

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas**  
**Escuela Profesional de Ingeniería de Industria Alimentaria**



**Obtención de extracto enzimático a partir de residuos (mucílago, semillas y cáscara) de papaya arequipeña (*Vasconcellea Pubescens*) para su uso como ablandador de carne de alpaca**

Tesis presentada por el Bachiller:

**Rodríguez Theran, Jose Stev**

**ORCID: 0009-0003-4203-0072**

para optar el Título Profesional de Ingeniero en Industria Alimentaria

Asesora:

**Mag. Paredes Muñoz, Danissa Carmen**

**ORCID: 0000-0002-2593-1026**

Arequipa - Perú

2024

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**INGENIERIA DE INDUSTRIA ALIMENTARIA**

**TITULACIÓN CON TESIS**

**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 21 de Septiembre del 2024

**Dictamen: 008727-C-EPIDA-2024**

Visto el borrador del expediente 008727, presentado por:

**2016402211 - RODRIGUEZ THERAN JOSE STEV**

Titulado:

**OBTENCIÓN DE EXTRACTO ENZIMÁTICO A PARTIR DE RESIDUOS (MUCÍLAGO, SEMILLAS Y CÁSCARA) DE PAPAYA AREQUIPEÑA (VASCONCELLEA PUBESCENS) PARA SU USO COMO ABLANDADOR DE CARNE DE ALPACA**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

**INGENIERO EN INDUSTRIA ALIMENTARIA**

**29311468 - ARENAS RODRIGUEZ MARTHA BEATRIZ  
DICTAMINADOR**



**29215790 - SALAS GARCIA JOSE EDUARDO  
DICTAMINADOR**



**29273052 - GARCIA LAZO HELARD ARTURO  
DICTAMINADOR**



# Obtención de extracto enzimático a partir de residuos (mucílago, semillas y cáscara) de papaya arequipeña (*Vasconcellea Pubescens*) para su uso como ablandador de carne de alpaca

## INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	3%
2	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	revistas.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	1library.co Fuente de Internet	1%
7	ciad.repositorioinstitucional.mx Fuente de Internet	1%

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

*Dedicatoria*

*A Dios, fuente de sabiduría y guía  
constante a lo largo de este viaje  
académico. Su infinita bondad y gracia  
han iluminado mi camino, dándome  
fortaleza, inspiración y perseverancia  
para lograr mis objetivos.*

*A mis padres, Ana María y José Luis, por su  
apoyo y amor incondicional durante todo mi  
proceso académico y por impulsarme a siempre  
cumplir mis objetivos con paciencia y  
perseverancia.*

*A mis abuelos, Anita y Justo, por  
motivarme y estar siempre al pendiente de  
mí, dándome su apoyo incondicional en  
cada momento y compartiéndome su  
alegría con cada logro a lo largo de mi  
vida.*

## *Agradecimiento*

*A Dios por las oportunidades que me ha brindado, por las lecciones aprendidas, y por la paz y la serenidad que me ha otorgado en momentos de incertidumbre.*

*A mi familia, en especial a mis padres y a mi abuelita, por todo el apoyo que siempre me brindan y su esfuerzo constante para que pueda culminar mi proceso académico.*

*A Maria del Carmen, por siempre impulsarme a conseguir mis objetivos, por su compañía y apoyo incondicional durante este proceso y todos estos años.*

*A mi asesora, Mag. Danissa Carmen Paredes Muñoz; por su apoyo, comprensión y orientación durante este proceso universitario.*

*A mis docentes, que han sido mentores fundamentales en mi travesía académica dentro de la Universidad*

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se obtuvo un extracto enzimático a partir de residuos (cáscara, semillas y mucílago) de papaya arequipeña madura (*Vasconcellea pubescens*) con la finalidad de aplicarlo como ablandador de carne de alpaca.

Se evaluó la cinética enzimática de extractos de residuos (cáscara, semilla y mucílago) por espectrofotometría a una longitud de onda de 660 nm usando como sustrato caseína a 5 diferentes concentraciones entre 6.5% y 1.5%; obteniendo mejores resultados a partir del mucílago con un Km promedio de 0.7062 mg/ml y una velocidad máxima promedio de 0.0221 Abs/min con una actividad enzimática de 23.95 nkat/ml donde posteriormente se eligió un método de aplicación (inyección, inmersión y mixto); siendo el de inyección, el que presentó mayor diferencia de milímetros de penetración (4.12 mm) sobre la carne de alpaca en un tiempo de 30 minutos.

Finalmente, se realizó una comparación del efecto ablandador sobre carne de alpaca entre el extracto obtenido de mucílago y dos ablandadores comerciales actuales del mercado (“Aji no mix-ablanda sazón” y “Badia-meat tenderizer”) utilizando 5 ml de dosis a una concentración de 0.56% mediante el método de inyección, obteniendo que estadísticamente los 3 productos no presentaron un diferencia significativa con respecto a su efecto ablandador y su capacidad de retención de agua en un tiempo de 30 minutos, por lo que se obtuvo un producto altamente competitivo a partir de residuos de papaya arequipeña (*Vasconcellea pubescens*).

### Palabras claves:

Papaya, residuos, alpaca

## ABSTRACT

In the present research work, an enzymatic extract was obtained from waste (peel, seeds and mucilage) of ripe Arequipa papaya (*Vasconcellea pubescens*) with the purpose of applying it as a tenderizer for alpaca meat.

The enzymatic kinetics of waste extracts (shell, seed and mucilage) were evaluated by spectrophotometry at a wavelength of 660 nm using casein as a substrate at 5 different concentrations between 6.5% and 1.5%; obtaining better results from the mucilage with an average  $K_m$  of 0.7062 mg/ml and an average maximum speed of 0.0221 Abs/min with an enzymatic activity of 23.95 nkat/ml where an application method was subsequently chosen (injection, immersion and mixed) ; the injection being the one that presented the greatest difference in millimeters of penetration (4.12 mm) on the alpaca meat in a time of 30 minutes.

Finally, a comparison of the tenderizing effect on alpaca meat was carried out between the extract obtained from mucilage and two current commercial tenderizers on the market (“Ají no mix-softened sazón” and “Badia-meat tenderizer”) using a 5 ml dose at a concentration of 0.56% through the injection method, obtaining that statistically the 3 products did not present a significant difference with respect to their softening effect and their water retention capacity in a time of 30 minutes, so a highly competitive product was obtained from Arequipa papaya residues (*Vasconcellea pubescens*).

### Key words:

Papaya, residues, alpaca

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1 . PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.2. Justificación .....	5
1.2.1. Social .....	5
1.2.2. Científica-tecnológica .....	5
1.2.3. Económica .....	6
1.3. ESTADO DEL ARTE .....	6
1.3.1. BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
1.3.1.1. Papaya arequipeña ( <i>Vasconcellea Pubescens</i> ) .....	6
1.3.1.2. Clasificación taxonómica .....	7
1.3.1.3. Disponibilidad y distribución geográfica .....	8
1.3.1.4. Usos industriales de papaya arequipeña .....	8
1.3.1.5. Enzima .....	9
1.3.1.6. Reacciones enzimáticas .....	9
1.3.1.7. Actividad enzimática .....	10
1.3.1.8. Cinética enzimática .....	10
1.3.1.9. Papaína .....	12
1.3.1.10. Aplicación de la papaína .....	12
1.3.1.10. Alpaca .....	13
1.3.1.11. Calidad de la canal de alpaca .....	13
1.3.1.12. Calidad de la carne de alpaca .....	13
1.3.1.13. Vida útil de un alimento .....	15
1.3.1.14. Evaluación sensorial .....	15
1.4. Antecedentes .....	16

1.5. HIPÓTESIS .....	17
1.6. Objetivos de la investigación.....	17
1.6.1.1.    Objetivo general .....	17
1.6.1.2.    Objetivos específicos.....	17
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b>	
2.    METODOLOGÍA.....	20
2.1. Tipo de investigación .....	20
2.2. Técnicas y materiales utilizados .....	20
2.2.1. Materias primas e insumos .....	20
2.2.1.1.    Materiales y equipos.....	20
2.2.1.2.    Reactivos .....	21
2.2.1.3.    Materia prima .....	22
2.2.2. Descripción del procedimiento experimental .....	22
2.2.2.1 Análisis de humedad y cenizas de residuos .....	22
2.2.2.2. Obtención de extracto enzimático.....	22
2.2.2.3. Cuantificación de Actividad enzimática .....	24
2.2.2.4. Estudio de cinética .....	26
2.2.2.5. Aplicación a carne de alpaca.....	27
2.2.2.6. Comparación del efecto ablandador del extracto enzimático obtenido con ablandadores comerciales de carne. ....	29
2.2.2.7. Evaluación de capacidad de retención de agua.....	30
2.3. Diseño de la experimentación.....	31
2.3.1. Análisis: Materia(s) primas(s) .....	31
2.3.2. EXPERIMENTO 1 .....	32
2.3.3. EXPERIMENTO 2.....	35
2.3.4. EXPERIMENTO 3.....	36
2.3.5. ANÁLISIS: PRODUCTO FINAL .....	38
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	41
3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA .....	41
3.2. EVALUACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS .....	44
3.2.1. Experimento 1: Cinética enzimática del extracto obtenido.....	44
3.2.2. Experimento 2: Aplicación a carne de alpaca .....	55
3.2.3. Experimento 3: Comparación con ablandadores comerciales de carne. ...	61

3.3. CARACTERIZACIÓN FINAL: EXTRACTO ENZIMÁTICO .....	69
3.3.1. Análisis organoléptico del extracto obtenido .....	69
3.3.2. Análisis proximal del extracto obtenido.....	69
3.3.3. Análisis microbiológico del extracto de mucílago.....	70
3.3.4. Evaluación de vida útil .....	70
3.3.5. Evaluación de costo aproximado para el producto final. ....	71
CONCLUSIONES .....	73
RECOMENDACIONES .....	74
REFERENCIAS.....	75
ANEXOS.....	84



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición proximal por 100 g de papaya arequipeña .....	7
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la papaya serrana .....	7
Tabla 3. Composición proximal de la carne de alpaca.....	14
Tabla 4. Análisis proximal de la papaya arequipeña.....	41
Tabla 5. Análisis microbiológico de la papaya arequipeña.....	41
Tabla 6. Análisis fisicoquímico de la papaya arequipeña. ....	42
Tabla 7. Análisis proximal de las semillas de papaya arequipeña.....	42
Tabla 8. Análisis proximal del mucílago de papaya arequipeña.....	42
Tabla 9. Análisis proximal de la cáscara de papaya arequipeña. ....	43
Tabla 10. Datos de velocidad ( $V_0$ ) obtenidos a partir de la región del mucílago.....	45
Tabla 11. Datos de velocidad ( $V_0$ ) obtenidos a partir de la región de la cáscara. ....	45
Tabla 12. Datos de velocidad ( $V_0$ ) obtenidos a partir de la región de la semilla.....	46
Tabla 13. Datos de velocidad invertida ( $1/V_0$ ) obtenidos a partir de la región del mucílago.....	46
Tabla 14. Datos de velocidad invertida ( $1/V_0$ ) obtenidos a partir de la región de la cáscar.....	47
Tabla 15. Datos de velocidad invertida ( $1/V_0$ ) obtenidos a partir de la región de la semilla.....	47
Tabla 16. Km obtenido aplicando fórmula a los datos de velocidad ( $V_0$ ) en la cinética enzimática del extracto.....	48
Tabla 17. Análisis de varianza para evaluar el Km óptimo de las muestras .....	48
Tabla 18. Datos de $V_{max}$ obtenidos en la cinética enzimática del extracto .....	50
Tabla 19. Análisis de varianza para evaluar la $V_{max}$ óptima de las muestras .....	51
Tabla 20. Resultados de actividad enzimática del extracto de mucílago .....	53
Tabla 21. Datos de milímetros de penetración (mm) inicial sin ablandador brindados por el penetrómetro universal.....	56
Tabla 22. Datos de milímetros de penetración (mm) finales brindados por el penetrómetro universal. ....	56
Tabla 23. Datos de diferencia de milímetros de penetración (mm) entre iniciales y finales brindados por el penetrómetro universal.....	57
Tabla 24. Análisis de varianza para evaluar el método de aplicación óptimo de las muestras.....	57

Tabla 25. Datos de milímetros de penetración (mm) inicial sin ablandador brindados por el penetrómetro universal.....	61
Tabla 26. Datos de milímetros de penetración (mm) finales brindados por el penetrómetro universal.....	62
Tabla 27. Datos del cambio de milímetros de penetración (mm) entre iniciales y finales brindados por el penetrómetro universal.....	62
Tabla 28. Análisis de varianza para evaluar el efecto ablandador óptimo sobre la carne de alpaca.....	63
Tabla 29. Datos de peso inicial y final para evaluación de capacidad de retención de agua a carne de alpaca con ablandadores comerciales.....	64
Tabla 30. Resultados de evaluación de capacidad de retención de agua a carne de alpaca con ablandadores comerciales.....	65
Tabla 31. Análisis de varianza para la evaluación de capacidad de retención de agua en carne de alpaca con ablandadores comerciales.....	65
Tabla 32. Análisis organoléptico del extracto de mucílago de la papaya arequipeña.....	69
Tabla 33. Análisis proximal del extracto de mucílago de la papaya arequipeña.....	69
Tabla 34. Análisis microbiológico del extracto de mucílago.....	70
Tabla 35. Análisis de vida útil del extracto de mucílago de la papaya arequipeña.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación gráfica de la ecuación de Michaelis-Menten.....	11
Figura 2. Diagrama de flujo: Obtención de extracto enzimático.....	25
Figura 3. Diagrama de flujo: Aplicación a carne de alpaca.....	28
Figura 4. Diagrama de flujo: Comparación del efecto ablandador del extracto enzimático obtenido con ablandadores comerciales de carne.....	30
Figura 5. Diseño experimental de experimento 1.....	32
Figura 6. Diseño experimental de experimento 2.....	35
Figura 7. Diseño experimental de experimento 3.....	37
Figura 8. Registro de Km según la región de la fruta.....	49
Figura 9. Registro de Vmax según la región de la fruta.....	52
Figura 10. Registro de milímetros de penetración según el método de aplicación.....	59
Figura 11. Registro de milímetros de penetración según el ablandador de carne empleado.....	63
Figura 12. Registro de pérdida de agua (g) en la evaluación de capacidad de retención de agua.....	67

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica del producto final.....	84
Anexo 2: Informes de análisis de laboratorio.....	86
Anexo 3: Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. ....	93
Anexo 4: Norma Técnica Peruana NTP 011.009 (Frutas frescas. Papayas. Requisitos) .....	95
Anexo 5: Fotos.....	104



## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tuvo como finalidad evaluar la cinética enzimática del extracto enzimático obtenido a partir de residuos orgánicos (mucílago, cáscara y semillas) de papaya arequipeña (*Vasconcellea pubescens*) amarilla madura como potencial ablandador de carne de alpaca para promover futuras aplicaciones a sectores industriales, generar un valor agregado a los residuos orgánicos o promover otras investigaciones similares para la creación de otros subproductos como cuajo para quesos o clarificadores de cerveza reduciendo índices de contaminación; debido a que, estos residuos orgánicos son alrededor del 10% de la producción de diferentes productos como néctares y mermeladas; sin considerar los residuos generados en los hogares por la población.

Para esto, se evaluó la cinética enzimática de cada extracto húmedo obtenido del mucílago, cáscara y semillas utilizando como sustrato la caseína que al degradarse generará un color verdeazulado que se medirá por espectrofotometría a 660 nm y generando a la vez valores de velocidad máxima y constante de Michaelis de las muestras. Estos resultados variaron debido a la diversa concentración de papaína que hay en las diferentes regiones residuales (mucílago, cáscara y semillas) de la fruta estudiada, determinando el más favorable para futuras investigaciones.

Así mismo, sabiendo que desde la antigüedad el uso de enzimas como la bromelina, papaína y pancreatina ha sido clave para el ablandamiento de carne por su capacidad de degradar al conjunto proteínico acto miosina y a su vez a las proteínas del tejido conjuntivo (colágeno y elastina), se buscó encontrar el método más óptimo de aplicación (inmersión, inyección y mixto aplicando ambos) para aplicar el extracto húmedo de residuos orgánicos con mayor afinidad a cortes de carne de alpaca para analizar su efecto ablandador debido a que, esta se

caracteriza por tener una textura dura y por ende no es muy aprovechada a pesar de las propiedades nutritivas que contiene.





**CAPÍTULO I.  
PLANTEAMIENTO DEL  
PROBLEMA**

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Uno de los aspectos más importantes de calidad y aceptación de la carne es la textura, es por esto por lo que se usan ablandadores en su mayoría a base de papaína, obtenidos principalmente de *Carica papaya* (Chauca, 2018). Actualmente no existe suficiente información sobre la obtención de un extracto enzimático a partir de residuos de papaya arequipeña (*Vasconcellea pubescens*) como ablandador y dosis de empleo aplicado a carne de alpaca.

El principal problema de aceptación que presenta la carne de alpaca es su textura dura cuando es faenado en edad de 2 a 8 años aproximadamente; a pesar de que se caracteriza por ser altamente proteica con un nivel bajo de grasa y calorías, pero en Perú mayormente los productores se resisten a sacrificar a sus animales antes de los 2 años. (Pacheco, 2012). Es por esto por lo que, se busca ablandar la carne de alpaca para motivar su consumo aprovechando sus propiedades altamente nutritivas y una vez que se haya determinado la región de la papaya arequipeña que presente mayor cinética enzimática, se determinará el mejor método de aplicación en carne (inmersión, inyección y un método mixto aplicando ambos) con la finalidad de establecer parámetros óptimos para su uso y comparando su efecto ablandador con otros comerciales del mercado actual. En Arequipa, en el valle de Majes, la producción de papaya arequipeña no se detiene a lo largo del año y suele tener un precio promedio de 2.8 Nuevos Soles por mayor que va variando de acuerdo a la demanda del mercado (Cerna, 2019); siendo los residuos industriales orgánicos de papaya arequipeña de las empresas desechados o donados en algunos casos a recolectores como alimento para ganado evitando su acumulación; de no ser así, se deterioran y pueden ser riesgo de

contaminación (Flores, Herrera, Paredes, Peña y Romero, 2017). Por lo tanto, la investigación sobre la obtención de este extracto enzimático de residuos de papaya arequipeña (*Vasconcellea Pubescens*) como potencial ablandador de carne es importante; ya que puede promover futuras aplicaciones a sectores industriales que generen un valor agregado a desechos, reducir índices de contaminación y promuevan investigaciones similares para creación de otros subproductos como cuajo para quesos y clarificadores de cerveza.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

### 1.2.1. Social

Actualmente, la papaya arequipeña (*Vasconcellea Pubescens*) se deriva para consumo directo y para muchos sectores industriales; generando así, una gran cantidad de residuos orgánicos (mucílago, semillas y pulpa residual) de alrededor de 10% por producción (Conesa, 2018), sin considerar los residuos caseros por parte de la población; por lo que la presente investigación pretende brindar una reducción de problemas ambientales de contaminación generados por estos recursos ofreciendo usos alternativos.

### 1.2.2. Científica-tecnológica

Esta investigación es de carácter experimental, científica y tecnológica debido a que buscó realizar una medición de la cinética enzimática del extracto enzimático obtenido de mucílago, semillas y cáscara de la papaya arequipeña (*Vasconcellea pubescens*); ya que, presenta un efecto ablandador en la carne debido a su capacidad de degradación de proteínas (Flores, 2018), brindando conocimientos básicos para su utilización en diferentes sectores industriales.

### 1.2.3. Económica

La presente investigación promueve la reutilización de subproductos orgánicos; siendo la tendencia actual del mercado para la reducción de pérdidas y desperdicios generando ganancias extra (CYTED, 2016); o motivando la creación de empresas enfocadas en este tema y generando así, puestos de trabajo.

## 1.3. ESTADO DEL ARTE

### 1.3.1. BASES TEÓRICAS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.3.1.1. Papaya arequipeña (*Vasconcellea Pubescens*)

Cerna (2019) lo define como un arbusto de 1 a 2 m de tamaño que produce frutos pequeños en un clima templado; siendo en Arequipa la producción mayor debido a las condiciones climáticas favorables. Según Badillo (2000) y Kiger (1988) es una planta que desarrolla tres tipos de flores: femeninas, masculinas y hermafroditas. El fruto tiene forma de baya ovoide de 7 a 10 cm de largo por 3 a 6 cm de ancho aproximadamente, siendo las femeninas de forma globosa pero las hermafroditas son largas, piriformes y con surcos (Buzeta y Eyheralde, 1982). Esta fruta es reconocida con diferentes nombres a lo largo de América del Sur como: papaya de monte, papaya arequipeña, papaya de altura (Perú, Bolivia), papayuela (Colombia), chilhuacán, chiglacón y chamburu (Ecuador). (Tapia, 2000). Por lo general es consumida fresca, al horno, en salsas, encurtidos, rellenos para encurtidos o de forma procesada para la elaboración de

mermeladas, jugo, entre otros (National Research Council, 1989; CAF, 1992; Van den Eynden et al., 1999).

Tabla 1. Composición proximal por 100 g de papaya arequipeña

Componente	%
Agua	94.4
Proteínas	1.0
Grasa	0.3
Carbohidratos	3.7
Fibra	0.5

Fuente: Instituto Nacional de Salud (2017)

### 1.3.1.2. Clasificación taxonómica

Tabla 2. Clasificación taxonómica de la papaya serrana

<b>Reino</b>	<b>Plantae</b>
<b>Subreino</b>	Viridiplantae
<b>Filo</b>	Tracheophyta
<b>Clase</b>	Spermatopsida
<b>Subclase</b>	Magnoliidae
<b>Superorden</b>	Rosanae
<b>Orden</b>	Brassicales
<b>Familia</b>	Caricaceae
<b>Género</b>	Vasconcellea
<b>Especie</b>	Vasconcellea pubescens A.DC.
<b>Sinónimos</b>	Vasconcellea cundinamarcensis Vasconcellea cestriflora A.DC. Carica candamarcensis Hook f

---

Carica cestriflora Solms  
Carica chiriquensis Woodson  
Carica cundinamarcensis Linden  
Carica pubescens Lenné &  
K.Koch  
Carica candamarcensis Hook f.  
Papaya cundinamarcensis  
Kuntze  
Papaya pubescens (A.DC.)  
Kuntze

---

Fuente: Brands (1989-present)

### **1.3.1.3. Disponibilidad y distribución geográfica**

Con una producción de 31 toneladas de papaya en Arequipa en el año 2021 (MINAGRI, 2021), la producción de papaya arequipeña no se detiene a lo largo del año desarrollándose a lo largo de los andes en altitudes de 1500 a 3000 m.s.n.m. abarcando países como Perú, Chile, Bolivia, Ecuador, Colombia, Costa Rica y Panamá (Schedelman et al., 2011) y Arequipa en la actualidad cuenta con 31 accesiones de *Vasconcellea pubescens* realizando recolecciones de germoplasma entre los años 2000 a 2004 (Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2018).

### **1.3.1.4. Usos industriales de papaya arequipeña**

Actualmente, la papaya arequipeña es usada para la elaboración de mermelada por empresas como “Silvia S.R.L.” (Empresa

Arequipeña). El Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social de Perú en 2014 difundió la elaboración de néctar a base de papaya arequipeña debido a sus propiedades funcionales; así mismo, existen diversos proyectos como el de Enmachaucataype (2014) para la instalación de una planta procesadora de néctar de papaya arequipeña y Zapana (2011) que elaboró y evaluó néctar de papaya arequipeña en diferentes envases. Tanto las empresas como los proyectos realizados consideran y obtienen residuos durante la elaboración de estos productos (mucílago y pulpa no refinada); por lo que, se les puede dar uso a estos desperdicios.

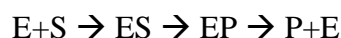
#### **1.3.1.5. Enzima**

Proteína con la capacidad de catalizar reacciones bioquímicas a muy alta velocidad producida por todas las células y microorganismos. En el campo de la industria alimentaria, el uso de enzimas se enfoca especialmente en la conservación de alimentos y sus componentes mejorando así características organolépticas como sabor, textura y color (Badui, 2006).

#### **1.3.1.6. Reacciones enzimáticas**

Ocurren debido a la interacción entre la enzima (E) y un sustrato (S) uniéndose para formar un complejo enzima-sustrato (ES) y convirtiendo así, el sustrato (S) en producto (P). Posterior a esto, se libera el producto (P) y deja libre a la enzima (E), la cual puede volver

a unirse al sustrato (S) para repetir el proceso hasta que este se consuma (Lehninger et al., 2006).



### 1.3.1.7. Actividad enzimática

La Actividad Enzimática (AE) se define como la cantidad de enzima que hidroliza caseína y produce un color cuya absorbancia equivalente a 1  $\mu\text{mol}$  (181  $\mu\text{g}$ ) de L-Tirosina por minuto a pH 7,5 y 37 °C. Los resultados serán expresados mediante la unidad katal, teniendo en cuenta que 1 katal equivale a  $60 \times 10^6$  unidades de actividad enzimática (AE). (Quino et al., 2010) (Gutiérrez et al., 2017).

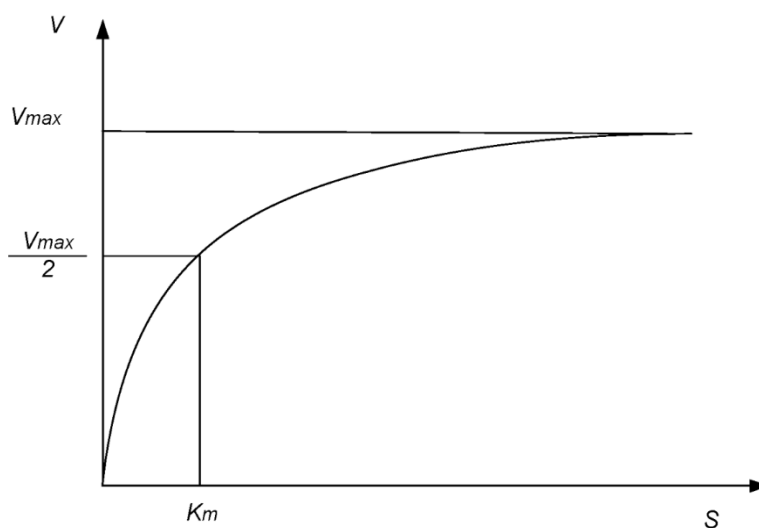
### 1.3.1.8. Cinética enzimática

La cinética enzimática estudia la velocidad de las reacciones catalizadas por enzimas. Estos estudios proporcionan información directa acerca del mecanismo de la reacción catalítica y de la especificidad de enzimas; teniendo como factores la concentración de enzima, concentración de sustrato, pH y temperatura (Izquierdo, 2012).

#### a. Ecuación de Michaelis-Menten

$$v = \frac{V_{max}[S]}{[S] + K_M}$$

**Figura 1. Representación gráfica de la ecuación de Michaelis-Menten.**



Fuente: Negrón (2014)

#### **b. Coeficiente catalítico**

El coeficiente catalítico ( $k_{cat}$ ) se define como “el máximo número de moléculas del sustrato que la enzima es capaz de catalizar hacia la formación de producto por unidad de tiempo por la cantidad de enzima utilizada, en condiciones saturantes de sustrato” (Agustín, 2018). Suele ser expresado en  $\mu\text{mol P/min/mg E}$ .

#### **c. Constante de Michaelis**

También conocido por su abreviación  $K_m$ , es un parámetro que indica la relación de afinidad que existe entre el sustrato y la enzima, siendo solo válido si corresponde al modelo de reacción enzimática de Michaelis-Menten (Agustín, 2018).

### **1.3.1.9. Papaína**

También conocido como látex de la papaya verde, es una enzima proteolítica obtenida a partir de papaya verde sin madurar, usado en la industria como ablandador de carnes (Minagri, 2021). Es una cadena simple formada por 212 aminoácidos, de los cuales predomina la glicina, tirosina y valina; mientras que, su sitio activo se compone de histidina 159 y cisteína 25 (Ramírez, 2019). Gomes et al. (2008) mencionan que es una enzima estable con la capacidad de degradar proteínas de distinta naturaleza usadas en la industria farmacéutica. Por otro lado, para la industria Alimentaria es usada como ablandador de carne y clarificador de cerveza (Kiger, 1988). Las condiciones óptimas para la papaína están en un pH entre 5 a 8 con una temperatura de 40-65°C (Betim, Carielo, Silva y Maróstica, 2016) inactivándose irreversiblemente a temperaturas mayores a esta. (Bermudez y Guadalupe, 2005).

### **1.3.1.10. Aplicación de la papaína**

Su uso se da en múltiples áreas como, por ejemplo; en la industria cervecera como clarificador evitando la formación de sólidos y como ablandador de carne ya que mediante su actividad proteolítica desnaturaliza proteínas miofibrilares y de tejido conjuntivo (Ramirez, 2019). En el campo médico se usa en productos que aceleran la recuperación de lesiones debido a que presenta un efecto antiinflamatorio y antibacterial (Ramirez, 2019).

#### **1.3.1.10. Alpaca**

Camélido sudamericano que vive en los Andes de América del Sur, mayoritariamente en el Altiplano del Perú (Aréstegui, 2005). Se encuentra 2 razas de alpaca, Suri y Huacaya; siendo esta última la más abundante en rebaños peruanos con aproximadamente 90% de población; debido a que, el hábitat de las alpacas Suri es limitado debido a problemas de adaptación a la altitud mientras que las alpacas Huacaya soportan alturas superiores a los 4400 metros sobre el nivel del mar (Fernández, 2005).

#### **1.3.1.11. Calidad de la canal de alpaca**

Uno de los parámetros para analizar la calidad de la canal de alpaca es su peso influenciado por factores como la edad, el peso corporal antes del faenado y la alimentación; siendo el rendimiento promedio en Perú de la canal de alpaca de 55% con respecto al peso del animal vivo (Fernández, 2005).

#### **1.3.1.12. Calidad de la carne de alpaca**

Cristofanelli et al. (2004) realizó un estudio con animales de alpaca criados tradicionalmente en Perú por 25 meses declarando que la carne de alpaca tiene un alto contenido de proteínas y un bajo contenido de grasa haciéndola más beneficiosa para consumo que otra carne de rumiante al igual que la carne de llama. Como principal problema la carne de alpaca se relaciona con el tiempo de sacrificio que suele ser entre los 2 a 8 años; tiempo en el cual la carne se empieza a caracterizar como dura (Fairfield, 2006).

Tabla 3. Composición proximal de la carne de alpaca.

<b>Parámetro</b>	<b>Media ± desviación estándar</b>
Composición proximal	Porcentaje
Humedad	74,07 ± 1,57
Proteína	22,69 ± 1,70
Grasa intramuscular	2,05 ± 0,85
Ceniza	1,10 ± 0,11
Minerales	(mg 100 g <sup>-1</sup> )
Potasio	419 ± 48
Fósforo	295 ± 30
Sodio	88,4 ± 15,2
Magnesio	33,8 ± 4,11
Calcio	10,7 ± 4,0
Zinc	4,44 ± 2,14
Hierro	2,69 ± 0,96
Cobre	0,101 ± 0,058
Manganeso	0,015 ± 0,004
Los aminoácidos	(% en total de aminoácidos)

Ácido glutámico	16,61 ± 1,80
Ácido aspártico	12,06 ± 1,82
Isoleucina	leucina 11,40 ± 1,08
Lisina	11,05 ± 2,76

Fuente: Salvá et al., (2009)

#### **1.3.1.13. Vida útil de un alimento**

Se conoce como vida útil al tiempo finito en el que un alimento tendrá una pérdida de propiedades tanto fisicoquímicas como sensoriales; así mismo en su aspecto microbiológico. (Carrillo y Reyes, 2012)

#### **1.3.1.14. Evaluación sensorial**

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”.

#### 1.4. ANTECEDENTES

Existen diversas investigaciones referentes a la extracción de papaína a partir de diferentes variedades de papaya siendo en su mayoría de *Carica papaya*. Teniendo como base que la mayoría de las investigaciones analizadas hacen uso de látex, obtenido de realizar incisiones en la cáscara del fruto inmaduro, para la obtención de papaína; es por esto por lo que se propone evaluar el potencial de los residuos de papaya arequipeña (mucílago, semillas y cáscara) como fuente de papaína. En gran parte de estas investigaciones, se realiza la obtención de extracto seco inicial del látex mediante una previa dilución con EDTA u otros tampones para estabilizar el pH cercano a 7.0. Algunos autores como Gutierrez, Nolasco y Santa Cruz (2017) mencionan una temperatura de 37°C de acondicionamiento previo y realizan una evaluación de la cinética enzimática de papaína utilizando caseína como sustrato a 6 concentraciones diferentes agregando carbonato de sodio y reactivo Folin & Ciocalteu´s a la muestra para medir la absorbancia por espectrofotometría a una longitud de onda de 660 nm mientras que Purwanto (2016) utiliza sulfato de amonio para precipitación del extracto de papaína y realiza la medición a una longitud de onda de 275 nm. Por otro lado, Hafid et al. (2019) realizó un ablandamiento de carne cortándola en tamaños de 3x2x2 cm y aplicando papaína mediante 3 métodos (inmersión, inyección y pulverización) y midiendo la diferencial de milímetros de profundidad obtenidos mientras que Pintado y Salvatierra (2012) evaluaron el cambio en la fuerza de penetración sobre carne de alpaca al usar papaína mediante el método de inmersión y extracción.

## 1.5.HIPÓTESIS

Dado que la concentración enzimática varía según la región residual de la fruta de papaya arequipeña (*Vasconcellea pubescens*); es probable que, la cinética enzimática de cada extracto de mucílago, semillas y cáscara tenga una varianza significativa mediante su aplicación en carne de alpaca como ablandador.

## 1.6.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.6.1.1.Objetivo general

Obtener un extracto enzimático a partir de residuos de papaya arequipeña (*Vasconcellea pubescens*) en estadio de madurez comercial para la evaluación de su cinética enzimática y su aplicación como ablandador de carne de alpaca.

### 1.6.1.2.Objetivos específicos

- a. Caracterizar a nivel físico químico la papaya arequipeña (*Vasconcellea pubescens*) y sus residuos.
- b. Evaluar la cinética enzimática ( $K_m$  y  $V_{max}$ ) y actividad enzimática del extracto de semillas, mucílago y cáscara.
- c. Determinar el método de aplicación con mayor efecto ablandador sobre la carne de alpaca.
- d. Comparar el efecto del extracto enzimático obtenido con ablandadores comerciales del mercado actual sobre la carne de alpaca.

- e. Caracterizar a nivel físico químico el extracto enzimático obtenido de la región residual óptima de la fruta.





## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de carácter científica experimental cuantitativa que tuvo como finalidad obtener un extracto enzimático de residuos (mucílago, semillas y cáscara) de papaya arequipeña (*Vasconcellea pubescens*) en estadio de madurez comercial para la evaluación de su cinética enzimática para su uso como ablandador de carne de alpaca.

### 2.2. TÉCNICAS Y MATERIALES UTILIZADOS

#### 2.2.1. Materias primas e insumos

##### 2.2.1.1. Materiales y equipos

- 1 piseta para agua destilada
- 5 vasos de precipitado de 150 ml
- 1 probeta de 100 ml
- 1 pipeta de 1 ml, 5 ml y 10 ml
- 2 celdas de espectrofotómetro
- 10 tubos de ensayo para centrifuga
- 1 fiola de 100 ml
- 1 jeringa de 5 ml
- 1 gradilla
- 1 propipeta
- Espectrofotómetro con rango entre 310 a 660 nm (Spectrum SP, modelo 1105, China)

- Máquina baño maría
- Balanza
- Centrifugadora
- Licuadora (Oster, Jarden Comporation, EE. UU.)
- Penetrómetro universal
- Bureta de vidrio de 25 ml con soporte
- Refractómetro
- Peachímetro
- Micropipeta de 50 ul a 1000 ul
- Envases de plástico de 100 ml

#### **2.2.1.2.Reactivos**

- Reactivo Folin & Ciocalteau's (47641 Sigma)
- Ácido tricloroacético 110 mM
- Carbonato de sodio 0.5M
- Buffer fosfato de potasio 50mM pH 7.0
- Buffer acetato de sodio 10 mM con calcio 5 mM pH 7.5
- Agua destilada
- Sustrato de caseína al 0.65% (w/v)
- NaOH 0.1 N

- Fenolftaleína
- Caseína

### **2.2.1.3. Materia prima**

Se trabajará con fruta papaya arequipeña (*Vasconcellea pubescens*), con procedencia de la ciudad de Arequipa, en la región de Arequipa.

## **2.2.2. Descripción del procedimiento experimental**

### **2.2.2.1 Análisis de humedad y cenizas de residuos**

Se realizó estos análisis a los residuos de papaya arequipeña (semillas, mucílago y cáscara) mediante la técnica y procedimiento 964.22 y 923.03 de la AOAC.

### **2.2.2.2. Obtención de extracto enzimático**

- Recepción de la materia prima: Se recibió la fruta de papaya arequipeña (*Vasconcellea Pubescens*) de un proveedor adecuado en recipientes adecuados.
- Desinfección: Se desinfectó mediante el uso de hipoclorito de sodio al 0.1% usando 3 gotas por litro de agua dejando reposar la fruta por 5 min y posteriormente se enjuagó con agua limpia.

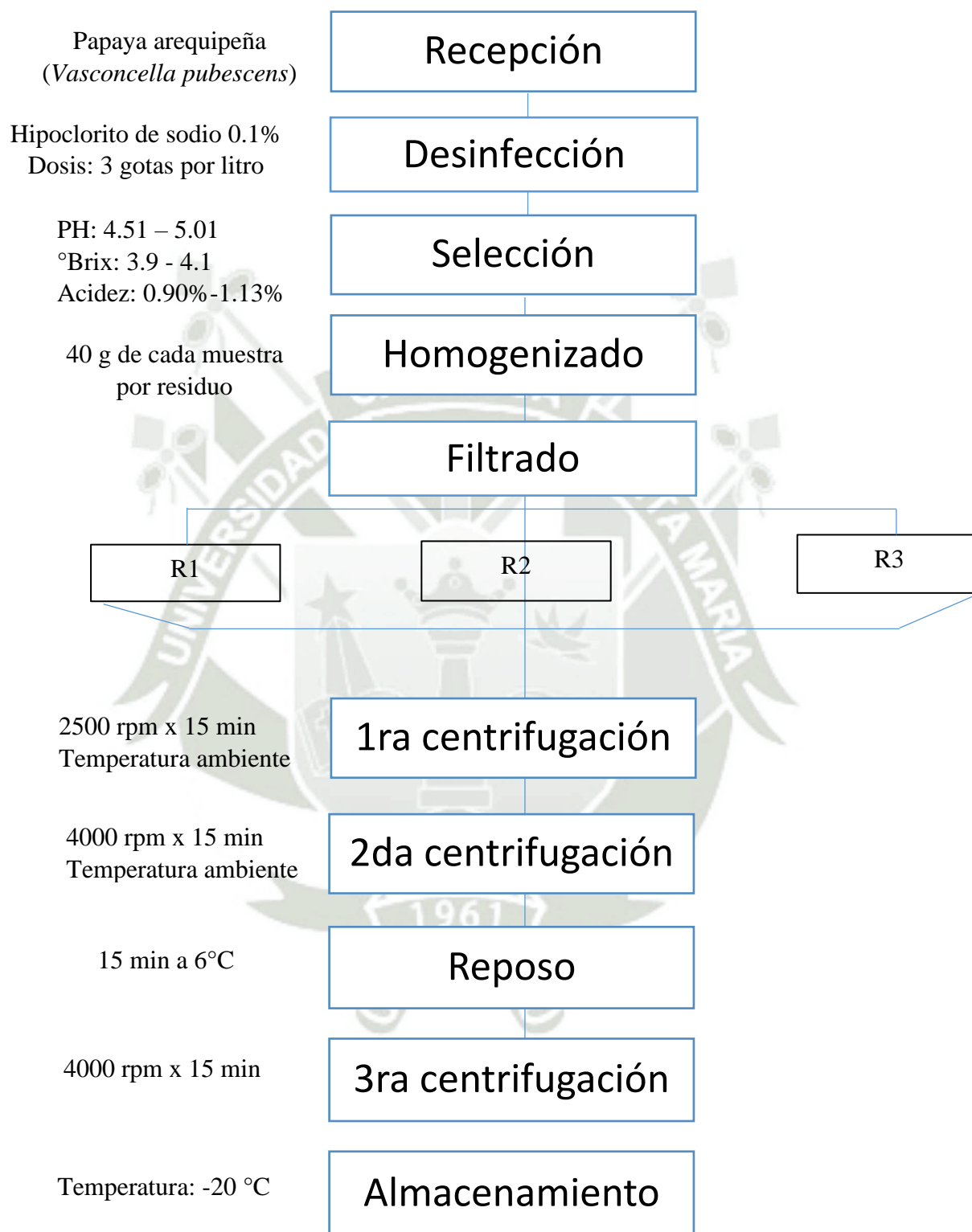
- Selección de la materia prima: Se seleccionó la fruta por su grado de madurez y características físicas. (pH: 4.51 – 5.01, °Brix: 3.9 - 4.1, acidez: 0.90 – 1.13 %)
- Homogenizado: Se obtuvo 40 g de cada muestra (cáscara, mucílago y semillas) y se homogenizó mediante el empleo de una licuadora por 1 min a velocidad mínima con la finalidad de desintegrar por separado cada muestra y obtener tres extractos.
- Filtrado: Cada extracto obtenido se puso en una organza con la finalidad de filtrar manualmente y obtener extractos líquidos sin sólidos.
- 1ra centrifugación: Los extractos líquidos obtenidos se centrifugaron por 15 minutos a 2500 rpm a temperatura ambiente para obtener sobrenadantes.
- 2da centrifugación: Los sobrenadantes obtenidos previamente pasan a una segunda centrifugación por 15 minutos a 4000 rpm para así poder obtener extractos más limpios.
- Reposo: Se hizo en refrigeración por aproximadamente 15 min a 6°C.
- 3ra centrifugación: Se realizó a 4000 rpm por un tiempo de 15 minutos.

- Almacenado: Los extractos húmedos concentrados se almacenaron a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  en tubos de ensayo hasta su posterior utilización.

### 2.2.2.3. Cuantificación de Actividad enzimática

Se evaluó la concentración del extracto de la región de la fruta con mayor  $K_m$  mediante el método de Sigma (1999) basado en Sigma Quality Control Test SSCASE01.001. La mezcla de reacción contenía  $445\text{ }\mu\text{L}$  de sustrato de caseína al 0.65%,  $50\text{ }\mu\text{L}$  de la enzima diluida en acetato de sodio  $10\text{ mM}$  con calcio  $5\text{ mM}$  a pH 7.5, siendo incubada a  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 10 minutos debido a que son los parámetros más adecuados para la papaína. La reacción se detuvo agregando  $455\text{ }\mu\text{L}$  de ácido tricloroacético (TCA) a  $110\text{ mM}$  para precipitar la proteína y luego se dejó incubando por 30 min. La mezcla de reacción se centrifugó a  $4000\text{ rpm}$  durante 3 min para extraer  $625\text{ }\mu\text{L}$  del sobrenadante, se le agregó  $1570\text{ }\mu\text{L}$  de carbonato de sodio  $0.5\text{ M}$  y  $250\text{ }\mu\text{L}$  de reactivo Folin & Ciocalteu's (47641 Sigma) y se midió su absorbancia a  $660\text{ nm}$  (Gutiérrez et al., 2017). Para estimar la actividad enzimática se utilizó la siguiente fórmula  $y = 2.631x + 0.3043$ , la cual se obtuvo de la curva patrón de L-Tirosina ( $1,1\text{ mM}$ ).

**Figura 2. Diagrama de flujo: Obtención de extracto enzimático.**



Fuente: Elaboración propia, 2024

#### 2.2.2.4. Estudio de cinética

Se aplicó la gráfica de Lineweaver-Burk para poder determinar el  $K_m$  y la  $V_{max}$  usando 5 concentraciones de caseína (1.5, 2, 3.5, 5 y 6.5 mg/ml) a un pH de 7 y 37°C.

En una celda para espectrofotómetro se adicionó 455 uL de cada una de las concentraciones de caseína junto a 1750 uL de carbonato de sodio a 0.5 M para luego agregar 50 uL del extracto enzimático y 250 uL de Reactivo Folin & Ciocalteu's (47641 Sigma); lo cual reaccionó generando un color verdeazulado que fue medido en un espectrofotómetro a 660 nm cada minuto por un tiempo de 5 min aproximadamente (Gutiérrez et al., 2017). Se repitió el proceso para cada extracto diferente.

Se realizó una gráfica de velocidad de reacción en función de la concentración de sustrato de caseína y usando la ecuación de la recta  $y=mx+b$  se obtuvo los valores de  $m$ =pendiente y  $b$ =intersección con el eje y; datos con los cuales se consiguió el valor de  $K_m$  y  $V_{max}$ .

#### 2.2.2.5. Aplicación a carne de alpaca

**Recepción:** Se recibió la carne de alpaca de corte pierna de un mercado local.

**Obtención de extracto:** Se realizó el proceso de extracción del experimento 1 para obtener 50 ml de muestra.

**Trozado:** Se prepararon 3 cortes de carne de 5cm de largo, 3cm de ancho y 2 cm de altura

**Medición inicial:** Mediante el uso de un penetrómetro universal a una altura de 5.5 cm a partir del corte de carne, se realizó la medición de fuerza de penetración (mm) para cada muestra con 5 repeticiones.

**Acondicionamiento:** En vasos de precipitado de 150 ml se colocó los cortes de carne y se acondicionó a baño maría hasta alcanzar una temperatura de 37°C.

#### **Aplicación:**

**Inmersión:** Se agregó 15 ml de extracto enzimático a un vaso de precipitado con 1 corte de carne de alpaca y se cubrió completamente.

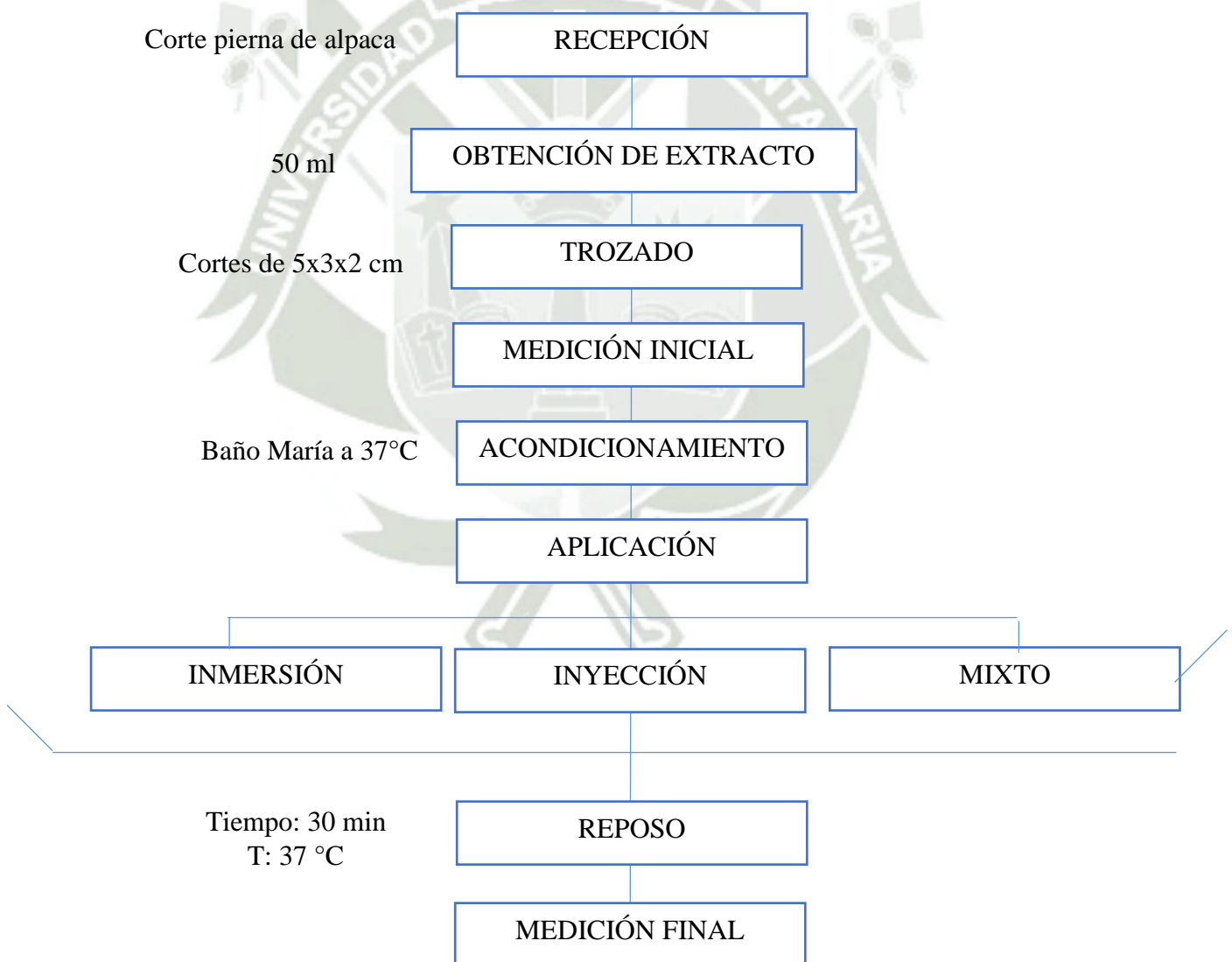
**Inyección:** En un vaso de precipitado con 1 corte de carne de alpaca y con ayuda de una jeringa de 10 ml se inyectó 15 ml de extracto enzimático en diferentes zonas de la carne.

**Mixto:** En un vaso de precipitado con 1 corte de carne de alpaca se cubrió la superficie con la mitad de la dosis (7.5 ml) y se inyectó la otra mitad de dosis (7.5 ml) de extracto.

**Reposo:** Se colocó los cortes de carne con extracto enzimático en baño María por un tiempo de 30 minutos a una temperatura de 37°C.

**Medición final:** Mediante el uso de un penetrómetro universal a una altura de 5.5 cm a partir del corte de carne, se realizó la medición de fuerza de penetración (mm) para cada muestra con 5 repeticiones.

**Figura 3. Diagrama de flujo: Aplicación a carne de alpaca**



Fuente: Elaboración propia, 2024

### 2.2.2.6. Comparación del efecto ablandador del extracto enzimático

#### obtenido con ablandadores comerciales de carne.

**Recepción:** Se recibió la carne de alpaca de corte pierna y se adquirió de mercados locales dos ablandadores de carne de diferentes marcas; en este caso, “Aji-no-mix, ablanda-sazón” y “Badia-meat tenderizer”.

**Trozado:** Se prepararon 3 cortes de carne de 5cm de largo, 3cm de ancho y 2 cm de altura con 3 repeticiones.

**Dilución:** Se preparó soluciones de 5 ml del extracto enzimático obtenido y de los ablandadores comerciales con agua destilada siguiendo las indicaciones de uso (0.5 g para 25 g de carne).

**Medición inicial:** Mediante el uso de un penetrómetro universal a una altura de 5.5 cm a partir del corte de carne, se realizó la medición de fuerza de penetración (mm) para cada muestra con 5 repeticiones.

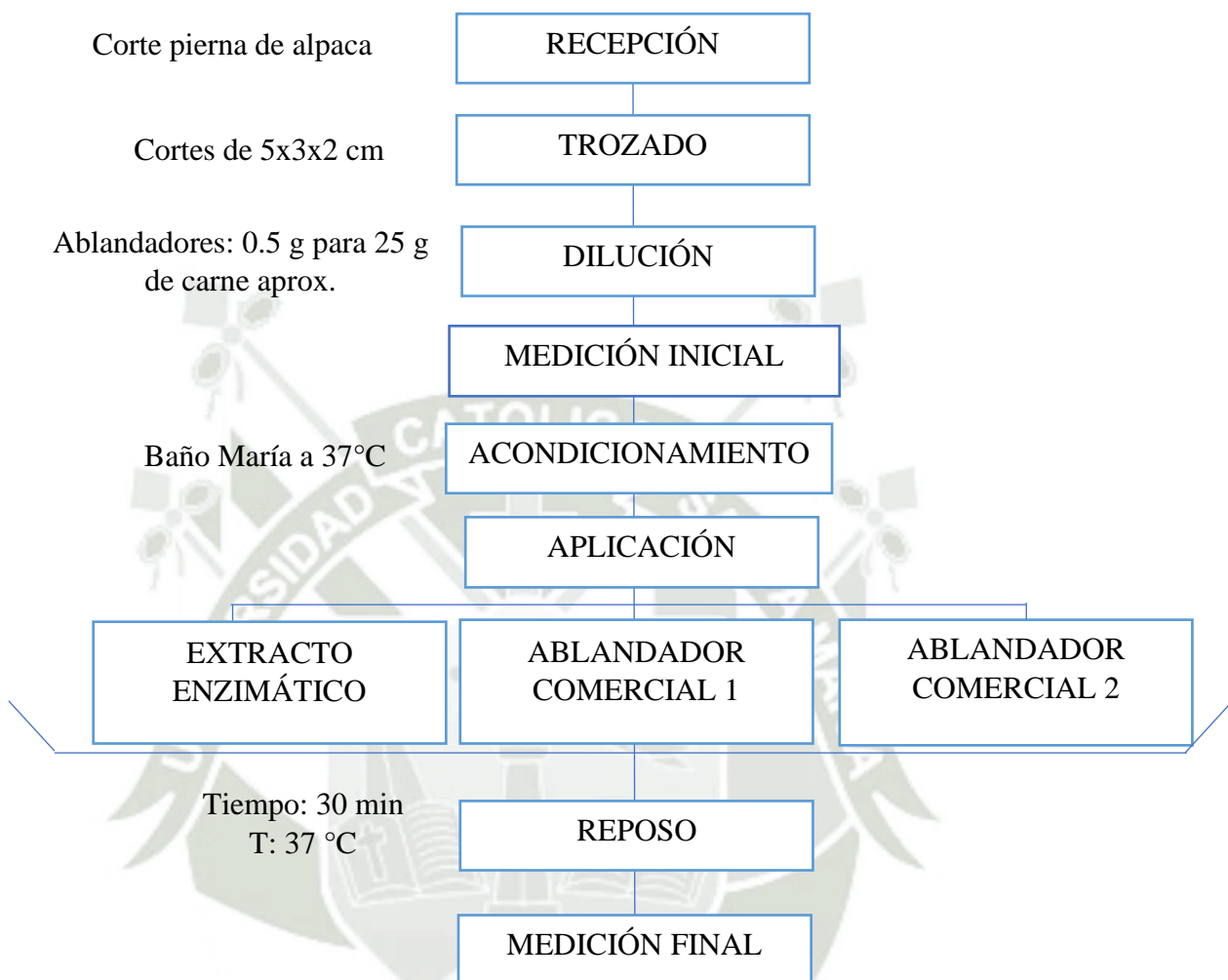
**Acondicionamiento:** Se realizó a baño maría hasta alcanzar una temperatura de 37°C.

**Aplicación:** Se usó el método de aplicación con mejores resultados del experimento 2.

**Reposo:** Se realizó en baño María por un tiempo de 30 min a una temperatura de 37°C.

**Medición final:** Mediante el uso de un penetrómetro universal a una altura de 5.5 cm a partir del corte de carne, se realizó la medición de fuerza de penetración (mm) para cada muestra con 5 repeticiones.

**Figura 4. Diagrama de flujo: Comparación del efecto ablandador del extracto enzimático obtenido con ablandadores comerciales de carne.**



Fuente: Elaboración propia, 2024

#### 2.2.2.7. Evaluación de capacidad de retención de agua

La CRA se evaluó a partir de la metodología expuesta por Sutton et al., (1997), para la cual se pesaron trozos de carne de alpaca de 5 g aproximadamente, los cuales se colocaron sobre una malla fina y se introdujeron en tubos de 15 ml con tapa de rosca, para posteriormente centrifugarse a 3,600 rpm a 4°C durante 5 min. La CRA (%) se calculó por diferencia entre el peso de la muestra antes y después de centrifugarse.

## 2.3.DISEÑO DE LA EXPERIMENTACIÓN

### 2.3.1. ANÁLISIS: MATERIA(S) PRIMAS(S)

#### a) Objetivo

Caracterizar a nivel físico químico la papaya arequipeña (*Vasconcellea pubescens*).

#### b) Evaluación proximal

- Humedad
- Grasa
- Cenizas
- Carbohidratos
- Proteína
- Contenido Kcal

#### c) Evaluación fisicoquímica

- PH
- Acidez
- °Brix
- Índice de madurez

### 2.3.2. EXPERIMENTO 1

#### a) Objetivo

Evaluar la cinética enzimática ( $K_m$  y  $V_{max}$ ) del extracto de semillas, mucílago y cáscara.

#### b) Variables

- **Independientes:**

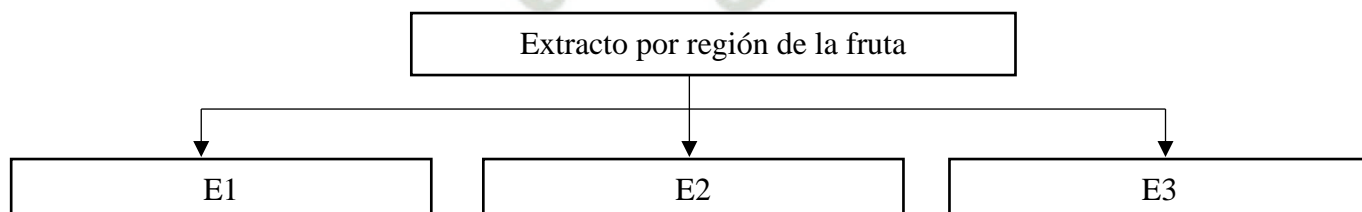
- Semilla (S)
- Mucílago (M)
- Cáscara (C)
- Concentración de sustrato

- **Dependientes**

- $V_{max}$
- $K_m$

#### c) Diseño experimental

**Figura 5. Diseño experimental de experimento 1**



Fuente: Elaboración propia, 2024

E1: Semillas

E2: Mucilago

E3: Cáscara

**d) Indicadores (resultados esperados)**

Cinética enzimática mediante caseína como sustrato: Se aplicará la gráfica de Lineweaver-Burk para poder determinar el  $K_m$  y la  $V_{max}$  usando 5 concentraciones de caseína entre 6.5 a 1.5 mg/ml y se definirá como la cantidad de enzima que hidroliza caseína y produce un color cuya absorbancia equivalente a 1  $\mu\text{mol}$  (181  $\mu\text{g}$ ) de L-Tirosina por minuto a pH 7,5 y 37 °C. Posteriormente se realizará una evaluación de actividad enzimática para determinar la concentración del extracto óptimo.

**e) Diseño estadístico**

Diseño completamente al azar con cinco repeticiones y realizando una prueba de comparación entre los que presenten una diferencia significativa.

**f) Modelo matemático****• Diagrama de Lineweaver-Burk**

$$\frac{1}{V_0} = \frac{K_m}{V_{max}} \left( \frac{1}{S} \right) + \frac{1}{V_{max}}$$

$V_0$  = Velocidad de reacción

$V_{max}$  = Velocidad máxima

$K_m$  = Constante de Michaelis

$S$  = Concentración de

sustrato

- **Constante de Michaelis (Km)**

$$\frac{K_m}{V_{max}} = m$$

$V_{max}$  = Velocidad máxima

$K_m$  = Constante de Michaelis

$m$  = pendiente de la gráfica Lineweaver-Burk

- **Velocidad máxima de reacción**

$$\frac{1}{V_{max}} = b$$

$V_{max}$  = Velocidad máxima

$K_m$  = Constante de Michaelis

$b$  = Intersección con el eje Y de la gráfica Lineweaver-Burk

- **Actividad enzimática**

$$\frac{\text{Unidades}}{\text{ml enzima}} = \frac{(\text{umol de tirosina liberada})(11)}{(1)(10)(2)}$$

11 = Volumen total (en ml) del ensayo

10 = Tiempo de ensayo (min) por unidad de ensayo

1 = Volumen de enzima usada (ml)

2 = Volumen (ml) usado en Determinación de colorimetría

### 2.3.3. EXPERIMENTO 2

#### a) Objetivo

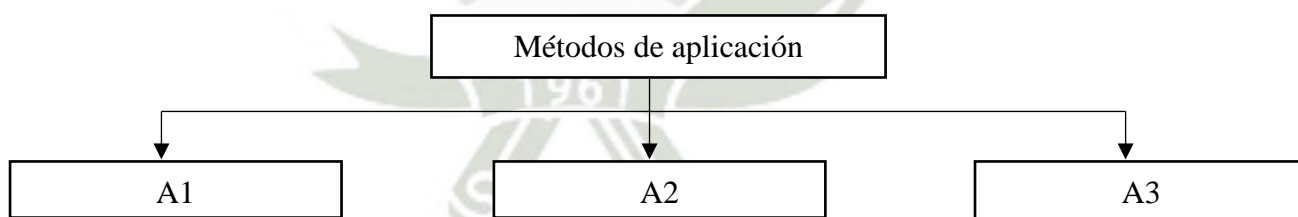
Determinar el método de aplicación con mayor efecto ablandador sobre la carne de alpaca.

#### b) Variables

- Independientes
  - Inmersión (tiempo: 30 min)
  - Inyección (tiempo: 30 min)
  - Mixto (tiempo: 30 min)
- Dependiente:
  - Milímetros de penetración (mm)

#### c) Diseño experimental

**Figura 6. Diseño experimental de experimento 2**



Fuente: Elaboración propia, 2024

A1: Inmersión (tiempo: 30 min)

A2: Inyección (tiempo: 30 min)

A3: Mixto (tiempo: 30 min)

#### d) Indicadores (resultados esperados)

Dureza (Medición mediante penetrómetro)

**e) Diseño estadístico**

Diseño completamente al azar con cinco repeticiones y realizando una prueba de comparación entre los que presenten una diferencia significativa.

**2.3.4. EXPERIMENTO 3****a) Objetivo**

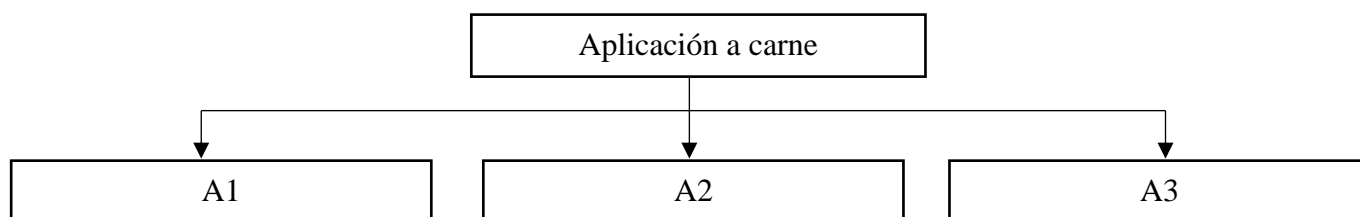
Comparar el efecto del extracto enzimático obtenido con ablandadores comerciales del mercado actual sobre la carne de alpaca.

**b) Variables**

- Independientes:
  - Extracto enzimático
  - Ablandador de carne 1 (Marca “Aji no mix-ablanda Sazón”)
  - Ablandador de carne 2 (Marca “Badia-meat tenderizer”)
  
- Dependiente:
  - Milímetros de penetración (mm)
  - Perdida en gramos de agua por centrifugación (gr)

### c) Diseño experimental

**Figura 7. Diseño experimental de experimento 3**



Fuente: Elaboración propia, 2024

A1: Extracto enzimático

A2: Ablandador de carne 1 (Marca “Aji no mix-ablanda sazón”)

A3: Ablandador de carne 2 (Marca “Badia-meat tenderizer”)

### d) Indicadores (resultados esperados)

- Dureza (Medición mediante penetrómetro)
- Capacidad de retención de agua (CRA)

### e) Diseño estadístico

Diseño completamente al azar con cinco repeticiones y realizando una prueba de comparación entre los que presenten una diferencia significativa.

### 2.3.5. ANÁLISIS: PRODUCTO FINAL

#### a) Objetivo

Caracterizar a nivel físico químico el extracto enzimático obtenido de la región residual óptima de la fruta.

#### b) Descripción organoléptica

- Consistencia
- Color
- Olor
- Sabor

#### c) Evaluación proximal

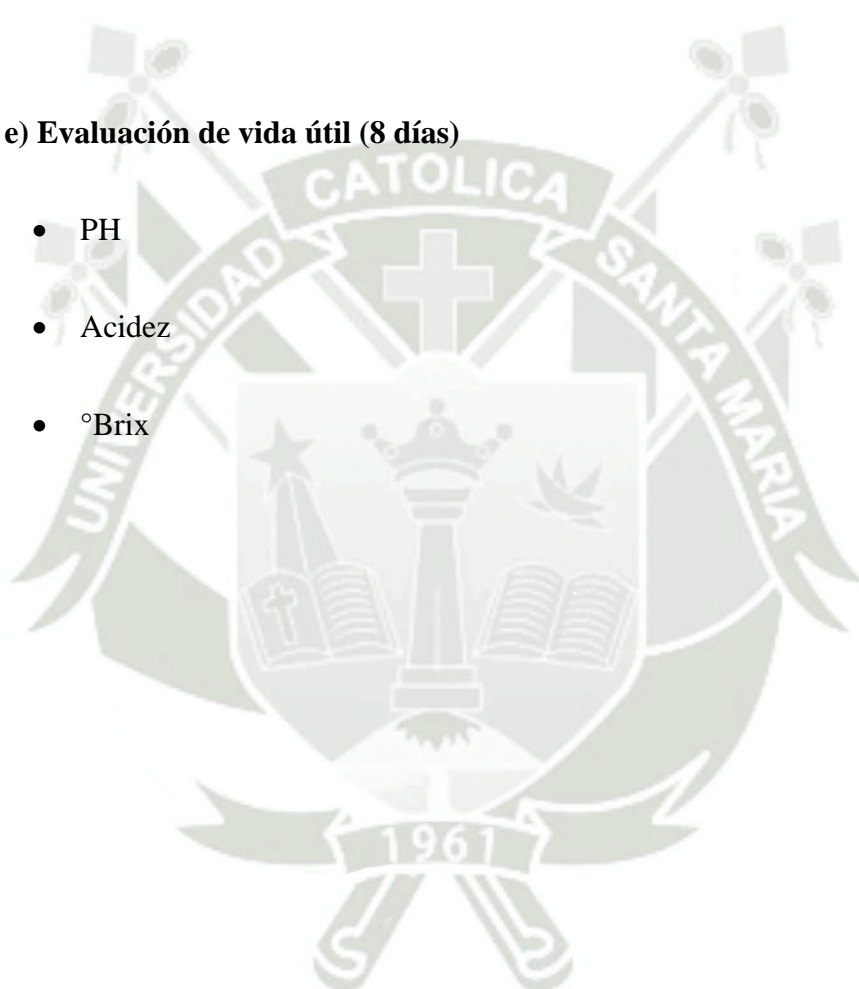
- Humedad
- Grasas
- Cenizas
- Carbohidratos
- Proteína
- Contenido Kcal

**d) Evaluación fisicoquímica**

- PH
- Acidez
- °Brix

**e) Evaluación de vida útil (8 días)**

- PH
- Acidez
- °Brix





## **CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Papaya Arequipeña (*Vasconcellea pubescens*) amarilla madura proveniente de la Región de Arequipa, provincia de Arequipa de un mercado local.

##### a. Análisis químico-proximal de la papaya arequipeña.

**Tabla 4. Análisis proximal de la papaya arequipeña.**

Análisis	Resultados
Humedad	93.47%
Grasa	0.12%
Ceniza	0.66%
Proteínas	1.16%
Carbohidratos	4.59%
Kcal (por cálculo)	24.10

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad de la U.C.S.M., 2024

##### b. Análisis microbiológico de la papaya arequipeña.

**Tabla 5. Análisis microbiológico de la papaya arequipeña.**

Análisis	Unidad	Resultados
Escherichia coli	NMP/g 44,5 °C	< 3
Salmonella sp.	Ausencia/ presencia en 25 g	Ausencia

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad de la U.C.S.M., 2024

**c. Análisis físico - químico de la papaya arequipeña.**

**Tabla 6. Análisis fisicoquímico de la papaya arequipeña.**

Análisis	Resultados
°Brix	4.0
pH	4.76
% Acidez (Ácido cítrico)	1.10
Índice de madurez	3.63

Fuente: Elaboración propia, 2024

**d. Análisis proximal de las semillas de papaya arequipeña.**

**Tabla 7. Análisis proximal de las semillas de papaya arequipeña.**

Análisis	Resultados
Humedad	72.58%
Grasa	0.19%
Ceniza	1.28%
Proteínas	11.20%
Carbohidratos	14.75%

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad de la U.C.S.M., 2024

**e. Análisis proximal del mucílago de papaya arequipeña.**

**Tabla 8. Análisis proximal del mucílago de papaya arequipeña.**

Análisis	Resultados
Humedad	89.70%
Grasa	0.17%

Ceniza	0.53%
Proteínas	1.17%
Carbohidratos	8.43%

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad de la U.C.S.M., 2024

**f. Análisis proximal de la cáscara de papaya arequipeña.**

**Tabla 9. Análisis proximal de la cáscara de papaya arequipeña.**

Análisis	Resultados
Humedad	91.55%
Grasa	0.17%
Ceniza	0.45%
Proteínas	1.26%
Carbohidratos	6.57%

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad de la U.C.S.M., 2024

**Discusión de resultados**

En la tabla 4, se muestran los resultados obtenidos con respecto al análisis fisicoquímico y proximal de la papaya arequipeña con una humedad (93.47%) y carbohidratos (4.59%) similares a los presentados por René y Encina (2008) con un contenido de humedad de 93.7% y 4.90% en carbohidratos; el contenido de grasa obtenido de 0.12% es inferior al que se brinda por el Instituto Nacional de Salud (2017) siendo este de 0.30% mientras que el contenido de proteínas obtenido de 1.16% es superior a ambos autores con 0.90% y 1.0% respectivamente. Por otro lado; para el análisis microbiológico presentado en la tabla 5 se obtuvo como resultado  $< 3$  para *Escherichia coli* (calificando como

buena calidad) y ausencia para salmonella; lo cual se encuentra dentro del margen aceptado por la norma sanitaria del Ministerio de salud (2008) para frutas presentado en el anexo 2. Así mismo, el pH (4.76) corresponde a una papaya arequipeña 100% amarilla en etapa de madurez de consumo (4.68 pH) según los resultados obtenido por ECOPAR (2006) debido a que se presenta un aumento conforme la fruta madure más; mientras que la acidez promedio de 1.10% confirmando el hecho de que “la acidez titulable no está influenciada por el estado de madurez” según ECOPAR (2006) y los °Brix (4.0) suelen variar entre un margen de 4 a 5.5 (Asensio, 2022). El índice de madurez obtenido de 3.63 se encuentra dentro del rango 0-7, por lo que el fruto tiende a ser de color amarillento o anaranjado siendo este el parámetro más importante para su evaluación con respecto a la maduración. (Artes, 2007)

## **3.2. EVALUACIÓN DE LOS EXPERIMENTOS**

### **3.2.1. Experimento 1: Cinética enzimática del extracto obtenido**

El extracto enzimático obtenido previamente pasó por un proceso de filtrado para eliminar impurezas y se centrifugó en 3 ocasiones por 15 minutos, comenzando por 2500 revoluciones para luego aumentar a 4000 revoluciones en los dos próximos centrifugados; recuperando el sobrenadante y desechando el resto. Posteriormente se acondicionó a 37°C en baño maría cinco diferentes concentraciones de caseína (1.5 mg/ml, 2.0 mg/ml, 3.5 mg/ml, 5 mg/ml, 6.5 mg/ml); a cada una de las cuales, se le adicionó 50 ul del extracto obtenido y extrayendo 625 ul de la mezcla hacia una celda de espectrofotometría que contenía 1570 ul de carbonato de sodio y 250 ul del reactivo Folin & Ciocalteau's para poder medir su absorbancia a 660 nm por minuto.

a) Resultados

- Datos de velocidad obtenidos para la determinación de Km y Vmax de la cinética enzimática aplicada a las diferentes muestras.

Tabla 10. Datos de velocidad ( $V_0$ ) obtenidos a partir de la región del mucílago.

Concentración de sustrato [S] (mg/ml)	Velocidad (Abs/min) de muestra de mucílago				
	R1	R2	R3	R4	R5
6.5	0.0200	0.0208	0.0214	0.0202	0.0208
5	0.0168	0.0196	0.0206	0.0187	0.0192
3.5	0.0164	0.0183	0.018	0.0183	0.0182
2	0.0155	0.0174	0.0165	0.0167	0.0171
1.5	0.0135	0.0158	0.0153	0.0151	0.0151

Fuente: Elaboración propia, 2024

Tabla 11. Datos de velocidad ( $V_0$ ) obtenidos a partir de la región de la cáscara.

Concentración de sustrato [S] (mg/ml)	Velocidad (Abs/min) de muestra de cáscara				
	R1	R2	R3	R4	R5
6.5	0.072	0.0703	0.0692	0.0712	0.0706
5	0.0618	0.062	0.0615	0.0635	0.0627
3.5	0.04	0.0434	0.0459	0.0475	0.0469
2	0.0315	0.0335	0.0309	0.0328	0.0316
1.5	0.0278	0.0298	0.0302	0.0307	0.0311

Fuente: Elaboración propia, 2024

Tabla 12. Datos de velocidad ( $V_0$ ) obtenidos a partir de la región de la semilla.

Concentración de sustrato [S] (mg/ml)	Velocidad (Abs/min) de muestra de semilla				
	R1	R2	R3	R4	R5
6.5	0.0243	0.0241	0.0251	0.0253	0.0245
5	0.0215	0.0229	0.0214	0.0221	0.0239
3.5	0.0196	0.0201	0.0198	0.0211	0.0208
2	0.0179	0.0192	0.0179	0.0189	0.0193
1.5	0.0159	0.017	0.0168	0.0176	0.0181

Fuente: Elaboración propia, 2024

Tabla 13. Datos de velocidad invertida ( $\frac{1}{V_0}$ ) obtenidos a partir de la región del mucílago.

Concentración de sustrato $\frac{1}{[S]}$ (mg/ml)	Velocidad (Abs/min) de muestra de mucílago				
	$\frac{1}{R1}$	$\frac{1}{R2}$	$\frac{1}{R3}$	$\frac{1}{R4}$	$\frac{1}{R5}$
0.1538	50.0000	48.0769	46.7290	49.5050	48.0769
0.2000	59.5238	51.0204	48.5437	53.4759	52.0833
0.2857	60.9756	54.6448	55.5556	54.6448	54.9451
0.5000	64.5161	57.4713	60.6061	59.8802	58.4795
0.6667	74.0741	63.2911	65.3595	66.2252	66.2252

Fuente: Elaboración propia, 2024

Tabla 14. Datos de velocidad invertida ( $\frac{1}{v_0}$ ) obtenidos a partir de la región de la cáscara.

Concentración de sustrato $\frac{1}{[S]}$ (mg/ml)	Velocidad (Abs/min) de muestra de cáscara				
	$\frac{1}{R1}$	$\frac{1}{R2}$	$\frac{1}{R3}$	$\frac{1}{R4}$	$\frac{1}{R5}$
<b>0.1538</b>	13.8889	14.2248	14.4509	14.0449	14.1643
<b>0.2000</b>	16.1812	16.1290	16.2602	15.7480	15.9490
<b>0.2857</b>	25.0000	23.0415	21.7865	21.0526	21.3220
<b>0.5000</b>	31.7460	29.8507	32.3625	30.4878	31.6456
<b>0.6667</b>	35.9712	33.5570	33.1126	32.5733	32.1543

Fuente: Elaboración propia, 2024

Tabla 15. Datos de velocidad invertida ( $\frac{1}{v_0}$ ) obtenidos a partir de la región de la semilla.

Concentración de sustrato $\frac{1}{[S]}$ (mg/ml)	Velocidad (Abs/min) de muestra de semillas				
	$\frac{1}{R1}$	$\frac{1}{R2}$	$\frac{1}{R3}$	$\frac{1}{R4}$	$\frac{1}{R5}$
<b>0.1538</b>	41.1523	41.4938	39.8406	39.5257	40.8163
<b>0.2000</b>	46.5116	43.6681	46.7290	45.2489	41.8410
<b>0.2857</b>	51.0204	49.7512	50.5051	47.3934	48.0769
<b>0.5000</b>	55.8659	52.0833	55.8659	52.9101	51.8135
<b>0.6667</b>	62.8931	58.8235	59.5238	56.8182	55.2486

Fuente: Elaboración propia, 2024

- **Determinación de Km mediante fórmula planteada en metodología.**

Tabla 16. Km obtenido aplicando fórmula a los datos de velocidad ( $V_0$ ) en la cinética enzimática del extracto.

REPETICIONES	Km		
	M	C	S
1	0.7741	4.7034	0.9980
2	0.5871	3.9233	0.8134
3	0.8360	4.1537	0.8811
4	0.6392	4.2282	0.7998
5	0.6950	4.0436	0.7436
<b>Promedio</b>	0.7063	4.2104	0.8472

Fuente: Elaboración propia, 2024

M: Km de la muestra mucílago

C: Km de la muestra cáscara

S: Km de la muestra semilla

Tabla 17. Análisis de varianza para evaluar el Km óptimo de las muestras

FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
<b>Tratamiento</b>	2	39.3508	19.6754	542.6467	6.9266
<b>Error exp.</b>	12	0.43510	0.03626		
<b>Total</b>	14				

Fuente: Elaboración propia, 2024

**Conclusión:**

Según la tabla 17 se concluye que existe diferencia altamente significativa entre el Km del extracto proveniente de cáscara, de semilla y de mucílago; por lo que, se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey.

- **Tukey en función al Km de la cinética enzimática**

**Análisis**

**III - II**  $3.3633 > 0.4300$  Existe diferencia altamente significativa

**III - I**  $3.5042 > 0.4300$  Existe diferencia altamente significativa

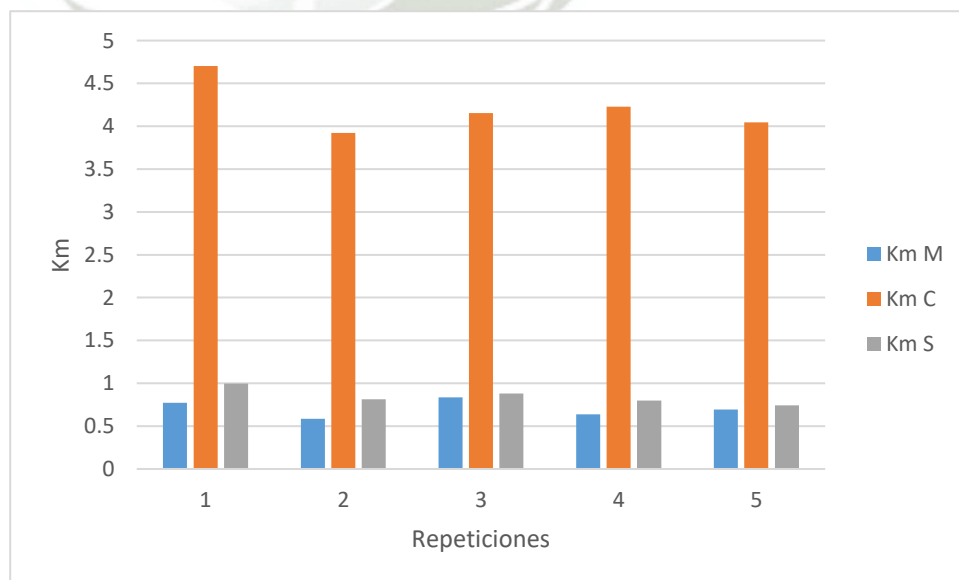
**II - I**  $0.1409 < 0.4300$  No existe diferencia altamente significativa

**Conclusión:**

<i>C</i>	$\overline{S}$	$\overline{M}$
<i>III</i>	$\overline{II}$	$\overline{I}$

Se observa en los resultados obtenidos en la prueba de Tukey que no existe diferencia altamente significativa entre la muestra de semilla (S) y de mucílago (M).

**Figura 8. Registro de Km según la región de la fruta.**



Fuente: Elaboración propia, 2024

Km M: Km de la muestra mucílago

Km C: Km de la muestra cáscara

Km S: Km de la muestra semilla

### Interpretación del gráfico:

En el gráfico se observa que el Km varía según la región de la fruta con la que se realiza la cinética enzimática, siendo la de la cáscara más alta.

- **Determinación de Vmax mediante fórmula planteada en metodología.**

Tabla 18. Datos de Vmax obtenidos en la cinética enzimática del extracto

REP.	Vmax		
	M	C	S
1	0.0207	0.1099	0.0264
2	0.0221	0.1035	0.0263
3	0.0235	0.1060	0.0261
4	0.0217	0.1109	0.0266
5	0.0224	0.1068	0.0267
<b>Promedio</b>	0.0221	0.1074	0.0264

Fuente: Elaboración propia, 2024

M: Mucílago

C: Cáscara

S: Semilla

Tabla 19. Análisis de varianza para evaluar la Vmax óptima de las muestras

FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
<b>Tratamiento</b>	2	0.0231	0.0116	3429.3368	6.9266
<b>Error exp.</b>	12	4.04E-05	3.37E-		
			06		
<b>Total</b>	14				

Fuente: Elaboración propia, 2024

**Conclusión:**

Según la tabla 19 se concluye que existe diferencia altamente significativa entre las Vmax del extracto proveniente de cáscara, de semilla y de mucílago; por lo que, se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey.

- **Tukey en función al Vmax de la cinética enzimática**

**Análisis**

**III - II** 0.0810 > 0.0041 Existe diferencia altamente significativa

**III - I** 0.0853 > 0.0041 Existe diferencia altamente significativa

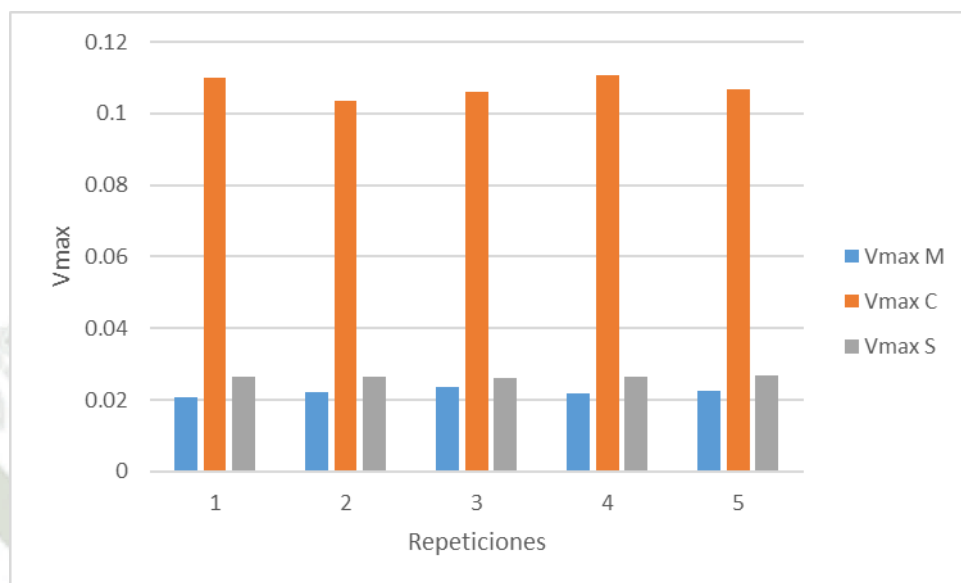
**II - I** 0.0043 > 0.0041 Existe diferencia altamente significativa

**Conclusión:**

C	S	M
III	II	I

Se observa en los resultados obtenidos en la prueba de Tukey que existe diferencia altamente significativa entre la muestra de cáscara (C), mucílago (M) y de semilla (S).

**Figura 9. Registro de Vmax según la región de la fruta.**



Fuente: Elaboración propia, 2024

Vmax M: Vmax de la muestra mucílago

Vmax C: Vmax de la muestra cáscara

Vmax S: Vmax de la muestra semilla

**Interpretación del gráfico:**

En el gráfico se observa que la velocidad máxima varía según la región de la fruta con la que se realiza la cinética enzimática, siendo la de la cáscara la más alta.

- **Actividad enzimática del extracto de mucílago**

Tabla 20. Resultados de actividad enzimática del extracto de mucílago

<b>Actividad enzimática – Ecuación:</b>		
$y = 2.631x + 0.3043$		
<b>Tipos de enzima</b>	<b>Extracto enzimático</b>	
<b>Muestras</b>	<b>Blanco</b>	<b>Enzima</b>
<b>Absorbancia 660 nm</b>	0.474	1.300
<b><math>\Delta</math> Abs 660 nm (y)</b>	0.826	
<b>Actividad enzimática (nkat/ml)</b>	23.95	

Fuente: Elaboración propia, 2024

**Aplicación fórmula**

- **Extracto enzimático**

$$nkat/ml = \frac{(0.47)(0.960)}{(0.050)(10)(0.625)} * 16.67 = 23.95$$

**b) Discusión de resultados**

Para el experimento 1 se tuvo como objetivo evaluar la cinética enzimática para obtener valores de km a partir del extracto de papaína de diferentes regiones de la fruta de papaya arequipeña (*Vasconcellea pubescens*)

En los resultados presentados con referencia a este factor se observa una diferencia altamente significativa entre las regiones de fruta de la cual se obtuvo el extracto (mucílago, cáscara y semilla); por lo que se procedió a realizar una prueba de Tukey para precisar los resultados estadísticamente,

demostrando que la muestra a partir de cáscara presenta un  $K_m$  promedio muy elevado de 4.2104 mg/ml; en comparación a la muestra de mucílago (0.7063 mg/ml) y a la muestra de semillas (0.8472 mg/ml). De igual manera se observa la misma tendencia en los datos de velocidad máxima ( $V_{max}$ ) donde el promedio más elevado se obtuvo de la muestra de la cáscara (0.1074 abs/min); mientras que las muestras de mucílago y semillas están por debajo con datos de 0.0221 abs/min y 0.0264 abs/min respectivamente.

Hafid et al. (2019) realizaron un proceso de extracción y purificación de papaína a partir del látex de *carica papaya* mediante partición trifásica obteniendo como resultado en su cinética enzimática un  $K_m$  de 10.83 mg/ml; mientras que Gutiérrez, Nolasco y Santa Cruz (2017) purificaron por electroforesis en geles de poliacrilamida látex de *Vasconcellea candicans* obteniendo un  $K_m$  de 2.02 mg/ml. Así mismo, la actividad enzimática obtenida de la región de mucílago (23.95 nkat/ml) es competitiva con la obtenida de latex de papaya (23.81 nkat/ml) por Gutierrez et. al (2017).

En comparación con sus resultados, se obtuvo un mejor rendimiento de la cinética enzimática debido a que no se pasó por un proceso de purificación de enzimas, el cual mejora la estabilidad de la enzima, pero degrada en cierta forma la actividad, debido a la manipulación o el uso de solventes, buscando recuperar la mayor cantidad de rendimiento posible (Bajpai, 2014).

### c) Conclusión

Después de analizar los resultados obtenidos se concluye que no existe diferencia entre las muestras de mucílago y semilla con respecto a afinidad y eficiencia de la enzima; por lo que se elegirá el resultado a partir del Km utilizando la región de mucílago de la fruta de papaya arequipeña (*Vasconcellea candicans*), debido a que con un Km promedio de 0.7063 mg/ml obtenido a partir de la tabla 16, presenta buena afinidad con el sustrato caseína junto con una actividad enzimática de 23.95 nkat/ml; además de que se obtiene mayor cantidad de muestra del fruto en comparación a la semilla que es escasa y con un sabor más neutro.

### 3.2.2. Experimento 2: Aplicación a carne de alpaca

Se utilizó el extracto de mucílago obtenido del primer experimento para ablandar carne de alpaca que previamente fue trozada en 3 cortes de 5cm de largo, 3cm de ancho y 2 cm de altura cada una acondicionadas a 37°C. Con una dosis de 15 ml se aplicó de 3 formas diferentes (inmersión, inyección y mixto) en vasos de precipitados de 150 ml por un tiempo de 30 minutos para finalmente medir el cambio entre los milímetros de penetración inicial y final.

a) **Resultados**

- **Datos de milímetros de penetración realizado a cortes de carne de alpaca en un tiempo de 30 min.**

Tabla 21. Datos de milímetros de penetración (mm) inicial sin ablandador brindados por el penetrómetro universal.

Método de aplicación	Milímetros de penetración (mm)				
	R1	R2	R3	R4	R5
<b>Inyección</b>	18.5	19.0	19.5	19.5	19.3
<b>Inmersión</b>	15.8	15.8	16.9	16.9	16.5
<b>Mixto</b>	18.5	18.6	18.4	18.5	18.4

Fuente: Elaboración propia, 2024

Tabla 22. Datos de milímetros de penetración (mm) finales brindados por el penetrómetro universal.

Método de aplicación	Milímetros de penetración (mm)				
	R1	R2	R3	R4	R5
<b>Inyección</b>	22.0	23.5	23.5	23.8	23.6
<b>Inmersión</b>	18.6	18.6	18.5	20.4	19.0
<b>Mixto</b>	19.9	20.8	19.4	20.8	20.4

Fuente: Elaboración propia, 2024

- **Determinación de diferencia entre datos finales e iniciales de milímetros de penetración en los cortes de carne de alpaca.**

Tabla 23. Datos de diferencia de milímetros de penetración (mm) entre iniciales y finales brindados por el penetrómetro universal.

Resultados	Experimento	Método de aplicación		
		Inyección	Inmersión	Mixto
<b>Milímetros de penetración (mm)</b>	2			
	Repetición 1	3.5	2.8	1.4
	Repetición 2	4.5	2.8	2.2
	Repetición 3	4.0	1.6	1.0
	Repetición 4	4.3	3.5	2.3
	Repetición 5	4.3	2.5	2.0
	<b>Promedio</b>	<b>4.12</b>	<b>2.64</b>	<b>1.78</b>

Fuente: Elaboración propia, 2024

Tabla 24. Análisis de varianza para evaluar el método de aplicación óptimo de las muestras.

FV	GL	SC	CM	FC	FT
					<b>1%</b>
<b>Tratamiento</b>	2	14.0093	7.0047	22.4269	6.9266
<b>Error exp.</b>	12	3.7480	0.3123		
<b>Total</b>	14				

Fuente: Elaboración propia, 2024

**Conclusión:**

Según la tabla 24 se concluye que existe diferencia altamente significativa entre los 3 métodos de aplicación a carne de alpaca; por lo que, se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey.

- **Tukey en función de la diferencia de milímetros de penetración**

**Análisis**

**III - II**  $1.4800 > 1.2622$  Existe diferencia altamente significativa

**III - I**  $2.3400 > 1.2622$  Existe diferencia altamente significativa

**II - I**  $0.8600 < 1.2622$  No existe diferencia altamente significativa

**Leyenda:**

IY	$\overline{IM}$	$\overline{M}$
III	II	I

IM: Inmersión

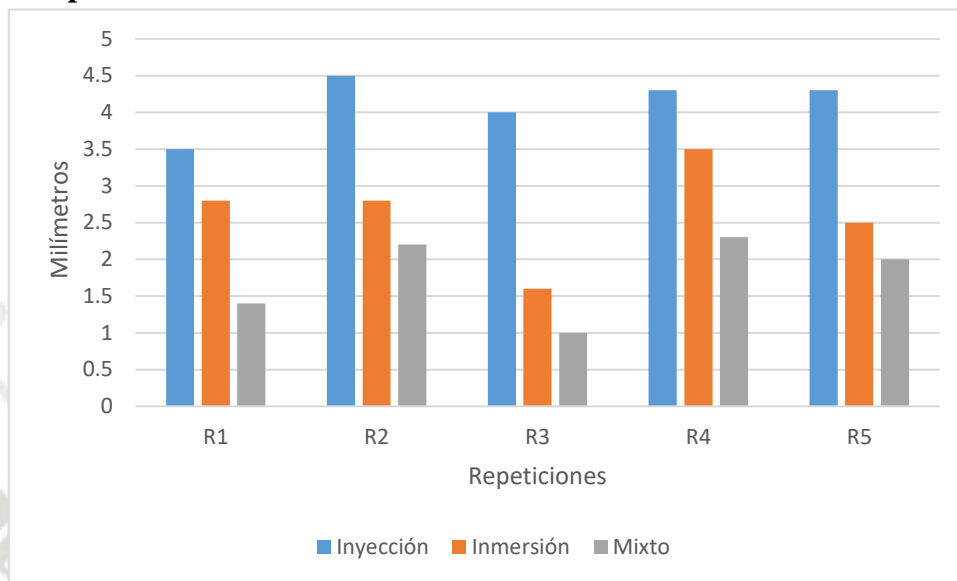
IY: Inyección

M: Mixto

**Conclusión:**

Se observa en los resultados obtenidos en la prueba de Tukey que no existe diferencia altamente significativa entre el método de inmersión y el método mixto.

**Figura 10. Registro de milímetros de penetración según el método de aplicación.**



Fuente: Elaboración propia, 2024

**Interpretación del gráfico:**

En el gráfico se observa que según el método de aplicación varía notoriamente la diferencia de milímetros de penetración siendo la más alta el realizado por inyección.

**b) Discusión de resultados**

El segundo experimento tuvo como objetivo determinar cuál era el mejor método de aplicación con mayor efecto ablandador sobre la carne de alpaca.

Según los resultados obtenidos hubo una diferencia altamente significativa con referencia a la diferencia que hubo entre los milímetros de penetración final e inicial entre los 3 métodos de aplicación siendo la más amplia la de inyección con un promedio de 4.12 mm de diferencia seguido de la inmersión con 2.64 mm y método mixto con 1.78 mm.

Hafid et al. (2019) analizaron la capacidad de ablandamiento de la carne incubándola previamente por 1 hora a 37 °C y usando un penetrómetro obteniendo que la papaína mejoró de 1 a 2 mm de penetración.

Pintado y Salvatierra (2012) realizaron una comparación de diferentes concentraciones de papaína sobre la dureza de carne de alpaca utilizando dos métodos de aplicación (inyección e inmersión) destacando como resultados el método de inyección a una temperatura de 35°C.

En comparación de resultados, se obtuvo de igual manera un buen rendimiento de ablandamiento de la carne de alpaca mediante inyección a una temperatura de 37°C debido a que; según Ashie, Sorensen y Nielsen (2002), la inyección de papaína provoca una reducción de la fuerza de cizallamiento del músculo aumentando la solubilización de los grupos amino libres y la hidroxiprolina hasta que se llega a dar una pérdida de integridad del músculo provocando una mayor ternura en la textura de la carne.

### c) **Conclusión**

Se concluye según el análisis de Tukey que no hay diferencia entre los métodos de inmersión y mixto con respecto a ablandamiento de carne; por lo que se opta por usar el método de inyección debido a su mejor rendimiento tanto visual como en la diferencia de milímetros de penetración más amplio con 4.12 mm en promedio obtenido de la tabla 23.

### 3.2.3. Experimento 3: Comparación con ablandadores comerciales de carne.

Se utilizó el extracto de mucílago y se prepararon diluciones a partir de los ablandadores comerciales para aplicarlas mediante el método de inyección sobre los cortes de carne de alpaca que fueron previamente acondicionadas a 37°C. Con dosis de 5 ml se inyectó los cortes y se les dejó en reposo por 30 minutos en placas de Petri para evaluar el cambio entre los milímetros de penetración tomados al inicio y al final.

#### a) Resultados

- **Datos de milímetros de penetración realizado a cortes de carne de alpaca en un tiempo de 30 min.**

Tabla 25. Datos de milímetros de penetración (mm) inicial sin ablandador brindados por el penetrómetro universal.

Método de aplicación	Milímetros de penetración				
	(mm)				
	R1	R2	R3	R4	R5
<b>Ablanda-sazón</b>	29.2	29.4	29.4	29.3	29.6
<b>Badia tenderizer</b>	30.8	31.0	30.8	31.5	31.8
<b>Papaína</b>	29.6	30.4	30.5	30.1	30.5

Fuente: Elaboración propia, 2024

Tabla 26. Datos de milímetros de penetración (mm) finales brindados por el penetrómetro universal.

Método de aplicación	Milímetros de penetración				
	(mm)				
	R1	R2	R3	R4	R5
<b>Ablanda-sazón</b>	31.9	32.5	32.5	32.2	32.3
<b>Badia tenderizer</b>	33.5	34.0	33.2	34.5	34.6
<b>Papaína</b>	33.0	33.4	33.5	33.5	33.7

Fuente: Elaboración propia, 2024

- **Determinación del cambio entre datos finales e iniciales de milímetros de penetración en los cortes de carne de alpaca.**

Tabla 27. Datos del cambio de milímetros de penetración (mm) entre iniciales y finales brindados por el penetrómetro universal.

Resultados de experimento 3	Tipos de ablandadores		
	Ablanda-sazón	Badia tenderizer	Extracto enzimático
Repetición 1	2.7	2.7	3.4
Repetición 2	3.1	3.0	3.0
Repetición 3	3.1	2.4	3.0
Repetición 4	2.9	3.0	3.4
Repetición 5	2.7	2.8	3.2
<b>Promedio</b>	<b>2.9</b>	<b>2.78</b>	<b>3.2</b>

Fuente: Elaboración propia, 2024

Tabla 28. Análisis de varianza para evaluar el efecto ablandador óptimo sobre la carne de alpaca.

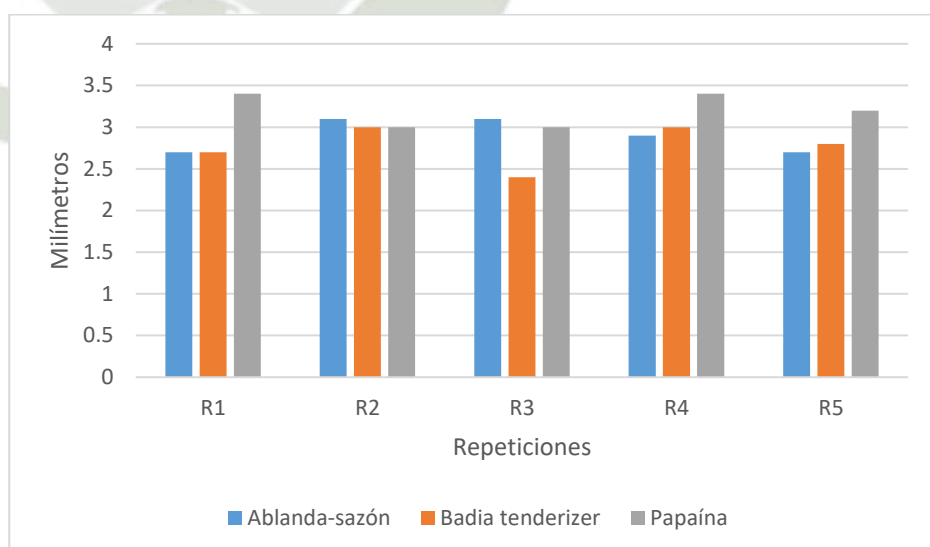
FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
<b>Tratamiento</b>	2	0.4680	0.2340	4.9437	6.9266
<b>Error exp.</b>	12	0.5680	0.0473		
<b>Total</b>	14				

Fuente: Elaboración propia, 2024

**Conclusión:**

Se observa en los resultados de la tabla 28 que no existe diferencia altamente significativa entre todas las muestras evaluadas con respecto a la diferencia de milímetros obtenida; por lo que se puede optar por cualquiera de las 3 muestras.

**Figura 11. Registro de milímetros de penetración según el ablandador de carne empleado.**



Fuente: Elaboración propia, 2024

**Interpretación del gráfico:**

En el gráfico se observa que el efecto ablandador del extracto enzimático obtenido es competitivo a los 2 ablandadores comerciales que se emplearon.

- **Evaluación sobre el efecto en la capacidad de retención de agua de la carne de alpaca**

Tabla 29. Datos de peso inicial y final para evaluación de capacidad de retención de agua a carne de alpaca con ablandadores comerciales.

<b>CRA</b>		<b>Extracto</b>	<b>Ablandador</b>	<b>Ablandador</b>
		<b>enzimático</b>	<b>Aji-no-mix</b>	<b>Badia</b>
<b>Peso inicial</b> (g)	Rep. 1	6.040	6.050	6.005
	Rep. 2	6.029	6.071	6.027
	Rep. 3	6.018	6.075	6.044
	Rep. 4	6.033	6.061	6.043
	Rep. 5	6.037	6.071	6.031
<b>Peso final</b> (g)	Rep. 1	3.960	4.170	4.380
	Rep. 2	4.031	4.250	4.267
	Rep. 3	3.989	4.130	4.338
	Rep. 4	4.086	4.110	4.183
	Rep. 5	4.050	4.180	4.268

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 30. Resultados de evaluación de capacidad de retención de agua a carne de alpaca con ablandadores comerciales.

CRA		Extracto	Ablandador	Ablandador
		enzimático	Aji-no-mix	Badia
<b>Perdida de agua (g)</b>	Rep. 1	2.080	1.880	1.625
	Rep. 2	1.998	1.821	1.760
	Rep. 3	2.029	1.945	1.706
	Rep. 4	1.947	1.951	1.860
	Rep. 5	1.987	1.891	1.763
	<b>Promedio</b>	<b>2.0082</b>	<b>1.8976</b>	<b>1.7378</b>

Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla 31. Análisis de varianza para la evaluación de capacidad de retención de agua en carne de alpaca con ablandadores comerciales.

	FV	GL	SC	CM	FC	FT 1%
<b>Tratamiento</b>	2	0.2364	0.1182	37.1623	6.9266	
<b>Error exp.</b>	12	0.0382	0.0032			
<b>Total</b>	14					

Fuente: Elaboración propia (2024)

### Conclusión:

Según la tabla 31 se concluye que existe diferencia altamente significativa entre los 3 ablandadores con respecto a su efecto sobre

la capacidad de retención de agua en la carne de alpaca; por lo que, se realiza una prueba de comparación de medias de Tukey.

- **Tukey en función de la evaluación sobre el efecto en la capacidad de retención de agua de la carne de alpaca**

**Análisis**

**III - II**  $0.1106 < 0.1274$  No existe diferencia altamente significativa

**III - I**  $0.3038 > 0.1274$  Existe diferencia altamente significativa

**II - I**  $0.1932 > 0.1274$  Existe diferencia altamente significativa

**Leyenda:**

$\bar{E}x$	$A\bar{b}$	Ba
III	II	I

Ex: Extracto enzimático

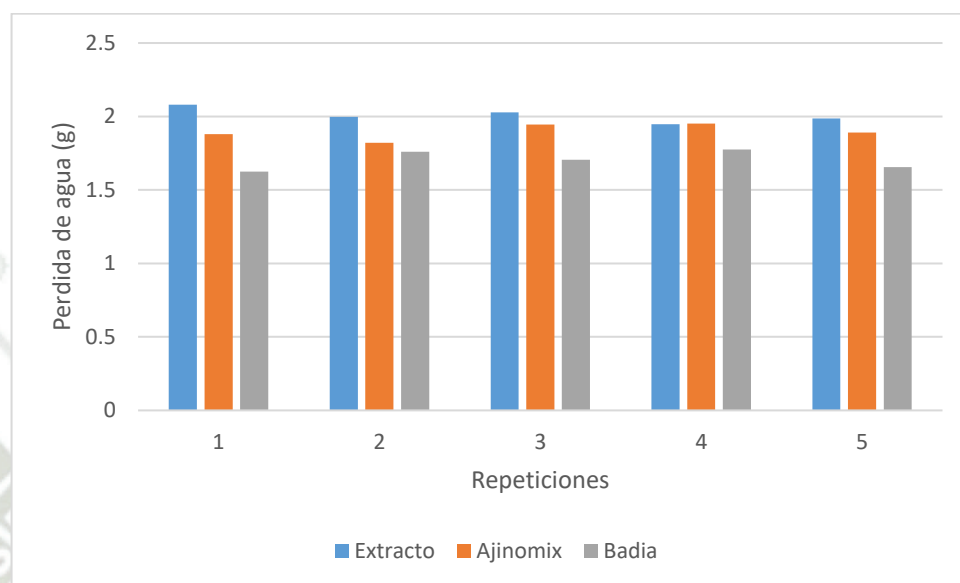
Ab: Ajinomix ablanda sazón

Ba: Badia meat tenderizer

**Conclusión:**

Se observa en los resultados obtenidos en la prueba de Tukey que no existe diferencia altamente significativa entre el efecto sobre la capacidad de retención de agua causado por el extracto enzimático y el ablandador Ajinomix ablanda sazón en la carne de alpaca.

**Figura 12. Registro de pérdida de agua (g) en la evaluación de capacidad de retención de agua.**



Fuente: Elaboración propia, 2024

#### **Interpretación del gráfico:**

En el gráfico se observa que según el ablandador utilizado varía notoriamente los gramos de pérdida de agua con respecto a la capacidad de retención de agua siendo las óptimas, las de extracto y Ajinomix.

#### **b) Discusión de resultados**

El tercer experimento tuvo como objetivo comparar el efecto ablandador del extracto enzimático obtenido previamente contra dos ablandadores de carne comerciales sobre carne de alpaca.

Los resultados demostraron que finalmente no existe diferencia altamente significativa entre el efecto tenderizador del extracto enzimático obtenido con un resultado promedio de 3.2 mm y de los

ablandadores comerciales “Ablanda-sazón” con 2.9 mm y “Badia Tenderizer” con 2.78 mm.

Comparando los resultados obtenidos por Hafid et al. (2019) se observa datos óptimos sobre la carne de alpaca por parte de los 3 ablandadores utilizados debido a que se encuentran por encima de los 2 milímetros de diferencia entre el punto inicial y final tomado debido a que según Pérez-Chabela y Totosaus (2022) el método de inyección aumenta la proteólisis y la solubilidad de proteínas miofibrilares mejorando la calidad de la carne reactivando la actividad enzimática del músculo. Así mismo, la pérdida de agua en la carne de alpaca obtenida de la diferencia de peso inicial y final de la carne a partir de la metodología de Sutton et al. (1997) comprueban la competitividad del extracto enzimático (2.0082 g) obtenido de la tabla 30 frente al ablandador comercial Aji-no-mix (1.8976 g).

### c) **Conclusión**

Según los resultados obtenidos se concluye que no existe diferencia significativa entre el efecto del extracto de mucílago y el ablandador comercial aji-no-mix, incluso siendo superior al ablandador badia tenderizer; por lo que es altamente competitivo para poder ser usado como ablandador de carne.

### 3.3. CARACTERIZACIÓN FINAL: EXTRACTO ENZIMÁTICO

#### 3.3.1. Análisis organoléptico del extracto obtenido

Tabla 32. Análisis organoléptico del extracto de mucílago de la papaya arequipeña.

Características	Resultados
Consistencia	Líquida
Aroma	Característico
Color	Amarillo claro
Olor	Característico
Sabor	Dulce característico

Fuente: Elaboración propia, 2024

#### 3.3.2. Análisis proximal del extracto obtenido.

Tabla 33. Análisis proximal del extracto de mucílago de la papaya arequipeña.

Análisis	Resultados
Humedad	94.25%
Grasa	0.05%
Ceniza	0.51%
Proteínas	0.56%
Carbohidratos	4.63%
Kcal (por cálculo)	21.20

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad de la U.C.S.M., 2024

### 3.3.3. Análisis microbiológico del extracto de mucílago

Tabla 34. Análisis microbiológico del extracto de mucílago

Análisis	Unidad	Resultados
Escherichia coli	NMP/g 44,5 °C	< 3
Aerobios mesófilos	UFC/g	20 x 10 <sup>4</sup>

Fuente: Laboratorio de Control de Calidad de la U.C.S.M., 2024

### 3.3.4. Evaluación de vida útil

Tabla 35. Análisis de vida útil del extracto de mucílago de la papaya arequipeña.

Días / Análisis	pH	°Brix	Acidez titulable
Día 1	4.08	8	4.42
Día 2	4.10	9	4.22
Día 3	4.15	9	4.10
Día 4	4.33	10	3.71
Día 5	4.52	11	3.20
Día 6	4.40	10	3.97
Día 7	4.21	8	5.15
Día 8	4.0	6	5.92

Fuente: Elaboración propia, 2024

### 3.3.5. Evaluación de costo aproximado para el producto final.

Considerando que la materia prima de Papaya arequipeña tiene un costo variable a lo largo del año en la región de Arequipa, y siendo en promedio de S/ 7.00 el kilogramo a la fecha de elaboración del presente trabajo; se obtiene un 17.5% de residuo de mucílago del 100% del peso de la fruta, lo que equivale a una obtención de 175 gramos de 1 kilogramo de papaya arequipeña con un costo aproximado de S/.1.23. De esta cantidad se obtiene aproximadamente 100 ml de producto final que presenta un efecto ablandador para 500 gramos de carne con ayuda de una jeringa. Este precio es competitivo al que presenta los ablandadores comerciales como el de Aji-no-mix con un precio de S/.1.00 usando todo el producto igualmente para 500 gramos de carne.

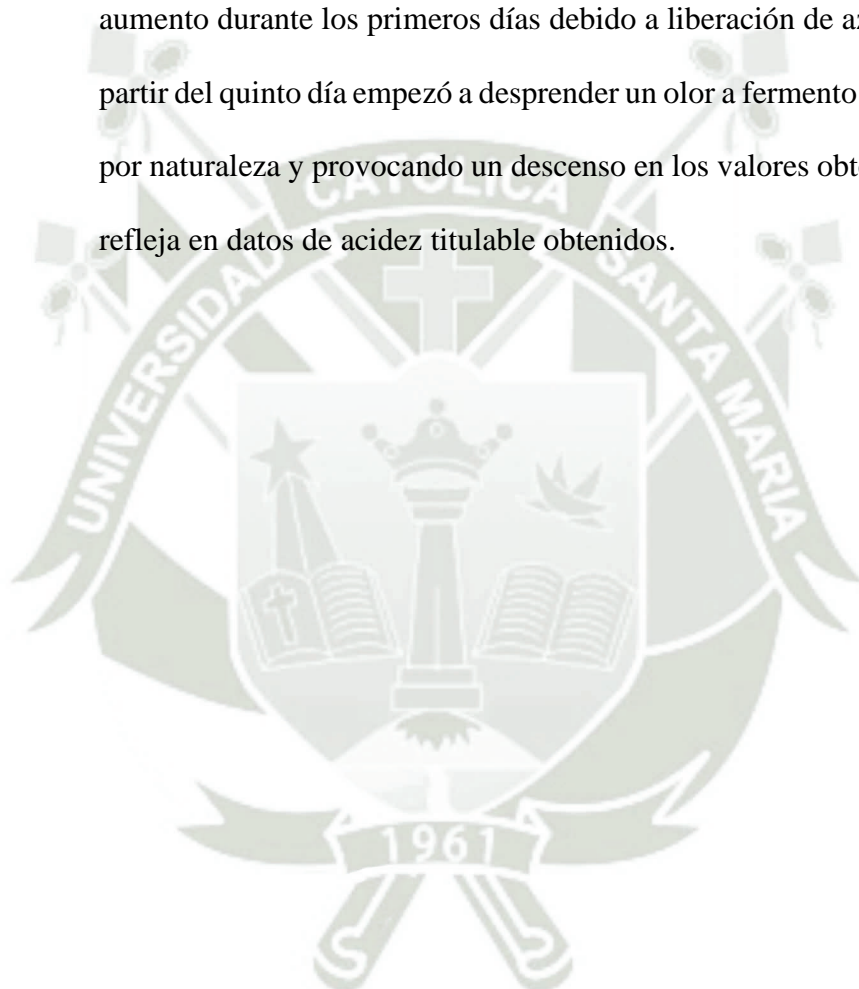
- **Discusión de resultados**

Los resultados obtenidos del análisis proximal aplicado al extracto de mucílago a partir de residuos de papaya arequipeña presentaron una disminución en comparación con el análisis proximal de materia prima en los factores de grasa con una diferencia de 0.07%, ceniza con 0.15% y proteínas con 0.60% debido a que, al realizarse un proceso de filtrado se eliminó una parte de la materia orgánica que contenía estos parámetros y a su vez aumentando el porcentaje de humedad (93.47%).

Para el análisis microbiológico al extracto presentado en la tabla 34 se obtuvo como resultado  $20 \times 10^4$  UFC/g para aerobios mesófilos (calificando como calidad aceptable) y  $< 3$  NMP/g para Escherichia coli (calificando como buena calidad); manteniéndose dentro del margen aceptado por la norma

sanitaria del Ministerio de salud (2008) para alimentos preparados sin tratamiento térmico como extracto presentado en el anexo 2.

En el análisis de vida útil de la tabla 35, se evaluó los cambios del extracto de mucílago a una temperatura ambiente durante 8 días con respecto al pH, °Brix y acidez titulable. Para los indicadores de pH y °Brix se observa un aumento durante los primeros días debido a liberación de azúcares y luego a partir del quinto día empezó a desprender un olor a fermento siendo este ácido por naturaleza y provocando un descenso en los valores obtenidos; lo cual se refleja en datos de acidez titulable obtenidos.



## CONCLUSIONES

**Primera:** Se consiguió obtener un extracto enzimático a partir de cada residuo de papaya arequipeña (*Vasconcellea pubescens*), siendo la parte del mucílago la que presentó una cinética enzimática óptima al presentar una mejor afinidad por el sustrato de caseína con un Km promedio de 0.7063 mg/ml y una velocidad máxima promedio de 0.0221 Abs/min con una actividad enzimática de 23.95 nkat/ml.

**Segunda:** Para el segundo experimento se determinó que el mejor método de aplicación con un mayor efecto ablandador sobre la carne de alpaca es el de inyección al usar 15 ml de solución del extracto de papaína obtenido previamente obteniendo un ablandamiento promedio de 4.12 mm en un tiempo de 30 min.

**Tercera:** En el tercer experimento se comparó el efecto ablandador del extracto obtenido con ablandadores comerciales (“Ajinomix-Ablanda sazón” y “Badia-meat tenderizer”) y su capacidad de retención de agua, demostrando que no hubo una diferencia significativa entre ellos y que es altamente competitivo con respecto a su efecto ablandador sobre la carne de alpaca con una dosis de 5 ml mediante el método de inyección.

## RECOMENDACIONES

Para el siguiente trabajo de investigación se recomienda:

- Realizar una aplicación del extracto enzimático de mucílago de papaya arequipeña en otras carnes como vicuña para analizar su efecto ablandador.
- Se recomienda realizar un análisis comparativo de distintos tipos de envases para el almacenamiento del extracto enzimático de mucílago. Esta evaluación permitirá identificar la opción que mejor preserve las propiedades del extracto, minimizando el riesgo de fermentación y asegurando su estabilidad durante el almacenamiento.
- Se recomienda evaluar métodos de conservación como la liofilización u otras técnicas de secado que permitan extender la vida útil del extracto enzimático de mucílago. La implementación de estos métodos podría reducir la actividad microbiana y ralentizar procesos de degradación, manteniendo la funcionalidad enzimática durante periodos más prolongados.
- Se sugiere realizar un análisis de normativas nacionales e internacionales, así como de posibles presentaciones comerciales, que permitan asegurar la calidad y conformidad del extracto enzimático de papaya para su futura comercialización. Esta evaluación facilitará el cumplimiento de los estándares legales y de mercado, optimizando las posibilidades de éxito del producto en distintas regiones y segmentos.
- Se sugiere explorar otros posibles usos del extracto enzimático de mucílago más allá de ser un ablandador de carne para su aplicación en la industria alimentaria como la producción de productos cárnicos mejorados, cuajos o clarificadores de cerveza.

## REFERENCIAS

- Agustín, S. (2018). Estabilidad catalítica del dominio de unión a ATP de una ATPasa transportadora de Cu (I) del arquea hipertermófila *Archaeoglobus fulgidus*. Universidad de Buenos Aires. P. 62.
- AOAC. (1990). Determinación de humedad o contenido de agua del alimento, 964.22.
- Arellano, J. (2019). Extracción de la enzima papaína presente en el Chilacuan (*Vasconcellea pubescens*) como alternativa de cuajo vegetal. Tesis de pregrado. Recuperado de: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/877/1/009%20Extracci%C3%B3n%20de%20la%20enzima%20papa%C3%ADna%20presente%20en%20el%20chilacuan.pdf>
- Aréstegui, D. (2005). Alpaca and vicuña General perspectives In Proceedings. ICAR/PAO Technical series (11), 31-36.
- Artes, H. (2007). Determinación de la calidad y madurez de frutas y hortalizas. En A. H.F., Determinación de la calidad y madurez de frutas y hortalizas (págs. 1-8). Cartagena-España.
- Asensio, L. (2022). Evaluación fisicoquímica de la papaya de monte (*Carica pubescens*) en dos estados de madurez. Tesis de Pregrado.
- Ashie I., Sorensen T. y Nielsen P. (2002). Effects of Papain and a Microbial Enzyme on Meat Proteins and Beef Tenderness. J. Food Sci. 67 (6) (2002) 2138-2142. Recuperado de: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb09516.x>
- Badillo, V. (2000). Carica L. vs. Vasconcellea St. Hil. (*Caricaceae*) con la rehabilitación de este último. *Ernstia*: 10, 74-79.

- Badui, D. (2006). *Química de los alimentos*. Ciudad de México, México: *Pearson education*.
- Bajpai, P. (2014). *Xylanolytic Enzymes*. Purification of Xylanases (pp. 53-61). Academic Press (Ed). Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/C2013-0-18577-7>
- Bermudez, F. y Lipe, R. (2005). Estudio preliminar de la actividad proteolítica de la enzima papaína sobre cicatrices de tipo queloides y estrías. Tesis de pregrado.
- Betim C., Carielo, G., Silva, J. y Maróstica, R. (2016). Enzymes in meat processing. *Enzymes in Food and Beverage Processing* (pp. 538). New York: CRC Press.
- Braia, M., Ferrero, M., Rocha, M. V., Loureiro, D., Tubio, G., y Romanini, D. (2013). Bioseparation of papain from *Carica papaya* latex by precipitation of papain–poly (vinyl sulfonate) complexes. *Protein Expression and Purification*, 91(1), 91–95.
- Buzeta, P. y Eyheralde C. (1982). Efectos de la ubicación geográfica, época de cosecha, sexo y edad de la planta sobre la calidad de la papaya (*Carica candamarcensis* Hook. f.). Tesis de pregrado. Santiago, Chile (1982).
- Brands, S.J. (1989-Present). *Systema Naturae 2000*. Amsterdam. The Netherlands
- CAF. (1992). *Manual técnico del cultivo de chamburo*. Centro Agrícola de Quito, Corporación Andina de Fomento, Quito, Ecuador.
- Cerna Meléndez, A. (2019). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de licor de crema de papaya arequipeña (*Carica pubescens*) en la ciudad de Arequipa. Tesis de pregrado. Recuperado de: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/8626>
- Conesa, C. (2018). Aprovechamiento de residuos en la industria hortofrutícola. Recuperado de: <https://www.bibliotecahorticultura.com/wp-content/uploads/2018/02/CONESA->

DOM% C3% 8DNGUEZ-Claudia.-Febrero-2018.-Aprovechamiento-de-residuos-en-  
la-industria-hortofrut% C3% ADcola-Presentaci% C3% B3n.pdf

Chauca Vela, Z. (2018). Mejoramiento de la textura de carne de vacuno con el uso de la  
enzima proteolítica (papaína). (Tesis de pregrado). Recuperado de:  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3682>

Cristofanelli, S., Antonini, M., Torres, D., Polidori, P. & Renieri, C. (2005). Meat and  
Carcass quality from Peruvian llama (*Lama glama*) and alpaca (*Lama pacos*). *Small  
Ruminant Research*, 58, 219-222.

CYTED (2016). Aprovechamiento de subproductos y valorización de recursos autóctonos:  
interrelación investigación-producción-desarrollo y sociedad. Pág. 16, 1ª Edición.  
Recuperado de:  
<https://www.cytcd.org/sites/default/files/Aprovechamiento%20de%20subproductos%20y%20valorizacion%20de%20recursos%20autoctonos%20interrelacion%20investigacion%20-%20produccion%20-%20desarrollo%20y%20sociedad.pdf>

Enmachaucataype, F. (2014). Proyecto de pre-factibilidad para la instalación de una planta  
industrial procesadora de néctar de papaya arequipeña (*Carica papaya arequipensis*)  
enriquecida con quinua (*Chenopodiumquinoawilld*) en la ciudad de Arequipa. Tesis  
de pregrado. Recuperado de:  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3961/IQchtafe034.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fairfield, T. (2006). The politics of livestock sector policy and the rural poor in Peru. *Food  
and Agriculture Organization - Animal Production and Health Division* (32), 70

- Fernández-Baca, S. (2005). Situación actual de los Camélidos Sudamericanos en Perú (Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina TCP/RLA/2914). Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Flores, J. (2018). Actividad proteolítica de la papaína extraída de la papaya (*Carica papaya*) variedad común en el ablandamiento de la carne de sajino (*Tayassu tacaju*). TZHOECOEN, 10(4), 610–629. Recuperado de: <https://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/952>
- Flores, J.; Herrera, M.; Paredes, D.; Peña, J. y Romero, R. (2017). Mermelada de papaya arequipeña apta para diabéticos “Misk’i”. Tesis de pregrado. Recuperado de: [http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3091/3/2017\\_Herrera-Macedo.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3091/3/2017_Herrera-Macedo.pdf)
- Gomes, M., Dias R., Lopes, H., Pereira, A., Furtado, C., Tereza, M., Salas, C. y Pinto, R. (2008). Purification, crystallization and preliminary X-ray analysis of CMS1MS2: a cysteine proteinase from *Carica candamarcensis* latex, Acta Crystallogr. Sect. F. Struct. Biol. Cryst. Commun.: 64(6), 492-494
- Guerra, S. (2017). Efecto de la papaína residual en la textura y color de carne de alpaca (*Vicugna pacos*). Tesis de maestría. Recuperado de: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UJCM\\_1f9668bd58f3f4e72fc619e3b2d6845b](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UJCM_1f9668bd58f3f4e72fc619e3b2d6845b)
- Gutierrez, A. y Santa Cruz, C. (2017). Activity of papain from latex of *Vasconcellea Candicans* (a. gray) a. dc 1864 “Mito” and biometric analysis of fruit. The Biologist (Lima), 14(2), jul-dec: 327-337.
- Hafid, K., John, J., Mansour Sayah, T., Domínguez, R., Becila, S., Lamri, M. y Gagaoua, M. (2019). One-step recovery of latex papain from *Carica papaya* using Three Phase

Partitioning and its use as milk-clotting and meat-tenderizing agent. *International Journal of Biological Macromolecules*.

Hernández, E., Carlos, N., Inostroza, L., Bautista, N., Byrne, R., Alencastre, A., Peña, M. y Sueros, S. (2014). Evaluación química y tecnológico-nutricional de “papaya de altura” (*Carica pubescens*). *Ciencia e Investigación* 2014; 17(2): 88-91.

Instituto Nacional de Innovación Agraria (2018). Catálogo de la colección de Papaya Serrana (*Vasconcellea Pubescens* A. DC.). Perú ,16-17.

Instituto Nacional de Salud. (2017). Tablas peruanas de composición de alimentos. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Perú, 36. Recuperado de: <https://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/20.500.14196/1034/tablas-peruanas-QR.pdf>

Izquierdo, A. (2012). Cinética enzimática. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Kiger, M. (1988). La papaya, alternativas de industrialización. *Chile Hortofrutícola*: 2(10), 39-42.

Lehninger, A., Nelson, D., Cox, M. (2006). Principios de Bioquímica, 4º Edición, Ed. Omega, Barcelona, p. 193-194.

Ministerio de Desarrollo Agricultura Y Riego [MINAGRI] - Dirección General de Estadística, Seguimiento y Evaluación de Políticas - Dirección de Estadística e Información Agraria. (2021). Compendio Anual “Producción Agrícola” 2021. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/midagri/informes-publicaciones/2730325-compendio-anual-de-produccion-agricola>

Ministerio de Salud. (2008). Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consume humano, NTS

N°71-MINSA/DIGESA-V.01. Perú: Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria

National Research Council. (1989). Highland papayas. En: Ruskin, F.R. (ed), Lost crops of the Incas: little-known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation (pp. 252-261). National Academy Press, Washington, DC, USA.

Negrón G. (2014). Diseños óptimos para el modelo de Michaelis- Menten. Tesis de Maestría. Recuperado de:

[https://cimat.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1008/479/1/TE\\_1534.pdf](https://cimat.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1008/479/1/TE_1534.pdf)

Nitsawang, S., Hatti-Kaul, R., y Kanasawud, P. (2006). Purification of papain from *Carica papaya* latex: Aqueous two-phase extraction versus two-step salt precipitation. *Enzyme and Microbial Technology*, 39(5), 1103–1107.

Pacheco, E. (2012). Estudio investigativo de la carne de alpaca e introducción a la gastronomía ecuatoriana. Tesis de pregrado.

Pérez, M. y Totosaus A. (2022). Métodos de ablandamiento de la carne y su efecto sobre la textura. *Nacameh*, Vol. 16, No. 2, pp. 61-76. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.

Pintado, V. y Salvatierra, L. (2012). Efecto de la concentración de papaína sobre la dureza de la carne de alpaca (*Vicugna pacos*). Tesis de Pregrado. Universidad Señor de Sipán.

Purwanto, M. (2016). The Role and Efficiency of Ammonium Sulphate Precipitation in Purification Process of Papain Crude Extract. *Procedia Chemistry*, 18, 127–131.

Quino, J., Yácono, J. y Zelada, M. (2010). Purificación de papaína a partir de látex seco: Un estudio piloto. *Ingeniería Industrial* 28, pp. 177-193.

- Ramírez F. (2019). La papaína y su potencial como producto de valor agregado en Costa Rica. Universidad de Química y Tecnología. Praga. Recuperado de: 10.13140/RG.2.2.32076.46729
- Repo, R., Zelada, E., & René, C. (2012). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 108-124. Obtenido de Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas
- Salvá, B., Zumalacárregui, J., Figueira, A., & Osorio, M. (2009). Nutrient composition and technological quality of meat from alpacas reared in Peru. *En Journal Meat Science*, 82(4), 450-455. doi:10.1016 / j.meatsci.2009.02.015
- Scheldeman, X., Willemen, L., Coppens d'Eeckenbrugge, G., RomeijnPeeters, E., Restrepo, M.T., Romero Motoche, J., ... Goetgebeur, P. (2007). Distribution, diversity and environmental adaptation of highland papayas (*Vasconcellea* spp.) in tropical and subtropical America. *Biodivers Conserv*, 16, 1867–1884.
- Sinche, M. (2009). Aislamiento, purificación parcial y caracterización cinética de las proteasas presentes en el látex de los frutos de una planta del género *Vasconcellea*. Ingeniero Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador.
- Sigma. 1999. Enzymatic Assay of Protease. Sigma Quality Control Test Procedure: SSCASE01.001. 4 pp. Recuperado de: [http://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigmaaldrich/docs/Sigma/Enzyme\\_Assay/p5459enz.pdf](http://www.sigmaaldrich.com/content/dam/sigmaaldrich/docs/Sigma/Enzyme_Assay/p5459enz.pdf)
- Sutton D.S., Ellis M., Lan Y., Mckeith F.K., y Wilson E.R. (1997). Influence of slaughter weith stress gene genotype on the water-holding capacity protein gel characteristics of three porcine muscles. *Meat Science*. 46 (2):173-180.

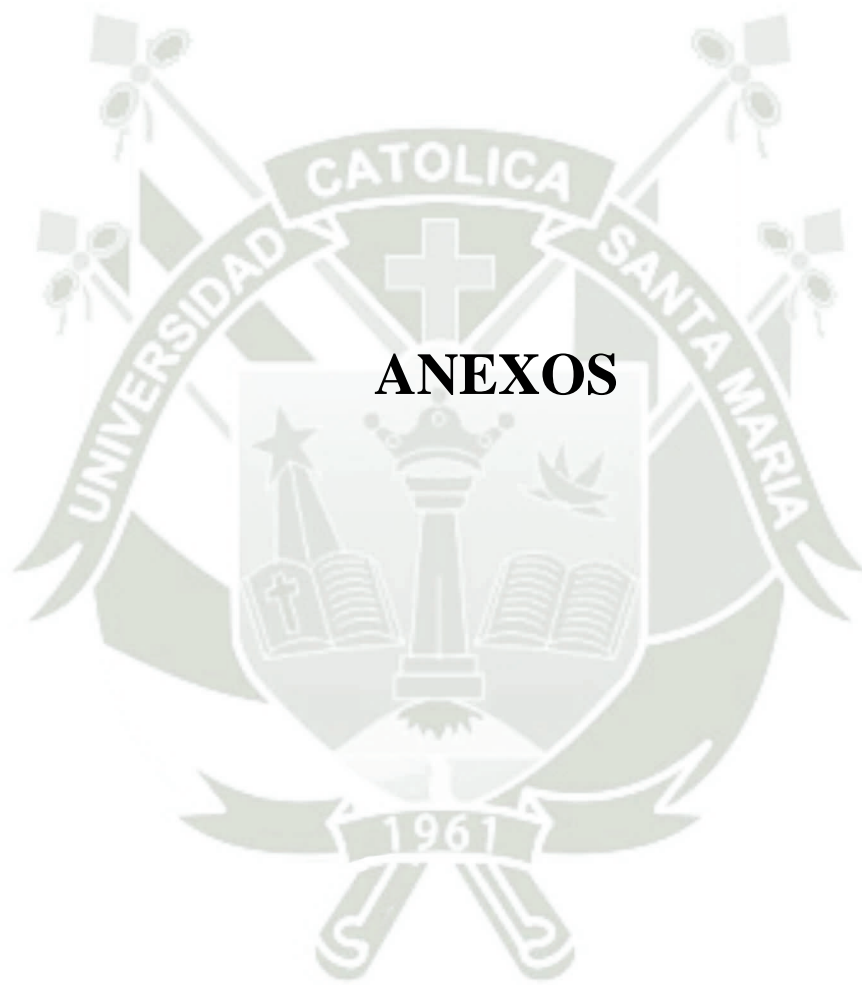
Tapia, M. (2000). Cultivos Andinos Subexplotados y su Aporte a la Alimentación, FAO, Segunda Edición, Santiago Chile. Recuperado de: [www.rlc.fao.org](http://www.rlc.fao.org), revisado el 24 de agosto del 2010.

Torres, M., Trejo, S., Obregón, W., Avilés, F., López, L. y Natalucci, C. (2012). Characterization of the proteolytic system present in *Vasconcellea quercifolia* latex. *National University of La Plata*, 236, 1471–1484. Recuperado de: <https://doi.org/10.1007/s00425-012-1701-3>

Van den Eynden, V., Cueva, E. y Cabrera, O. (1999). Plantas silvestres comestibles del sur del Ecuador – wild edible plants of southern Ecuador. Ediciones Abya-Yala, Quito, Ecuador.

Yu, L., y Zhang, H. (2020). Separation and Purification of Papain Crude Extract from Papaya Latex Using Quaternary Ammonium Ionic Liquids as Adjuvants in PEG-Based Aqueous Two-Phase Systems. *Food Analytical Methods*.

Zapana, J. (2011). Elaboración de néctar de papaya de montaña (*carica pubescens*) y evaluación de su vida en anaquel en tres tipos de envase. (Tesis de pregrado). Recuperado de: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3369/Zapana\\_Guillen\\_Janet.pdf?sequence=1&isAllowed=](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3369/Zapana_Guillen_Janet.pdf?sequence=1&isAllowed=)



## ANEXOS

### Anexo 1: Ficha técnica del producto final

---

#### FICHA TÉCNICA

---

**NOMBRE DEL PRODUCTO** Extracto enzimático de mucílago de papaya arequipeña.




---

**DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO** Extracto enzimático a partir de residuo mucílago de la papaya arequipeña para su uso como ablandador de carne de alpaca.

---

**COMPOSICIÓN DEL PRODUCTO** Producto elaborado solamente a base de mucílago residual de la papaya arequipeña previamente filtrado.

---

**CARACTERÍSTICAS** Consistencia: líquida

**ORGANOLÉPTICAS** Color: amarillo claro

Olor: Característico

Sabor: Dulce característico

---

---

**APLICACIONES**

Su aplicación se realiza por medio de  
  
inyección a carne en general por un tiempo  
  
de 30 min

---

**PRESENTACIÓN**

Envases de 100 ml

---

**MODO DE EMPLEO**

Se recomienda inyectar una dosis de 20 ml  
  
por cada 100 g y dejar reposar un tiempo  
  
mínimo de 15 minutos.

---

**LUGAR DE ELABORACIÓN**

Producto elaborado en el Laboratorio de  
  
Investigación del Campus de Parque  
  
Industrial de UCSM.

---

**TIEMPO DE VIDA ÚTIL**

5 días a partir de su fecha de elaboración

---

**ALMACENAMIENTO**

Refrigeración entre 4 a 6 °C, alejado de la  
  
luz en un lugar ventilado.

---

## Anexo 2: Informes de análisis de laboratorio

- Análisis físico – químico de semilla de papaya arequipeña



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS  
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166  
✉ laboratoriodensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apdo. 1350  
AREQUIPA - PERU



### INFORME DE ENSAYO N° ANA05I24.005418C

#### INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

**Nombre del cliente** : José Rodríguez Theran  
**Dirección del cliente** : Calle Justicia 200 ASA  
**RUC** : No corresponde  
**Identificación del contacto** : José Rodríguez Theran  
**Descripción de la muestra** : Semilla

#### INFORMACIÓN DEL ENSAYO

**Condición del muestreo** : Por el cliente  
**Tamaño de muestra** : 50 g  
**Fecha de recepción** : 05/09/2024  
**Fecha de ejecución de ensayo** : 05/09/2024 al 12/09/2024  
**Fecha de emisión de informe** : 12/09/2024  
**Página** : 1 de 1

#### I. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE PROTEINAS Método Kjeldahl, A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.	%	11,20
DETERMINACIÓN DE GRASA Adaptado del Método gravimétrico NTP 209.263.2001	%	0,19

#### OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

O.F. Ricardo A. Abril Ramírez  
CGPDA 00424  
ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC



- Análisis físico – químico de mucílago de papaya arequipeña



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS  
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 + 51 54 362038 ANEXO 1166  
laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe http://www.ucsm.edu.pe Aptdo. 1350  
AREQUIPA - PERU



**INFORME DE ENSAYO N° ANA05I24.005418A**

**INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE**

**Nombre del cliente** : José Rodríguez Theran  
**Dirección del cliente** : Calle Justicia 200 ASA  
**RUC** : No corresponde  
**Identificación del contacto** : José Rodríguez Theran  
**Descripción de la muestra** : Mucilago

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO**

**Condición del muestreo** : Por el cliente  
**Tamaño de muestra** : 50 g  
**Fecha de recepción** : 05/09/2024  
**Fecha de ejecución de ensayo** : 05/09/2024 al 12/09/2024  
**Fecha de emisión de informe** : 12/09/2024  
**Página** : 1 de 1

**I. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:**

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE PROTEINAS Método Kjeldahl, A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.	%	1,17
DETERMINACIÓN DE GRASA Adaptado del Método gravimétrico NTP 209.263.2001	%	0,17

**OBSERVACIONES:**

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

- Análisis físico – químico de cáscara de papaya arequipeña



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS  
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166  
✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apldo. 1350  
AREQUIPA - PERU



**INFORME DE ENSAYO N° ANA05I24.005418B**

**INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE**

**Nombre del cliente** : José Rodríguez Theran  
**Dirección del cliente** : Calle Justicia 200 ASA  
**RUC** : No corresponde  
**Identificación del contacto** : José Rodríguez Theran  
**Descripción de la muestra** : Cáscara

**INFORMACIÓN DEL ENSAYO**

**Condición del muestreo** : Por el cliente  
**Tamaño de muestra** : 50 g  
**Fecha de recepción** : 05/09/2024  
**Fecha de ejecución de ensayo** : 05/09/2024 al 12/09/2024  
**Fecha de emisión de informe** : 12/09/2024  
**Página** : 1 de 1

**I. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:**

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
<b>DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS</b> Método Kjeldahl, A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.	%	1,26
<b>DETERMINACIÓN DE GRASA</b> Adaptado del Método gravimétrico NTP 209.263.2001	%	0,17

**OBSERVACIONES:**

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

- Análisis físico - químico de papaya arequipeña



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS  
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 362038 ANEXO 1168  
✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350  
AREQUIPA - PERÚ



INFORME DE ENSAYO N° ANA11A24.005149

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : José Stev Rodríguez Theran  
Dirección del cliente : Atahualpa Esq. Justicia Arequipa  
RUC : No corresponde  
Identificación del contacto : José Stev Rodríguez Theran  
Descripción de la muestra : Papaya Arequipeña

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente  
Tamaño de muestra : 100 g  
Fecha de recepción : 11/01/2024  
Fecha de ejecución de ensayo : 11/01/2024 al 18/01/2024  
Fecha de emisión de informe : 22/01/2024  
Página : 1 de 1

I. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE PROTEINAS Método Kjeldahl, A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.	%	1,16
DETERMINACION DE HUMEDAD Official Methods of Analysis. 1990. Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Vol. II. Method 925.45D. USA. p. 1010 - 1011.	%	93,47
DETERMINACIÓN DE GRASA Adaptado del Método gravimétrico NTP 209.263.2001	%	0,12
DETERMINACIÓN DE CENIZA Método gravimétrico adaptado de NTP 209.265.2001	%	0,66
DETERMINACION DE HIDRATOS DE CARBONO Alimentos Cocidos De Reconstitución Instantánea, Por cálculo	%	4,59
CONTENIDO CALORICO (Por cálculo)	KCAL %	24,10

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad.

Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez  
CQFPA 00624  
ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC



- Análisis físico – químico de extracto de mucílago de papaya arequipeña



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS  
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 352038 ANEXO 1168  
✉ laboratoriodensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Apto. 1350  
AREQUIPA - PERU



INFORME DE ENSAYO N° ANA11A24.005153

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

Nombre del cliente : José Stev Rodríguez Theran  
Dirección del cliente : Atahualpa Esq. Justicia Arequipa  
RUC : No corresponde  
Identificación del contacto : José Stev Rodríguez Theran  
Descripción de la muestra : Extracto papaya

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Condición del muestreo : Por el cliente  
Tamaño de muestra : 120 mL  
Fecha de recepción : 11/01/2024  
Fecha de ejecución de ensayo : 11/01/2024 al 18/01/2024  
Fecha de emisión de informe : 22/01/2024  
Página : 1 de 1

I. ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
DETERMINACIÓN DE PROTEINAS Método Kjeldahl, A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.	%	0,56
DETERMINACION DE HUMEDAD Official Methods of Analysis. 1990. Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Vol. II. Method 925.45D. USA. p. 1010 - 1011.	%	94,25
DETERMINACIÓN DE GRASA Adaptado del Método gravimétrico NTP 209.263.2001	%	0,05
DETERMINACIÓN DE CENIZA Método gravimétrico adaptado de NTP 209.265.2001	%	0,51
DETERMINACION DE HIDRATOS DE CARBONO Alimentos Cocidos De Reconstitución Instantánea, Por cálculo	%	4,63
CONTENIDO CALORICO (Por cálculo)	KCAL %	21,20

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

Q.F. Ricardo A. Abril Ramírez  
COFDA 00624  
ESPECIALISTA EN CONTROL DE  
CALIDAD LECC



- Análisis microbiológico de papaya arequipeña



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS  
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166  
✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350  
AREQUIPA - PERÚ



INFORME DE ENSAYO N° ANA04K24A

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

**Nombre del cliente** : José Ramírez Therán  
**Dirección del cliente** : Calle Justicia N° 200 ASA  
**RUC** : No corresponde  
**Identificación del contacto** : José Ramírez Terán  
**Descripción de la muestra** : Papaya arequipeña

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

**Condición del muestreo** : Por el cliente  
**Tamaño de muestra** : 250 g  
**Fecha de recepción** : 04/11/2024  
**Fecha de ejecución de ensayo** : 04/11/2024 al 11/11/2024  
**Fecha de emisión de informe** : 11/11/2024  
**Página** : 1 de 1

I. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
NUMERACION DE <i>E. coli</i> ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 138-142 II ED (Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia	NMP/g 44,5 °C	< 3
DETECCION DE <i>Salmonella sp</i> ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 172-178(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	ausencia/ presencia en 25 g	Ausencia

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

F. Ricardo A. Abril Ramírez  
CQFDA 00424  
ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC



- Análisis microbiológico de extracto de mucílago de papaya arequipeña



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
FACULTAD DE CIENCIAS FARMACEUTICAS, BIOQUIMICAS Y BIOTECNOLOGICAS  
LABORATORIO DE ENSAYO Y CONTROL DE CALIDAD

Urb. San José S/N Umacollo CAMPUS UNIVERSITARIO H-204/205 ☎ + 51 54 382038 ANEXO 1166  
✉ laboratoriodeensayo@ucsm.edu.pe 🌐 http://www.ucsm.edu.pe 📄 Aptdo. 1350  
AREQUIPA - PERÚ



INFORME DE ENSAYO N° ANA04K24B

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE

**Nombre del cliente** : José Ramírez Therán  
**Dirección del cliente** : Calle Justicia N° 200 ASA  
**RUC** : No corresponde  
**Identificación del contacto** : José Ramírez Terán  
**Descripción de la muestra** : Extracto de mucílago

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

**Condición del muestreo** : Por el cliente  
**Tamaño de muestra** : 250 g  
**Fecha de recepción** : 04/11/2024  
**Fecha de ejecución de ensayo** : 04/11/2024 al 11/11/2024  
**Fecha de emisión de informe** : 11/11/2024  
**Página** : 1 de 1

I. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

ANÁLISIS	UNIDADES	RESULTADO
NUMERACION DE <i>E. coli</i> ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 138-142 II ED (Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia	NMP/g 44,5 °C	< 3
NUMERACION DE MICROORGANISMOS AEROBIOS MESOFILOS VIABLES ICMSF Vol. I Ed. II Met 1 pág. 120-124(Trad. 1978) Reimp 2000, Ed Acribia)	UFC/g	20 x 10 <sup>4</sup>

OBSERVACIONES:

- La información proporcionada por el cliente es de responsabilidad exclusiva del mismo.
- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento previo y transporte de la muestra hasta el ingreso al LECC son responsabilidad del solicitante y los resultados emitidos en el presente informe se refieren a la muestra tal como se recibió.
- Los resultados emitidos en el presente informe se relacionan únicamente a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este documento no debe ser reproducido, sin autorización escrita del Laboratorio de Ensayo y Control de Calidad

O F. Ricardo A. Abril Ramírez  
CQFDA 00424  
ESPECIALISTA EN CONTROL DE CALIDAD LECC



**Anexo 3: Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano.**

NTS N° 071 - MINSA/DIGESA-V.01  
NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g o mL	
					m	M
Aerobios mesófilos (*)	2	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia /25 g ó mL	-----
(*) Determinación en el contenido del huevo.						
<b>XII.2 Huevo (clara y/o yema) y ovo productos pasteurizados, líquidos, congelado y/o deshidratado.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g o mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	5 x 10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>
Mohos (*)	2	3	5	2	10	10 <sup>7</sup>
Coliformes	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g ó mL	-----
(*) Sólo para productos deshidratados.						
<b>XIII. ESPECIAS, CONDIMENTOS Y SALSAS.</b>						
<b>XIII.1 Mayonesa y otras salsas a base de huevos.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 <sup>4</sup>	5 x 10 <sup>4</sup>
Levaduras	2	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	-----
<b>XIII.2 Salsas (de tomate, picantes, de tamarindo, de mostaza) y aderezos industrializados.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g ó mL	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Levaduras	2	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Coliformes	5	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<b>XIII.3 Productos a base de soja fermentada: soja fermentada, cuajada (queso de soja), pasta, salsa shiitao, otros.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g ó mL	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>
Coliformes	5	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	-----
<b>XIII.4 Especies y condimentos deshidratados.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
Coliformes	5	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Escherichia coli</i> (*)	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	-----
(*) Sólo para los productos de consumo directo.						
<b>XIV. FRUTAS, HORTALIZAS, FRUTOS SECOS Y OTROS VEGETALES.</b>						
<b>XIV.1 Frutas y hortalizas frescas (sin ningún tratamiento).</b>						



HERNANDEZ C



C. Reyes J.

NTS N° 071 - MINSA/DIGESA-V.01  
NORMA SANITARIA QUE ESTABLECE LOS CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE CALIDAD SANITARIA E INOCUIDAD  
PARA LOS ALIMENTOS Y BEBIDAS DE CONSUMO HUMANO

Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	
<b>XIV.2 Frutas y hortalizas frescas semiprocesadas (lavadas, desinfectadas, peladas, cortadas y/o precocidas) refrigeradas y/o congeladas.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	1	3	5	3	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	
<i>Listeria monocytogenes</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia /25 g	
(*) Solo para frutas y hortalizas de tierra (a excepción de las precocidas).						
<b>XIV.3 Frutas y hortalizas desecadas, deshidratadas o liofilizadas.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Levaduras	2	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	5 x 10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	
<b>XIV.4 Frutas y hortalizas en vinagre, aceite o salmuera o fermentadas.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Levaduras	3	3	5	1	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
<b>XIV.5 Frutos secos (dátiles, tamarindo, otros) y semillas (castañas, maní, pecanas, nuez, almendras, otros).</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Levaduras	3	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<b>XIV.6 Mermelada, jaleas y similares.</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
Levaduras	3	3	5	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<b>XV. ALIMENTOS ELABORADOS</b>						
<b>XV.1. Alimentos preparados sin tratamiento térmico (ensaladas crudas, mayonesas, salsa de papa huancaína, ocopa, aderezos, postres, jugos, yogurt de fabricación casera, otros). Alimentos preparados que llevan ingredientes con y sin tratamiento térmico (ensaladas mixtas, palta rellena, sándwich, cebiche, postres, refrescos, otros).</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g ó mL	
					m	M
Aerobios mesófilos (*)	2	3	5	2	10 <sup>5</sup>	10 <sup>6</sup>
Coliformes	5	3	5	2	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 <sup>2</sup>
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	
(*) No procede para el caso de yogurt de fabricación casera.						



HERNANDEZ C



C. Reyes J.

**Anexo 4: Norma Técnica Peruana NTP 011.009 (Frutas frescas. Papayas. Requisitos)**

---

**NORMA TÉCNICA  
PERUANA**

**NTP 011.009  
1973 (revisada el 2018)**

---

Dirección de Normalización - INACAL  
Calle Las Camelias 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

**FRUTAS FRESCAS. Papayas. Requisitos**

FRESH FRUITS. Papayas. Requirements

**2018-11-21  
1ª Edición**

R.D. N° 037-2018-INACAL/DN. Publicada el 2018-12-12

I.C.S.: 67.080.10

Descriptor: Fruta, papaya

Precio basado en 05 páginas

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

© INACAL 2018

© INACAL 2018

Todos los derechos son reservados. A menos que se especifique lo contrario, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia o publicándolo en el internet o intranet, sin permiso por escrito del INACAL.

INACAL

Calle Las Camelias 817, San Isidro  
Lima - Perú  
Tel.: +51 1 640-8820  
[administracion@inacal.gob.pe](mailto:administracion@inacal.gob.pe)  
[www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

© INACAL 2018 - Todos los derechos son reservados <sup>i</sup>

## PRÓLOGO

(de revisión 2018)

A.1 La Norma Técnica Peruana (NTP) **NTP 011.009:1973 FRUTAS. Papayas**, 1ª Edición, se incluyó en el Programa de Actualización de Normas Técnicas Peruanas.

A.2 La NTP referida, aprobada mediante resolución N° 073-73-ITINTEC-DG/DN, fue revisada por el Comité Técnico de Normalización (CTN) de Frutas frescas, y puesta a consulta pública por un periodo de 30 días calendario. No recibió observaciones por parte de los representantes de los sectores involucrados: producción, consumo y técnico.

A.3 El CTN de Frutas frescas, recomendó mantener la vigencia de la NTP y la Dirección de Normalización (DN), procedió a mantener su vigencia, previa revisión final, aprobando la versión revisada el 21 de noviembre de 2018.

NOTA: Cabe resaltar que la revisión de la presente NTP se ha realizado con el objetivo de determinar su vigencia, más no su actualización.

A.4 Los métodos de ensayo y de muestreo cambian periódicamente con el avance de la técnica. Por lo cual, recomendamos consultar en el Centro de Información y Documentación del INACAL, la vigencia de los métodos de ensayo y de muestreo citados en esta NTP.

A.5 La presente Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 011.009:1973 FRUTAS. Papayas, 1ª Edición.

### **B. INSTITUCIONES MIEMBROS DEL CTN DE FRUTAS FRESCAS**

Secretaría	Dirección General Agrícola - Ministerio de Agricultura y Riego
------------	--

Secretaria	Clotilde Quispe Bustamante
------------	----------------------------

<b>ENTIDAD</b>	<b>REPRESENTANTES</b>
Agrícola Fresa Silvestre E.I.R.L.	Eduardo Huere Cordova
Asociación de Productores Agropecuarios Santa Angela	Gumerciendo Napa Felipe
Asociación de Productores de Melocotón Huaral Zona Alta	Luis Alberto Sánchez Apolinarez
Asociación de productores de Granada del Perú - PROGRANADA	Sandro Farfán Padilla
Asociación Peruana para la Difusión y Defensa de los derechos de los Consumidores – ASDEC	Rafael James Tapia Quiroz
Certificaciones del Perú S.A. - CERPER S. A.	Sonia García Canales Mavel Ramos Ravichagua
Dirección General Agrícola - MINAGRI	Miguel Watts González
Gobierno Regional de Lima-Dirección Regional Agraria	Ángel Tintaya Chambi
Instituto de Desarrollo del Sector Informal – Huánuco - IDESI HUÁNUCO	Luis Cambero Reyna
Instituto de Innovación Agraria - INIA	Ruth López Montañez
Phoenix Foods S. A. C.	Mariela Del Rosario Cotrina Gómez Maribel Nizama Chávez
Universidad Nacional Agraria La Molina -	Marlene Aguilar Hernández

---0000000---

## FRUTAS FRESCAS. Papayas. Requisitos

### Normas a consultar

NTP 011.001 <sup>1</sup>	Frutas. Generalidades
NTP 011.008 <sup>2</sup>	Frutas. Extracción de muestras y recepción
PNTP <sup>3</sup>	Frutas: Método de ensayo
PNTP <sup>4</sup>	Envases para frutas y hortalizas. Generalidades
NTP <sup>5</sup>	Embalaje de frutas y hortalizas

### 1 Objeto

la presente Norma establece la terminología, clasificación y requisitos de las papayas para su comercialización.

<sup>1</sup> La NTP 011.001 Frutas. Generalidades fue dejada sin efecto. La versión vigente a la fecha es la NTP 011.001:2013 (revisada el 2018) NTP 011.001:2013 FRUTAS FRESCAS. Terminología y clasificación.

<sup>2</sup> La NTP 011.008 ha sido dejada sin efecto por la NTP-ISO 874:2014 FRUTAS Y VEGETALES FRESCOS. Muestreo.

<sup>3</sup> El PNTP no fue aprobado, se recomienda revisar la norma CODEX STAN 234-1999 MÉTODOS RECOMENDADOS DE ANÁLISIS Y MUESTREO.

<sup>4</sup> El PNTP no fue aprobado, se recomienda revisar la norma CAC/RCP 44-1995 Código de Prácticas para el envasado y transporte de frutas y hortalizas frescas.

<sup>5</sup> Se recomienda revisar la NTP 251.122:2014 ENVASE Y EMBALAJE. Embalaje de madera para frutas. Requisitos.

**2 Definiciones y clasificación****2.1 Definiciones****2.1.1****papaya**

es el fruto proveniente de la especie *Carica papaya* L.

**2.2 Clasificación**

2.2.1 Las según sus características se clasifican en 2 calidades:

2.2.1.1 Calidad Primera

2.2.1.2 Calidad Segunda

2.2.2 Las papayas que no alcancen los requisitos para su clasificación en calidad segunda, se les considera fuera de Norma, quedando su comercialización al acuerdo que lleguen las partes interesadas.

2.2.3 Las papayas según su peso, se les agrupa en 2 tamaños (Tabla 1).

**Tabla 1 - Tamaños**

<b>Tamaño</b>	<b>Peso (g)</b>
Grande	1 000 a más
Chica	500 – 1 000

### 3 Requisitos

#### 3.1 Requisitos generales

3.1.1 **Presentación:** Las frutas de cada lote deberán ser del mismo cultivar, deberán presentarse frescas y limpias y completamente desarrolladas y con un grado de madurez comercial que les permita soportar el manipuleo, transporte y conservación en condiciones adecuadas.

3.1.2 **Pedúnculo:** No deberá ser mayor de 1,5cm por encima de la parte saliente de la fruta.

3.1.3 **Color:** Se permitirá frutas con cualquier color que tome la cáscara en su proceso de pigmentación (verde amarillento, anaranjado y sus tonalidades) siempre que hayan alcanzado su madurez comercial.

3.1.4 **Sanidad:** Las tolerancias de sanidad se dan en la Tabla 2.

3.1.5 **Alteraciones y sustancias extrañas:** Las frutas deberán estar:

3.1.5.1 Libres de toda humedad externa.

3.1.5.2 Exentas de olores y sabores extraños.

3.1.5.3 Libres de residuos de pesticidas y fertilizantes.

3.1.5.4 Exentas de síntomas de deshidratación debido a embalaje, transporte y conservación en malas condiciones.

3.1.6 **Decoloración:** Se permitirá la decoloración siempre que haya alcanzado su madurez comercial.

3.1.7 **Uniformidad:** El contenido de cada envase deberá pertenecer al rango de tamaño declarado con las tolerancias indicadas en la Tabla 2.

3.1.8 **Embalaje:** Las frutas se acondicionarán de acuerdo a la Norma Técnica Peruana Embalaje de Frutas y Hortalizas.

3.1.9 **Designación:** Las frutas se designarán de la siguiente manera: Nombre, Cultivar, Calidad, Número y Rango de tamaño.

Ejemplo:

Nombre : Papaya  
Cultivar : Criollo  
Calidad : Primera  
Rango de tamaño : Grande

3.2 Además, las frutas deberán cumplir con los requisitos indicados en la Tabla II, para definir su clasificación.

**Tabla 2 - Cuadro de clasificación de papaya**

<b>Factores de calidad</b>	<b>Calidad Primera</b>	<b>Calidad Segunda</b>
Peso mínimo	500 g	500 g
Consistencia de la pulpa	Firme	Se tolera defectos de firmeza
<b>Sanidad</b> <b>Daños serios</b> Indicios de pudrición	Se tolera hasta 2 % de frutas con indicios de pudrición.	Se tolera hasta 10 % de frutas con indicios de pudrición.
<b>Daños leves</b> (*) Heridas cicatrizadas	Se tolera daños leves que no afecten la pulpa.	Se tolera daños leves que no afecten seriamente la pulpa.
(*) Daños leves: Manchas, magulladuras y heridas cicatrizantes.		

© INACAL 2018 - Todos los derechos son reservados

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

---

NTP 011.009  
5 de 5

#### 4 Muestreo y recepción

4.1 La extracción de muestra y recepción de la fruta se efectuará de acuerdo a la forma NTP 011.008 Frutas: Extracción de muestra y recepción<sup>6</sup>.

#### 5 Métodos de ensayo

5.1 Los ensayos necesarios para la evaluación de los requisitos establecidos se efectúan según la NTP Frutas: Métodos de Ensayo.

#### 6 Envase y rotulado

6.1 **Envase:** Los requisitos de los envases serán los indicados en las Normas NTP Envases para frutas y hortalizas. Generalidades.

6.2 **Rotulado:** El rótulo del envase deberá contener:

6.2.1 Designación de la fruta según 3.1.9.

6.2.2 Peso neto en kg .

6.2.3 Procedencia y fecha de cosecha.

6.2.4 Nombre o marca del productor o exportador.

6.2.5 Cualquier otra indicación de acuerdo con Leyes o Reglamentos en vigencia.

---

<sup>6</sup> La NTP 011.008 ha sido dejada sin efecto por la NTP-ISO 874:2014 FRUTAS Y VEGETALES FRESCOS. Muestreo.

Anexo 5: Fotos

Insumos, reactivos y equipos utilizados para la obtención del extracto enzimático a partir de residuos de papaya arequipeña

Balanza



Centrifuga



Balanza analítica



Espectrofotómetro



Peachimetro



Equipo de titulación



Penetrómetro



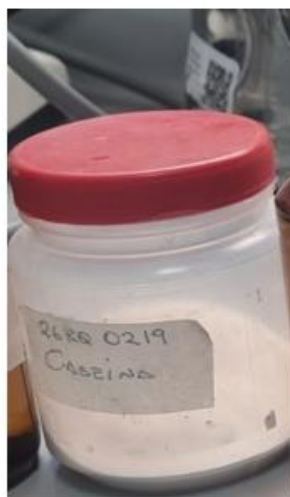
Folin & Ciocalteu's



Carbonato de sodio 0.5M



Caseína



Buffer fosfato de potasio pH 7



Materiales de laboratorio



Análisis de materia prima

Medición de acidez

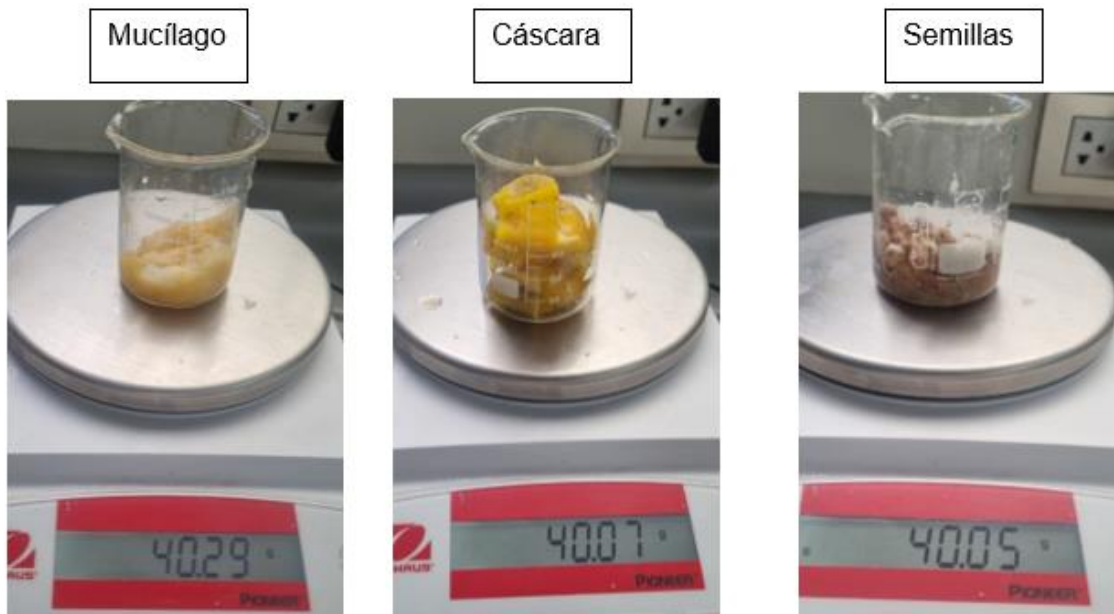


pH y °Brix

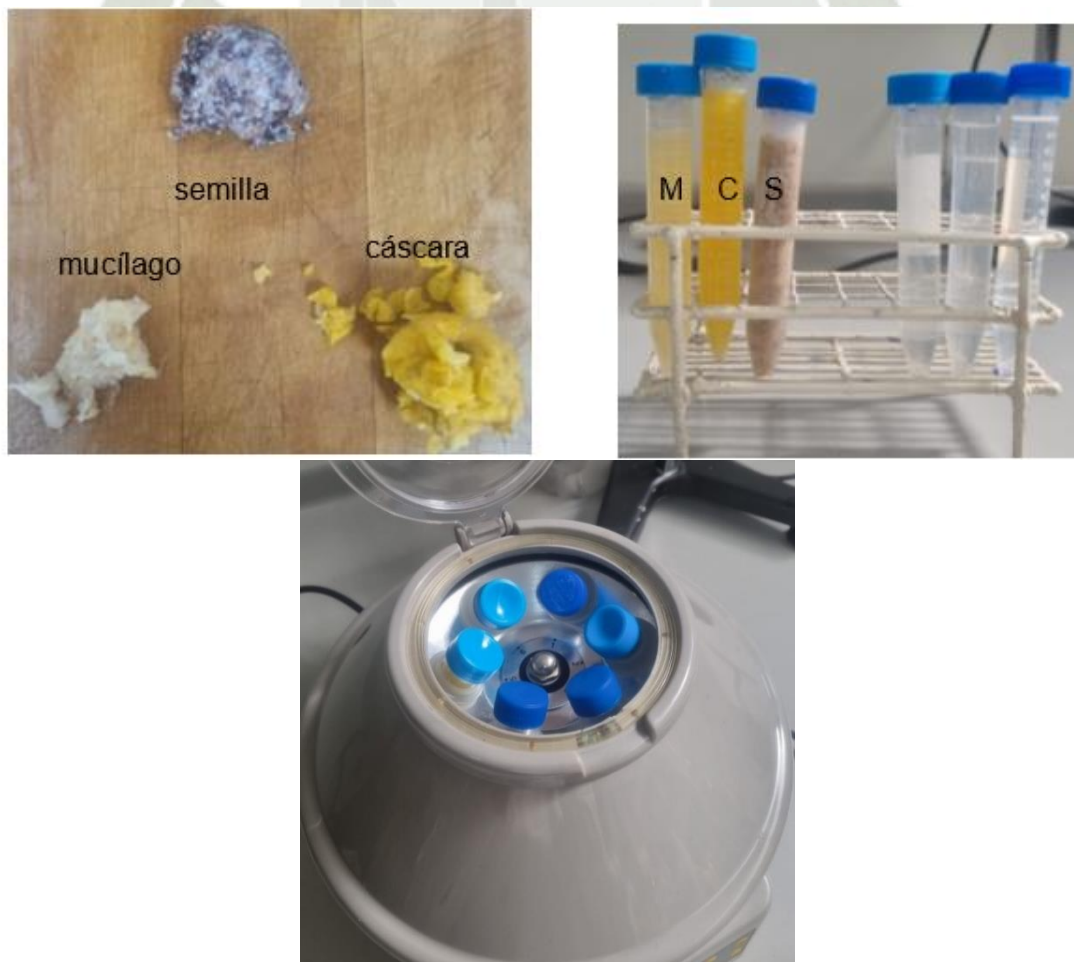


## Obtención de extracto enzimático y evaluación de cinética enzimática

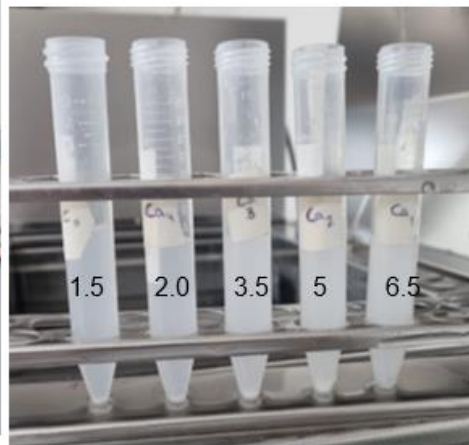
### Pesado y selección



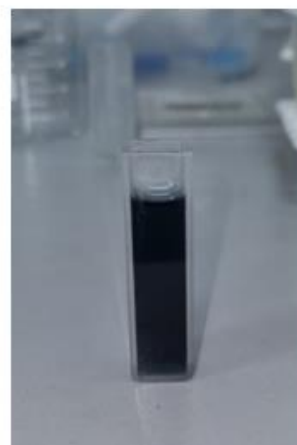
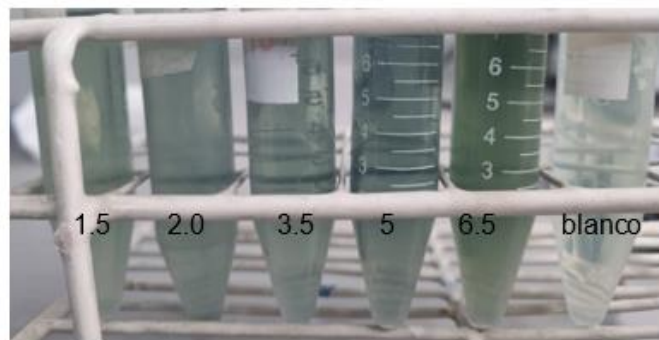
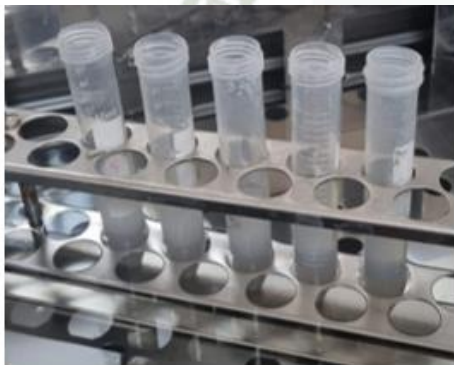
### Homogenizado y centrifugado



### Preparación de caseína



### Medición de cinética enzimática



### Medición de actividad enzimática



Reactivos utilizados



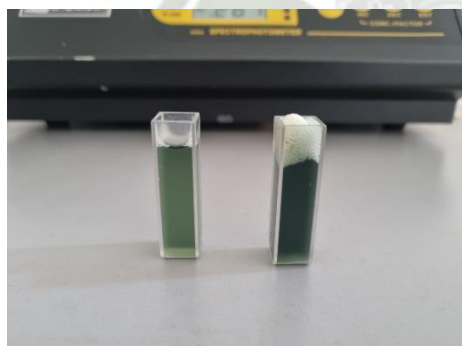
Preparación de soluciones



Preparación de caseína



Incubación de caseína con  
extracto enzimático



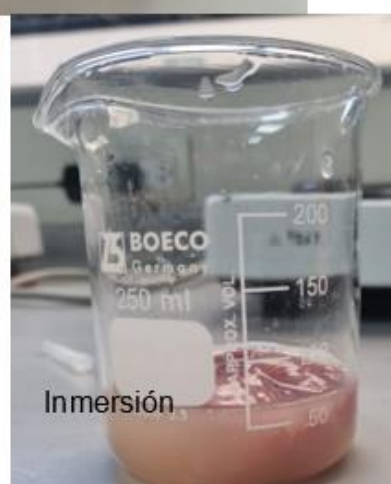
Blanco / extracto enzimático

## Aplicación a carne de alpaca

### Preparación de cortes



### Acondicionamiento y aplicación

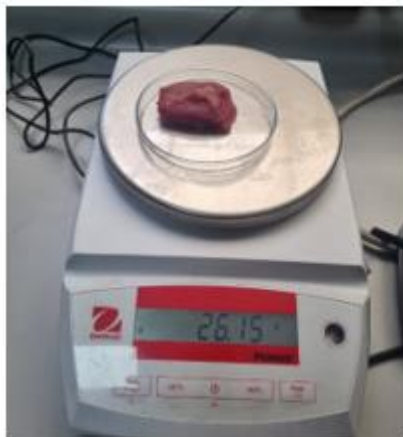


### Medición de milímetros de penetración y observación final



### Comparación del efecto ablandador del extracto enzimático obtenido con ablandadores comerciales de carne.

#### Preparación de muestras

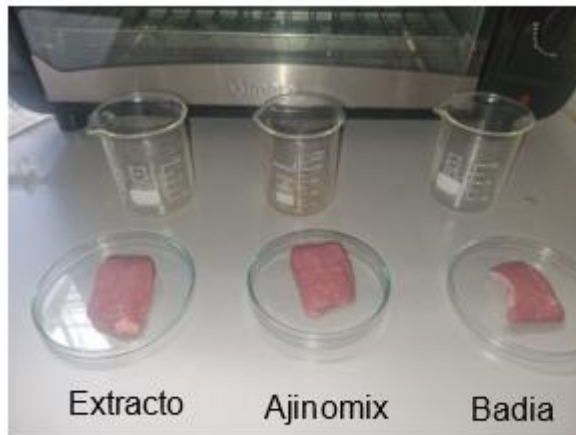


Pesado de muestras



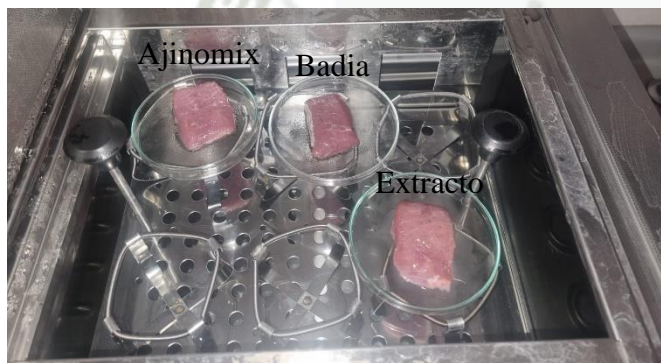
Ablandadores comerciales

### Preparación de diluciones

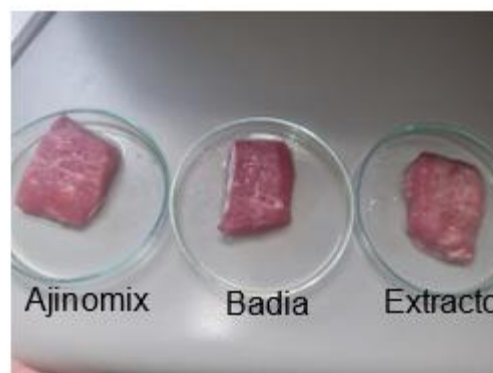


Dosis de 5 ml

### Acondicionamiento y aplicación del método de inyección



### Medición y observación final



**Evaluación de capacidad de retención de agua**



Muestra inicial



Muestra final



Resultado final

