitamina C durante la exposición a elevadas temperaturas pierden cantidades que van del 10 % hasta el 20 %, como también pueden perder hasta el 100 % cuando el tratamiento térmico es drástico.

(Guerra, 2017) señala que la disminución del contenido de vitamina C en jugos concentrados se debe al incremento del contenido de sólidos solubles en el proceso de concentración.

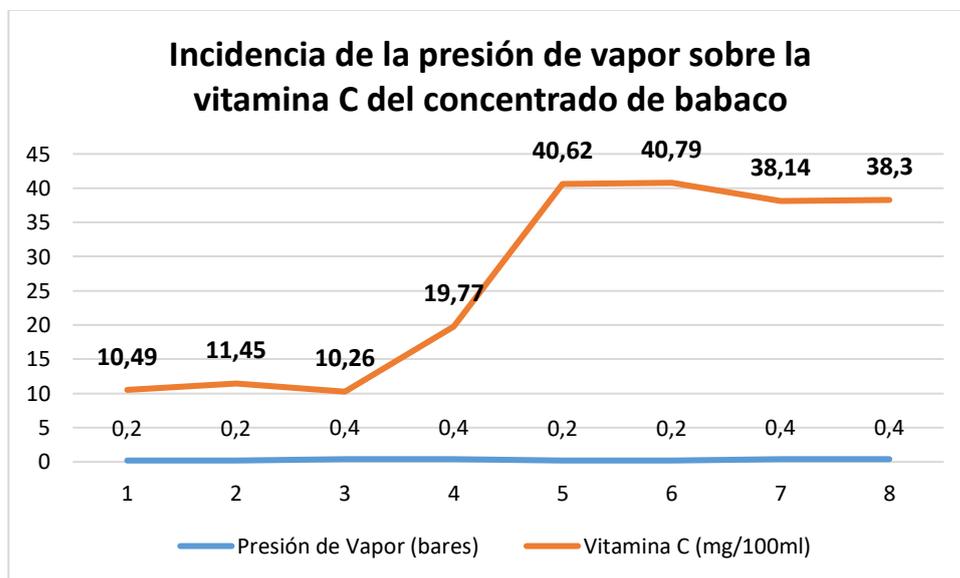
(Quillimamani Soncco, 2019) manifiesta que la transferencia de calor, es más eficiente en

medios acuosos, por ser el agua buen conductor del calor, es decir, que al ser más eficiente la transferencia de calor, se tendrá una mayor destrucción de vitamina C en las frutas, sometidas a tratamientos térmicos.

(Rojas, 2017) señala que la destrucción del ácido L-ascórbico trae consigo el pardeamiento del producto (pardeamiento no enzimático), siendo el principal responsable de esta alteración en jugos de fruta y jugos concentrados endulzados con alto contenido de la vitamina.

### Figura 43

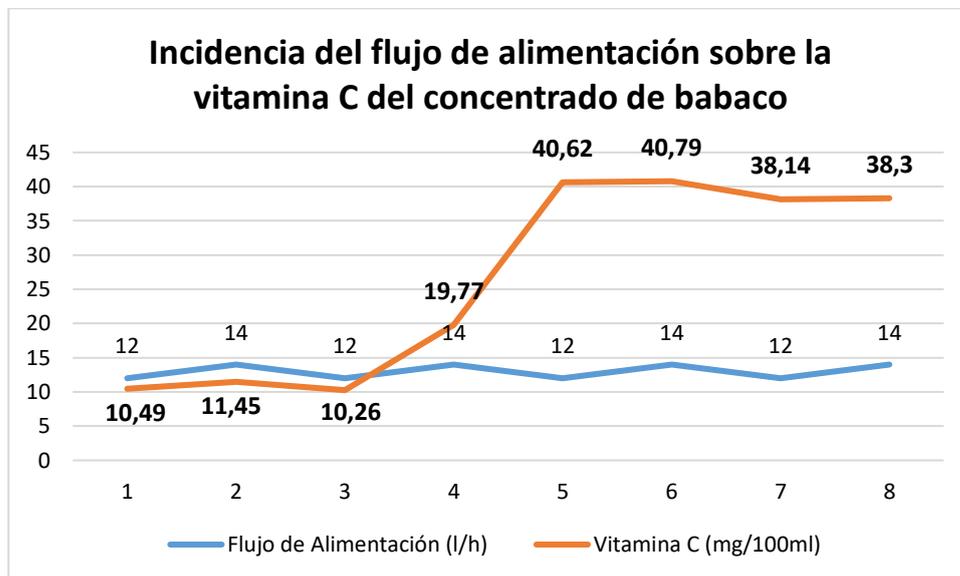
*Resultados de incidencia de la presión de vapor sobre la vitamina C*



En la figura 43 se observó que a presión de vapor de 0,4 bares se incrementó la pérdida del contenido de vitamina C en el jugo concentrado de babaco. (Burga, 2020) señala que conforme la concentración de sólidos disueltos aumenta, la temperatura de ebullición del líquido incrementa al igual que la presión vapor provocando un incremento de la concentración, por ende, la vitamina C disminuye su contenido por acción de la temperatura entre el vapor y el producto.

**Figura 44**

*Resultados de incidencia del flujo de alimentación sobre la vitamina C*



En la figura 44 se observó que a flujo de alimentación de 14 l/h se incrementó la pérdida del contenido de vitamina C en el jugo concentrado de babaco. (Benavides and Muvdi, 2014) señalan que el incremento de temperatura y flujo de alimentación proporcionan una mayor cantidad de concentrado, debido a que el jugo no se encontró tan expuesto al vapor de calentamiento proporcionando mayor rendimiento del concentrado

A los valores de vitamina C se aplicó la prueba de normalidad a través del test de Shapiro-Wilk, donde se determinó la existencia de normalidad debido a que el valor ( $n=0,97$ ) es superior al coeficiente de confiabilidad (0,05), por tanto, los datos provienen de una distribución normal.

Así mismo se realizó la prueba de homogeneidad a través del test de Levene (0,84), donde se determinó la existencia de homogeneidad, por ende, hay igualdad de varianza en los tratamientos.

A continuación, se presenta en la tabla 45 el análisis de varianza de vitamina C para lo cual se realizó dos hipótesis.

**H<sub>0</sub>** = Los tratamientos no tienen diferencias en vitamina C

**H<sub>a</sub>**= Los tratamientos si tienen diferencias en vitamina C

Se evidenció que los valores del p-valor son superiores al coeficiente de confiabilidad (0,05),

por tanto, se acepta la hipótesis nula lo que significa que los tratamientos no presentan diferencias significativas entre la variable vitamina C y los factores de Temperatura, Presión de Vapor y Flujo de Alimentación.

**Tabla 45**

*Análisis de varianza de la Vitamina C*

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Gl</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F. cal</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	7	851,57	121,65	0,55	0,7865
Temperatura(A)	1	3,80	3,80	0,02	0,8976*
Presión de vapor(B)	1	3,96	3,96	0,02	0,8954*
Flujo de Alimentación ( C)	1	99,02	99,02	0,45	0,5139*
Interacción A*B	1	344,66	344,66	1,55	0,2309*
Interacción A*C	1	199,24	199,24	0,90	0,3577 *
Interacción B*C	1	200,39	200,39	0,90	0,3564*
Interacción A*B*C	1	0,50	0,50	2,2e-03	0,9629*
Error	16	3554,50	222,16		
Total	23	4406,07			

\*:No significativo

**Tabla 46**

*Prueba de Tukey al 5% para la Vitamina C en la interacción AxBxC*

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T2	58,13	a
T5	58,13	a
T4	55,23	a
T3	53,80	a
T6	53,77	a
T8	53,07	a
T7	45,30	a
T1	39,92	a

En la tabla 46 se presentan los resultados de vitamina C mediante la prueba de tukey al 5%, donde se observó que los tratamientos no tuvieron interacción entre la temperatura, flujo de alimentación, presión de vapor y sus interacciones. Por tanto, se determina que no existe diferencias entre los tratamientos.

**Tabla 47**

*Prueba DMS para factores en la vitamina C*

<b>Factores</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
Temperatura (°C)		
45	52,57	a
65	51,77	a
Presión de vapor (bares)		
0,2	52,58	a
0,4	51,76	a
Flujo de alimentación (l/h)		
12	50,14	a
14	54,20	a

En la tabla 47 se observó que la diferencia mínima significativa de los factores de temperatura, presión de vapor y flujo de alimentación sobre la variable vitamina C, estadísticamente no tuvieron diferencias significativas. Sin embargo, al hacer el ensayo experimental se observó que la presión de vacío es un factor que influye en la variación de la temperatura provocando que haya pérdida de su contenido.

# CAPÍTULO V

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Los factores de concentración, temperatura, presión de vapor y flujo de alimentación no influyeron sobre las propiedades físico-químicas y funcionales del concentrado de babaco por película ascendente, por tanto, no presentaron diferencias significativas, aceptándose de esta manera la hipótesis nula planteada en esta investigación.
- En la investigación planteada se utilizó babacos totalmente amarillos que superan el índice de madurez de la escala del color establecido en la norma INEN 1998. De esta manera los babacos presentaron una firmeza 1,18 kg/cm<sup>2</sup> o Kgf, sabor agradable y olor delicado característico de la fruta.
- Los contenidos de vitamina C, capacidad antioxidante, sólidos solubles y pH se incrementaron con la maduración del fruto. Sin embargo, la acidez y firmeza disminuyeron a medida que la fruta madura.
- La separación de agua en el jugo concentrado permitió el aumento de carbohidratos poliméricos, azúcares solubles y ácidos en el proceso de concentración, y pH constante. Concluyendo que los sólidos solubles y la acidez titulable del jugo concentrado se incrementan a las temperaturas de ensayo.
- Las características organolépticas del concentrado de babaco presentaron un cambio conforme se incrementó la temperatura de concentración, el color se tornó oscuro, sin aroma, sin sabor y textura gelatinosa. Esto se debe a las reacciones de Maillard que originó la formación de melanoidinas, que son compuestos oscuros causantes del pardeamiento y modificación del color, olor y sabor.
- Se concluyó que la capacidad antioxidante y vitamina C en el jugo concentrado por película ascendente, disminuyeron a medida que incrementaba la temperatura de concentración.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar ensayos con temperaturas menores a las experimentales en este estudio a fin que el concentrado no se gelatinice, ni pierda su flavor.
- Investigar el desarrollo de nuevos productos utilizando como materia prima el concentrado de babaco y la pulpa.
- Utilizar el condensado como esencias aromáticas para el desarrollo de productos como cosméticos, extractos, jabones y helados con aroma a babaco.
- Trabajar con temperaturas menores a las temperaturas de ensayo para evitar la disminución de vitamina C y capacidad antioxidante.
- Extraer el jugo de babaco con toda corteza para conservar las propiedades de la cáscara y también reducir el tiempo de proceso del concentrado de babaco.
- Utilizar como factor en estudio la presión de vacío en el proceso de concentración.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguas, K. M. C. (2017) 'ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción', p. 108. Available at: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/19134>.
- Aguiar (2012) 'Physicochemical and sensory properties of apple juice concentrated by reverse osmosis and osmotic evaporation', *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 16, pp. 137–142. doi: 10.1016/j.ifset.2012.05.003.
- Alwafi Ridho Subarkah (2018) 'IDENCIA DE LA CONCENTRACION DE LA SOLUCION SOBRE EL COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA GLOBAL DE CALOR EN UN EVAPORADOR VERTICAL DE DOBLE EFECTO"', 151(2), pp. 10–17.
- Andrés, O., Menjura, M. and Hernández, H. E. (2017) 'Análisis experimental de la evaporación del jugo de caña de azúcar en película sobre una placa plana', 14, pp. 113–127.
- Apaza, A. G. (2017) 'Influencia de parametros fisicoquimicos en la extraccion de pigmentos de ayrampo (*Opuntia soehrensii* B.), sobre el contenido de fenoles totales , betacianinas totales y capacidad antioxidante.', pp. 1–128.
- Arce (2016) 'Cinética de Degradación de la Antocianina y Estudio Reológico de Jugo Concentrado de Uva Isabella (*Vitis labrusca*)'.
- Attías (2009) 'Evaporador de película ascendente', pp. 1–5. Available at: <https://es.scribd.com/document/361751273/Evaporador-de-pelicula-ascendente>.
- Avalo (2009) 'Caracterización preliminar del proceso de concentración del jugo natural de naranja en un evaporador de tres efectos', *Interciencia*, 34(11).
- Ávila (2013) 'La Concentración De Jugos De Fruta: Aspectos Básicos De Los Procesos Sin Y Con Membrana / Concentration of Fruit Juices: Basics of the Processes With and Without Membrane', *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 28(3), pp. 65–76.
- Ayala (2018) "'Universidad Nacional Del Centro Del Perú" Facultad De Ingeniería En Industrias'.
- Barrera, S. (2015) 'Concentración de Antocianinas en Jugo de Cranberries (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) mediante Nanofiltración', pp. 1–62.
- Batista Garcet, Y. *et al.* (2020) 'Incidencia De Los Rangos De Temperaturas En Intervalos De 10°C En El Proceso De Oxidación Del Ácido Ascorbico En Zumos De Citrus Aurantifolia', *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria. ISSN 2602-8166*, 4(1), pp. 29–42. doi: 10.47230/unesum-ciencias.v4.n1.2020.202.

- Benavides, O. and Muvdi, C. (2014) ‘Evaluación de la ósmosis inversa y de la evaporación de película ascendente como técnicas de concentración de hidrolizados de almidón de yuca Evaluation of reverse osmosis and climbing film evaporation as concentration techniques from starch hydrolysates’, *Revista ION*, 27(1), pp. 59–70. Available at: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-100X2014000100007&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-100X2014000100007&lng=en&nrm=iso&tlng=es).
- Berg, G. A. (2014) ‘Vitamina E: Un tema siempre presente, nunca concluido’, *Revista Argentina de Cardiología*, 78(5), pp. 391–392.
- Beveridge (2017) ‘Nonenzymatic Browning in Pear Juice Concentrate at Elevated Temperatures’, *Journal of Food Science*, 49(5), pp. 1335–1336. doi: 10.1111/j.1365-2621.1984.tb14984.x.
- Bonilla (2005) ‘Concentración de jugo de piña por congelación y determinación de sus propiedades fisicoquímicas’, *Universidad Veracruzana*, 1(1), p. 87.
- Bullón (2013) *La concentración de jugos de fruta: Aspectos básicos de los procesos sin y con membrana*. Available at: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-40652013000300007](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652013000300007) (Accessed: 9 October 2020).
- Burga, B. F. J. (2020) ‘SIMULACIÓN VÍA MATLAB DE UN SISTEMA DE EVAPORACIÓN POR MÚLTIPLE EFECTO UTILIZADO EN LA INDUSTRIA AZUCARERA EN RÉGIMEN TRANSITORIO’.
- Calderón (2013) ‘CONCENTRADO DE UVA DE MESA Robert Aguirre Gómez , Carlos Arana Falcón , Luna , Antonio Reque Lozano , Laura Vera’.
- Canainca (2016) *Europa delinea las tendencias en jugos para 2016*. Available at: <https://www.canainca.org/index.php/la-industria/noticias-recientes/49-europa-delinea-las-tendencias-en-jugos-para-2016> (Accessed: 24 June 2021).
- Cañar, A. de A. I. de (2014) ‘El cultivo de babaco en invernadero ( Carica pentágona ) El cultivo de babaco en invernadero’, Asociación.
- Carrasco (2008) *Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas*. Available at: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2008000200004](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2008000200004) (Accessed: 28 March 2021).
- Ceballos Polina, Y. and Gamiño Arroyo, Z. (2015) ‘Valorización integral de productos derivados de cítricos (naranja, limón, lima)’, *Verano de investigación científica*, 1(2), pp. 584–588.
- Chire Murillo, E. T., Dávila T., R. and Ríos Ríos, E. M. (2014) ‘Evaluación del contenido de vitamina C, taninos condensados y capacidad antioxidante después de un tratamiento a tres temperaturas de los frutos de carambola (Averrhoa carambola L.)’, *Anales Científicos*, 75(2), p. 370. doi: 10.21704/ac.v75i2.977.

- Cisse (2015) ‘The quality of orange juice processed by coupling crossflow microfiltration and osmotic evaporation’, *International Journal of Food Science and Technology*, 40(1), pp. 105–116. doi: 10.1111/j.1365-2621.2004.00914.x.
- Codex (2005) ‘Norma General del CODEX para: Jugos, Zumos Frutas, Y Néctares de frutas’, *Codex Alimentarios*, pp. 1–21.
- Colwell (2020) ‘3. Morphology, Anatomy, and Physiology’, *Shorebird Ecology, Conservation, and Management*, pp. 27–44. doi: 10.1525/9780520947962-004.
- Cornwell (2015) ‘Causes of Browning in Pear Juice Concentrate During Storage’, *Journal of Food Science*, 46(2), pp. 515–518. doi: 10.1111/j.1365-2621.1981.tb04899.x.
- Cynthia, A. and Mangas, C. (2021) ‘Métodos analíticos para la determinación de vitamina C’, pp. 2020–2021.
- Duque (2011) ‘Caracterización de la fruta, pulpa y concentrado de uchuva (*Physalis peruviana* L.)’, *Temas Agrarios*, 16(1), pp. 75–83. doi: 10.21897/rta.v16i1.686.
- Edwards (2013) ‘INIAP’, *Africa’s potential for the ecological intensification of agriculture*, 53(9), pp. 1689–1699.
- Ellis (2017) ‘INIAP -Estación Experimental Santa Catalina’. Available at: <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>.
- Elmawati (2014) “‘CREACIÓN DE PRODUCTO, JUGO DE FRUTO EXÓTICO (BABACO) AL MERCADO DE RUSIA’”, *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents*, 5(2), pp. 40–51.
- Espín (2015) ‘INIAP -Estación Experimental Santa Catalina’. Available at: <http://181.112.143.123/bitstream/41000/2827/1/iniapsc322est.pdf>.
- Fabara (2015) ‘Manual del cultivo del babaco’, p. 105. Available at: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/794>.
- Fernández-Pachón, M. S. *et al.* (2013) ‘Revisión de los métodos de evaluación de la actividad antioxidante in vitro del vino y valoración de sus efectos in vivo.’, *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 56(2), pp. 110–122. Available at: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222006000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222006000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es) (Accessed: 22 November 2021).
- Forero Longas, F. and Vélez Pasos, C. A. (2013) ‘Optimization of the concentration by osmotic evaporation of passion fruit juice (*Passiflora edulis*)’, *Dyna*, 80(179), pp. 90–98.
- Gallardo (2014) ‘ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE UN ZUMO CONCENTRADO A PARTIR DE UVA DE MESA ( *Vitis Vinifera* )’, pp. 70–84.

- Galván (2015) *BABACO: propiedades, fruta, ¿Para qué sirve?, y mucho más*. Available at: <https://hablemosdeflores.com/babaco/> (Accessed: 7 July 2021).
- García (2010) ‘Cuantificación de ácido ascórbico por HPLC y evaluación de la capacidad antioxidante en pulpa fresca y concentrada de Taperibá ( *Spondias Cytherea* Sonn)’, *Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias*, p. 83. Available at: <http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/251/FIA-171.pdf?sequence=1>.
- Gavilánez, N. (2015) ‘Diseño y construcción de un evaporador de simple efecto para concentrar vinaza en la empresa Soderal S.A.’
- Goffard (2020) ‘Manual de instrucciones del evaporador de película ascenente’, *Intramuros*, pp. 11–15. doi: 10.2307/j.ctvvh869w.3.
- Gómez (2019) ‘Diseño de una unidad de evaporación multiefecto para la concentración de zumo’, p. 92. Available at: <https://riunet.upv.es/handle/10251/126321>.
- Gonzales, F. J. Z. (2017) “‘DISEÑO DE UN SISTEMA DE REGULACION DE FLUJO DE ALIMENTACION DE CAÑA, EN EL PROCESO DE PREPARACION DE CAÑA DE AZUCAR DEL INGENIO AGROAURORA S.A.C’”, *Ucv*, pp. 0–116.
- Guerra (2017) ‘EVALUACION DE FENOLICOS TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN LA PULPA CONCENTRADA DE ZARZAMORA (*Rubus* sp), EN DOS ESTADIOS DE MADUREZ PRESENTADO’.
- Guerrero (2016) *Cultivo De Babaco (Carica pentagona H.) Bajo Invernadero - Engormix*. Available at: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/cultivo-babaco-carica-pentagona-t27813.htm> (Accessed: 24 June 2021).
- Harman, J. E. (2019) ‘Preliminary studies on the postharvest physiology and storage of babaco fruit (*carica × heilbornii* badillo nm. *Pentagona* (*heilborn*) badillo)’, *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 26(2), pp. 237–243. doi: 10.1080/00288233.1983.10427067.
- Heldman (2019) *Introducción a la bioquímica de los alimentos OPERACIONES UNITARIAS*. Available at: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGRIUAN.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=009456>.
- Heras, I., Alvis, A. and Arrazola, G. (2013) ‘Optimización del Proceso de Extracción de Antocianinas y Evaluación de la Capacidad Antioxidante de Berenjena (*Solana melonera* L.)’, *Informacion Tecnologica*, 24(5), pp. 93–102. doi: 10.4067/S0718-07642013000500011.
- Hidrovo, V. and Barzola, P. (2018) ‘Evaluación de los efectos del nivel del líquido sobre el coeficiente de transferencia de calor en un evaporador de tubos verticales.’

- Huacón (2011) 'ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción', p. 108. Available at: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/19134>.
- Ibarz (2010) 'Pardeamiento de zumos clarificados de limón tratados a altas temperaturas [Browning of clarified lemon juices treated at high temperatures]', *Scientia Agropecuaria*, 1, pp. 07–20.
- INEN (2005) *NTE INEN 1998: Frutas frescas. Babaco. Requisitos*. Available at: <https://studylib.es/doc/5592746/nte-inen-1998--frutas-frescas.-babaco.-requisitos> (Accessed: 30 October 2019).
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)* (2018). Available at: <http://186.42.174.241/InamhiPronostico/> (Accessed: 20 November 2021).
- Jaya, R. M. A. (2015) 'ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA PROTEOLÍTICA DEL LÁTEX DEL BABACO (*Vasconcellea heilbornii* cv babaco) EN FUNCIÓN DE LA EDAD DEL FRUTO'.
- Klinar (2009) 'Evaluación Comparativa De Contenido De Vitamina C En Diferentes Estados De Maduración Del Fruto De Camu – 011 : 030 : 2007', pp. 23–32.
- Lazarides (2017) 'Osmotic concentration of liquid foods', *Journal of Food Engineering*, 49(2–3), pp. 201–206. doi: 10.1016/S0260-8774(00)00222-3.
- Londoño (2015) 'Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad PARTE III / PART III', pp. 129–162.
- Lumbantoruan, E. P. and Hidayat, P. (2016) 'SECADO POR ASPERSION DE JUGOS DE FRUTAS: EFECTO DE LAS VARIABLES DE PROCESO SOBRE EL PRODUCTO FINAL', pp. 14–27.
- Maldonado (2011) 'Estudio investigativo del babaco y propuesta gastronómica'.
- Matta (2014) 'Microfiltration and reverse osmosis for clarification and concentration of acerola juice', *Journal of Food Engineering*, 61(3), pp. 477–482. doi: 10.1016/S0260-8774(03)00154-7.
- Meza (2014) 'Evaluación del efecto de la temperatura de concentración en los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante en pulpa concentrado de tuna anaranjada (*Opuntia* spp)'. Available at: [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1234/MEZA\\_SOSA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1234/MEZA_SOSA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Montagud, A. H. and Alonso Espadalé, R. (2020) 'NTP 663: Propiedades fisicoquímicas relevantes en la prevención del riesgo químico', p. 8.

- Montealegre (2021) ‘Métodos analíticos para la determinación de capacidad antioxidante de aceites esenciales’, p. 6.
- Montenegro, F. (2017) *Cultivo De Babaco (Carica pentagona H.) Bajo Invernadero - Engormix*. Available at: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/cultivo-babaco-carica-pentagona-t27813.htm> (Accessed: 5 December 2021).
- Morales (2016) *Frutoterapia Los frutos que dan vida Séptima edición*.
- Moreno (2018) *El sector hortofrutícola de Ecuador: Principales características socio-productivas de la red agroalimentaria de la uvilla (Physalis peruviana)*. Available at: <https://www.redalyc.org/journal/5600/560059292003/html/> (Accessed: 25 November 2021).
- Nobile, F. O. de et al. (2015) *Biofertilizante E Adubação Mineral No Desenvolvimento Da Cultura Da Cebola (Allium Cepa L.) Irrigado Com Duas Lâminas De Água, Nucleus*. doi: 10.3738/1982.2278.562.
- Nuñez (2008) “ Optimización del proceso de elaboración de pulpa de babaco ( Carica pentagona ), con incorporación de su corteza y maximizando la retención de ácido ascórbico ”. AUTORA : Dayana del Cisne Núñez Abarca DIRECTOR : Ing . Ángel Vicente Tene Tene’.
- Ortolá (2016) ‘Tipos de evaporadores en la insdustria alimentaria’, *Información Comercial Española, ICE: Revista de economía*, (563), pp. 75–84.
- Osorio (2012) ‘Evaluación de actividad antioxidante y vitamina C en pulpa concentrada en dos estadios (fisiológicamente maduro y maduro) del fruto zarzamora (Rubus sp.)’, *Universidad Nacional del Centro del Perú*. Available at: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1223>.
- Paredes (2018) ‘Pulpa congelada de Babaco’, *Inalpev*, pp. 1–3. Available at: <http://inalpev.com.ec/fichas-tecnicas/FICHA-TECNICA-PULPA-DE-FRUTA-BABACO.pdf>.
- Pérez-Nájera, V. et al. (2018) ‘EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS FENÓLICOS DE LA CÁSCARA DE LIMA (Citrus limetta Risso) Y DETERMINACIÓN DE SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE’, *BIOTecnia*, 15(3), p. 18. doi: 10.18633/bt.v15i3.153.
- Quillimamani Soncco, S. (2019) ‘Evaluación de la cinética de degradación térmica de la vitamina C en la pulpa de tumbo (Passiflora mollissima b.)’, pp. 1–93.
- Quintero (2013) ‘CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL MANGO COMUN (Mangifera indica L.) DURANTE SU PROCESO DE MADURACION’, *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), pp. 1–9. Available at: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n1/v11n1a02>.

- Reyes (2021) 'TESIS Evaluación de compuestos bioactivos de naranjilla ( Solanum quitoense ) en diferentes estados de madurez y efecto de la concentración al vacío'.
- Rivet, P. (2020) 'Evaporadores', *Journal de la société des américanistes*, 27(1), pp. 263–263.
- Robles (2016) 'Estudio de la concentración de jugo de mora mediante evaporación osmótica a nivel de planta piloto', pp. 8–29. Available at: <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/3615/1/39729.pdf>.
- Rojas, A. M. L. (2017) 'Destrucción de vitamina C en sistemas modelo de actividad acuosa reducida', p. 418. Available at: [http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis\\_2771\\_Rojas.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_2771_Rojas.pdf).
- Rojas, L. P. B. (2019) *Optimización de las variables operacionales del evaporador de múltiple efecto empleado en el procesamiento de tomates en la UEB Industrial Ceballos*.
- Rosales, F. (2019) 'Análisis Inter-Ingenios De Pérdidas En Evaporadores Debido a Factores Físicos y Químicos en la Industria Azucarera', *Cengicaña*, (November).
- Roth (2009) 'Prediction interval analysis is underutilized and can be more helpful than just confidence interval analysis', *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 23(3), pp. 181–183. doi: 10.1007/s10877-009-9165-0.
- Serra, H. M. and Cafaro, T. A. (2007) 'Ácido ascórbico : desde la química hasta su crucial función protectora en ojo Ascorbic acid : from chemistry to its crucial R esumen', *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 41(4), pp. 525–532. Available at: <http://www.scielo.org.ar/pdf/abcl/v41n4/v41n4a10.pdf>.
- Sulla (2016) 'INFLUENCIA DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES EN EL CALOR ESPECIFICO DE LA PULPA CONCENTRADA DE PIÑA (Ananas comosus), ZUMO CONCENTRADO DE NARANJA (Citrus sinensis) Y COMPARACIÓN CON LOS MODELOS MATEMÁTICOS DE CHOI Y OKOS, SIEBEL Y HELDMAN', *Universidad Nacional Del Centro Del Centro De Posgrado*, pp. 10–11.
- Troncoso (2019) 'Actividad Antioxidante Liqueenes'.
- Vanaclocha (2015) 'Casp Vanaclocha, Ana, and Abril Requena, José. Procesos de conservación de alimentos (2a. ed.). España: Mundi-Prensa, 2008. ProQuest ebrary. Web. 22 November 2015. Copyright © 2008. Mundi-Prensa. All rights reserved.', (November).
- Velásquez, B. (2021) 'Desarrollo de modelos matemáticos de balance de materia y energía en evaporación de múltiple efecto para ser implementados en el prototipo de un simulador para el programa ingeniería de alimentos de la universidad nacional abierta y a distancia'. Available at:

<https://emea.mitsubishielectric.com/ar/products-solutions/factory-automation/index.html>.

- Vilaplana, M. (2007) 'Antioxidantes presentes en los alimentos', *Ambito farmaceutico Nutricion*, 26(10), pp. 79–86. Available at: <http://http//zl.elsevier.es>.
- Villagómez, A. (2018) 'Estudio del efecto del Glicerol y del aceite de Anis en un recubrimiento comestible sobre el tiempo de vida útil del babaco (CVillagómez, A. (2011). Estudio del efecto del Glicerol y del aceite de Anis en un recubrimiento comestible sobre el tiempo de vid', p. 129. Available at: [http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/3747/1/IMPORTANCIA DEL CONSUMO DE FRUTAS Y VERDURAS EN LA ALIMENTACIÓN.pdf](http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/3747/1/IMPORTANCIA_DEL_CONSUMO_DE_FRUTAS_Y_VERDURAS_EN_LA_ALIMENTACIÓN.pdf).
- Villanueva (2018) 'Total polyphenols and antioxidant capacity of peel and leaves in twelve citrus', *Scientia Agropecuaria*, 9(1), pp. 123–131. doi: 10.17268/sci.agropecu.2018.01.13.
- Villavicencio (2018) *Guia para la produccion de maiz amarillo duro, en la zona central del ... - Villavicencio Paul, Zambrano Jose Luis - Google Libros*. Available at: <https://books.google.com.ec/books?id=iRrJAgAAQBAJ&pg=PA12&dq=variedad es+de+babaco&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiUyKzi7O3oAhWtT98KHWqBAE8Q6AEIYjAI#v=onepage&q=variedades de babaco&f=false> (Accessed: 9 October 2020).
- Viteri (2010) 'INIAP -Estación Experimental Santa Catalina'.
- Wati, R. (2019) 'PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO PARA EL DIAGNOSTICO DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN DE PLANTA DE EVAPORACIÓN BAJO CONDICIONES DE DISEÑO ESTABLECIDAS POR EL FABRICANTE', *Ayay*, 8(5), p. 55.
- Zambrano (2013) 'Comparación de la capacidad antioxidante de 10 cultivos ancestrales andinos con sus respectivos concentrados de fibra dietética total para su uso como aditivo funcional en la Industria de Alimentos', pp. 39–42.
- Zamora, A. (2018) 'Cinética de degradación térmica de vitamina C en jugo concentrado de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.)', pp. 1–92.
- Zenith (2016) *El consumo mundial de jugos aumentaría 5% al año*. Available at: <https://www.virtualpro.co/noticias/el-consumo-mundial-de-jugos-aumentaria-5-al-ano> (Accessed: 9 July 2019).
- Zhongwei Fang (2017) 'TRABAJO FIN DE GRADO Métodos analíticos para la determinación de vitamina C en alimentos Autor: Zhongwei Fang Índice Resumen', p. 20. Available at: [http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/ZHONGWEI\\_FANG.pdf](http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/ZHONGWEI_FANG.pdf).

# ANEXOS

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES



### CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**NOMBRE:**

**GÉNERO:**

**FECHA:**

**EDAD:**

### EVALUACIÓN SENSORIAL DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS Y ORGANOLEPTICAS DEL CONCENTRADO DE BABACO

#### INTRODUCCIÓN

La finalidad de aplicar esta encuesta sobre evaluación de las propiedades físico químico y organoléptico del concentrado de babaco es para identificar el mejor tratamiento con las mejores características sensoriales tales como color, olor, sabor y textura, así como también la capacidad antioxidante y vitamina C y ofertar al consumir un producto con excelentes propiedades funcionales y mínimamente procesado.

#### OBJETIVO

Evaluar las propiedades físico-químicas y organolépticas del concentrado de babaco realizado por película ascendente.

#### ALCANCE

El alcance de la investigación es obtener el mejor tratamiento con las mejores características organolépticas que proporcione un gran aporte a la elaboración de productos que utilicen como principal materia prima el concentrado de babaco.

#### METODOLOGÍA

En primer lugar se realiza una inducción sobre el protocolo de ejecución para degustar y llenar la matriz; seguidamente se les proporcionara agua para que puedan ingerir el producto adecuadamente. Se convoca a los panelistas e realizar un ensayo de degustación, necesitamos que las personas que van a formar este panel estén de acuerdo en participar en esta actividad. Lo realizaremos en grupos de 5 personas a los cuales se proporcionará 3 muestras de concentrado de babaco en envases de plástico con 5 ml de muestra.

Los panelistas convocados para degustar el producto serán familiares y conocidos mismos que

estarán intercalados entre jóvenes, adultos y adultos mayores.

El Producto que se les entregará se encontrara en óptimas condiciones para su degustación, debido a que se encontró en refrigeración después de haberlo concentrado.

**INDICACIONES**

- Frente a usted hay una muestra de concentrado de babaco, la cual debe observar, oler y degustar describiendo las características presentes en la muestra.
- Escriba en los recuadros de la matriz de evaluación sensorial el puntaje de 1-4 según la categoría de agrado que usted siente por la muestra.

PUNTAJE	ATEGORÍA DE AGRADO
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo

**MATRIZ DE EVALUACIÓN SENSORIAL**

PATRONES	R1							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
<b>COLOR</b>								
<b>OLOR</b>								
<b>SABOR</b>								
<b>TEXTURA</b>								

COMENTARIOS:.....  
 .....

**ANEXO FOTOGRAFICO**

**Anexo 1**



Indicaciones para realizar la encuesta

**Anexo 2**



Ejecución de la encuesta

### Anexo 3



Encuesta del concentrado de babaco

### Anexo 4



Muestras del concentrado de babaco

### Anexo 5



Determinación de Vitamina C en el Reflectómetro RQ flex 16970

### Anexo 6



Colocación del concentrado de babaco en tubos de ensayo

### Anexo 7



Agitación de los tubos con un agitador de Vortex

### Anexo 8



Colocación de las muestras en el espectrofotómetro UV visible

### Anexo 9

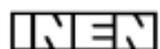


Espectrofotómetro UV visible

### Anexo 10



Obtención de los resultados de capacidad antioxidante



## INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

---

**NORMA TÉCNICA ECUATORIANA**

**NTE INEN 1998:2005**

---

**FECHA DE CONFIRMACIÓN: 2012-11-30**

### **FRUTAS FRESCAS. BABACO. REQUISITOS.**

#### **Primera Edición**

FRESH FRUITS. BABACO. SPECIFICATIONS.

First Edition

---

DESCRIPTORES: Frutas, babaco o baba, requisitos.  
AL: 02.03-448  
CDU: 634.10  
CIU: 1110  
ICS: 67.080.10

---



**Norma Técnica  
Ecuatoriana  
Voluntaria**

**FRUTAS FRESCAS  
BABACO  
REQUISITOS**

**NTE INEN  
1998:2005  
2005-10**

## 1 OBJETO

1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el babaco para consumo en estado fresco o como materia prima para el procesamiento industrial.

## 2. DEFINICIONES

2.1 Para los efectos de esta norma se adoptan las definiciones contempladas en la NTE INEN 1 751 y las que a continuación se detallan:

2.1.1 *Babaco*. Planta originaria del Ecuador. El tronco es recto, cilíndrico, no tiene característica leñosa, su color es verde cuando es joven y de color marrón grisáceo cuando la planta es adulta. Las hojas se insertan a lo largo del tronco en forma alterna, el peciolo es largo, con 5 a 7 lóbulos con nervaduras muy marcadas. Las flores nacen en las axilas de las hojas y su aparición es continua mientras crece la planta. El fruto es una baya acuosa, lobulada, partenocárpico, alargado, en desarrollo es de color verde y en madurez de color amarillo. Su nombre científico es: *Carica Pentágona Heilborn*, pertenece a la familia de las Caricaceae y se lo describe como un híbrido natural entre las especies *Carica pubescens* y *Carica stipulata*.

2.1.2 *Tipo de fruto*. Para efecto de esta norma, es el carácter dimensional del fruto, que permite clasificarlo por su tamaño.

2.1.3 *Fruto fuera de norma*. Es aquel que no cumple con los requisitos establecidos en esta norma.

2.1.4 *Fruto fresco*. Producto que, luego de la recolección, no ha sufrido cambio alguno que afecte su maduración natural y mantiene sus cualidades organolépticas.

2.1.5 *Fruto defectuoso*. Aquel con una o más lesiones que afecten su calidad comercial.

2.1.6 *Diámetro polar*. Distancia existente entre los puntos extremos del eje axial.

2.1.7 *Pedúnculo*. Parte del fruto que une al tallo.

2.1.8 *Turgencia*. Estado en que la fruta presenta sus tejidos saturados de agua de constitución.

## 3 CLASIFICACIÓN

3.1 *Tipo*. El fruto, de acuerdo a su diámetro polar, se clasifica como se anota en la tabla 1.

3.1.1 *Tolerancia*. Se admite una tolerancia del 5% en números de frutos que no correspondan a las exigencias establecidas de los límites fijados para el inmediato superior o inferior de los tipos 1 y 3, ó la suma de ambos para el tipo 2.

**TABLA 1. Clasificación de los frutos**

Tipo (tamaño)	Diámetro polar, mm	Masa, g
1 Grande	≥ 260	1 001 – 1 700
2 Mediano	230 - 259	701 – 1 000
3 Pequeño	≤ 229	50 – 700

**3.2 Grado de calidad.** El fruto, de acuerdo a los grados de calidad, se clasifica en:

**3.2.1 Grado extra.** El fruto debe cumplir con los requisitos establecidos en 5.1.1, y estar exento de todo defecto que demerite su calidad.

**3.2.2 Grado I.** El fruto debe cumplir con los requisitos establecidos en 5.1.1 y se acepta lo siguiente:

- a) El pedúnculo puede estar ligeramente cortado de 0,5 cm a 1,0 cm como máximo.
- b) La epidermis cicatrizada, pero la pulpa intacta y firme.

**3.2.3 Grado II.** Comprende el fruto que no puede clasificarse en las calidades anteriores, que cumple los requisitos establecidos en 5.1.1 y en el que se admiten los siguientes defectos:

- a) Presentar deformaciones y defectos de coloración que afecten la superficie, heridas cicatrizadas.
- b) Daños causados por roce y manipulación defectuosa que comprometa su aspecto y conservación.
- c) Se admitirá un total de defectos en el fruto que no exceda de 2 cm<sup>2</sup> en la epidermis.

**3.2.4 Tolerancias.** Se admite un máximo de defectos totales del 5% en número o en masa, para el grado extra, y del 10% para los grados I y II.

#### 4. DISPOSICIONES GENERALES

**4.1** Los frutos destinados a la comercialización, deben cumplir con los tipos y grados considerados anteriormente, deben estar bien formados, pulpa carnosa. Su corteza de color típico de la variedad. La madurez estará determinada por el color y aroma característico. El producto no debe tener heridas, pudriciones, daños causados por parásitos.

**4.2** El proveedor debe garantizar que la muestra inspeccionada cumpla con el tipo y grado declarado en el rótulo o etiqueta del envase o embalaje.

**4.3** La única variedad (ecotipo) de babaco, conocido y distribuido en el país es: el híbrido Carica pentágona.

#### 5. REQUISITOS

##### 5.1 Requisitos específicos

**5.1.1 Requisitos físicos.** Los frutos para consumo deben estar maduros, consistentes, bien formados y reticulados, libres de manchas provocadas por insectos y enfermedades, magulladuras, grietas u otros defectos superficiales. Su textura será dura al tacto, cáscara lisa, sin residuos tóxicos, ni tierra, ni áreas hundidas u otros daños de origen mecánico, sin humedad externa anormal, sin olor y sabor extraños, el pedúnculo de 0,5 cm a 1,0 cm de longitud y la pulpa deberá ser firme e intacta.

**5.1.2 Requisitos de madurez.** La madurez del fruto se aprecia visualmente por su color externo y puede confirmarse su estado por medio de la determinación de los sólidos solubles y la firmeza de la pulpa.

**5.1.2.1 Tabla de color.** (Ver figura 1) La siguiente descripción relaciona los cambios de color con los diferentes estados de madurez del fruto:

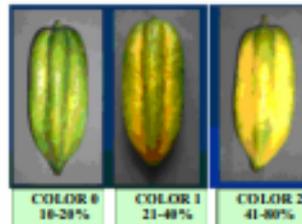


**COLOR 0 (verde):** Fruto que va del 10% al 20% de color amarillo.

**COLOR 1 (pintón):** Fruto que va del 21% al 40% de color amarillo.

**COLOR 2 (maduro):** Fruto que va del 41% al 80% de color amarillo.

**FIGURA 1. Escala de color**



**5.1.2.2 Sólidos solubles totales.** Los rangos de sólidos solubles totales, expresados en grados brix, determinados como se indica en 7.2, que presenta cada uno de los estados dados en la tabla de color, son los siguientes:

**TABLA 2. Contenido de sólidos solubles totales, °Brix**

COLOR	0 (verde)	1 (pintón)	2 (maduro)
Grados brix, °Bx	< 5	5 - 6	> 6

**5.1.2.3 Acidez titulable.** Los valores de la acidez titulable expresada como cantidad de ácido málico, determinado como se indica en el numeral 7.3, que presenta cada uno de los estados dados en la tabla de color, son los siguientes:

**TABLA 3. Acidez titulable expresada como ácido málico, g/100 g de producto**

COLOR	0 (verde)	1 (pintón)	2 (maduro)
Cantidad de ácido málico	< 0,040	0,040 - 0,050	> 0,050

**5.1.2.5 Relación sólidos solubles/acidez titulable.** Los valores de la relación sólidos solubles/acidez titulable, expresada como °Bx/cantidad de ácido málico, determinado como se indica en el numeral 7.4, que presenta cada uno de los estados dados en la tabla de color, son los siguientes:

**TABLA 4. Relación sólidos solubles, °Bx/Acidez titulable, cantidad de ácido málico**

COLOR	0 (verde)	1 (pintón)	2 (maduro)
°Bx/cantidad ácido málico	> 125	125 - 120	< 120

**5.1.2.6 Firmeza del fruto.** Los valores de la firmeza del fruto, expresada en kg/cm<sup>2</sup>, determinado como se indica en el numeral 7.5, que presenta cada uno de los estados dados en la tabla de color, son los siguientes:

**TABLA 5. Firmeza, kg/cm<sup>2</sup>**

COLOR	0 (verde)	1 (pintón)	2 (maduro)
Firmeza, kg/cm <sup>2</sup>	> 2,5	1,5 - 2,5	< 1,5

**5.1.3 Residuos de plaguicidas.** Hasta que se expidan las NTE INEN correspondientes para los límites máximos de residuos de plaguicidas y productos afines en alimentos, se adoptarán las recomendaciones del Codex Alimentarius o los exigidos por el país de destino.

(Continúa)

## 5.2 Requisitos complementarios

5.2.1 Recomendaciones para el almacenamiento y transporte refrigerado de la fruta correspondiente al mercado externo (Exportación) Temperatura 3°C a 8°C

Humedad relativa 85% a 90%  
Tiempo máximo: 21 días.

## 6. INSPECCIÓN

### 6.1 Muestreo

6.1.1 El muestreo del babaco se realizará de acuerdo con la NTE INEN 1 750, tabla 3.

### 6.2 Aceptación y rechazo

6.2.1 Si la muestra inspeccionada no cumple con uno o más de los requisitos establecidos en esta norma, se repetirá la inspección en otra muestra tomada como se indica en 6.1. Cualquier resultado no satisfactorio, en este segundo caso, será motivo para considerar el lote como fuera de norma, quedando su comercialización sujeta al acuerdo de las partes interesadas.

## 7. MÉTODO DE ENSAYO

### 7.1 Determinación del tipo (tamaño)

7.1.1 *Diámetro polar.* Se mide el diámetro de la sección longitudinal del fruto con una regla graduada y el resultado se expresa en milímetros (mm).

7.1.2 El babaco debe separarse según el tipo o tamaño, variedad y registrar el número de cada grado.

### 7.2 Determinación de la concentración de sólidos solubles

7.2.1 Establecer mediante lectura directa en un refractómetro de brix calibrado a 20°C.

### 7.3 Determinación de la acidez titulable

#### 7.3.1 Reactivos

7.3.1.1 Solución de NaOH al 0,1 N.

#### 7.3.2 Procedimiento

7.3.2.1 Tomar 5 ml de zumo de babaco.

7.3.2.2 Proceder a la titulación con la solución de NaOH, 0,1 N

7.3.2.3 El porcentaje de acidez titulable se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$\% (A) = \frac{ml \ NaOH \cdot NaOH \ N \ meq \cdot 100}{ml \ zumo}$$

En donde:

*ml NaOH* = ml NaOH gastados en la titulación;  
*NaOH N* = normalidad del NaOH (0,1 N);  
*meq NaOH* = 0,067  
*ml zumo* = 5 ml

(Continúa)

#### 7.4 Determinación de la relación sólidos solubles/acidez titulable

7.4.1 Establecer dividiendo el porcentaje de sólidos solubles para el porcentaje de acidez titulable y multiplicando dicho resultado por cien.

#### 7.5 Determinación de la firmeza

7.5.1 Se la realiza con el penetrómetro.

### 8. EMBALAJE

8.1 El babaco debe acondicionarse y comercializarse en cajas de madera, cartón corrugado, plástico, mallas limpias o de otro material adecuado que reúna las condiciones de higiene, limpieza, ventilación y resistencia a la humedad, manipulación y transporte, de modo que garantice una adecuada conservación del producto.

8.2 El contenido de cada embalaje debe ser homogéneo y referirse únicamente a babacos que tengan el mismo origen, tipo y con un nivel de maduración uniforme. Además, el producto, en su parte visible, debe ser igual en la totalidad del contenido. El producto debe ser marcado con etiqueta adhesiva de identificación, luego de haber sido clasificado.

8.3 Las características del embalaje de madera se encuentran establecidas en la NTE INEN 1 735, y para los productos de exportación deberán satisfacer las disposiciones que exigieren los países de destino.

8.4 La comercialización de este producto debe sujetarse con lo dispuesto en la Ley de Pesas y Medidas y las Regulaciones correspondientes.

### 9. ROTULADO

9.1 Los envases deben llevar etiquetas o impresiones con caracteres legibles, en español y colocadas en tal forma que no desaparezcan bajo condiciones normales de almacenamiento y transporte, debiendo contener la información mínima siguiente:

- a) Identificación del productor, exportador, emparador y/o distribuidor (marca comercial, nombre, dirección).
- b) Nombre y variedad del producto: **BABACO**.
- c) Características comerciales: tipo, grado, contenido neto expresado en unidades del Sistema Internacional, coloración al empacarse.
- d) País de origen y región productora.
- e) Fecha de empaque.
- f) Impresión con la simbología que indique el manejo adecuado del producto.

9.2 Si se usan impresiones litográficas, éstas no deben estar en contacto con el producto.

(Continúa)

## APÉNDICE Z

### Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 735:1989	<i>Embalajes de madera para frutas y hortalizas. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 750:1994	<i>Hortalizas y frutas frescas. Muestreo.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 751:1996	<i>Frutas frescas. Definiciones y clasificación.</i>
CODEX ALIMENTARIUS:	<i>Límites máximos del Codex para residuos de plaguicidas. Suplementos 1 y 2 CAC/Vol XII Ed. 2 ó CAC/PR2 y CAC/PR3.</i>
Ley de pesas y medidas, su reglamento y sus regulaciones.	

### Z.2 BASES DE ESTUDIO

Barriga López Cristian. *Evaluación pomológica del Babaco (Carica pentagona Heilborn) en diferentes estados de madurez y períodos de almacenamiento.* Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Escuela de Ingeniería Agronómica. Quito, 2 002.

Soria L. Norman, Viteri Pablo. *Guía para el cultivo de babaco en el Ecuador.* Quito, 1 999.

Merino Merino Domingo. *Cultivo del babaco.* Quito, 1 989.

Quer P. Font. *Diccionario de Botánica.* Editorial Labor S.A. Barcelona, 1 973.

Gómez Salazar Miguel Antonio. *Cosecha del babaco (carica pentágona) en cuatro estados de madurez y efectos de tres temperaturas en su conservación.* Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería Agronómica y Medicina Veterinaria. Quito, 1 972.