



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Efecto de un ablandador de piña (*Ananas comosus*)
monte lirio en la terneza de cortes de carne bovina a
escala de laboratorio en la UNA Managua durante
julio-noviembre 2021

Autores

Br. José Antonio Rubí Darce
Br. Selthon Bismark López Urbina

Asesores

Ing. MSc. Claudio Benito Pichardo Hernández
Ing. Tomasa Delfina Hernández Zamora

Managua, Nicaragua
Febrero, 2022



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Efecto de un ablandador de piña (*Ananas comosus*)
monte lirio en la terneza de cortes de carne bovina a
escala de laboratorio en la UNA Managua durante
julio-noviembre 2021

Autores

Br. José Antonio Rubí Darce
Br. Selthon Bismark López Urbina

Asesores

Ing. MSc. Claudio Benito Pichardo Hernández
Ing. Tomasa Delfina Hernández Zamora

Presentado a la consideración del honorable comité evaluador como
requisito final para optar al grado de Ingeniero en Agroindustria de los
Alimentos

Managua, Nicaragua
Febrero, 2022

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Honorable Comité Evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero En Agroindustria de los Alimentos

Miembros del Tribunal Examinador

MSc. Alba Rosa Vílchez
Presidente

MSc. José Leonardo Rodríguez
Secretario

Ing. María Nelly Salazar
Vocal

Lugar y fecha: Sala MAGNA FAGRO, 17 de enero 2022

DEDICATORIA

Primeramente, dedico este trabajo de investigación a Dios por permitirme culminar mis estudios en esta prestigiosa alma mater.

A Jaqueline Sofía Rubí Centeno, mi tía, Karen Zulieth Rubí Centeno, mi tía, Ana Yanci Rubí Centeno, mi tía, Karla Vanessa Rubí Centeno, mi tía, María Erlinda Centeno, Mi abuela, José Antonio Rubí Villanueva, mi abuelo, quienes han sido mis guías para lograr cumplir mis objetivos en la vida apoyándome incondicionalmente en mi formación académica.

A mis asesores MSc. Claudio Benito Pichardo Hernández y MSc. Tomasa Delfina Hernández Zamora quienes nos brindaron su apoyo incondicional en el desarrollo de este trabajo de graduación.

A mi compañero de tesis Selthon Bismark López Urbina que además de ser un gran amigo lo considero un gran compañero de trabajo, te agradezco por darme la oportunidad de trabajar en esta investigación contigo.

A Santiago Félix Parra Gorriarán quien ha sido otro de los pilares más importantes en mi vida a quien considero un hermano por todo el apoyo e inmenso cariño que me ha brindado desde que iniciamos nuestra carrera universitaria, te agradezco el ser parte de mi vida y abrirme las puertas de tu casa.

Lo último, pero no menos importante quiero agradecerme por creer en mí, quiero agradecerme por trabajar duro, quiero agradecerme por no tener días libres, quiero agradecerme por nunca darme por vencido.

Br. José Antonio Rubí Darce.

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios, por permitirme culminar mis estudios con buena salud y teniendo a todos mis familiares vivos.

A mi madre Doris Urbina por darme su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida y ser fuente de inspiración para seguir adelante, mis hermanas Hazell López y Ebonie López por confiar en mí siempre y darme su apoyo y condicional, mi padre Denis López por enseñarme algunas de las cosas importantes de la vida; a mi abuelita Virgenza Urbina por siempre darme su amor incondicional, mis tías Yaqueline Urbina y Norma Urbina por apoyarme siempre cuando lo necesite, a mis más viejos amigos Saúl Flores, Ellian Lira y Silvio Mejía por estar siempre conmigo en las buenas y malas .

A José Rubí por ser uno de los primeros amigos que tuve en la universidad, confiar en mí y ser un compañero leal e incondicional a lo largo de muchos años.

A nuestros asesores Ing. Tomasa Hernández y MSc. Claudio Pichardo por ser fuente de grandes e importantes conocimientos que apoyaron firmemente la realización de esta investigación y por darnos la oportunidad de ser sus tesis.

A José Gómez por ser mi primer gran amigo en la universidad y Santiago Parra por ser parte de muchas experiencias que viví a lo largo de estos años en la universidad.

A Julieth Hernández por estar para mí siempre y darme su conocimiento, cariño y apoyo incondicional desde el momento que la conocí.

Br. Selthon Bismark López Urbina

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a dios por llenarme de vida, sabiduría y conocimientos para poder culminar mis estudios.

Al MSc. Claudio Benito Pichardo Hernández por guiarnos, transmitir sus conocimientos y brindarnos su apoyo en el desarrollo de esta investigación.

A la MSc. Tomasa Delfina Hernández Zamora quien fue uno de los pilares más importantes quien brindo su tiempo y apoyo incondicional en cada una de las fases de este trabajo de tesis.

A la **MSc.** Hellen Ruth Ramírez Velázquez quien fue mi primera maestra la cual me brindo su cariño, consejos y apoyo incondicional en mis primeros años de la universidad.

A cada uno de los maestros que conocí en el transcurso de mi carrera por transmitirme sus conocimientos en especial a **MSc.** Karla Elizabeth Dávila, **Ing.** María Nelly Salazar Cerda, **Ing.** Marilena Gutiérrez y **Lic.** Karol Moreno Kuan.

Al **Ing.** Gabriel Martin Llanes por brindarme su amistad, consejos, apoyo y su cariño incondicional que más que un amigo lo considero un ejemplo a seguir.

Al **Ing.** Jorge Luis Sánchez por brindarme su cariño, amistad y consejos que llevare conmigo el resto de mi vida.

A María Fernanda Argucia Martínez quien es para mí la niña que más amo y que amare, agradezco cada una de las aventuras y momentos que compartí con ella, gracias por todo tu amor y cariño que me brindaste en todo lo que tengo de conocerte.

A todas las amistades que conocí en el transcurso de mis años universitarios en especial a José Antonio Gómez Rivera, Luis Fernando Valdivia Mendoza, Greydi Xaviera Araica Salgado, Josué José Pavón Garache, Erick Josué Blandón López, Orlando Josué Treminio Gonzales, Yaretsi Belén Bermúdez, Cindy Vanessa Gómez Gutiérrez, Carlos Manuel Peinado, Kimberly Sofía Maltez, Isayara Carolina Ramírez, Beit y Gettdysa Bolaños quienes fueron grandes amistades que me brindaron su inmenso cariño, apoyo y gritos de aliento para culminar mi carrera universitaria.

Br. José Antonio Rubí Darce

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a dios por llenarme de vida, sabiduría y conocimientos para poder culminar mis estudios.

Al MSc. Claudio Benito Pichardo Hernández por ser una excelente persona, apoyarnos siempre que fue necesaria su ayuda y aportar sus conocimientos y opinión crítica para realizar esta investigación.

A la MSc. Tomasa Delfina Hernández Zamora por estar a disposición siempre y darnos partes de sus conocimientos, por apoyarnos en cada una de las etapas de la realización de la tesis sin nunca esperar nada a cambio.

A MSc. Karla Elizabeth Dávila, **Ing.** María Nelly Salazar Cerda y **Lic.** Karol Moreno Kuan, **Ing.** Alberto Pichardo, **Ing.** Marilena Gutiérrez, por apoyarnos siempre que fue necesario el aporte de sus conocimientos.

Al Sr. José Luis Cerrato productor de piña quien nos donó de buen corazón sin poner ningún tipo de condición, la materia prima para el desarrollo de esta investigación.

Al Ing. Jorge Sánchez por ser un gran amigo, portador de valiosas experiencias y conocimientos que siempre está dispuesto a transmitir para apoyar a quien lo necesite.

Al Ing. Gabriel Llanes por brindarnos su tiempo para ayudarnos con muchas tareas en las cuales apporto su conocimiento para poder seguir adelante.

A todas las amistades que conocí a lo largo de esto 5 años Lucho Valdivia, Orlando Treminio, Osmar Tenorio, Erick López, Josué Pavón, Belén Bermúdez, Xaviera Araica, Mario Solórzano, Gedyttsa Bolaños, Kimberly Maltez, Isayara Ramírez, Geraldo Campos, Carlos Manuel peinado, Cindy Gómez, María Argucia, Roger Torres, Jeyson López que aportaron en gran medida para que fuese mucho más fácil esta etapa universitaria y de los cuales me llevo muchas grandes experiencias y conocimientos.

Br. Selthon Bismark López Urbina

INDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	<i>i</i>
AGRADECIMIENTO	<i>iii</i>
INDICE DE CUADROS	<i>v</i>
INDICE DE FIGURAS	<i>vi</i>
INDICE DE ANEXOS	<i>vii</i>
RESUMEN	<i>viii</i>
ABSTRACT	<i>ix</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
III. MARCO DE REFERENCIA	3
3.1. Marco de antecedentes	3
3.2. Marco teórico	4
IV. HIPÓTESIS	9
4.1. Hipótesis nula:	9
4.2. Hipótesis alternativa:	9
V. MATERIALES Y MÉTODOS	10
5.1. Ubicación del estudio	10
5.2. Tipo de investigación	10
5.3. Caracterizar las propiedades físico-químicas de la piña (<i>Ananas comosus</i>) de la variedad monte lirio para la elaboración de un ablandador	11
5.4. Determinación de acidez titulable	12
5.4.1. Materiales, equipos, insumos y reactivos	12
5.4.2. Procedimiento	12
5.5. Determinación de pH	13
5.5.1. Materiales equipos e insumos utilizados	13
5.5.2. Procedimiento	13
5.6. Determinación de grados Brix	14
5.6.1. Materiales equipos e insumos utilizados	14

5.6.2.	Procedimiento	14
5.7.	Determinación de concentración de bromelina	14
5.7.1.	Materiales, equipos e insumos:	15
5.7.2.	Procedimiento de extracción	15
5.8.	Medición de longitud, diámetro y peso de las piñas:	16
5.8.1.	Materiales equipos e insumos utilizados:	16
5.8.2.	Procedimiento	16
5.9.	Desarrollar un ablandador a base de pulpa y corazón de piña (<i>Ananas comosus</i>) de la variedad Monte lirio.	16
5.9.1.	Procedimiento para la elaboración de especias en polvo	17
5.9.2.	Materiales, equipos e insumos:	18
5.9.3.	Procedimiento	18
5.10.	Procedimiento para la elaboración del ablandador a base de piña	19
5.10.1.	Materiales, equipos e insumos:	20
5.10.2.	Procedimiento	20
5.11.	Evaluar el efecto provocado por el ablandador a base de piña (<i>Ananas comosus</i>) en cortes de mano de piedra y salon blanco, por medio de una evaluación sensorial	22
5.12.	Prueba de evaluación sensorial	22
5.13.	Recolección de datos	23
5.14.	Diseño experimental	24
VI.	RESULTADOS Y DISCUSION	25
6.1.	Desarrollo del ablandador a base de piña	28
6.1.1.	Procedimiento 1:	28
6.1.2.	Procedimiento 2:	29
6.1.3.	Procedimiento 3:	29
6.1.4.	Procedimiento 4:	30
6.2.	Análisis de datos de la prueba preliminar	31
6.3.	Análisis de datos de la evaluación sensorial	32
VII.	CONCLUSIONES	35
VIII.	RECOMENDACIONES	36
IX.	LITERATURA CITADA	37
X.	ANEXOS	42

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Componentes de la piña monte lirio.	5
2. Características químicas de la piña monte lirio.	6
3. Características físico-químicas de la piña monte lirio.	11
4. Formulación para el ablandador a base de piña.	21
5. Pesos de las especias durante el proceso de transformación.	27
6. Relación tiempo-cantidad de aplicación del ablandador	31
7. Asociación de las variables.	32
8. Puntaje promedio de los ablandadores puestos a prueba en el análisis sensorial.	32
9. Tabla ANOVA.	33
10. Base de datos de las piñas usadas en la investigación.	51

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Vista satelital de la Universidad Nacional Agraria (UNA)	10
2. Flujograma de elaboración de especias en polvo.	17
3. Flujograma de elaboración del ablandador	19
4. Ficha de evaluación sensorial	23
5. Determinación de acidez titulable	25
6. Determinación de pH	25
7. Determinación de grados Brix	26
8. Determinación de bromelina	26
9. Toma de peso, diámetro y longitud de la piña	27
10. Valoración de los panelistas durante la prueba preliminar	31
11. Valoración de los panelistas durante el análisis sensorial	34

INDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Recolección de la materia prima piña monte lirio.	42
2. Medición de peso, diámetro y longitud de la piña monte lirio.	42
3. Medición de acidez titulable en piña monte lirio.	43
4. Medición de grados Brix de la piña monte lirio.	44
5. Medición de pH de la piña monte lirio.	44
6. Extracción y medición de enzima bromelina presente en la piña monte lirio.	45
7. Elaboración de especias en polvo.	46
8. Elaboración del ablandador a base de pulpa y corazón de piña monte lirio.	47
9. Prueba preliminar del efecto del ablandador a base de piña y el tratamiento testigo.	49
10. Evaluación sensorial de los cortes tratados con el ablandador a base de pulpa y corazón de piña monte lirio y el testigo.	50

RESUMEN

En la actualidad para algunas de las familias nicaragüenses es habitual comprar carne bovina habiendo sus excepciones de consumo hacia algunos cortes por su alta dureza, aunque estos sean de menor costo económico. El objetivo de la presente investigación fue el desarrollo de un ablandador de carne a base de pulpa y corazón de la piña monte lirio (*Ananas comosus*) aprovechando su contenido de bromelina para evaluarlo en dos cortes de baja terneza (Salon blanco y mano de piedra). Como parte de las operaciones se tuvo que reducir la cantidad de agua de la piña y de las especias (Chile, ajo y cebolla) utilizando el deshidratador adiabático del Laboratorio de innovación y desarrollo de energías renovables (LIDER) en la Universidad Nacional agraria (UNA) a temperaturas que fluctuaron entre 39 y 43 °C en un tiempo entre 24-72 horas. El ablandador fue desarrollado en base a una formulación única; se evaluó su efecto en la terneza sobre los cortes y fue comparado con un ablandador testigo, ambos fueron sometidos a dos pruebas, una preliminar donde participaron cinco personas para elegir el tiempo (15, 20 y 25min) durante el cual se aplicarían y estuvieran en similares condiciones al ser puestos a prueba en un análisis sensorial de mayor escala donde participaron veintiséis personas inexpertas y los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico en el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 18 por medio de un ANDEVA (Análisis de varianza), donde se demostró que el tratamiento T1 (Ablandador a base de piña) tuvo un mejor efecto sobre la dureza de los cortes de carne bovina brindando una mayor terneza que los que fueron tratados con el ablandador testigo (T2), cumpliéndose de esta forma la hipótesis alternativa que plantea que el ablandador a base de piña es mejor que el testigo.

Palabras clave: Ablandador, bromelina, deshidratado, terneza

ABSTRACT

At present, for some of the Nicaraguan families it is customary to buy beef, with consumption exceptions being for some cuts due to their high toughness, although these are of lower economic cost. The objective of this research was the development of a meat tenderizer based on the pulp and heart of the monte lirio pineapple (*Ananas comosus*), taking advantage of its bromelain content to evaluate it in two cuts of low tenderness (Salon blanco and mano de piedra). As part of the operations, the amount of water in pineapple and spices (Chile, garlic and onion) had to be reduced using the adiabatic dehydrator of the Renewable Energy Innovation and Development Laboratory (LIDER) at the National Agrarian University (UNA) at temperatures that fluctuated between 39 and 43 °C in a time between 24-72 hours. The softener was developed based on a unique formulation; Its effect on tenderness on the cuts was evaluated and it was compared with a control softener, both were subjected to two tests, a preliminary one where five people participated to choose the time (15, 20 and 25 min) during which they would be applied and were in similar conditions when tested in a larger-scale sensory analysis where twenty-six inexperienced people participated and the results obtained were subjected to a statistical analysis in the SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) program version 18 by means of an ANDEVA (Analysis variance), where it was demonstrated that treatment T1 (pineapple-based tenderizer) had a better effect on the hardness of beef cuts, providing greater tenderness than those that were treated with the control tenderizer (T2), complying with This forms the alternative hypothesis that the pineapple-based tenderizer is better than the control.

Keywords: Tenderizer, bromelain, dehydrated, tenderness

I. INTRODUCCIÓN

La piña (*Ananas comosus*) según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2020) es una de las 4 principales frutas tropicales frescas a nivel internacional. En el mundo se producen 26.289.762 toneladas de piña anuales Costa Rica ocupa el primer lugar a nivel internacional con una producción de 2.930,661 Tm y Nicaragua el puesto 37 produciendo 62,427 Tm en una superficie de 4,110 Ha, de las cuales 1,762 Ha se cultivan en Ticuantepe según afirma Atlas Big (s.f).

La piña es una fruta que a nivel nacional se produce mayormente en el municipio de Ticuantepe-Managua en sus diferentes variedades, suman aproximadamente 1,762 Ha, la cual es comercializada a mayoristas de los mercados nacionales, tal es el caso del productor José Luis Cerrato que en temporadas altas tiene pérdidas económicas por el bajo precio y una afección solar que daña la piña en su cascara; actualmente tiene un cultivo de 2.114 Ha de piña de la variedad monte lirio en la comunidad El Edén, las que vende a un valor promedio de 6.67 córdobas por unidad, cuando la comercialización del fruto alcanza el mejor precio de venta y a 3.34 córdobas cuando hay baja demanda, esto incurre en grandes pérdidas ya que sale más caro el mantenimiento del cultivo según afirma el propietario.

Actualmente existen diversas investigaciones sobre el uso de bromelina de la piña a nivel internacional donde han utilizado las distintas partes de la fruta para evaluar su efecto, llegando a obtener ablandadores naturales que sirven como una alternativa saludable en comparación con los ablandadores sintéticos que se comercializan en los distintos mercados, Leon y Romero (2018) afirman que, en muchas ocasiones en la industria alimentaria se utiliza el silicato de calcio y glutamato monosódico para fabricar ablandadores, estos aditivos pueden perjudicar la salud del consumidor provocando enfermedades tales como cáncer de estómago, obesidad y diabetes, pero en Nicaragua no hay una fórmula estandarizada para ablandadores que permita al productor de piña dar valor agregado a su producción .

El objetivo de esta investigación consistió en aprovechar propiedades físico químicas (bromelina) de la piña monte lirio para desarrollar un ablandador a base de su pulpa y corazón, y validarlo en cortes de carne de menor terneza al aplicarse en diferentes tiempos y posteriormente someterlo a prueba con un producto comercial.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Validar un ablandador a base de piña (*Ananas comosus*) de la variedad monte lirio, sobre la ternura de dos cortes duros de carne bovina (Salon blanco y mano de piedra) a escala de laboratorio en la Universidad Nacional Agraria.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las propiedades físico-químicas de la piña (*Ananas comosus*) de la variedad monte lirio para la elaboración de un ablandador.
- Desarrollar un ablandador de pulpa y corazón de la piña (*Ananas comosus*) de la variedad monte lirio para validarlo en cortes duros de carne bovina.
- Evaluar el efecto provocado por el ablandador a base de piña (*Ananas comosus*) en cortes de mano piedra y salón blanco, por medio de una evaluación sensorial.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Marco de antecedentes

Gaucha y Rivas (2017) Utilizaron directamente el jugo de las frutas que poseen las enzimas vegetales como son la bromelina y papaína, presentes en la piña y la papaya respectivamente, para ablandar diferentes cortes de carne bovina y porcina mediante varias técnicas de cocción, por la parte bovina estudiaron el corte de filete de falda y el pecho que por su naturaleza son duros que necesitan ablandamiento, una vez aplicadas las enzimas vegetales obtuvieron una disminución del 30 % del tiempo de cocción, este dato evidencia que hubo una mejora significativa en la terneza de los cortes antes mencionados.

Por su parte Leon y Romero (2018) hicieron un estudio para elaborar un ablandador de carne a base de cascara de piña y lo aplicaron en forma de condimento, para lo cual tuvieron que rallar, deshidratar y posteriormente moler la cascara y se lo colocaron directamente a la carne de res, en este estudio analizaron las características de 5 muestras diferentes comparadas con una testigo por medio de una prueba hedónica para una evaluación sensorial, donde hubieron 40 sujetos de estudio y le dieron mejor puntaje a la muestra a la que se le aplicó el condimento durante 25 minutos, sin embargo se empezó a evidenciar la terneza de la carne a las muestras a las que se aplicó el condimento por más de 20 minutos.

La enzima bromelina también puede ser utilizada mezclada con otra enzima tal como lo hizo Marrasquin (2016) que mezcló la bromelina con la papaína en 5 diferentes relaciones para evaluar su efecto en las propiedades físico químicas de la carne vacuna mediante inyección, las muestras de la carne evaluada eran de 50 mm de ancho, 50 mm de largo y 15 mm de profundidad, estas fueron sometidas al texturómetro (Instrumento que mide la resistencia que opone un alimento para ser deformado) para medir la resistencia que oponían los trozos de carne antes mencionados, obteniendo datos a los que se les hizo un análisis de varianza por medio de un ANDEVA, estos indicaron que la carne tenía mejores propiedades una vez que se vio afectada por las enzimas mezcladas en una proporción 50/50 obteniendo una disminución en la dureza de un 47 % lo que comprueba el ablandamiento.

En otro estudio se sustenta de manera positiva el uso de la enzima bromelina presente en la piña para ablandar carne de res es Galarza (2002) en el cual el investigador utilizó el jugo de la cascara, la pulpa y el corazón y los separó en 2 porciones de cada uno, la primer

porcion al 100 % de concentracion y la otra mezclada con 50 % de agua destilada, las soluciones fueron inyectadas a dos cortes diferentes de carne bovina y se les hicieron 2 repeticiones con las soluciones de cada parte de la fruta resultando 12 muestras, estas fueron sometidas a un panel de evaluacion sensorial compuesto por 4 personas las cuales midieron el sabor, textura y opinion general por medio de una escala Hedonica 1 representando el mayor grado de satisfaccion y 9 el menor, los resultados se analizaron por medio del programa estadistico SAS por BCA y una separacion de medias con ANDEVA, por medio de dichos analisis el autor concluyo que la parte que obtuvo mejores resultados en ablandamiento de carne fue el corazon pero no especifico en que concentracion de la solucion inyectada.

Flores (2019) utilizo la bromelina pura como un aditivo en la elaboracion de chorizos en 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno de ellos con diferentes concentraciones de la enzima que oscilaba entre 0.5 en el primer tratamiento, subiendo la concentracion 0.25 % entre tratamientos hasta alcanzar 1.25 % en el cuarto, se les evaluaron las características organolépticas (color, olor, sabor y textura) contra un chorizo al que no se le adiciono bromelina mediante una prueba de aceptacion con una escala hedonica de 5 puntos, siendo 1 me disgusta mucho y 5 me gusta mucho, los resultados de esta prueba se analizaron mediante la prueba no parametrica de Friedman, por otro lado se evaluo la textura y el corte con un texturometro y los resultados fueron corridos con el software estadistico statgraphics centurion 17 e infostat version 2017 con un nivel de confianza del 95 %, tras analizar los resultados el autor concluyo que, en la prueba de aceptacion el chorizo mejor evaluado fue el que tenia 1 % de bromelina pero no especifico que tratamiento obtuvo mejores resultados de textura y corte.

3.2.Marco teórico

Origen: Para Polanco (2017) la piña es una planta de origen tropical, de América del Sur, su nombre común es piña o ananá mientras que su nombre científico es *Ananas comosus*; se integra en el grupo de las monocotiledóneas y pertenece a la familia bromeliácea, es pequeña, herbácea, perenne y presenta tallo corto, carnoso y almacena los nutrientes desarrollados por las hojas.

Piña: Cordova (2012) define a la Piña Criolla (*Ananas comosus*) como un fruto aromático de forma ovalada a cilíndrica de tamaño medio, con piel rugosa y gruesa con muchos “ojos” de tonos verdes y amarillos, con una corona de hojas en su parte superior y que emerge mediante un pedúnculo del centro de la planta de piña.

Variedad monte lirio: También conocida como criolla o perolera, es la más cultivada en países latinoamericanos como, México, Colombia, Perú, Honduras y Nicaragua. Carvajal (2000) la caracteriza como un fruto de color amarillo naranja, pulpa amarillenta en su madurez, con ojos profundos y de forma cilíndrica cuando su peso es aproximado a los 2 kg, es consumida comunmente fresca.

Composición: Rebolledo y Uriza (2011) en su investigación mencionaron que “la composición de la parte comestible del fruto de la piña presenta variaciones relacionadas con el manejo de la plantación, ambiente y grado de madurez” (citado por Sanchez et al, 2015, p. 102).

Cuadro 1. Componentes de la piña monte lirio

Componentes de la piña	Concentración
Agua	81 a 86 %
Solidos totales (sacarosa, glucosa y fructosa)	14 a 19 %
Carbohidratos	(85 % de los sólidos totales)
Fibra	2 a 3 %
Ácido cítrico	0.4 a 1.2 %
Cenizas y compuestos nitrogenados (en la pulpa)	0.01% (25 a 30 % proteína)

Clasificación: MAG (1991) establece que la piña se clasifica por grados, según su tamaño y grado de maduración, pequeña de 0.3 a 1.5 kg, la mediana de 1.5 a 2.0 kg y la grande mayor a 2.0 kg. Su grado de maduración dependerá de su color, grado 1 verde amarillento o amarillo naranja que abarque el cuarto inferior de la fruta, grado 2 amarillo naranja que cubra la mitad de la fruta y grado 3 con coloración amarillo naranja que cubra desde la mitad hasta su totalidad.

Cuadro 2. Características químicas de la piña monte lirio Hanna Instruments (s.f), Bengozi et al. (2007)

Características	Valores promedio del fruto maduro
Ph	De 3.6 a 4.0
Acidez titulable	0.7 a 1.6 g/100ml
Grados brix	De 11.4 a 19.3

pH: Hanna (s/f) se refiere al ph como una medida para determinar el grado de alcalinidad o acidez de una disolución, este tiene valores del 1 al 14 y se puede medir por medio de un potenciómetro o cintas de pH siendo el primero el más exacto.

Acidez: Palomino (2015) define la acidez como la cantidad de ácido en una solución que se encuentra por titulación usando hidróxido de sodio (titulante) la reacción química está determinada por el cambio de color en cierto punto y se expresa en g/100 ml.

Grados Brix: Quimica facil (2018) asegura que los grados Brix (°Bx) son una unidad de medida utilizada para conocer la cantidad de azúcar presente en una solución acuosa, cada grado Brix equivale a un gramo de sacarosa presente en 100 gr de una solución.

Enzimas: Revista digital universitaria (RDU) (2014) describe a las enzimas como proteínas, polímeros formados por aminoácidos covalentemente unidos entre sí y que sirven para catalizar (acelerar una reacción química) una gran cantidad de reacciones químicas, esa actividad catalítica dependerá de que la enzima mantenga su estructura tridimensional, encontrándose a la bromelina (enzima de la piña) en este grupo.

Bromelina: Chinchilla (2014) asegura que la bromelina es una enzima que se puede encontrar en todas las partes de la piña en diferentes concentraciones, es de acción proteolítica, capaz de descomponer las moléculas de las proteínas en ambientes tanto ácidos como alcalinos. La capacidad que tiene la bromelina para romper las moléculas de las proteínas es la característica por la cual es capaz de ablandar la carne magra bovina ya que esta contiene una gran cantidad, del 22.3 % según FAO (2015).

Terneza: Peluffo y Monteiro (2002) afirman que la terneza de la carne se define como la dificultad o la facilidad para cortar o masticar una carne, existen distintos factores que

inciden en la terneza de la carne como lo son el ambiental, manejo inadecuado pre y post faena así como la genética del animal sacrificado.

Ablandamiento: Leon y Romero (2018) indica que para ablandar la carne se desligan las proteínas estructurales, para ello existen distintos métodos, entre ellos están los físicos (por medio de golpes), calóricos (aplicación de altas temperaturas) y el método por acción enzimática; siendo esta última mencionada la que se evaluará en el estudio que se llevara a cabo.

Extracción: Como parte de la caracterización de la piña se extraerá con solventes (agua destilada y etanol) la bromelina para conocer la cantidad que se encuentra en la materia prima que se evaluará. Kalam (2018) menciona que la extracción de este tipo es el proceso de remoción de un componente de soluto del sólido usando un solvente líquido; se llama lixiviación o extracción sólido-líquido, hay varios factores, como el tamaño de las partículas, el tipo de disolvente y la temperatura, que afectan la extracción.

Deshidratación: Infoalimentos (2018) asegura que la deshidratación es un método de conservación de los alimentos que se ha utilizado a lo largo de la historia, consiste en la reducción del agua o secado mediante el tratamiento del alimento por calor de fuentes artificiales o naturales.

Deshidratado adiabático: Existen diferentes métodos para deshidratar alimentos Huerta (s.f) valora que es más adecuado utilizar un método de secado adiabático porque es ideal para proteínas y enzimas como la bromelina porque es capaz de soportar la temperatura que se alcanza durante el secado sin desnaturalizarse. Este tipo de secado consiste en la adición de aire caliente (60°C aproximadamente) de manera horizontal de manera continua para evaporar el agua presente en un medio sólido.

Reducción de tamaño: La idea en esta investigación es obtener un producto que conste de partículas pequeñas y evaluarlo en distintos cortes de carne bovina, para lograr dicho fin después de deshidratar la piña se deberá reducir el tamaño por medio de una molienda la cual Gutiérrez y Ulloa (2016) definen como una operación unitaria que reduce el tamaño de partículas sólidas a partir de la aplicación de fuerzas mecánicas (compresión, impacto o

cizallamiento), las cuales provocan la fracturación o quebramiento de las partículas pero que conserva las características físico-químicas de la materia prima.

Mezclado: Una de las últimas operaciones para obtener el producto consistirá en mezclar la piña molida con los demás ingredientes. Colina (s.f) define al mezclado como una operación unitaria que se usa ampliamente en la industria de alimentaria para obtener productos, consiste en distribuir uniformemente dos o mas componentes por medios mecanicos.

Empacado: El último paso para la obtención del producto final es el empackado que según la FAO (2003) consiste en la operación de colocar el producto dentro de un envase que proteja al producto de daños mecánicos, condición ambiental y transporte. Dicho empaque debe cumplir funciones básicas tales como, contener, proteger y facilitar la manipulación.

Evaluación sensorial: Para conocer si realmente hubo un efecto en la terneza de la carne se realizará una prueba de evaluación sensorial que Garcia y Maricela (s.f) define como el examen de las propiedades organolépticas mediante la apreciación de los sentidos humanos. Existen muchos métodos para medir dichas propiedades sin embargo el que se utilizará en esta investigación será el hedónico, donde según Gonzalez et al. (2014) se busca que el consumidor o panelista le dé un valor (utilizando una escala que le proporciona el analista) a la satisfacción que un producto o materia prima causa en él.

IV. HIPÓTESIS

4.1.Hipótesis nula:

EL ablandador testigo comercial provoca una mayor ternera que el ablandador a base de piña en los cortes duros de carne bovina.

4.2.Hipótesis alternativa:

El ablandador a base de piña provoca una mayor ternera que el ablandador testigo comercial en los cortes duros de carne bovina

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Ubicación del estudio

La presente investigación se realizó en la planta agroindustrial de la Universidad Nacional Agraria ubicada en el kilómetro 12 ½ carretera norte, en donde se llevó a cabo el proceso de elaboración de un ablandador a base de piña (*Ananas comosus*) monte lirio

Esta investigación se desarrolló en un periodo de 5 meses, iniciando en julio y culminando en noviembre del año 2021.

Para el desarrollo de esta investigación la materia prima que se uso fue brindada por el señor José Luis Cerrato productor de piña de la comunidad el Edén-Ticuanatepe.

Se utilizaron 26 piñas de las cuales 6 fueron únicamente para realizar estudios físico-químicos y las 20 restantes para aprovechar su pulpa y corazón en la elaboración de un ablandador de carne, aunque también fue posible tomarles sus dimensiones y mediciones de pH y Brix.

También se usaron especias deshidratadas y molidas (chile, pimienta, sal, ajo, orégano y cebolla) con la intención de que este ablandador también sea un sazonador.



Figura 1. Vista satelital de la Universidad Nacional Agraria (UNA) Google (2021)

5.2. Tipo de investigación

La investigación es del tipo mixto, ya que se evaluaron las diferentes variables que se presentaron en la elaboración del ablandador, de manera cualitativa y cuantitativa para tener un análisis más preciso de los datos que se obtuvieron de la etapa experimental.

5.3. Caracterizar las propiedades físico-químicas de la piña (*Ananas comosus*) de la variedad monte lirio para la elaboración de un ablandador

Para cumplir con el primer objetivo se determinaron las características que se muestran en la tabla número 3.

Cuadro 3. Características físico-químicas de la piña monte lirio Bengozi et al. (2007), Dalgo (2012), Hanna (s.f)

• pH.	De 3.6 a 4.0	• Concentración de bromelina en pulpa.	449 Unidades Digestoras de Gelatina (DGU)
• Grados Brix.	De 11.4 a 19.3	• Peso promedio	1,800-3000 g
• Acidez.	0.7 a 1.6 g/100ml	• Tamaño promedio	16.83 cm
		• Diámetro	12.89 cm

Es importante tomar en cuenta los valores indicados en el cuadro 3 debido a que permiten conocer la calidad de la materia prima, siendo esto algo fundamental a como menciona, D'Ambrosio et al. (2013), que “durante la maduración del fruto también se llevan a cabo procesos de síntesis de compuestos volátiles, reducción del contenido de proteínas e incremento en la capacidad antioxidante del fruto” (Citado por Africano et al, 2015, p. 163) y las enzimas según, Ramirez y Ayala (2014) son proteínas, polímeros formados por aminoácidos covalentemente que se han adherido entre sí. Esto significa que a medida que la madurez de la piña vaya aumentando se reducirá la presencia de la bromelina.

5.4. Determinación de acidez titulable

La determinación de acidez titulable se realizó siguiendo el procedimiento de Samillán et al. (2012).

5.4.1. Materiales, equipos, insumos y reactivos

- 6 piñas
- Extractor de jugo.
- Cuchillos
- Balanza analítica.
- Papel filtro
- Beaker de 100 ml.
- Pipetas de 25 ml.
- Pipetas de 10 ml.
- Probeta de 250 ml
- Buretas de 25 ml.
- Baguetas de vidrio
- Solución de Hidróxido de sodio 0.1 N
- Solución de fenolftaleína
- Agua destilada

5.4.2. Procedimiento

Se tomaron seis piñas las cuales se lavaron con agua clorada a 50ppm para proceder a retirar su cascara haciendo solamente uso de la pulpa y corazón.

Se tomó la pulpa y corazón de cada piña y se introdujeron a un extractor con el objetivo de obtener el jugo para luego filtrarlo y colocarlo en un beaker.

Se procedió a pipetear 15 ml del jugo filtrado y se agregó en una probeta de 250 ml a la cual se le agregaron 35 ml de agua destilada.

Una vez obtenida la dilución se le añadieron 3 gotas de indicador de fenolftaleína y se procedió a titular con hidróxido de sodio 0.1 N hasta obtener un color rosado.

Se realizó el cálculo de la acidez titulable tomando en cuenta lo que se usó de hidróxido de sodio mediante la siguiente formula:

Ecuación 1. Fórmula para calcular porcentaje de acidez Samillán et al. (2012)

$$\% A = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times F.C}{V} \times 100$$

V NaOH: Volumen de hidróxido de sodio utilizado

Nor NaOH: Normalidad del hidróxido 0.1

F.C: Factor de corrección 0.07

V: Volumen de jugo usado

$$\% A = \frac{V \cdot 17.1 \times 0.1 \times 0.07}{15 \text{ ml}} \times 100 = \mathbf{0.80}$$

5.5.Determinación de pH

Para la medición del pH se realizó el siguiente procedimiento basado en la metodología utilizada por FAO (1993).

5.5.1. Materiales equipos e insumos utilizados

- Extractor Black And Decker
- 6 piñas
- Tablas de cortar
- Agua destilada
- Cuchillos
- Cloro
- Beaker
- Jabón neutro
- Potenciómetro PH100-V (0,01 de variación)
- Papel toalla

5.5.2. Procedimiento

- ✓ Los instrumentos que fueron utilizados (Cuchillos, tablas de cortar, Beaker y extractor eléctrico) se lavaron con jabón neutro y agua clorada a 5ppm y fueron secados con papel toalla.
- ✓ Se lavaron las piñas con agua clorada a 50 ppm (partes por millón) posteriormente fueron peladas, troceadas con cuchillos y los trozos se introdujeron en un extractor, se lavó y seco el exprimidor entre cada muestra.
- ✓ Se agregaron 50 ml de jugo en un Beaker y se introdujo el electrodo del potenciómetro hasta obtener una medición estable.

- ✓ Antes de cada medición se lavó el electrodo con agua destilada y se secó con papel toalla, estas operaciones se deben realizar después de cada medición para evitar alteraciones en las mediciones.

5.6.Determinación de grados Brix

La medición de grados Brix presentes en la piña se utilizó la metodología empleada por FAO (1993).

5.6.1. Materiales equipos e insumos utilizados

- Exprimidor de jugo
- 6 piñas
- Tablas de cortar
- Agua destilada
- Cuchillos
- Cloro 6%
- Beaker de 100 ml
- Jabón neutro
- Refractómetro de 0-35 Tiaoyeer (0,2% o Brix de precisión)
- Papel toalla
- Gotero de 5ml

5.6.2. Procedimiento

- ✓ Se lavaron con jabón neutro y agua clorada a 5 ppm los instrumentos que iban a ser utilizados (Cuchillos, tablas de cortar, beaker, gotero y exprimidor) y fueron secados con papel toalla.
- ✓ Se lavaron las piñas con agua clorada a 50 ppm (partes por millón) posteriormente fueron peladas, troceadas con cuchillos y los trozos se introdujeron en el exprimidor para obtener su jugo (Es importante lavarlo y secarlo después de obtener el jugo de cada piña para obtener datos sin contaminación de otra muestra).
- ✓ Del jugo obtenido se tomaron 5 ml y con un gotero se aplicó y distribuyó una gota en el prisma del refractómetro, posteriormente se tapó y se orientó el instrumento hacia una fuente de luz para tener una medición (Se debe lavar con agua destilada y secar con papel toalla el prisma y la tapa del refractómetro después de cada medición).

5.7.Determinación de concentración de bromelina

Para la extracción y medición de la concentración de bromelina se tomó como referencia el procedimiento utilizado por Dalgo (2012) en su estudio, tuvo que extraer la enzima para

determinar su actividad en sustratos proteicos (Tras obtener una cantidad muy pequeña en las muestras se tuvo que modificar el procedimiento de determinación de la cantidad de bromelina).

5.7.1. Materiales, equipos e insumos:

- 4 piñas.
- Etanol al 96%.
- Agua destilada
- Tubos plásticos falcón de 50 ml
- Equipos de refrigeración.
- Exprimidor de jugo
- Centrifuga.
- Recipientes plásticos.
- Probeta.
- Balanza analítica.
- Bureta.

5.7.2. Procedimiento de extracción

- ✓ Se tomaron 4 piñas las cuales se lavaron con agua clorada a 50ppm para proceder a retirar su cascara haciendo uso solamente de la pulpa y corazón.
- ✓ Se tomó la pulpa y corazón de cada piña y se introdujeron a un extractor con el objetivo de obtener solamente el jugo.
- ✓ Se midieron 10 ml de jugo de cada piña en una probeta.
- ✓ Se procedió a añadir 15 ml de etanol al 96 % en los 10 ml de jugo de cada piña.
- ✓ Seguidamente se prepararon 4 muestras con 3 repeticiones cada una en frascos de plásticos y se almacenaron a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 7 días.
- ✓ Al transcurrir los 7 días a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ se introdujeron las muestras en una centrifuga en tubos plásticos falcón de 50 ml a 5,000 rpm por 20 minutos para precipitar la bromelina presente por cada 10 ml de jugo.
- ✓ Una vez terminado el centrifugado de las muestras se eliminó el sobrante de las muestras y los precipitados se transfirieron a un vidrio reloj con el objetivo de secar la muestra y que se disipara el alcohol.
- ✓ Cuando las muestras estuvieron totalmente secas se procedió a pesarlas en una balanza analítica de cristal con capacidad de 510 gramos
- ✓ Se realizó el cálculo de la concentración de bromelina presente en la piña tomando en cuenta el peso de los precipitados donde obtuvo el siguiente resultado.

Unidades digestoras de gelatina (DGU) = 2,400/gramos

DGU= 2,400 /g x 0.01979 g = 47.46 DGU por cada 10 ml de jugo de piña.

5.8. Medición de longitud, diámetro y peso de las piñas:

5.8.1. Materiales equipos e insumos utilizados:

- 26 piñas
- Vernier de 200mm (En su lugar también podría utilizarse una cinta métrica de plástico de 100 cm)
- Mesa
- Pesa de 2200g

5.8.2. Procedimiento

- ✓ A cada una de las piñas se les fue removida la corona, posterior a esto se colocaron en mesas de trabajo haciendo uso de un vernier y una cinta métrica se tomaron las medidas de la longitud y el diámetro.
- ✓ Una vez realizada las mediciones se procedió a tomar el peso de cada una de las piñas haciendo uso de una balanza con capacidad de 2,200 g.

5.9. Desarrollar un ablandador a base de pulpa y corazón de piña (*Ananas comosus*) de la variedad Monte lirio.

Para la elaboración del ablandador se usaron especias deshidratadas con el objetivo de mejorar las características organolépticas del producto ya que además de ser un ablandador también funcionara como un sazonador. A continuación, se muestra el flujo de proceso que se usó para la deshidratación de las especias.

5.9.1. Procedimiento para la elaboración de especias en polvo

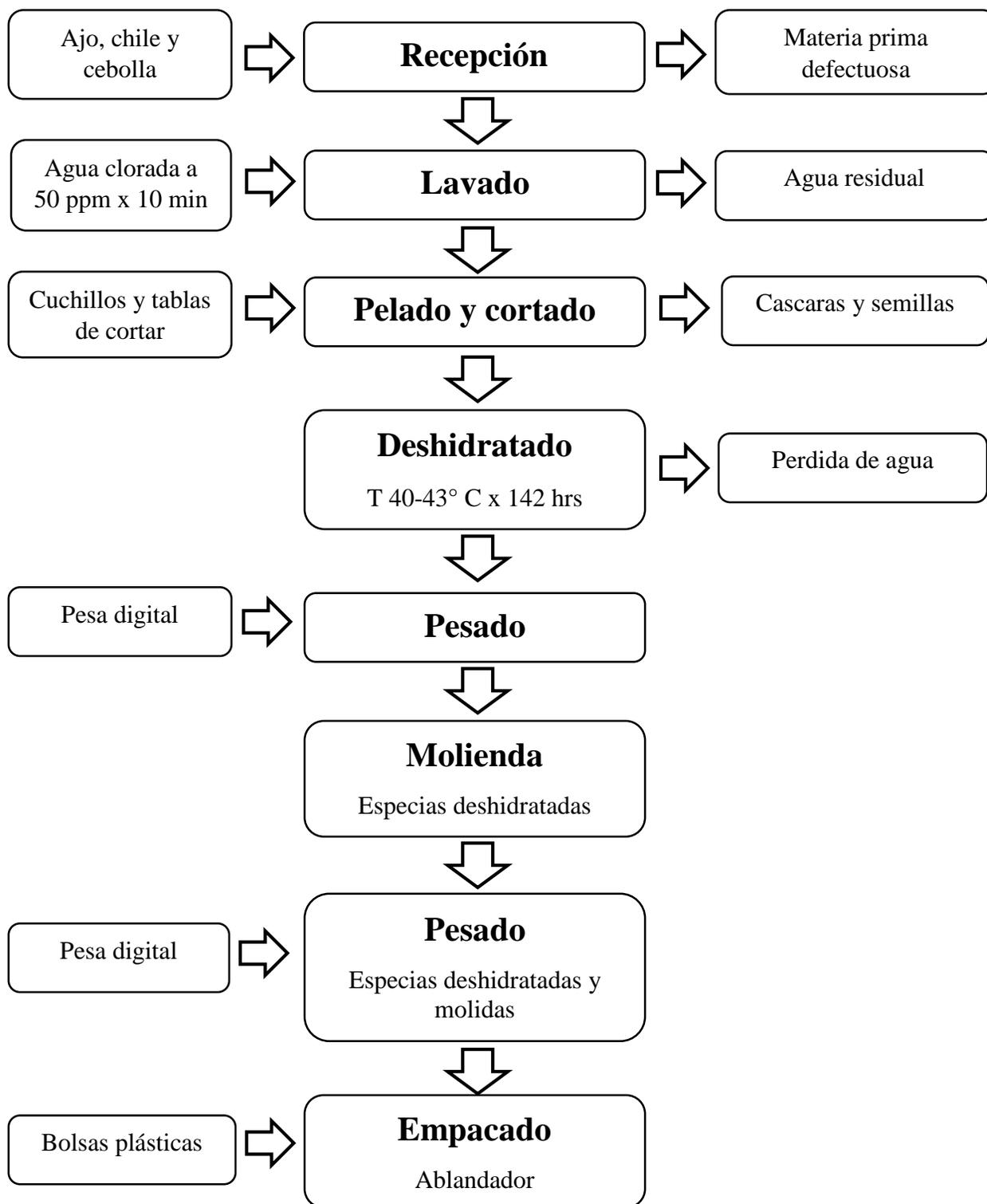


Figura 2. Flujograma de elaboración de especias en polvo

5.9.2. Materiales, equipos e insumos:

- Cebolla 900 gramos
- Chile jalapeño 900 gramos
- Ajo 320 gramos
- Mesas de trabajo
- Ollas de acero
- Cuchillos
- Balanza digital
- Deshidratador
- Mallas

5.9.3. Procedimiento

Recepción de materia prima: Se inspeccionó y verificó el estado de las materias primas (ajo, cebolla y chile jalapeño) las cuales tenían un aspecto fresco y libre de impurezas.

Lavado e higienización: Se realizó el lavado utilizando agua clorada a 50ppm donde se sumergieron los vegetales por 10 minutos y enjuagando con abundante agua.

Pelado y cortado: Se utilizaron cuchillos y tablas de cortar, se removieron las semillas del chile jalapeño, cascara del ajo y cebolla. Obteniendo un peso de 896 gramos de cebolla, 780 gramos de chile jalapeño y 315 gramos de ajo, posteriormente se les redujo el tamaño a 0.5cm de longitud para facilitar el deshidratado.

Deshidratado: En este paso se colocaron las especias cortadas en las bandejas y se introdujeron en las cámaras del deshidratador adiabático y pasaron un total de 142 horas a temperaturas que oscilaban entre 40 a 43 grados Celsius. Posterior al deshidratado se realizó el pesaje de las especias obteniendo 69.6 gramos de chile jalapeño, 60.1 gramos de ajo y 94 gramos de cebolla.

Molienda: Esta operación se realizó con un triturador microfino con adaptador de 3 micras, con el fin de reducir el tamaño de las especias deshidratadas hasta obtener un diámetro de 3 micras.

Pesado y empacado: Se pesaron las especias deshidratadas y molidas en una balanza digital, donde los pesos finales fueron de 67.2 gramos de chile jalapeño en polvo, 58 gramos de ajo en polvo y 90 gramos de cebolla en polvo y se empacaron las especias en polvo en bolsas con capacidad de 20 gramos. (Se obtuvo una menor cantidad de especias deshidratadas debido a que se dieron pérdida por retención de sólidos en la etapa de la molienda).

5.10. Procedimiento para la elaboración del ablandador a base de piña

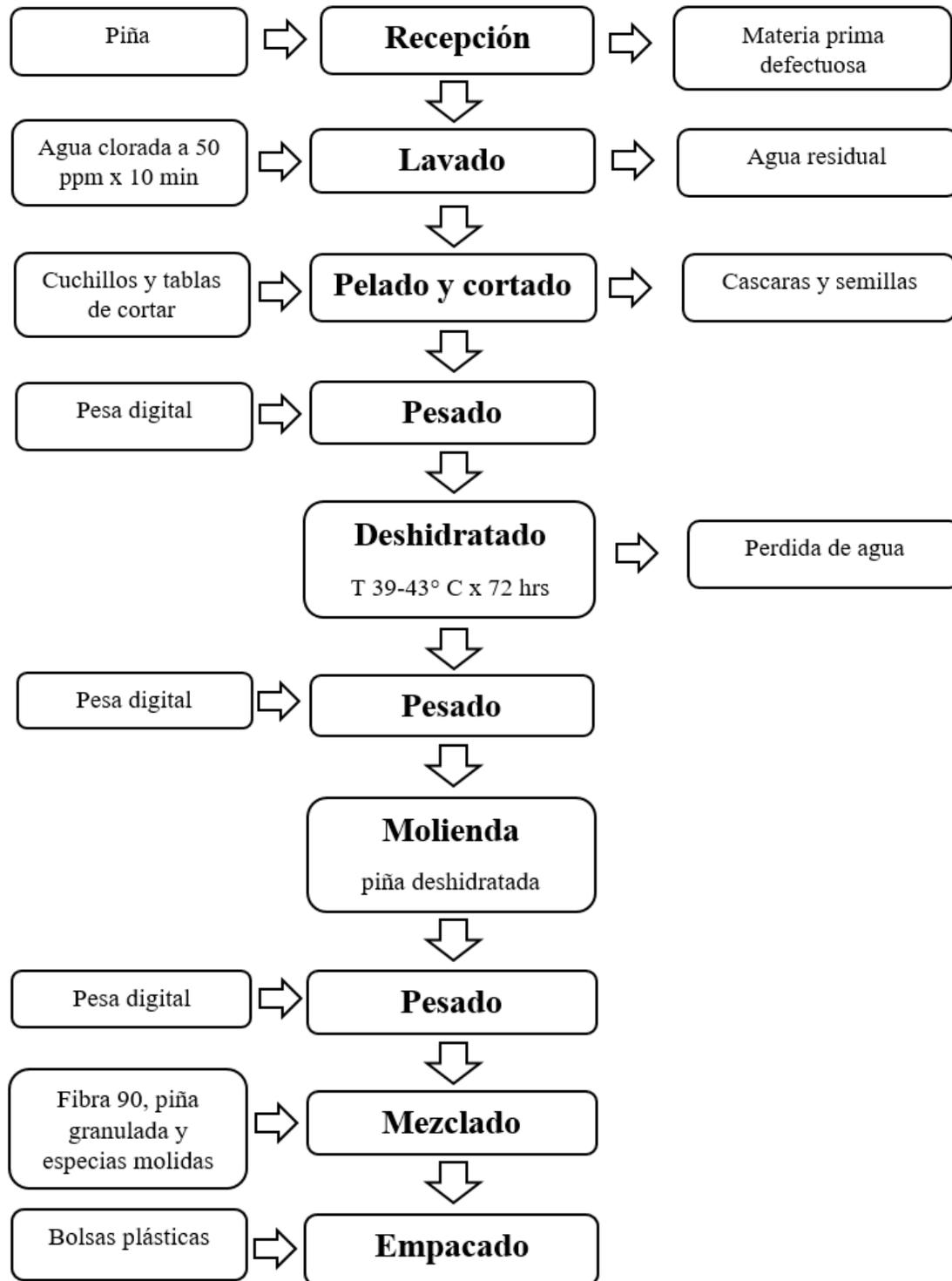


Figura 3. Flujograma de elaboración del ablandador

5.10.1. Materiales, equipos e insumos:

- 4 piñas
- Ajo en polvo
- Chile jalapeño en polvo
- Cebolla en polvo
- Orégano deshidratado
- Sal
- Pimienta
- Fibra 90
- Tablas de picar
- Mesas de trabajo
- Ollas
- Cuchillos
- Balanza digital
- Deshidratador
- Papel aluminio

5.10.2. Procedimiento

Recepción de materia prima: en esta operación se seleccionó la materia prima por tamaño, grado de madurez.

Pesado: Este paso consistió en realizar un pesaje de las 4 piñas obteniendo un peso de 5,060.39 gr.

Lavado: En esta etapa se realizó el lavado de la piña utilizando agua clorada 50ppm donde se sumergieron las piñas por 10 minutos y luego se enjuagaron con abundante agua.

Pelado y cortado: Se realizó con cuchillos y tablas de cortar, consistió en separar la cascará, la pulpa y el corazón, una vez hecho esto se tomó el peso de los residuos de cascara el cual fue de 2,250 g (44.46%) y 2800.39 g (55.34%) de pulpa y corazón. Seguidamente se redujo el tamaño realizando cortes de la pulpa y el corazón en forma de cuadros de 0.5 cm de grosor con el objetivo de favorecer el deshidratado.

Deshidratado: Se colocaron los cortes de piña en las bandejas, se introdujeron en las cámaras del deshidratador adiabático y pasaron 72 hrs en temperaturas que oscilaban entre 39 a 43 grados Celsius. Posteriormente se pesó la piña deshidratada y se obtuvieron 327.9 gr.

Molienda: Esta operación se realizó con un triturador para reducir el tamaño de la piña deshidratada, a la cual se le añadió el equivalente a 0.5% de la fórmula de fibra 90 para evitar que se adhiriera en la máquina.

Se usó 0.5 % de fibra 90 en la formulación siguiendo las dosis establecidas del producto en su ficha técnica.

Pesado: Se procedió a realizar el pesaje de la piña granulada con una balanza digital, obteniendo un peso total de 320 gr.

Formulación: Para la formulación del ablandador se usaron las siguientes concentraciones:

Cuadro 4. Formulación para el ablandador a base de piña.

Formula (Pulpa y Corazón)	
Insumos	%
Piña	90%
Chile	3.5%
Pimienta	2%
Sal	2%
Cebolla	1%
Orégano	0.5%
Ajo	0.5%
Fibra 90	0.5%

Mezclado: Para la mezcla del ablandador de los 320 gramos de piña molida (pulpa y corazón) se usaron 100 gramos a los cuales se le añadieron 3.8 gr de chile deshidratado, 2.22 gr de pimienta negra molida, 2.2 gr de sal, 1.1 gramos de cebolla en polvo, 0.6 gr de orégano deshidratado, 0.6 gr de ajo en polvo y 0.6 gr de fibra 90.

La fibra 90 es un polvo blanquecino con olor y sabor neutro el cual está hecho a base de fibra de trigo, este aditivo se usó con el objetivo de que las partículas de piña no se aglutinaran entre si obteniendo como resultado una mezcla homogénea.

Empacado y sellado: Una vez lista la mezcla se empacaron en presentaciones de 6.5 gramos en bolsas de polipropileno y se sellaron con el adhesivo que contenían las bolsas.

5.11. Evaluar el efecto provocado por el ablandador a base de piña (*Ananas comosus*) en cortes de mano de piedra y salón blanco, por medio de una evaluación sensorial

Los Cortes de carne bovina que se trataron fueron salón blanco y mano de piedra los cuales son de baja terneza (cortes duros), estos se obtuvieron directamente de los puestos de venta de carne del mercado el mayoreo donde se ofertan cortes frescos.

El ablandador a base de piña se puso a prueba con un testigo comercial que tiene la misma función y que contiene bromelina, se usaron 6.5 gramos de ambos ablandadores aplicados manualmente frotando sobre toda la superficie de los cortes de carne en tiempos de 15, 20 y 25 minutos para que la enzima actúe sobre la muestra.

Se usaron dos libras de salón blanco y mano de piedra, estos cortes se filetearon con un grosor de 0.5 cm. Una vez obtenido los filetes de carne se procedió a aplicar 6.5 gramos de ambos ablandadores por cada libra de carne en los tiempos determinados, cada una de las muestras con 3 repeticiones.

Transcurrido los tiempos se prepararon a la plancha los filetes de carne en una cocina de gas y una plancha de teflón durante 5 minutos a una temperatura de 167 °C.

Para definir cuál de los tiempos evaluados tenía mejor efecto sobre las muestras de carne se realizó una prueba preliminar en la planta de Agroindustria de los alimentos de la Universidad Nacional Agraria en la que participaron 5 personas entre ellos 3 docentes y dos estudiantes de la carrera Agroindustria de los Alimentos los cuales indicaron si hubo mejora en los cortes de menor terneza sometidos a distintos tiempos con ambos tratamientos.

5.12. Prueba de evaluación sensorial

La prueba de evaluación sensorial se realizó con el objetivo de darle un puntaje a la terneza de los cortes duros de carne bovina mediante el uso de fichas descriptivas.

La técnica que se uso fue de comparación pareada la cual consistió en tomar dos muestras (A y B) con el objetivo de determinar si existían diferencias entre ellas.



Ablandador Testigo



Ablandador a base de piña

La evaluación sensorial se realizó en una sala de la Universidad Nacional Agraria la cual tenía buena iluminación, sin olores extraños y separaciones para el panel de personas no entrenadas los cuales eran estudiantes, docentes, secretarias y personal de limpieza de la facultad de Agronomía.

Se indicó en qué consistía la evaluación sensorial al panel de 26 personas no entrenadas antes de dar inicio a la degustación, haciéndose una descripción del parámetro al que le darían un valor mediante la mordida y resistencia al corte con cuchillo.

A cada panelista se le entrego 4 muestras de carne (2 salón blanco y 2 mano de piedra), dos tratadas con el ablandador a base piña y dos tratadas con el ablandador testigo, con el objetivo de que evaluaran la terneza de los distintos cortes para proceder a darle una puntuación a cada una de las muestras.

5.13. Recolección de datos

Para la recolección de datos se hizo uso de formatos de evaluación sensorial con escala hedónica de 5 puntos, los cuales fueron diseñados en Microsoft Word y entregados a los panelistas para que calificaran cada una de las muestras que se les entrego.



Universidad Nacional Agraria
Facultad de Agronomía

Ficha de evaluación sensorial de un ablandador de carne a base de piña en diferentes cortes de menor terneza.

Nombres y apellidos: _____

Edad: _____

Fecha: _____

Instrucciones para la evaluación sensorial.

En los platos frente a usted tiene dos muestras de carnes que han sido tratadas con un ablandador a base de piña.

Es de importancia hacer un enjuague de boca entre cada una de las muestras.

Use la puntuación indicada para valorar cada una de las muestras presentes.

- Muy duro (1)
- Duro (2)
- Blanda (4)
- Moderadamente Blanda (3)
- Muy blanda (5)

Parámetro	Muestras	1	2	3	4	5
Terneza	A					
	B					

Figura 4. Ficha de evaluación sensorial

5.14. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar (DCA) con 2 tratamientos y 3 repeticiones por cada tratamiento, donde se evaluó el efecto sobre la dureza de los cortes de carne bovina del tratamiento T1 (Ablandador a base de piña) contra el tratamiento T2 (Testigo).

Se empleó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Efecto de la media general

T_i = Efecto de los tratamientos ($i= 1,2$)

E_{ij} = Efecto del error experimental

Las variables de estudio fueron, los tratamientos como independientes y la terneza de la carne como dependiente.

Los datos se derivaron de la evaluación sensorial fueron corridos en el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 18 con el objetivo de conocer si había una diferencia estadística en el efecto producido por ambos tratamientos mediante un análisis de varianza, así mismo se hizo uso de Excel para añadir gráficos que sustentaron los resultados obtenidos.

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación, se muestran los resultados de los datos obtenidos en la investigación donde se reflejan análisis físicos-químicos, análisis estadísticos, experimentación del desarrollo del producto, etc.

El porcentaje de ácido cítrico presente en la piña fue de 0.80%, este valor indica que su nivel de acidez está en el rango normal el cual está entre 0.4 - 1.2% a como se indica en la tabla 1 (Pág. 6) citado por Sánchez et al. (2015).



Este procedimiento se realizó con las 6 muestras de piña con 3 repeticiones, donde se realizó una media del hidróxido de sodio utilizado dando como promedio 17.1 ml de NaOH.

Figura 5. Determinación de acidez titulable

El valor promedio del pH dio como resultado 3.16 siendo menor a lo que indica la bibliografía consultada y plasmada en la tabla 3 (pág. 12), sin embargo, esto pudo deberse al grado de madurez en el que se realizaron las mediciones puesto que la materia prima utilizada tenía coloración verde amarillenta, característica propia de una piña en el grado 1 de madurez fisiológica según lo indica MAG (1991).



Este procedimiento se realizó con las 6 muestras de piña cada muestra con 3 repeticiones, donde se calculó la media del pH dando como resultado 3.16.

Figura 6. Determinación de pH

En la medición de grados Brix se obtuvo un promedio de 13, lo que indica que el valor obtenido se encuentra en el rango que indica el cuadro 3 (pág. 12)



Este procedimiento se realizó con las 26 muestras de piñas cada muestra con 3 repeticiones, donde se obtuvo como promedio 13 Brix.

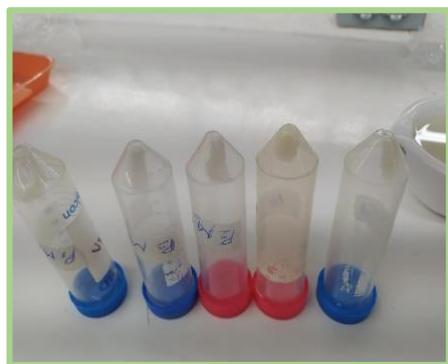
Figura 7. Determinación de grados Brix

La concentración de bromelina presente en la piña se determinó realizando un cálculo tomando en cuenta el peso de los precipitados donde se obtuvo el siguiente resultado.

Unidades digestoras de gelatina (DGU) = 2,400/g.

La bromelina tiene una actividad enzimática de 2,400 DGU/g por lo que 0,01979 tendrían una actividad enzimática de 47.46 DGU por cada 10 ml de jugo de piña.

$DGU = 2,400 /g \times 0.01979 g = 47.46 DGU$ por cada 10 ml de jugo de piña.



Este procedimiento se realizó con 4 muestras de piña y 3 repeticiones por cada una, donde se anotaron los pesos obtenidos de los precipitados resultantes posterior al centrifugado, se obtuvo un promedio de 0.01979 g de bromelina por cada 10 ml.

Figura 8. Determinación de bromelina

Las 26 piñas muestreadas tuvieron valores promedio de longitud de 14.14 cm, 12.02 cm de diámetro y 1,541.97 g de peso, lo cual indica que la materia prima utilizada está por debajo del promedio que indica la tabla 3 (pág. 12).



Este procedimiento se realizó con 26 piñas sin corona, donde se anotó el peso, longitud y diámetro de cada una con el objetivo de conocer la media de estos valores.

Figura 9. Toma de peso, diámetro y longitud de la piña

A continuación, se muestra el siguiente cuadro donde se pueden observar los pesos de las especias deshidratadas que se usaron para el desarrollo del ablandador

Cuadro 5. Pesos de las especias durante el proceso de transformación

Especias	Peso inicial	Peso post pelado y cortado	Peso final (deshidratado)	Peso de especias molidas
Cebolla	900 gramos	896 gramos	94 gramos	90 gramos
Chile jalapeño	900 gramos	780 gramos	69.6 gramos	67.2 gramos
Ajo	320 gramos	315 gramos	60.1 gramos	58 gramos

El porcentaje de pérdida de humedad de las especias que fueron deshidratadas y molidas se calcularon tomando en cuenta sus pesos teniendo como resultado:

$$\% \text{ humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

$$\% \text{ humedad en cebolla} = \frac{896 \text{ g} - 94 \text{ g}}{896 \text{ g}} \times 100 = 89.5\%$$

$$\% \text{ humedad en chile jalapeño} = \frac{780 \text{ g} - 69.6 \text{ g}}{780 \text{ g}} \times 100 = 91.07\%$$

$$\% \text{ humedad en ajo} = \frac{315 \text{ g} - 60.1 \text{ g}}{315 \text{ g}} \times 100 = 80.9\%$$

El porcentaje de pérdida de humedad de las piñas que fueron deshidratadas y molidas se calcularon tomando en cuenta sus pesos teniendo como resultado:

$$\% \text{ humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Donde:

$$P_i = 2,800.39 \text{ g} \quad P_f = 327.9 \text{ g}$$

$$\% \text{ humedad en piña} = \frac{2,800.39 \text{ g} - 327.9 \text{ g}}{2,800.39 \text{ g}} \times 100 = 88.29\%$$

6.1. Desarrollo del ablandador a base de piña

Se sometió la pulpa y corazón de la piña en pequeños cuadros de 0.5 cm de grosor a temperaturas entre 39 a 43° C por un periodo de 72 horas para reducir la cantidad de agua, posteriormente se redujo el tamaño de la piña haciendo uso de la fibra 90 para evitar que se adhiriera al pulverizador, finalmente fue mezclado con especias molidas con un tamaño de 3 micras y se obtuvo un ablandador granulado a base de piña cuyo objetivo fue usarlo para tratar los cortes duro de carne bovina y mejorar su ternura.

Este procedimiento se realizó 4 veces debido a que los primeros ensayos no dieron los resultados esperados.

6.1.1. Procedimiento 1:

Para el primer ensayo se tomaron 8 piñas, las cuales tenían 1,770.18 g de peso, 14.43 cm de longitud, 12.025 cm de diámetro, 13.93 grados Brix y 3.03 de pH en promedio.

Los cortes de piña se hicieron en rodajas de 1.5 cm de grosor siguiendo la metodología usada por Barrera (2017), se procedió a colocar las rodajas en bandejas y meterlas a un horno eléctrico a una temperatura de 50°C por 45 horas.

Una vez que se cumplieron las 45 horas se sacaron las bandejas que contenían las rodajas de piña deshidratadas, estas tenían una coloración oscura, textura suave y húmeda lo cual impedía su pulverización además de que al caramelizarse los azúcares de la materia prima esta se adhirió a la superficie metálica de las bandejas lo que hizo más compleja la operación de remoción de las rodajas de piña.

Los resultados obtenidos no fueron los que se esperaban debido a que el horno eléctrico no podía trabajar constantemente las 45 horas seguidas por reglas de la universidad y se procedió a manipular el equipo por un periodo de 9 horas al día por 5 días esto permitió que la piña absorbiera parte del agua que había perdido debido a que se condensó el vapor de agua en las paredes del horno debido a que se detenía el proceso de deshidratación por periodos de tiempo de 15 hrs aproximadamente.

6.1.2. Procedimiento 2:

Para el segundo ensayo se hizo uso de 6 piñas, las cuales tenían en promedio 1,568.02 g de peso, 14.02cm de longitud, 11.93 cm de diámetro, 11.27 grados Brix y 2.82 de pH.

Los cortes de piña se hicieron en rodajas de 1.5 cm de grosor, se colocaron las rodajas en bandejas metálicas y se introdujeron al deshidratador a temperaturas que oscilaron entre los 27 a 39°C por 72 hrs.

Al cumplirse las 72 horas se sacaron las bandejas que contenían las rodajas de piña deshidratadas, tenían características similares a las que se obtuvieron en el primer ensayo una coloración oscura, textura gomosa y húmeda por lo cual no se podía pulverizar, pero a pesar que estaban bastante húmedas aún no se adhirieron a las bandejas, aunque estas no tenían puestas las mayas can.

Resultados negativos obtenidos en este ensayo mayormente se debieron a que el recolector de aire caliente del deshidratador no estaba encendido por ende esto ocasiono que la materia prima no perdiera agua a como se tenía previsto, además de que uno de los cables del ventilador no estaba correctamente conectado lo cual impedía la circulación del aire.

Estos detalles fueron corregidos antes de proceder a realizar el siguiente ensayo.

6.1.3. Procedimiento 3:

Para el tercer ensayo se hizo uso de 2 piñas, las cuales tenían en promedio 1,344.55 g de peso, 14.2 cm de longitud, 12.4 cm de diámetro, 13.2 grados Brix y 3.5 de pH.

Los cortes de piña se hicieron en rodajas de 1.5 cm de grosor y se colocaron en las bandejas metálicas cubiertas con mayas can para evitar que la materia prima se adhiriera a su superficie y se metieron al deshidratador adiabático a temperaturas que oscilaron entre los 30 a 41 °C por 120 hrs.

Los resultados obtenidos en este ensayo no fueron satisfactorios debido a que se presentaron situaciones climáticas que no favorecían la deshidratación de la piña por este motivo se decidió aumentar el tiempo durante el cual pasaría la piña en el deshidratador, sin embargo, esto no tuvo efectos positivos puesto que la piña nuevamente presentó textura gomosa y húmeda, por ende, no estaba apta para ser procesada y transformada en un ablandador para cortes duros de carne bovina. Pereira et al (2013) afirma que usar el metodo deshidratacion

por aire caliente (DAC) es el mas conveniente ya que permite una mejor firmeza en las rodajas de piña deshidratadas y que entre mayor sea el grosor con el que se trabaje se perdera una menor cantidad de agua, debido a que se concentran y se cristalizan los azucares de la piña por lo que se forma una costra en su superficie lo que provoca que quede atrapada una cantidad significativa de agua, esto indica que entre menor sea el grosor de las rodajas de piña se obtendra una mejor deshidratacion disminuyendo la cantidad de agua atrapada por el endurecimiento en la superficie de la piña.

6.1.4. Procedimiento 4:

Para el cuarto ensayo se hizo uso de 4 piñas, las cuales tenían en promedio 1,265.10 g de peso, 14.3 cm de longitud, 12.25 cm de diámetro, 13.95grados Brix y 3.53 de pH.

Los cortes de piña se hicieron en forma de cuadros de 0.5 cm de grosor y se colocaron en bandejas metálicas cubiertas con mayas can para evitar que la materia prima se adhiriera a su superficie y se metieron al deshidratador adiabático a temperaturas que oscilaron entre los 39 a 43 °C por 72 hrs.

Una vez que transcurrieron las 72 hrs se retiraron las bandejas y se observó una mejora significativa en el deshidratado puesto que tenía un color más claro, se notaba una textura más firme y con baja humedad, confirmando lo descrito por Pereira et al (2013) sin embargo, con esa textura aún era imposible triturar debido a que se adhería a las cuchillas del triturador así que se hizo uso del aditivo fibra 90 el cual es un agente anti aglutinante, esto permitió reducir el tamaño de la piña deshidratada y facilitó la realización de la mezcla con las especias sin dar lugar a algún tipo de aglomeración entre los ingredientes.

6.2. Análisis de datos de la prueba preliminar

Antes de realizar el análisis sensorial se realizó una prueba preliminar donde se eligió únicamente un tiempo de aplicación de los ablandadores, donde la muestra elaborada y el testigo estuvieran en condiciones similares para someterlos a prueba con un panel de mayor cantidad de evaluadores.

En la prueba preliminar se trataron cortes de carne bovina de menor ternera con dos tratamientos, estos con la misma cantidad de ablandador, pero con diferentes tiempos a como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Relación tiempo-cantidad de aplicación del ablandador

Factor/tratamiento	15 min	20 min	25 min
Testigo	6.5 g	6.5 g	6.5 g
Ablandador de piña	6.5 g	6.5 g	6.5 g

T x t = cantidad de ablandador testigo x tiempo de aplicación

P x t = cantidad de ablandador piña x tiempo de aplicación

5 panelistas evaluaron 4 muestras por cada uno de los 3 tiempos de aplicación de lo cual se obtuvo un total de 60 datos.

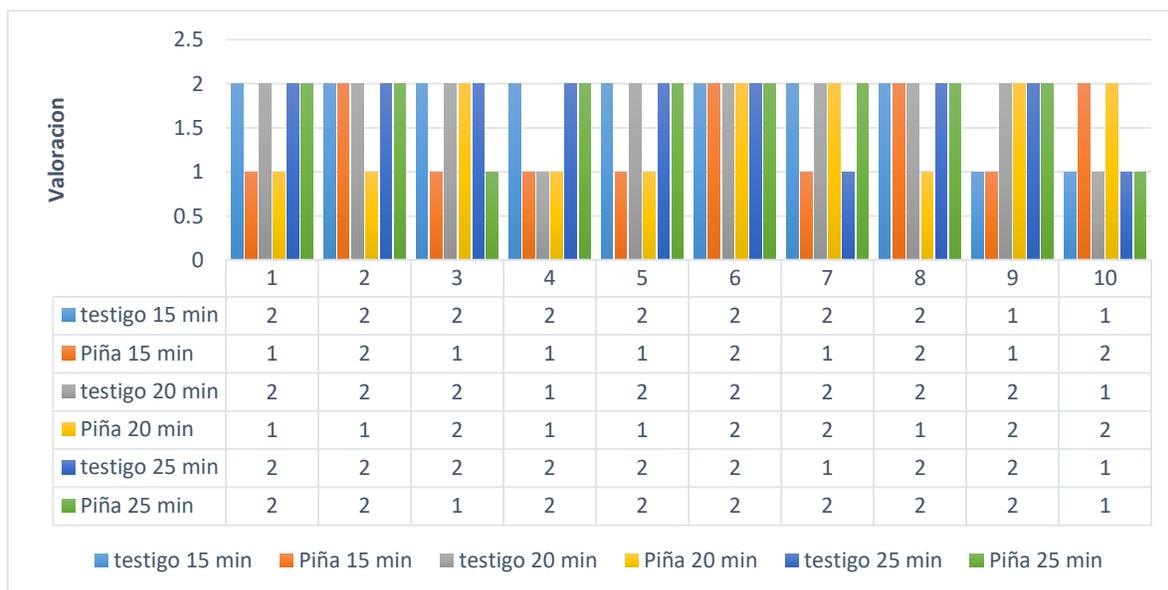


Figura 10. Valoración de los panelistas durante la prueba preliminar

Este grafico muestra las sesenta puntuaciones que brindaron los 5 panelistas a los distintos cortes de carne de menor terneza que fueron tratados con un ablandador testigo y el ablandador a base de piña ambos en tres diferentes tiempos (15, 20 y 25 min) donde se puede observar que el ablandador testigo mantuvo el mismo promedio de puntuación en los distintos tiempos, mientras que el ablandador a base de piña fue mejorando cuando se aumentaba el tiempo de aplicación hasta lograr igualdad contra el testigo comercial.

El ablandador a base de piña que se aplicó durante 25 minutos fue el que obtuvo una igualdad contra el testigo comercial lo cual indica que este tiempo de aplicación presentaba mejores resultados para ponerlo a prueba a una escala mayor.

6.3. Análisis de datos de la evaluación sensorial

Cuadro 7. Asociación de las variables.

Medidas de asociación		
	Eta	Eta cuadrado
Valoración * Tratamiento	.393	.154

La valoración de Eta cercana a 0 indica que las variables están levemente asociadas, tal como lo indica International Business Machines (IBM) (s.f), por ende, el valor de una es independiente al valor de la otra así lo confirma Camacho-Sandoval (2018).

Cuadro 8. Puntaje promedio de los ablandadores puestos a prueba en el análisis sensorial

Tratamiento	Media	Desv. típ.	Varianza
Testigo	2.69	.875	.766
— Piña	3.54	1.111	1.234
Total	3.12	1.082	1.171

Este cuadro indica que existe una diferencia estadística en cuanto a la valoración que se ha realizado en evaluación sensorial, puesto que hay casi un punto de diferencia con respecto a la puntuación media que dieron los panelistas, a parte la desviación típica y la varianza tienen valores similares pero que para la muestra testigo es menor a 1 lo que indica que la mayor parte de los datos están agrupados cerca de su media, al contrario de la desviación típica de la muestra de piña que es mayor a 1 esto demuestra que probablemente hay un sesgo

Cuadro 9. Tabla ANOVA.

			Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Terneza *	Inter-grupos	(Combinadas)	18.615	1	18.615	18.615	.000
Tratamiento	Intra-grupos		102.000	102	1.000		
	Total		120.615	103			

Decisión: H_0 se rechaza ($p= 0.000 \leq 0.05$), a como afirma Minitab (2019) si el valor P es menor que 0.05 se rechaza la hipótesis nula ya que no existe diferencia entre las medias y se concluye que si existe una diferencia significativa.

Se puede afirmar con un nivel de confianza del 95% que existe una diferencia significativa en la terneza producida por los ablandadores en los cortes duros de carne bovina, gracias a los datos obtenidos de la evaluación sensorial se pudo saber que la mayoría de los panelistas notaron una mayor suavidad en la carne tratada con el ablandador de piña, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa.

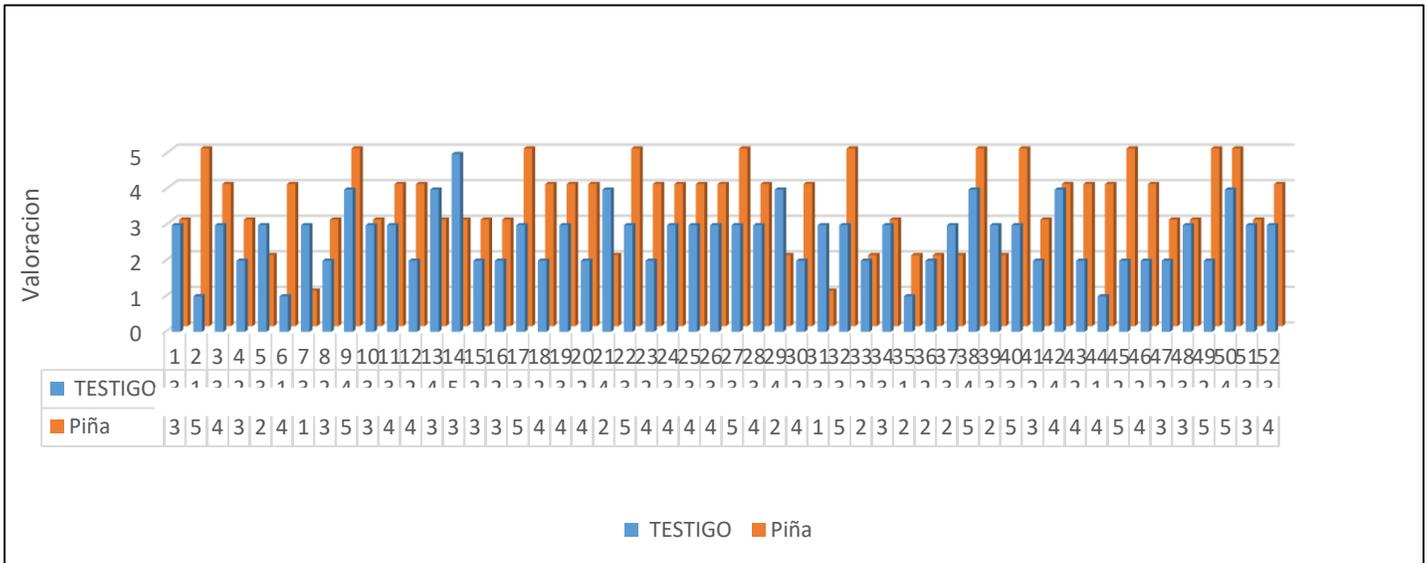


Figura 11. Valoración de los panelistas durante el análisis sensorial

En este grafico de barras se pueden observar las 104 valoraciones de los 26 panelistas donde evaluaron los cortes de menor terneza (mano de piedra y salón blanco), siendo el ablandador testigo las barras azules y el ablandador a base de piña las barras naranjas, donde se puede observar que las barras naranjas fueron las que presentaron mayores valoraciones siendo el ablandador a base de piña el que presenta mejores resultados en la terneza de la carne.

VII. CONCLUSIONES

La materia prima estudiada presento características físico-químicas dentro de los rangos que se establecen en las distintas bibliografías consultadas y aunque no es la variedad que tiene los mayores niveles de bromelina se pudo desarrollar un ablandador que presento un efecto positivo sobre la terneza de los cortes de carne

Para facilitar el deshidratado de la materia prima fue necesario realizar cortes en forma de cuadro con un grosor de 0.5 cm, la piña después de ser deshidratada presento una textura pegajosa por la cristalización de los azúcares lo cual impedía triturarla debido a que se adhería a las cuchillas del triturador, así que se hizo uso del aditivo fibra 90 el cual es un agente anti aglutinante, esto permitió reducir el tamaño de la piña deshidratada y facilitó la realización de la mezcla con las especias sin dar lugar a algún tipo de aglomeración entre los ingredientes.

Los resultados obtenidos de la prueba preliminar indicaron que de los tres tiempos (15, 20 y 25 min) que se pusieron a prueba los ablandadores en los diferentes cortes de carne de menor terneza, el tiempo que presento un mayor puntaje para ambos tratamientos por parte de los panelistas fue el de 25 minutos, esto reflejo que este tiempo de aplicación fue el óptimo para someterlo a un panel de mayor escala puesto que con ese tiempo ambos ablandadores tuvieron efectos similares en la terneza de los cortes.

El análisis de los datos obtenidos de la evaluación sensorial indico que hubo una diferencia significativa en la terneza que produjeron los ablandadores en los cortes de carne estudiados presentando un mayor promedio de puntaje por parte de los panelistas las carnes a las que se les aplico el ablandador a base de piña.

VIII. RECOMENDACIONES

- Desarrollar un ablandador con otras variedades de piña en estado de madurez inicial (verde) ya que es cuando presenta mayores cantidades de bromelina
- Desarrollar otros productos con residuos que no se utilizan de la piña.
- Evaluar por separado todas las partes de la piña (Cascara, tallo, pulpa y corazón) para el desarrollo de un ablandador para tener una valoración del nivel de actividad enzimática y el nivel de ablandamiento que pueden generar por separado.
- No almacenar la piña por largos periodos de tiempo para trabajarla en las mejores condiciones posibles.
- Usar otra metodología en la que se trabaje una mayor cantidad de jugo para extraer la bromelina.
- Realizar el deshidratado con el mínimo grosor posible para obtener una mayor pérdida de agua y a temperatura entre 40 a 50 °C para evitar la desnaturalización de la bromelina.
- Aplicar diferentes concentraciones de ablandador para estudiar su comportamiento.
- Evaluar diferentes grosores en la carne para determinar cómo influye el efecto ablandador.
- Evaluar mayores lapsos de tiempo de aplicación del ablandador para conocer el mejor tiempo de aplicación.
- Realizar el análisis sensorial con un mayor número de panelistas para tener un mayor nivel de confianza en los datos obtenidos.
- Realizar análisis de beneficio-costos.

IX. LITERATURA CITADA

- Atlas Big. (s.f). *Producción mundial de piña por país*. Atlas Big.
<https://www.atlasbig.com/es-es/paises-por-produccion-de-pina>
- Africano, K., Almanza-Merchan, P., Balaguera-Lopez., H. (2015). *Fisiología y bioquímica de la maduración del fruto de durazno [Prunus persica(L.)*. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Scielo, 163.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2011-21732015000100014
- Barrera, Yader. (2017). *Manual de deshidratación de frutas y hortalizas con energía solar*.
- Bengozi, J., Costa, A., Fillet, M., Mischan, M., y Pallamin, M. (29 de Marzo de 2007) *Qualidades físicas e químicas do abacaxi comercializado na CEAGESP São Paulo*. Scielo, 544.
<https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000300025>
- Camacho-Sandoval, Jorge. (2018). *Asociación entre variables cuantitativas: análisis de correlación*. scielo.sa.cr.
https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022008000200005
- Carvajal, Luz. (2000). *Producción, transformación y comercialización pulpas de frutas tropicales*. Universidad de Antioquia.
<http://huitoto.udea.edu.co/FrutasTropicales/pina.html>
- Chinchilla, M. J. (2014). *Acción de la enzima bromelina en la disgregación de hematomas y disminución de la inflamación* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Centro de Documentación y Biblioteca de Farmacia.
<https://biblioteca-farmacia.usac.edu.gt/Tesis/QF1321.pdf>
- Colina, L. (s.f). *Mezclado de alimentos*.
http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/mlci/file/mezclado_solidos.pdf
- Cordova, E. (2012). *Caracterización organoléptica y bromatológica de la Piña Criolla (Ananas comosus) de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas* [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez]. Repositorio Digital.

<http://repositoriodigital.tuxtla.tecnm.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/870/48605.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Dalgo, F. V. (2012). *Obtención de un concentrado con bromelina a partir de piña (Ananas comosus), y determinación de su actividad enzimática en sustratos proteicos*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio de la Universidad Técnica de Ambato.

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3061/1/SBQ.27.pdf>

Estadísticos de tablas cruzadas. (s.f).. IBM.com.

<https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/SaaS?topic=crosstabs-statistics>

Flores, G. K. (2019). *Evaluación de la textura del chorizo regional utilizando como aditivo proteasa (bromelina) en diferentes*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio Institucional.

http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4460/000004292T_AGROINDUSTRIAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Galarza, D. F. (2002). *Efecto ablandador de extractos de cascara, pulpa y corazon de piña en lomo (Longissimus toracis) y la mano de piedra (Semitendinosus) de res*. [Tesis de pregrado, Universidad Zamorano]. Biblioteca Wilson Popenoe.

<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:J5Qn6arwOu8J:https://bdi.digital.zamorano.edu/bitstream/11036/5519/1/AGI-2002-T016.pdf+&cd=15&hl=es&ct=clnk&gl=ni>

García, y Maricela. (s.f). *Análisis sensorial de alimentos*. [Boletín científico, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo]. Repositorio Académico Digital.

<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/icbi/n3/m1.html#nota1>

Gaúcho, A. A., y Rivas, P. R. (2017). *Propuesta de aplicación de las enzimas de la piña y la papaya como ablandadores naturales de carne de res y de cerdo en recetas innovadoras de sal*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional.

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/29665/1/TESIS.pdf>

- Gonzalez, V., Rodeiro, C., Sanmartin, C., y Vila, S. (Junio de 2014). *Introduccion al analisis sensorial*. Sociedad de Estadistica e Investigacion Operativa.
<http://www.seio.es/descargas/Incubadora2014/GaliciaBachillerato.pdf>
- Google . (2021). *Vista satelital de la Universidad Nacional Agraria*. [Captura de pantalla].Google Maps.
<https://www.google.com/maps/place/Universidad+Nacional+Agraria/@12.1482572,-86.1650014,15z/data=!4m5!3m4!1s0x8f73f5e58b6008cb:0xbadf026a8e0e3219!8m2!3d12.1479622!4d-86.1612853>
- Gutierrez, E., y Ulloa, A. (13 de Febrero de 2016). *Elaboracion de nejayote y nixtamalizacion de maiz*. Slideshare.
<https://es.slideshare.net/FanychanCosplayer/reduccion-de-tamao>
- Hanna Instruments. (s/f). *¿Qué es el ph?*. Hannacolombia.
<https://www.hannacolombia.com/blog/post/447/que-es-el-ph>
- Hanna Instruments. (s.f) *Mini titulador de acidez, pH para jugos de fruta*. HANNA Instruments.
<https://www.hannacolombia.com/productos/producto/hi-84532-mini-titulador-de-acidez-ph-para-jugos-de-fruta>
- Huerta, O. S. (s.f). *Secado*. Portal de Universidad Autonoma Metropolitana de Iztapalapa.
<http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/sho/Secado.pdf>
- Infoalimentos. (08 de Agosto de 2018). *Deshidratacion y desecado en la conservacion de alimentos*. Infoalimentos.
<https://infoalimentos.org.ar/temas/inocuidad-de-los-alimentos/304-deshidratacion-y-desecado-dos-metodos-de-conservacion-de-alimentos-muy-antiguos-que-aun-están-vigentes>
- Kalam, A. (Ed.). (2018). *Advances in Eco-Fuels for a Sustainable Environment*. En A. Kalam, *Advances in Eco-Fuels for a Sustainable Environment* (pág. 192). Elsevier.
- Leon, S. M., y Romero, A. (2018). *Propuesta de elaboración de un ablandador de carne a base de cascara de piña (Ananas comusus) para su aplicación como un condimento alto en enzimas y especias*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil].

Repositorio Institucional de la Universidad de Guayaquil.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/42071/1/Tesis%20bromelina%20final.pdf>

- Marrasquin, R. (2016). *Efecto de la adición de una mezcla de Bromelina y Papaína sobre ciertas características físico químicas de la carne vacuna*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio Institucional.
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5407/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-2.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica . (1991). *Agromercado*. MAG.
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/HA-A.06.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (20 de Agosto de 1993). *Desarrollo de Microempresas Agroindustriales Rurales y Talleres Itinerantes sobre Procesamiento de Frutas y Hortalizas*. FAO.
<http://www.fao.org/3/x5063s/x5063S01.htm#Prologo>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2003). *Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas*. FAO.
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/HA-A.06.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (5 de Marzo de 2015). *Composición de la carne* . FAO.
http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/backgr_composition.html
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (Febrero de 2020). *Análisis de mercado de las principales frutas tropicales*. FAO.
<http://www.fao.org/3/ca9213es/ca9213es.pdf>
- Palomino, J. L. (10 de Diciembre de 2015). *Potenciometría y acidez titulable*. Slideshare.
<https://es.slideshare.net/joseluispalomino77/potenciometra-y-acidez-titulable>
- Peluffo, M., y Monteiro, M. (18 de Julio de 2002). *Terneza: una característica a tener en cuenta*. Plan agropecuario.
https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R103/R103_18.pdf

Pereira, A., Becera, S., Hernandez, A., Gonzales, M., y Fernandez. (2013). Análisis comparativo de la cinética de deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Caliente de la Piña. (Ananas Comosus, variedad Cayena lisa). Redalyc.

<https://www.redalyc.org/pdf/932/93225708012.pdf>

Polanco, D. A. (21 de Noviembre de 2017). *Piña, características de la planta, cultivo. Propiedades de la piña, beneficios*. Paradais-sphynx.

<https://naturaleza.paradais-sphynx.com/plantas/tipos-de-frutas/pina-propiedades-ananas-comosus.htm#:~:text=CC%20BY%202.0-.Caracter%C3%ADsticas%20de%20la%20pi%C3%B1a,pertenece%20a%20la%20familia%20Bromeliaceae.&text=Ananas%20comosus%20presenta%20tallo%20co>

¿Qué se puede decir cuando el valor p es mayor que 0,05?. (2019). Blog.minitab.com.

<https://blog.minitab.com/es/que-se-puede-decir-cuando-el-valor-p-es-mayor-que-0-05>

Química fácil. (12 de Noviembre de 2018). *Grados Brix*. Química fácil.

<https://quimicafacil.net/infografias/grados-brix/>

Ramirez, Joaquin., y Ayala, Marcela. (1 de Diciembre de 2014). *ENZIMAS: ¿Qué son y cómo funcionan?* Revista digital universitaria (RDU).

<http://www.revista.unam.mx/vol.15/num12/art91/art91.pdf>

Samillán, V., Seclén, L y Seminario, G. (19 de octubre de 2012). *Determinación de pH y acidez titulable en los alimentos*. Academia.

https://www.academia.edu/22698699/DETERMINACION_DE_PH_Y_ACIDEZ_TITULABLE_EN_LOS_ALIMENTOS

Sanchez, M., Ahuja, S y Acevedo, R. (2015). *Producción de Piña Cayena Lisa y MD2 (Ananas comosus L.) en condiciones de Loma Bonita, Oaxaca*. Loma bonita. Ciencias de la Biología y Agronomía

X. ANEXOS

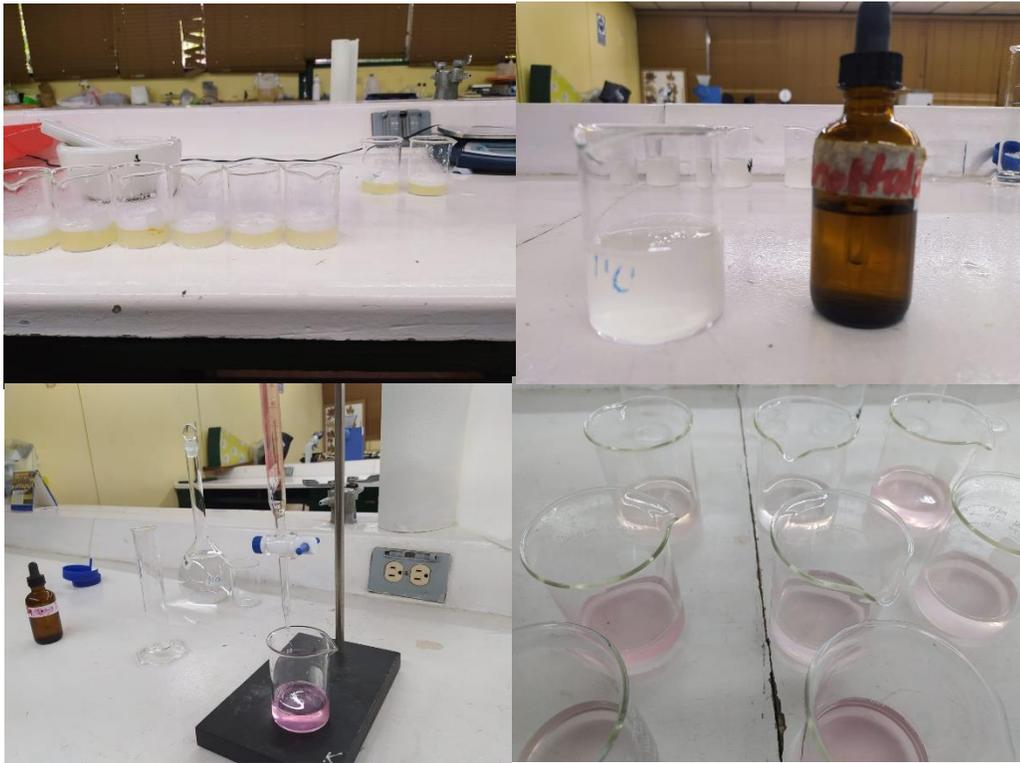
Anexo 1. Recolección de la materia prima piña monte lirio



Anexo 2. Medición de peso, diámetro y longitud de la piña monte lirio



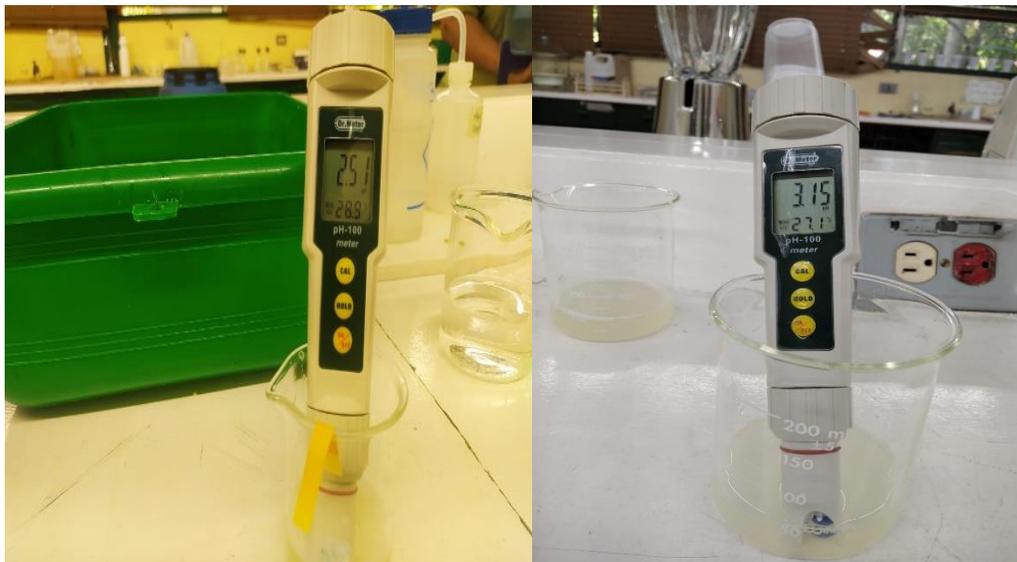
Anexo 3. Medición de acidez titulable en piña monte lirio



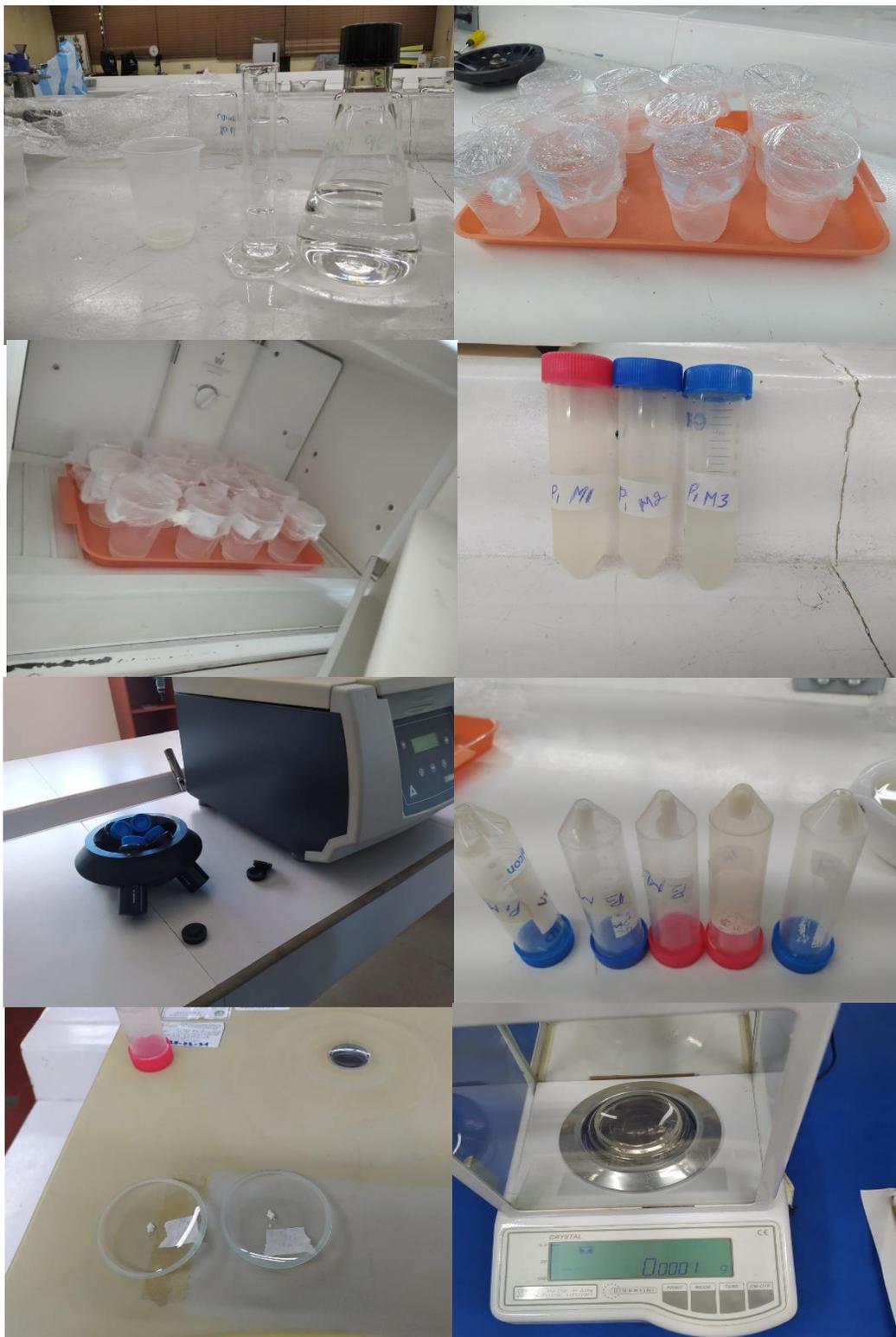
Anexo 4. Medición de grados Brix de la piña monte lirio



Anexo 5. Medición de pH de la piña monte lirio



Anexo 6. Extracción y medición de enzima bromelina presente en la piña monte lirio



Anexo 7. Elaboración de especias en polvo



Anexo 8. Elaboración del ablandador a base de pulpa y corazón de piña monte lirio





Anexo 9. Prueba preliminar del efecto del ablandador a base de piña y el tratamiento testigo



Anexo 10. Evaluación sensorial de los cortes tratados con el ablandador a base de pulpa y corazón de piña monte lirio y el testigo



Cuadro 10. Base de datos de las piñas usadas en la investigación

	Peso (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Brix	pH	Acidez (%)	Bromelina (g)	Jugo (ml)
Procedimiento 1	1,899.76	14.6	11.6	14.2	3.4			
	2,081.34	15.29	11.8	14.2	3.15			
	1,478.21	14.2	11.7	14.2	3.17			
	1,604.77	14.2	12.1	13.9	3.23			
	1,979.45	14.9	12	14.4	3.13			
	1,873.64	14.5	12.6	13.3	3.22			
	1,671.28	14	12.3	14.3	2.51			
	1,572.98	13.8	12.1	12.9	2.44			
Procedimiento 2	1,517.87	14	12.1	10	2.53			
	1,487.08	13.9	11.8	12	2.57			
	1,408.12	13.7	11.7	11.1	2.5			
	1,552.53	13.9	11.8	11.4	2.6			
	1,629.34	14.2	12	11.3	3.41			
	1,813.19	14.4	12.2	11.7	3.3			
Procedimiento 3	1,321.99	14.6	12.3	12.9	3.6			
	1,367.11	13.9	12.6	13.6	3.4			
Procedimiento 4	1,318.94	14.3	12.4	13.6	3.6			
	1,395.62	14.7	12.3	14.1	3.5			
	979.72	14.4	12.1	13.9	3.6			
	1,366.11	13.8	12.2	14.2	3.4			
Análisis F-Q Finales	1,351.11	13.8	11.5	12.4	3.12	0.720	0.03311	300
	1,470.01	13.9	11.6	12.8	3.23	0.680	0.01314	298
	1,489.83	14	12.1	12.1	2.96	0.720	0.01941	275
	1,377.35	13.5	11.7	13.4	3.11	0.930	0.01351	295
	1,401.04	13.6	12.1	12.7	3.13	0.820		340
	1,394.58	13.5	11.9	13.2	3.41	0.910		335
Total	37,007.35	367.59	312.6	337.9	81.22	4.7800		
Promedio	1,541.97	14.14	12.02	13.00	3.12384615	0.80	0.01979	307.17