

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

“DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS QUE TIENE LA UTILIZACIÓN DE SALMUERAS ACIDIFICADAS CON ÁCIDO ACÉTICO Y CON ÁCIDO LÁCTICO EN LA ELABORACIÓN DE ROCOTO (*Capsicum pubescens*) ENCURTIDO”

TESIS

Presentada por:

Bach. AGNES MILADY PASTRANA CANDELA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TACNA - PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS
ORGANOLÉPTICAS QUE TIENE LA UTILIZACIÓN DE SALMUERAS
ACIDIFICADAS CON ÁCIDO ACÉTICO Y CON ÁCIDO
LÁCTICO EN LA ELABORACIÓN DE
ROCOTO (*Capsicum pubescens*)
ENCURTIDO.

Tesis sustentada y aprobada el 07 de septiembre del 2017 estando
conformado el jurado calificado por:

Presidente:




Dra. Liliana del Carmen Lanchipa Bergamini

Secretario:



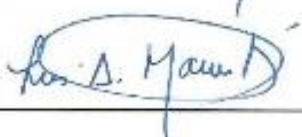
MSc. Marcial Alfredo Castillo Cohaila

Vocal:



Mgr. Yolanda Sosa Gutierrez

Asesor:



Mgr. Luis Marín Aliaga

Dedicatoria

A mis padres Fredy y Agnes, a mi hermana Mariel por su amor y apoyo incondicional en todo este proceso. A mis abuelos Daniel y Alejandro quienes no dejaron de guiarme.

Agradecimiento

Gracias a Dios.

Gracias al Dr. Alberto Pacheco Pacheco por su apoyo y orientación con el presente trabajo.

Gracias a las señoras que trabajaron conmigo y me apoyaron con sus consejos y experiencia.

Gracias a mis padres y hermana por ser partícipes en la ejecución de la investigación.

Gracias a los docentes de la escuela por su constante apoyo.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA.....	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación del problema	4
1.2.1. Problema general	4
1.2.2. Problemas específicos	4
1.3. Delimitación de la investigación.....	4
1.4. Justificación e importancia.....	5
1.5. Limitaciones.....	5
1.6. Objetivos.....	6
1.6.1. Objetivo general	6
1.6.2. Objetivo específicos	6
1.7. Matriz de consistencia y operacionalización de variables.....	6
CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	8

2.1. Hipótesis.....	8
2.1.1. Hipótesis general.....	8
2.1.2. Hipótesis específicas.....	8
2.2. Variables.....	9
2.2.1. Variable independiente:.....	9
2.2.2. Variable dependiente:.....	9
2.3. Indicadores	9
2.4. Operacionalización de variables	9
CAPÍTULO III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	11
3.1. Conceptos generales y definiciones	11
3.1.1. Conceptos generales.....	11
3.1.1.1. Descripción del género Capsicum.....	11
3.1.1.2. Descripción del rocoto.....	15
3.1.1.3. Capsicina (Capsaicina)	22
3.1.2. Definición de términos.....	27
3.2. Enfoques teóricos - técnicos.....	29
3.2.1. Tecnología de encurtido	29
3.2.1.1. Proceso de fermentación láctica	30

3.2.1.2. Actividad de las bacterias en el proceso de fermentación	31
3.2.1.3. Encurtido de rocoto como alimento para humanos	32
3.2.2. Evaluación sensorial.....	35
3.2.2.1. Pruebas analíticas discriminativas	37
3.2.2.2. Pruebas descriptivas	37
3.2.2.3. Pruebas afectivas.....	37
3.2.3. Psiquis y preferencias del consumidor	39
3.3. Marco referencial	42
3.3.1. Fermentación en vegetales	42
3.3.2. Proceso de elaboración.....	44
3.3.2.1. Fases de la fermentación	47
3.3.2.2. Factores que influyen en la fermentación.....	49
CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
4.1. Tipo y diseño de la investigación	50
4.1.1. Diseño experimental hexagonal de optimización	50
4.2. Población y muestra	56
4.3. Materiales y métodos.....	56

4.3.1. Materia prima e insumos	56
4.3.2. Equipos y materiales	56
4.3.3. Reactivos.....	57
4.3.4. Método en proceso.....	57
4.3.4.1. Descripción del proceso.....	58
CAPÍTULO V. TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS.....	62
5.1. Técnicas aplicadas en la recolección de la información	62
5.2. Instrumentos de medición.....	66
5.3. Resultados y discusión	68
5.3.1. Rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético	68
5.3.2. Rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico .	77
5.3.3. Caracterización de la materia prima y del rocoto encurtido...	86
5.3.4. Discusión de los resultados.....	88
5.3.5. Balance de masa.....	90
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES.....	92
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Matriz de consistencia y operacionalización de variables	7
Tabla 2.	Operacionalización de las variables.....	10
Tabla 3.	Escala de Scoville para diferentes tipos de chiles	17
Tabla 4.	Clasificación taxonómica del rocoto.....	19
Tabla 5.	Producción de rocoto en la región Tacna.....	21
Tabla 6.	Producción de rocoto en el distrito de Pocollay	22
Tabla 7.	Composición química del rocoto por 100 gramos de peso neto	33
Tabla 8.	Principales características de las bacterias acidolácticas asociadas con las fermentaciones de productos vegetales ..	48
Tabla 9.	Variables Independientes y sus respectivos niveles de estudio para el proceso de optimización del rocoto encurtido para el bloque I.	51
Tabla 10.	Variables Independientes y sus respectivos niveles de estudio para el proceso de optimización del rocoto encurtido para el bloque II.	51
Tabla 11.	Condiciones experimentales del bloque I, según diseño hexagonal, para los niveles codificados y reales.	54

Tabla 12. Condiciones experimentales del bloque II, según diseño hexagonal, para los niveles codificados y reales.	55
Tabla 13. Condiciones experimentales para la elaboración de rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.	63
Tabla 14. Condiciones experimentales para la elaboración de rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.	64
Tabla 15. Cuadro de calificación de la aceptabilidad sensorial del rocoto encurtido.	65
Tabla 16. Evaluación del rocoto encurtido con ácido acético.	69
Tabla 17. Percepción de los 15 panelistas del color del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.	70
Tabla 18. Percepción de los 15 panelistas de la textura del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.	72
Tabla 19. Percepción de los 15 panelistas del sabor del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.	73
Tabla 20. Percepción de los 15 panelistas del aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.	75
Tabla 21. Evaluación del rocoto encurtido con ácido láctico.	78
Tabla 22. Percepción de los 15 panelistas del color del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.	79

Tabla 23. Percepción de los 15 panelistas de la textura del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.	81
Tabla 24. Percepción de los 15 panelistas del sabor del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.	82
Tabla 25. Percepción de los 15 panelistas del aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.	84
Tabla 26. Composición promedio de la materia prima utilizada.....	87
Tabla 27. Análisis microbiológico del rocoto encurtido.	87
Tabla 28. Composición promedio del rocoto encurtido	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Composición química de la capsicina.....	23
Figura 2. Mecanismo de acción de la capsicina al ser consumido.....	24
Figura 3. Mapa de los países productores de <i>Capsicum pubescens</i>	34
Figura 4. Foto de una cesto conteniendo rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>).	34
Figura 5. Esquema de evaluación sensorial	36
Figura 6. Flujograma del diseño experimental del encurtido de rocoto..	46
Figura 7. Estructura de diseño hexagonal valores codificados	52
Figura 8. Rocoto encurtido con diferentes índices de madurez.	58
Figura 9. Flujograma del encurtido de rocoto.....	59
Figura 10. Curva de distribución de la percepción del color del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.	71
Figura 11. Curva de distribución de la percepción de la textura del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.	72
Figura 12. Curva de distribución de la percepción del sabor del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.	74
Figura 13. Curva de distribución de la percepción del aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.	75

Figura 14. Percepción del aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.....	76
Figura 15. Curva de distribución de la percepción del color del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.	80
Figura 16. Curva de distribución de la percepción de la textura del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.	81
Figura 17. Curva de distribución de la percepción del sabor del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.	83
Figura 18. Curva de distribución de la percepción del aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.	84
Figura 19. Percepción del aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.....	85
Figura 20. Diagrama de flujo del proceso productivo de rocoto encurtido.	91

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Encuesta anónima: aceptabilidad sensorial.....	101
Anexo 2. Evaluaciones de la percepción de los rocotos encurtidos en salmuera acidificada	103
Anexo 3. Estadística descriptiva de las percepciones del rocoto encurtido en salmuera acidificada	107
Anexo 4. Gráficos de superficie de respuesta de las percepciones del rocoto encurtido en salmuera acidificada.....	111
Anexo 5. Validación de los modelos propuestos	115
Anexo 6. Fotos del proceso de elaboración del rocoto encurtido	123

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es determinar la influencia sobre las características organolépticas que tiene la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido acético y tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido láctico en la elaboración de rocoto (*Capsicum pubescens*) encurtido, dando una nueva presentación para el mercado.

Se utilizó el modelo matemático de diseño experimental hexagonal de optimización, desarrollándose 2 bloques de 9 tratamientos cada uno, las variables independientes fueron concentración de sal (10°Be, 12°Be, 14°Be), y concentración de ácido acético (0,005%; 0,150%; 0,295%) para el primer bloque, y ácido láctico (0,005%; 0,150%; 0,295%) para el segundo; las variables dependientes fueron color, textura, sabor y aspecto general, por ser de gran importancia. De la evaluación sensorial se desprende que la aprobación del rocoto encurtido con ácido acético es de 80,56% y con ácido láctico, 52,78%, la mejor puntuación en la escala hedónica fue de 7, para el tratamiento con concentraciones iniciales de 12°Be y 0,15% de acidez en ambos casos, acético y láctico.

Palabras claves: rocoto, encurtido, acético, láctico, sal

ABSTRACT

The objective of the present work is to determine the influence on the organoleptic characteristics of the use of three concentrations of acidified brines with acetic acid and three concentrations of brine acidified with lactic acid in the preparation of pickled chili pepper (*Capsicum pubescens*), giving a new presentation for the market.

We used the mathematical model of experimental hexagonal optimization design, developing 2 blocks of 9 treatments each, the independent variables were salt concentration (10°Be, 12°Be, 14°Be), and acetic acid concentration (0.005% , 0.150%, 0.295%) for the first block, and lactic acid (0.005%, 0.150%, 0.295%) for the second block; the dependent variables were color, texture, taste and general appearance, being of great importance. From the sensory evaluation it is clear that the approval of the chili pepper pickled with acetic acid is 80.56% and with lactic acid, 52.78%, the best score on the hedonic scale was 7, for treatment with initial concentrations of 12°Be and 0,15% acidity in both cases, acetic and lactic.

Keywords: chili pepper, pickle, acetic, lactic, salt

INTRODUCCIÓN

La comida peruana está alcanzando horizontes más lejanos, siendo reconocida a nivel mundial, y junto con ella sus productos agrícolas, tal es el caso del rocoto; éste es apreciado por su gran sabor picante que sabe acompañar muy bien a las comidas, ha llegado a ser componente principal en varios platos típicos de diferentes países latinoamericanos (Acurio, *et al.* 2009).

Perteneciente al género *Capsicum*, al rocoto, se le atribuye propiedades condimenticias; su pungencia y aromaticidad se usa para salsas y pastas además es estimulante digestivo, antioxidantes de carnes y se ha convertido en uno de los principales condimentos en platos típicos de diferentes países.

El sabor picante característico que tiene, principalmente se debe a un compuesto activo llamado capsicina, y está presente en la placenta del fruto. Estudios recientes, afirman que el rocoto tiene propiedades anticancerígenas, ya que los vaniloides producen la apoptosis, muerte celular, del tejido maligno. Se produce en mayor escala en Pasco, Puno y Cuzco; le siguen en producción Junín, Huánuco, La Libertad, Tacna, Amazonas y Apurímac (Sierra exportadora, 2012).

El proceso de encurtir es la forma más común y tradicional que se tiene para conservar los alimentos y que estos a su vez conserven sus principales atributos como los son sabor, textura y color.

La región Tacna cuenta con el clima necesario para su producción todo el año, la cual ha ido aumentando ligeramente desde el 2010 según informes de la dirección estadística agraria, por tal motivo se hace necesario aportar nuevas formas de comercialización como lo es el encurtido y determinar la influencia que tiene sobre las características organolépticas del mismo para garantizar su expendio.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El rocoto (*Capsicum pubescens*) es una especie de ajíes que es producido en pequeña escala en la región de Tacna, es muy utilizado en la exportación de aceitunas rellena, su calidad influirá en el producto final, además es un producto muy popular en la comida peruana, por tanto conviene potenciar su producción y darle un valor agregado. El mercado consumidor entonces buscará un producto que tenga una larga vida útil, y que sobre todo pueda satisfacer sus necesidades.

En la preparación de encurtido de rocoto, mediante fermentación láctica, la tecnología permite utilizar diferentes métodos de elaboración, aprovechando que los insumos de grado alimentario son ofrecidos en el mercado y son accesibles (sal, ácidos acético y láctico); pero su uso dependerá de la influencia que estos tengan en las características organolépticas finales del producto y si es capaz de satisfacer las preferencia hedónicas del consumidor.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál será la influencia sobre las características organolépticas que tendrá la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido acético y tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido láctico en la elaboración de rocoto (*Capsicum pubescens*) encurtido?

1.2.2. Problemas específicos

❖ ¿Cuál será la influencia sobre las características organolépticas que tendrá la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido acético en la elaboración de rocoto (*Capsicum pubescens*) encurtido?

❖ ¿Cuál será la influencia sobre las características organolépticas que tendrá la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido láctico en la elaboración de rocoto (*Capsicum pubescens*) encurtido?

1.3. Delimitación de la investigación

La investigación interrelaciona el empleo de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido (acético,

para el primer bloque y láctico para el segundo bloque), y evalúa las características organolépticas finales. Los resultados obtenidos tienen aplicación solamente para la elaboración de rocotos encurtidos en salmuera acidificada con ácido acético o con ácido láctico.

1.4. Justificación e importancia

La presente investigación es útil ya que busca determinar la influencia sobre las características organolépticas del encurtido evaluando los parámetros iniciales; es original dado que no se encontró antecedentes de investigación en la región; es importante porque se dará un valor agregado al rocoto el cual podrá satisfacer las necesidades del consumidor incentivando así su producción en la región.

1.5. Limitaciones

El rocoto que se utilizó fue cosechado en el mes de noviembre, temporada primavera verano, en esta temporada el tamaño del rocoto es mayor. No se dispone de información específica del encurtido de rocoto en la región, por tal motivo se utilizó como base la experiencia con la fermentación de aceituna y pimiento, ya que también tienen fermentación láctica.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar la influencia sobre las características organolépticas que tiene la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido acético y tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido láctico en la elaboración de rocoto (*Capsicum pubescens*) encurtido.

1.6.2. Objetivo específicos

- ❖ Determinar la influencia sobre las características organolépticas que tiene la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido acético en la elaboración de rocoto (*Capsicum pubescens*) encurtido.
- ❖ Determinar la influencia sobre las características organolépticas que tiene la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido láctico en la elaboración de rocoto (*Capsicum pubescens*) encurtido.

1.7. Matriz de consistencia y operacionalización de variables

En la tabla 1 se ve la matriz de consistencia y operacionalización.

Tabla 1. Matriz de consistencia y operacionalización de variables.

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Metodología	Población
¿Cuál será la influencia sobre las características organolépticas que tendrá la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido acético y tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido láctico en la elaboración de rocoto (C.p.) encurtido?	Determinar la influencia sobre las características organolépticas que tiene la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido acético y tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido láctico en la elaboración de rocoto (C.p.) encurtido.	Existe influencia directa sobre las características organolépticas en la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido acético y tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido láctico en la elaboración de rocoto (C.p.) encurtido.	Variable independiente Concentración de sal °Be (X1) Concentración de ácido acético %Ac (X2) Concentración de ácido láctico %Ac (X3)	Tipo: aplicada. Diseño: tipo experimental. Diseño estadístico: Hexagonal.	La población que se considera para el trabajo será el distrito de Pocollay, valle de Peschay.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas			
¿Cuál será la influencia sobre las características organolépticas que tendrá la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido acético en la elaboración de rocoto (C.p.) encurtido?	Determinar la influencia sobre las características organolépticas que tiene la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido acético en la elaboración de rocoto (C.p.) encurtido.	Existe influencia directa sobre las características organolépticas en la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido acético en la elaboración de rocoto (C.p.) encurtido.	Variables dependientes Color (Y1) Textura (Y2) Sabor (Y3)		
¿Cuál será la influencia sobre las características organolépticas que tendrá la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido láctico en la elaboración de rocoto (C.p.) encurtido?	Determinar la influencia sobre las características organolépticas que tiene la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido láctico en la elaboración de rocoto (C.p.) encurtido.	Existe influencia directa sobre las características organolépticas en la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido láctico en la elaboración de rocoto (C.p.) encurtido.	Aspecto grl (Y4)		

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Hipótesis

2.1.1. Hipótesis general

Existe influencia directa sobre las características organolépticas en la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido acético y tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido láctico en la elaboración de rocoto (*Capsicum pubescens*) encurtido.

2.1.2. Hipótesis específicas

- ❖ Existe influencia directa sobre las características organolépticas en la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido acético en la elaboración de rocoto (*Capsicum pubescens*) encurtido.
- ❖ Existe influencia directa sobre las características organolépticas en la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido láctico en la elaboración de rocoto (*Capsicum pubescens*) encurtido.

2.2. Variables

2.2.1. Variable independiente:

- Concentraciones de salmuera (°Be) (X_1).
- Concentraciones de ácido acético (% ac.) (X_2).
- Concentraciones de ácido láctico (% ac.) (X_3).

2.2.2. Variable dependiente:

- Color (Y_1).
- Textura (Y_2).
- Sabor (Y_3).
- Aspecto general (Y_4).

2.3. Indicadores

Los indicadores de calidad que se utilizaron para evaluar el producto fueron la concentración de sal, desde 8 - 14°Be; pH = 3,5 – 4,0; y porcentaje de acidez de 0,5 – 0,7% expresado en ácido láctico (Gallegos, 2011).

2.4. Operacionalización de variables

En la tabla 2 se puede ver la operacionalización de las variables.

Tabla 2. Operacionalización de las variables

HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Existe influencia directa sobre las características organolépticas en la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido acético y tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido láctico en la elaboración de rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>) encurtido.</p>	<p>Variable independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentración de salmuera °Be • Concentración de ácido acético % ac. • Concentración de ácido láctico %ac. <p>Variable dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Color • Textura • Sabor • Aspecto general 	Procedimental	<p>°Be = 8 – 14°Be</p> <p>pH = 3,5 – 4</p> <p>% acidez = 0,5 – 0, 7%</p>	Ficha para toma de información.
<p>HIPÓTESIS ESPECIFICA 1:</p> <p>Existe influencia directa sobre las características organolépticas en la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido acético en la elaboración de rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>) encurtido.</p>	<p>Variable independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentración de salmuera °Be • Concentración de ácido acético % ac. <p>Variable dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Color • Textura • Sabor • Aspecto general 	Procedimental	<p>°Be = 8 – 14°Be</p> <p>pH = 3,5 – 4</p> <p>% acidez = 0,5 – 0, 7%</p>	Ficha para toma de información.
<p>HIPÓTESIS ESPECIFICA 2:</p> <p>Existe influencia directa sobre las características organolépticas en la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido láctico en la elaboración de rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>) encurtido.</p>	<p>Variable independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concentración de salmuera °Be • Concentración de ácido láctico %ac. <p>Variable dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Color • Textura • Sabor • Aspecto general 	Procedimental	<p>°Be = 8 – 14°Be</p> <p>pH = 3,5 – 4</p> <p>% acidez = 0,5 – 0, 7%</p>	Ficha para toma de información.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1. Conceptos generales y definiciones

3.1.1. Conceptos generales

3.1.1.1. Descripción del género *Capsicum*

Para varios países del trópico americano el género pimiento representa la hortaliza de mayor importancia económica, después del tomate, y la primera especie que los españoles encontraron en América, las regiones agrícolas más avanzadas son México y Perú. Esta familia solanáceas eran consideradas venenosas (Aldaz, Sanchez, 2011), (Fernandez, *et al.* 2005).

De acuerdo a bases arqueológicas las especies cultivadas de *Capsicum* se desarrollaron en tres centros de origen: *C. annuum* en México y Guatemala; *C. chinense* y *C. frutescens* en la cuenca del Amazonas; *C. bacatum* y *C. pubescens* en Bolivia y Perú (Farinango, 2007).

Después de descubrir América fueron llevados a distintas regiones siendo el principal condimento de comidas típicas de muchos

países. A pesar de que su cultivo es reducido, está extendido. China, Estados Unidos y México son los principales productores a nivel mundial.

En países de Centroamérica y México este género es conocido como chile, mientras que en Sudamérica y en las Indias se le conoce como ajíes. Las variedades de ajíes se clasifican en dulces y picantes (Everhart, *et al.* 2002).

Para algunos autores, el género capsicum tiene como origen secundario al Perú por la gran variedad de especies silvestres y cultivadas; Fernando Moreno (2000) asegura que proviene de los andes, datando de la época pre-inca ya que se encontraron bayas secas en tumbas peruanas con una antigüedad de 2000 años.

El género capsicum abarca entre 20 y 30 especies originarias de regiones tropicales probablemente en Perú y Bolivia ya que se encontró semillas ancestrales de más de 7000 años (en Ancón y Huaca Prieta), aunque sólo 5 son reconocidas como domesticadas en tiempos pre-colombinos *C. annuum*; *C. chinense*; *C. frutescens*; *C. baccatum*; *C. pubescens* (Farinango, 2007).

Como características botánicas se describe al fruto como una baya de sabor dulce o picante de características variables, redonda, acorazonada, aguzada, cilíndrica, cuadrada de color amarillo, verde y

rojo. El pericarpio es más o menos grueso o carnosos, allí se concentra el sabor del ají. Crecen mejor en lugares cálidos; El ciclo de vida de la especie fue clasificada como anual (Magaña, 2010), (Melgarejo, *et al.* 2004).

Los dos compuestos más importantes son los carotenoides que dan mayor nivel nutricional y color; y los capsaicinoides que son alcaloides que proporcionan en los ajíes picantes su característica pungencia (Montes, 2010).

Entre las propiedades del género encontramos que tienen bajo aporte calórico, son fuente de fibra y tienen poca grasa, ricos en vitamina "C", en especial los de color rojo, vitamina A, (betacaroteno, capsantina; criptoxantina da color rojo), vitamina B6, B3, B2, B1 (Magaña, 2010).

El sabor picante se debe a un compuesto fenólico volátil llamado capsicina, aunque estudios han reportado que el 95% de la capacidad pungente es atribuida a la presencia de 4 capsinoides derivados de la capsicina (capsaicina) que son nordihydrocapsaicina, dihydrocapsaicina, homocapsaicina y homodihydrocapsaicina (García, *et al.* 2006).

Procesos y cambios en la composición de los frutos del capsicum:

- a. Cambios en el contenido de clorofila.- dependiendo de la variedad, los frutos maduros tienen color rojizo por ausencia de clorofila (la

clorofila y carotenoides violaxantina, neoxantina, luteína, betacaroteno dan color verde).

- b. Desarrollo y cambios en el contenido de carotenoides.- durante la maduración y senescencia de los frutos, se dan cambios en el contenido y composición de los carotenos. La diferencia de colores se debe a que existe composición diferente de carotenos, los frutos naranjas parecen incapaces de sintetizar carotenoides. Variedades consumidas en fresco, el verde se torna en rojo intenso por la presencia de carotenoides oxigenados (capsanteno y capsorrubeno) los pigmentos ya existentes sintetizarán pigmentos carotenoides; las variedades de pimentón tendrán mayor contenido de pro vitamina A en las recolecciones más tardías que en las demás.
- c. Otros cambios fisiológicos.- una vez recolectados los productos pierden agua a razón de 4% semanal con respecto al peso inicial (17°C; 85% HR) también se dan ablandamientos (Magaña, 2010).

Según estudios realizados en el 2010, en México, para alargar la vida útil del rocoto, en post-cosecha, recomienda usar charola de unicel más pliofilm a temperaturas de refrigeración de 12 °C y 5 °C para conservar su calidad en función al porcentaje de pérdida de peso (Espinoza, 2010).

3.1.1.2. Descripción del rocoto

La descripción botánica *C. pubescens* fue descrita por primera vez por Ruiz y Pavón (1799); sin embargo permaneció desconocida fuera de Sudamérica hasta la primera mitad del siglo XX. Presenta una distribución amplia y variabilidad genética. Flor de color violeta de forma acampanada, semilla rugosa color negro (Melgarejo, *et al.* 2004), según varios investigadores, esta especie fue introducida a México y América central entre 1930 y 1940. El problema que este presenta, es que sus características son silvestres (picante, fruto hueco, planta perenne y abundante semilla) (Farinango, 2007).

El fruto es una baya provista de pulpa algo jugosa; en cuanto a forma, tamaño y color de los frutos, es muy variable según sus características genéticas; el tamaño en cuanto a la variedad es inconstante, al iniciarse la cosecha pueden ser de tamaño notablemente mayor que al término de ésta.

Su color puede variar desde el rojo, verde naranjo o amarillo. Se comercializa en su estado natural en los mercados mexicanos, bolivianos y peruanos, como también en pasta y en polvo.

El rocoto es rico en vitamina C, llega a cuadruplicar el contenido en comparación con la naranja; es ideal para tratar la anemia gracias a

sus efectos desinflamantes y digestivos. El contenido de hidratos de carbono, que va desde 5,3 a 6,3 %, al estar en contacto con salmuera en ausencia de oxígeno reaccionan provocando una fermentación llamada “fermentación láctica”, como resultado se obtiene el rocoto encurtido, el cual mantiene su grado de picor y buena textura pudiendo resistir periodos largos de conservación (Cano, Piedrasanta, 2002).

Se produce en mayor escala en Pasco, Puno y Cusco; y en menor escala en Junín, Huánuco, La Libertad, Tacna, Amazonas y Apurímac (Sierra exportadora, 2012).

Estas frutas, del género *Capsicum*, contienen capsicina, componente químico que estimula el receptor térmico en la piel, especialmente las membranas mucosas. Es un fruto relativamente picante: su rango en la escala Scoville se ubica entre 100 000 SHU a 200 000 SHU.

La escala Scoville, nombrada así por Wilbur Socoville, es una medida del picor o pungencia en los ajíes, el examen organoléptico Scoville consiste en una solución con extracto del chile diluido en agua azucarada hasta que el picante ya no sea detectado. Se puede observar en la tabla 3. El número de unidades Scoville (SHU) (del inglés *Scoville heat units*) indica la cantidad presente de capsicina.

Tabla 3. Escala de Scoville para diferentes tipos de chiles.

Unidades Scoville	Tipo de chiles
15 000 000 – 16 000 000	Capsaicina pura
8 600 000 – 9 100 000	Varios capsaicinoides, como homocapsaicina, homodihydrocapsaicina y nordihydrocapsaicina
2.000.000 – 5.300.000	Nivel estándar del aerosol de pimienta en EE.UU., munición irritante del FN 303
1 300 000 – 2 000 000	Naga Viper, Trinidad Scorpion Butch T
855 000 – 1 041 427	NagaJolokia
350 000 – 580 000	Habanero Savinas Roja
100 000 – 350 000	Chile habanero, Scotch Bonnet, chile datil, <i>Capsicum chinense</i>
100 000 – 200 000	Rocoto, chile jamaicano picante, piri-piri
50 000 – 100 000	Chile thai, chilemalagueta, chilechiltepín, chilepiquín
30 000 – 50 000	Pimienta roja o de cayena, ají escabeche, chile tabasco, algunas tipos de chile chipotle
10 000 – 23 000	Chile serrano, algunos tipos de chile chipotle
5 000 – 8 000	Variedad de Nuevo México del chile anaheim, chile húngaro de cera
2 500 – 5 000	Chile jalapeño, pimiento de padrón, salsa tabasco
1 500 – 2 500	Chile rocotillo
1 000 – 1 500	Chile poblano
500 – 2 500	Chile Anaheim
100 – 500	Pimiento, pepperoncini
0	No picante, pimiento verde

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Capsicum_pubescens.

Oriundo de los Andes, el rocoto (*Capsicum pubescens*) es uno de los ajíes domesticados en la historia y algunos expertos señalan que su cultivo se remonta a unos 5 000 años atrás.

Parecido a un pimiento pequeño, el rocoto es utilizado en muchos potajes, desde el cebiche y distintas salsas hasta platos regionales. El plato más famoso que se prepara con él es el rocoto relleno, plato bandera de Arequipa que lleva una mezcla de relleno de carne y queso. Si bien no es el ají más picante en el Perú, es uno de los más populares al igual que el ají amarillo.

La forma elemental de agrupar las hortalizas es la clasificación taxonómica de las especies. La taxonomía es una ciencia que agrupa ordenadamente a los organismos vivos de acuerdo a los que se presume son sus relaciones naturales partiendo de sus propiedades más generales a las más específicas.

Los criterios de clasificación que se utilizan están basados en las características anatómicas, morfológicas, citológicas, fisiológicas, genéticas y otras de los organismos, dando origen a diferentes grupos o taxas, de características de más o menos iguales (Magaña, 2010).

En la tabla 4, se puede observar la clasificación taxonómica del rocoto.

Tabla 4. Clasificación taxonómica del rocoto.

DIVISIÓN:	Fanerógamas o Spermofitas o Antofitas
SUB DIVISIÓN:	Angiospermas
CLASE:	Dicotiledóneas
SUB CLASE:	Simpétalas o gamopétalas
ORDEN:	Tumifloras
SUB ORDEN:	Solanineas
FAMILIA:	Solanáceas
TRIBU:	Solanineas
GÉNERO:	Capsicum
ESPECIE:	<i>Capsicum pubescens</i> RyP
NOMBRE COMÚN	Rocoto

Fuente: Castro, 2009.

Esta especie es claramente distinta del resto de las especies cultivadas por lo que no ha habido problemas para su clasificación. Su descripción taxonómica es la siguiente: planta herbácea o arbustos de hasta 3 m de alto, planta y follaje glabros a densamente pubescentes, tallos frecuentemente estriado, nudos frecuentemente de color púrpura oscuro; hojas ovaladas, frecuentemente rugosa, margen suave o ciliado: flores normalmente solitarias; cáliz con 5 ó 6 dientes conspicuos, deltoides, de alrededor de 1 mm de largo; corola rotada a raramente semi-campanulada, violeta con el centro blanco; anteras púrpura a

violeta, estilo frecuentemente con estigma verde: fruto rojo naranja, amarillo naranja, amarillo limón o café, globos alargados, pendiente raramente erecto y en algunos casos con cuello prominente; semillas negras o café oscuro (amarillas cuando están inmaduras), prominentemente reticuladas. Se le conoce como rocoto en América del sur y como chamboroto en Guatemala; en México los nombres más comunes son perón, manzano, ciruelo de cera o canario (Montes, 2010).

Aspectos ecogeográficos

Esta ampliamente distribuida en América del sur y comúnmente crece en altitudes entre 1 500 a 3 000 m. en lugares fríos con temperaturas de 5 -15 °C, no se conoce con exactitud cuál es el ancestro silvestre de esta especie, pero se considera que está estrechamente relacionado con *C. cardenasil* y *C. eximium*, dos especie silvestres de América del sur (Montes, 2010), estas dos últimas especies crecen en hábitat secos de Bolivia y Argentina (distribución de producción de rocoto en América).

El análisis cariotípico describe, compara y dibuja los cromosomas del rocoto, utilizando una técnica de coloración modificada, indica que el rocoto tiene un número cromosómico diploide $2^n = 24$ de los cuales 11 pares son metacéntricos y un par sub-metacéntrico. Su cultivo es

prometedor debido a su característica fenológica tal como su corto periodo de desarrollo, contenido de minerales, vitamina A, C y capsicina con propiedades farmacológicas (Guevara, Siles, Bracamonte, 2000).

Los frutos rojos tienen cantidad de vitamina B1, B2, sales minerales, contenido nutricional alto, fuente vitamina C y pro A en tipos picantes (Aldaz, Sanchez, 2011).

El cultivo en la región Tacna se da todo el año, según la temporada el tamaño varía, durante la primavera – verano se incrementa, aunque su producción ha ido disminuyendo según datos de la Dirección estadística de Tacna. En las tablas 5 y 6 se puede ver la producción anual del rocoto.

Tabla 5. Producción de rocoto en la región Tacna.

Actividad	Año			
	2010	2011	2013	2014
Producción (t)	150	79	65	111
Superficie cosechada (ha)	11	9	16	9
Rendimiento (kg/ha)	13 636	8 778	4 063	12,33
Precio de chacra (s./kg)	1,46	1,48	1,99	1,70

Fuente: Dirección estadística agraria.

Tabla 6. Producción de rocoto en el distrito de Pocollay.

Actividad	Año			
	2010	2011	2013	2014
Producción (t)	62	45	31	50
Superficie cosechada (ha)	6	6	11	6
Rendimiento (kg/ha)	10 333	7 500	2 818	8,33
Precio de chacra (s./kg)	1,46	1,46	2,01	1,70

Fuente: Dirección estadística agraria.

3.1.1.3. Capsicina (Capsaicina)

Fue aislada por J. Thresh en 1876, y se caracteriza por ser un polvo cristalino blanco, insoluble en agua, pero muy soluble en alcohol y aceites (Peruano, 2011). La capsicina purificada diluida 100 000 veces sigue siendo activa, dá la sensación de ardor en la mucosa oral, estimula las secreciones gástricas, si se usa en demasía da inflamación (Cano, Piedrasanta, 2002).

La fórmula química es $C_{18}H_{27}NO_3$

Nombre IUPAC: 8-metil-N-vanillil-6-nonenamida.

En la figura N°1 se aprecia la composición química de la capsicina.

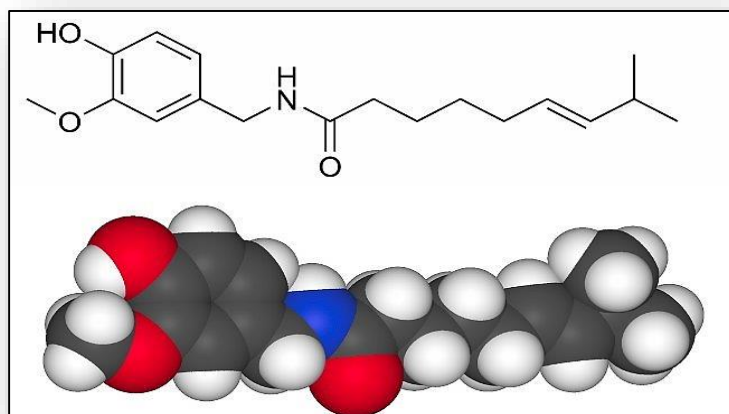


Figura 1. Composición química de la capsicina.

Fuente: Peruano Carrion, 2011.

El ardor que se siente al comer ají y la sensación de una quemadura activan fibras nerviosas empleando el mismo receptor. Esto fue descubierto por D. Julius, este receptor se activa al unirse a la capsicina, permitiendo un flujo enorme de Na^+ y Ca^{2+} , este flujo despolariza las fibras nerviosas del dolor y envía una señal al cerebro generando la conocida sensación de ardor como se muestra en la figura N° 2 (Peruano, 2011).

Estudios de la relación entre capsicum y capsicina indican que la concentración de esta aumenta durante la maduración del fruto, es mayor en las variedades más pequeñas y varía en proporción inversa al

contenido del ácido ascórbico; se encuentra en mayor proporción en las venas y la cubierta de las semillas de los frutos.

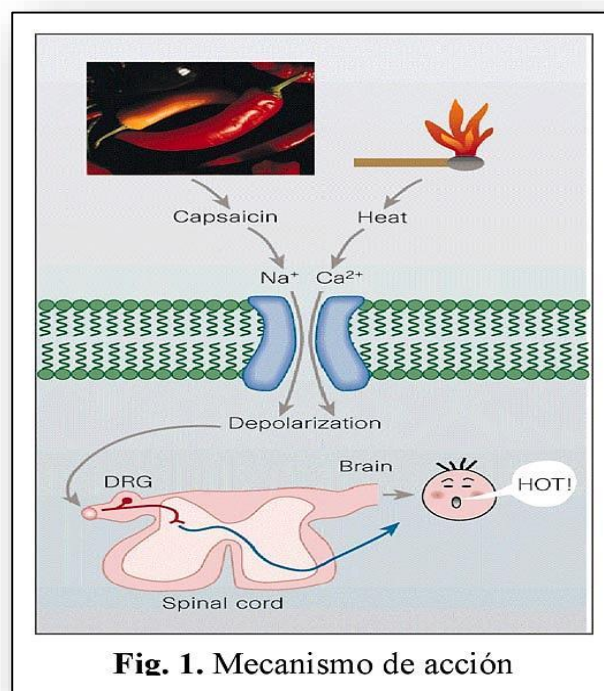


Figura 2. Mecanismo de acción de la capsicina al ser consumido.

Fuente: Peruano Carrion, 2011.

La biosíntesis de la capsicina se ha sugerido la fenilalanina y tirosina como precursores siendo la vainillin amida el precursor más directo (Peruano, 2011). Tiene cualidades descongestivas y a concentraciones adecuadas, favorece en el cerebro la producción de

endorfinas, es usada en laboratorio de investigación neuronal, puede provocar efectos analgésicos y anti inflamatorios (García, *et al.* 2006).

Pequeñas dosis de capsicina, contenidas en el género capsicum, que se consumen en las comidas producen un efecto estimulante sobre la secreción del jugo gástrico, mientras que dosis elevadas producen diarrea (Peruano, 2011).

Tiene efectos farmacológicos antibióticos sobre algunos microorganismos, también tienen efecto en el sistema circulatorio (músculo liso) ya que regulan la temperatura corporal, desensibilizando terminales nerviosas a los estímulos dolorosos al modular la peroxidación de lípidos (LPO) basando su uso como analgésico local en este efecto (Kollmannsberger, *et al.* 2006). Se emplea, también en la elaboración de cremas tópicas para aliviar el dolor muscular, síntomas del reumatismo y mejora la flexibilidad de las articulaciones (Peruano, 2011).

Se le asocian propiedades estimulantes, tonificantes, laxantes, espasmódicos, diaforéticos, antisépticos, rubefaciente y anti irritante usado frecuentemente para mejorar la circulación periférica, aliviar flatulencia y cólicos, acción estimulante en la digestión, gargarismos para tratamiento de laringitis, ungüento para el dolor de rigidez muscular y lumbago (Cano, Piedrasanta, 2002).

También actúa protegiendo la mucosa, estudios indican que este compuesto promueve la acumulación de lípidos y bicarbonatos formando una barrera protectora en la mucosa del estómago (Barrera, 2012).

Tiene propiedades estimulantes de apetito usado en preparación como dulces embutidos y carnes, son irritantes a la piel y membranas (García, *et al.*2006).

La Environmental Protection Agency (EPA) de Estados Unidos lo considera como pesticida bioquímico, ya que se forma naturalmente en plantas de capsicum como medio de protección contra los animales, insectos, sólo las aves no son afectadas. El color brillante las atrae ayudando a la dispersión de las semillas de estas plantas (Peruano, 2011). La American Association for Cancer Research Report que la capsicina es capaz de eliminar células cancerosas en la próstata provocando la apoptosis (muerte celular). Sin embargo, el excesivo uso de capsicina puede llevar a la insensibilidad y disminución de la expresión de su receptor natural, situación que provocaría que la capsicina se convierta más bien en agente de proliferación de células cancerosas.

La demanda del capsicum aumenta para la producción de fármacos contra presión alta, reumatismo, várices, asma, artritis, problemas digestivos y fuente de vitamina C (Cano, Piedrasanta, 2002).

3.1.2. Definición de términos

Acidez : La acidez es la cualidad de un ácido, liberación de hidrógeno, o pH menor que 7 (a 25°C). El grado de acidez de un alimento indica el contenido en ácidos libres; el cual es usado como un parámetro de calidad (Romero, 2015).

Anaeróbicos : Anaeróbico, también se utiliza el término anaerobio, son los organismos anaeróbicos los que pueden vivir sin la presencia de oxígeno (wikipedia.org).

Análisis Sensorial: La palabra sensorial deriva del latín *sensus*, que significa sentido. El análisis sensorial se define como la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento, que se desea evaluar, por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que las percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente (Hernandez, 2005).

Bacterias : Las bacterias son microorganismos procariontes que presentan un tamaño de unos pocos micrómetros y diversas formas incluyendo filamentos, esferas (cocos), barras (bacilos), sacacorchos (vibrios) y hélices (espirilos), no tienen el núcleo definido ni presentan, en general, orgánulos membranosos internos. Generalmente poseen una pared celular y ésta se compone de peptidoglicano. Muchas bacterias disponen de flagelos o de otros sistemas de desplazamiento y son móviles (wikipedia.org).

Encurtidos : Alimentos que han sido sumergidos (marinados) en una solución de vinagre o de sal, y que fermentan por sí solos o con la ayuda de un microorganismo, baja el pH y aumenta la acidez del medio para extender su conservación, permite conservar los alimentos durante meses. Se suele añadir hierbas (wikipedia.org).

Levaduras : Se denomina de manera general a diferentes hongos microscópicos y unicelulares, que se reproducen gracias a la división o gemación, y que producen ciertas enzimas

que generan la fermentación de los hidratos de carbono y por caso producen diferentes sustancias (wikipedia.org).

Percepción Sensorial: Es la interpretación de la sensación, es decir la toma de conciencia sensorial. La sensación se puede medir únicamente por métodos psicológicos y los estímulos por métodos físicos o químicos. La secuencia de percepción es color, olor, textura por el tacto, sabor y el sonido al ser masticado e ingerido (Hernandez, 2005).

Umbral : Se conoce como umbral a la mínima cantidad percibida de un estímulo el cual puede ser de detección o reconocimiento (Hernandez, 2005).

3.2. Enfoques teóricos - técnicos

3.2.1. Tecnología de encurtido

Encurtido es el nombre que se da a los alimentos que han sido sumergidos en una solución de sal, y que fermenta por sí solo o con la ayuda de un inóculo (microorganismo como *Lactobacillus plantarum*), en

el cual baja el pH y aumenta la acidez del mismo con el objeto de poder extender su conservación. La característica que permite la conservación es el medio ácido que posee un pH menor que 4,6 y es suficiente para matar la mayor parte de las bacterias dañinas. El encurtido permite conservar los alimentos durante meses.

Las características que influyen sobre su aceptación entre los consumidores, son el sabor, olor, textura.

En cuanto a la textura deben de ser carnosos, duros, pesados en proporción a su tamaño, muy firmes, de color brillante, piel lisa y lustrosa y carentes de golpes o magulladuras.

3.2.1.1. Proceso de fermentación láctica

Las fermentaciones son el resultado del crecimiento de bacterias, levaduras, hongos o combinaciones de estos. Los cambios que ocurren son causados por los metabolitos liberados por tales microorganismos, los mismos que juegan un papel primario en la fermentación. Un organismo que comienza una fermentación se desarrollará hasta que los productos en exceso inhiban el crecimiento. Desde el punto de vista bioquímico, se define a la fermentación como el catabolismo (conjunto de reacciones bioquímicas que conducen a la producción de energía

utilizable por la célula, normalmente ATP) anaeróbico, en el que un compuesto orgánico sirve al mismo tiempo como donador y receptor de electrones y en el que el ATP se produce por fosforilación a nivel de sustrato (producción de ATP por transferencia directa de una molécula de fosfato de alta energía desde un compuesto orgánico fosforilado hasta ADP) (García, *et al.* 2006).

Fermentación de frutas y hortalizas.- el principal microorganismo es *Lactobacillus sp.* El cual usa azúcar natural de frutas y obtiene como producto ácido láctico, el aumento de este ácido proporciona un cambio en la acidez, lo que deriva en sabor agrio y sobre todo inhibe el crecimiento de otros microorganismos (Magaña, 2010), (Moreno, 2000).

La fermentación suele durar 4 a 6 semanas, el proceso intensifica las características del chile y previene la formación de otros microorganismos que desvíen la fermentación, dando un producto estable (Guevara, Siles, 2000).

3.2.1.2. Actividad de las bacterias en el proceso de fermentación

Los microorganismos que viven bajo condiciones de ósmosis, condiciones de salinidad, se llaman halófilos. Dentro de ellos se encuentra el género *Lactobacillus*, cuyo crecimiento requiere de al menos

una mínima concentración de sal (García, I.; *et al.*2006).

Las bacterias lácticas son habitantes comunes en hortalizas en descomposición, también en productos lácticos principalmente son bacilos o cocos gram (+) que producen ácido láctico como metabolito primario son fundamentalmente anaerobios, aunque bien pueden crecer en forma aerobia (anaerobios aéreo tolerantes) (García, I.; *et al.* 2006).

El papel conservador que desarrollan las bacterias lácticas, es la generación de ácido láctico y evitan la proliferación de patógenos dañinos en los alimentos. El clima de Tacna con 2 estaciones marcadas (verano, invierno) influye en una reproducción casi constante de estas bacterias, motivo por el cual en este proyecto no se considerará como variable manipulable.

3.2.1.3. Encurtido de rocoto como alimento para humanos

El rocoto siempre fue evitado por el temor de provocar irritación al estómago, provocando gastritis. Sin embargo, este posee sustancias que transmiten vitamina A, B y C, fósforo, hierro, calcio, fibra natural y es bajo en calorías. La sustancia bioactiva, capsicina, le confiere ese picor característico, además forma una barrera protectora para el estómago aumentando el espesor de la capa insoluble del moco gástrico, que le proporciona mayor hidrofobicidad (Paz, 2003). En la tabla 7 se puede

observar la composición química del rocoto.

En la figura 3 se aprecia el mapa de América indicando los lugares donde se cultiva el *Capsicum pubescens* y en la figura 4 se observa las diferentes presentaciones que tiene el rocoto.

Tabla 7. Composición química del rocoto por 100 gramos de peso neto

Componentes	Mínimo	Máximo
Agua	20,7g	93,1g
Hidratos de carbono	5,3g	63,8g
Proteínas	0,8g	6,7g
Extracto etéreo	0,3g	0,8g
Fibra	1,4g	23,2g
Cenizas	0,6g	7,1g
Calcio	7,0mg	116,0mg
Fósforo	31,0mg	200,0mg
Hierro	1,3mg	15,1mg
Caroteno	0,03mg	25,2mg
Tiamina	0,03mg	1,09mg
Riboflavina	0,07mg	1,73mg
Niacina	0,75mg	3,30mg
Ac. ascórbico	14,4mg	157,5mg
Energía	23cal	233 cal
Capsicina	150mg	335mg

Fuente: Departamento de Nutrición del MINSA (1978)



Figura 3. Mapa de los países productores de *Capsicum pubescens*.

Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Capsicum_pubescens.



Figura 4. Foto de una cesto conteniendo rocoto (*Capsicum pubescens*).

Fuente: Recopilación propia.

3.2.2. Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se basa en la psicofísica que es la ciencia que estudia la relación entre el estímulo y la respuesta que da el sujeto a este estímulo, pero el análisis no puede quedarse solo en esa respuesta por lo que se han realizado estudios para perfeccionar cada uno de los métodos empleados y hacerlos más objetivos.

Surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación del producto para su promoción y venta (Hernandez, 2005).

La evaluación sensorial hace referencia principalmente a si existen o no diferencia entre dos o más muestras o productos (pruebas discriminativas), se trata de describir y medir las diferencias que se puedan presentar (pruebas descriptivas) y por último se pretende conocer el grado de preferencia, de gusto o disgusto y de satisfacción (pruebas afectivas) que pueda presentar un panelista por un producto determinado (Hernandez, 2005). En la figura 5 se puede ver la clasificación de las evaluaciones sensoriales, siendo 3 las principales, pruebas discriminativas, pruebas descriptivas y pruebas afectivas.

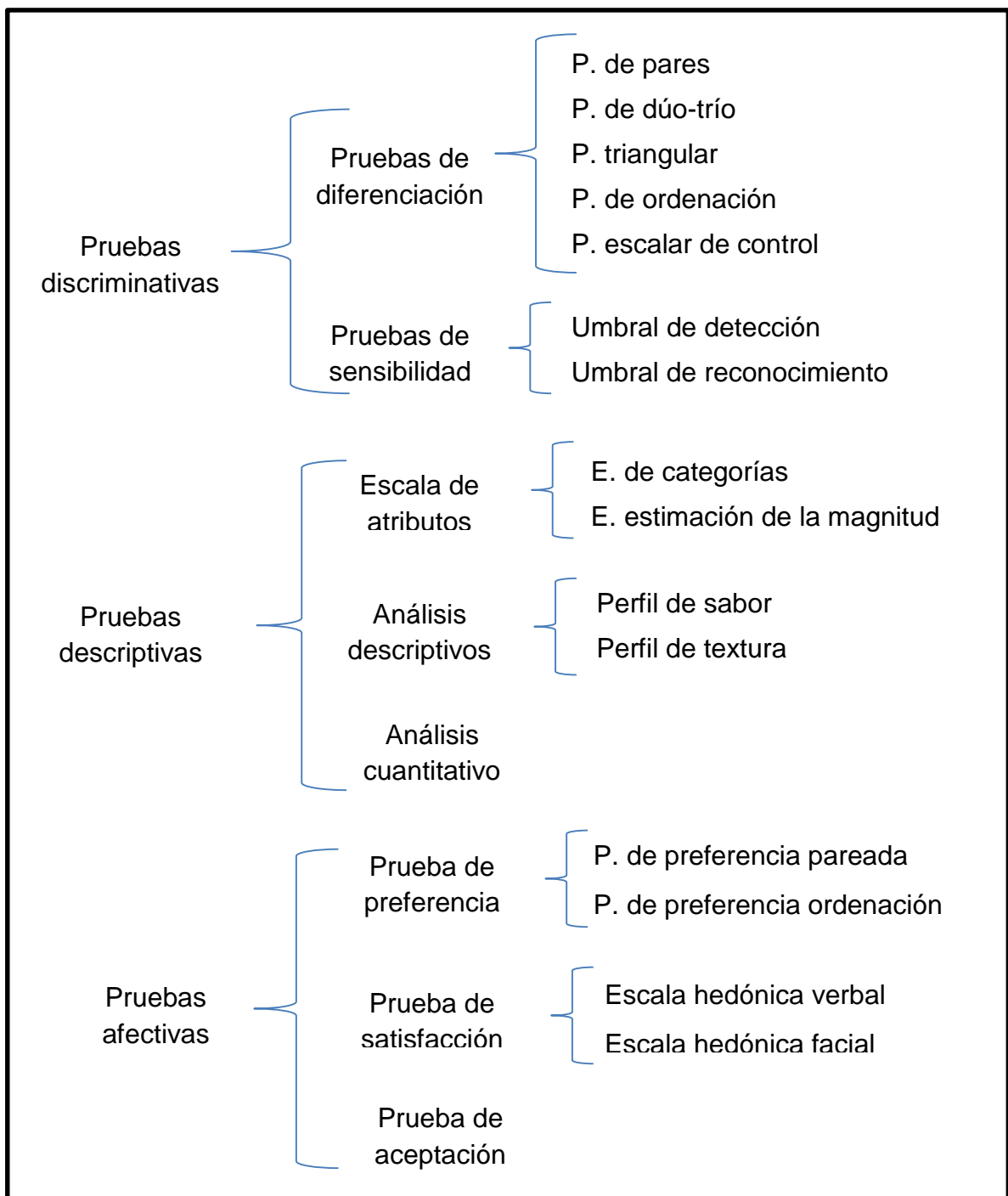


Figura 5. Esquema de evaluación sensorial.

Fuente: Hernandez (2005).

3.2.2.1. Pruebas analíticas discriminativas

Se compara dos o más muestras, el panelista indica si se percibe la diferencia o no. Se utiliza para describir la diferencia y para estimar su tamaño, así como también para los entrenamientos de jueces o catadores (Hernandez, 2005).

3.2.2.2. Pruebas descriptivas

Permite conocer las características del producto alimenticio y las exigencias del consumidor. A través de estas pruebas se realizan los cambios en las formulaciones, se hace control de calidad, se mide el tiempo de vida útil y se entrena a los panelistas (Hernandez, 2005).

3.2.2.3. Pruebas afectivas

El panelista expresa el nivel de agrado, aceptación y preferencia de un producto alimenticio.

a) Prueba de preferencia.- Usadas para definir el grado de aceptación y preferencia de un producto, se requiere de un grupo bastante numeroso de panelistas los cuales no son necesariamente entrenados, se aplica en el desarrollo de nuevos productos, control de calidad (Hernandez, 2005).

b) Prueba de satisfacción.- Se aplica en el desarrollo de nuevos productos, para medir el tiempo de vida útil, mejorar o igualar los productos de la competencia, y evaluar la preferencia del consumidor. La escala hedónica utilizada es clara para los consumidores, requiere de una mínima instrucción, los resultados de respuesta tienen más información, y pueden ser por atributos (Hernandez, 2005).

Escala hedónica verbal.- se pide a los panelistas que den su informe sobre el grado de satisfacción que tienen del producto, se les presenta una escala hedónica o de satisfacción, la escala verbal va desde “me gusta muchísimo” hasta “me disgusta muchísimo”, las escalas deben ser impares con un punto intermedio de “ni me gusta ni me disgusta” (Hernandez, 2005).

Escala Hedónica facial.- la escala gráfica se usa cuando la escala tiene un gran tamaño presentándose dificultad para describir los puntos dentro de esta, también se emplea cuando el panel está conformado por niños o por personas adultas con dificultades para leer o concentrarse (Hernandez, 2005).

c) Prueba de aceptación.- permite medir además del grado de preferencia, la actitud del panelista o catador hacia un producto, es decir se le pregunta al consumidor si estaría dispuesto a adquirirlo y por ende su gusto o disgusto frente al producto. Se aplica en el desarrollo de nuevos productos, en el cambio de tecnología, mejora y reducción de costos, medir el tiempo de vida útil y la aceptación (Hernandez, 2005).

3.2.3. Psiquis y preferencias del consumidor

El interés por conocer las preferencias de los individuos respecto a un producto ha surgido por un incremento de la competencia y su afán de acaparar el mayor mercado posible. Por un lado el conocimiento de estas preferencias permitirá profundizar en los procesos de elección del consumidor ante las alternativas que se presentan, y por otro influirá en el diseño de nuevos productos, incrementando la posibilidad de ser aceptados por los consumidores. Existen características específicas del producto que los consumidores buscan, también influyen sus preferencias personales basadas en sus gustos, con esto se determina si un producto está apto o no para su consumo (Guanoluisa, 2007).

Los alimentos dentro de su composición física y química presenta ciertas características organolépticas que pueden ser evaluadas a través

de los sentidos mediante impulsos viajan hasta el cerebro donde se realiza la percepción (Guanoluisa, 2007). El consumidor emite un juicio espontáneo de lo que siente del producto, si la sensación percibida es buena, de agrado, este será aceptado; por el contrario si la percepción es mala, de desagrado, este será rechazado (Hernandez, 2005).

Las propiedades que se evalúan a través de los sentidos son sabor, textura, color, etc.; que son de naturaleza física o química, y la percepción de agrado o disgusto se mide por métodos psicológicos.

Características de los órganos de los sentidos

a. **Vista.-** La vista es un sentido físico que ayuda a observar y juzgar el aspecto de un alimento en términos de su forma, textura y color. "El aspecto de un alimento es la primera clave de su identificación y con frecuencia predice el grado de satisfacción o placer que se obtendrá al comerlo", las decisiones de compra o consumo de un producto están influidas principalmente. El color es el más importante de los factores visuales, a través de este podemos observar los diferentes matices y tonalidades del color propios de los alimentos, y son un antecedente para determinar su frescura y sabor, las variaciones de intensidad del color en un alimento natural sugieren que este estuvo sujeto a un proceso mal controlado (Guanoluisa, 2007).

b. **Tacto.-** abarca dos aspectos, el sentido cinestético (muscular) que es de naturaleza física y el sentido táctil (tacto) de naturaleza física y química, algunos de los constituyentes químicos de los alimentos son estímulos de las sensaciones del tacto en la boca y la nariz. Sin embargo, al consumir un alimento las sensaciones que determina el tacto son cuanto a su textura y consistencia, que resulta de la forma en que el alimento es servido. A través del tacto podemos apreciar la textura (rugosa o lisa), la presencia de cristales, su tamaño, regularidad y uniformidad (azúcares), la formación de modificaciones o partículas sobre una base lisa (quesos o galletas), la viscosidad y la adhesividad (jarabes, dulces, miel), la untuosidad (mantequilla, cremas), o simplemente como consecuencia del esfuerzo muscular ejercitado durante la masticación, la dureza (Guanoluisa, 2007).

Un factor determinante para el rechazo táctil de un alimento, es la presencia de tejidos que no puedan masticarse, texturas extrañas, sustancias viscosas, etc.

c. **Gusto.-** "El gusto es un sentido químico que responde a la acción de los componentes químicos de los alimentos en los sitios receptores de las papilas gustativas que se localizan principalmente en la lengua." El gusto puede diferenciar cuatro sabores básicos principales: dulce, salado, ácido y amargo, y para ser detectados por la lengua, los

componentes químicos portadores del sabor deben disolverse en los fluidos de la boca. La efectividad de las papilas gustativas cambian con la edad en cuanto a número, ubicación y función fisiológica, así se puede explicar las diferencias en apreciación del sabor entre diversos grupos de edades. Para diferenciar claramente los sabores, se suele adiestrar las papilas gustativas, utilizando disoluciones en agua de sacarosa (dulce), sal común (salado), cafeína (amargo), ácido cítrico (ácido); además de los cuatro sabores básicos, se añaden otros denominados sensaciones terciarias o de retrogusto (sabor característico del glutamato mono sódico), picante, astringente, ardiente y de frescura (Guanoluisa, 2007).

3.3. Marco referencial

3.3.1. Fermentación en vegetales

En diferentes culturas existe la costumbre de consumir vegetales fermentados, en China estos productos datan desde el tercer siglo A.C. y surgen de la necesidad de alargar la vida en anaquel; entre los vegetales y frutos que pueden ser fermentados encontramos aceitunas, pepinillo col, zanahorias, tomates verdes, remolacha, apio, pimientos, alcaparras;

en países orientales también se fermenta rábanos, nabos, coles de bruselas, lechuga y guisantes (Shirai, 2013).

Las fermentaciones que se dan en medio salinos aunque es uno de los métodos de conservación más antiguos, sigue siendo utilizado a pesar de existir métodos modernos como la congelación, deshidratación o tratamientos térmicos, esto debido a que los productos de la fermentación tienen cualidades organolépticas apetecibles además la temporada de elaboración de vegetales se extiende y el gasto que genera las instalaciones y consumo energético es mucho menor, además que la fermentación favorece al desarrollo de determinados microorganismos (Montaño, 1992).

Otro beneficio de la fermentación en vegetales es que mejora la calidad nutricional incrementando la digestibilidad y eliminando compuestos tóxicos, recientemente se ha informado que bacterias lácticas que producen compuestos con efectos benéficos para la salud humana puede mejorar la asimilación de calcio, hierro, fósforo y vitamina D, alta actividad de lactasas que degradan lactosa a galactosa ésta última es constituyente de cerebrosidos que promueven el desarrollo del cerebro en infantes, algunas cepas de bacterias lácticas pueden colonizar el intestino de humanos y animales coadyuvando a la digestión ya que mejoran la microcirculación en el tracto gastrointestinal, la función

inmune controla los niveles séricos (cantidad de serotonina en el cuerpo) del colesterol reduce infecciones intestinales y elimina sustancias nocivas del organismo (Lichtenstein y Goldin como se citó en Shirai, 2013).

3.3.2. Proceso de elaboración

- a) Recepción.- en esta etapa del proceso es cuando se toman los datos de mayor relevancia del producto a fermentar, como procedencia, peso, estado de madurez, etc.
- b) Escogido y clasificado.- previo al lavado los vegetales se pueden tratar de diferentes maneras, por ejemplo a las coles se les quita las hojas externas y el tronco central, en aceitunas verdes aderezadas estilo español pasan por tratamiento alcalino para eliminar el glucósido oleuropeina (Montaño, 1992).
- c) Lavado.- se da con el fin de eliminar microorganismos indeseables que puedan perjudicar la fermentación, se usa agua clorada (2-5ppm). En la industria, no todos los procesos pasan por lavado, como es el caso de la aceituna que pasa directo a fermentación (Montaño, 1992).

d) Fermentación.- los vegetales son colocados en el medio salino para ser fermentados, el salado se puede realizar añadiendo sal sólida en la col o en salmuera, las concentraciones varía por ejemplo 2-3% a la col, 5-8% en pepinillo y 4-7% en aceituna verde y depende de la tendencia que tiene el producto a ablandarse en el periodo de fermentación, este ablandamiento es causado por enzimas pectolíticas de origen microbiano o provenientes del propio vegetal la col solo necesita 2% de sal para prevenir el ablandamiento los pimientos necesitan concentraciones saturadas para mantener su textura (Montaño, 1992).

e) Escogido y clasificado.- al término de la fermentación los productos son escogidos y clasificados para uniformizarlo y puedan tener una mejor presentación en el envasado.

f) Envasado.- el envasado para consumo directo se da en sachet o frascos. Para su conservación generalmente se prefiere la pasteurización por encima de la refrigeración a 5°C ya que los resultados de este último no son favorables (Montaño, 1992).

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se siguió el flujo mostrado en la figura 6, en el cual se ve la utilización de ácido acético en el primer bloque y ácido láctico para el segundo bloque, en tres concentraciones diferentes en ambos casos.

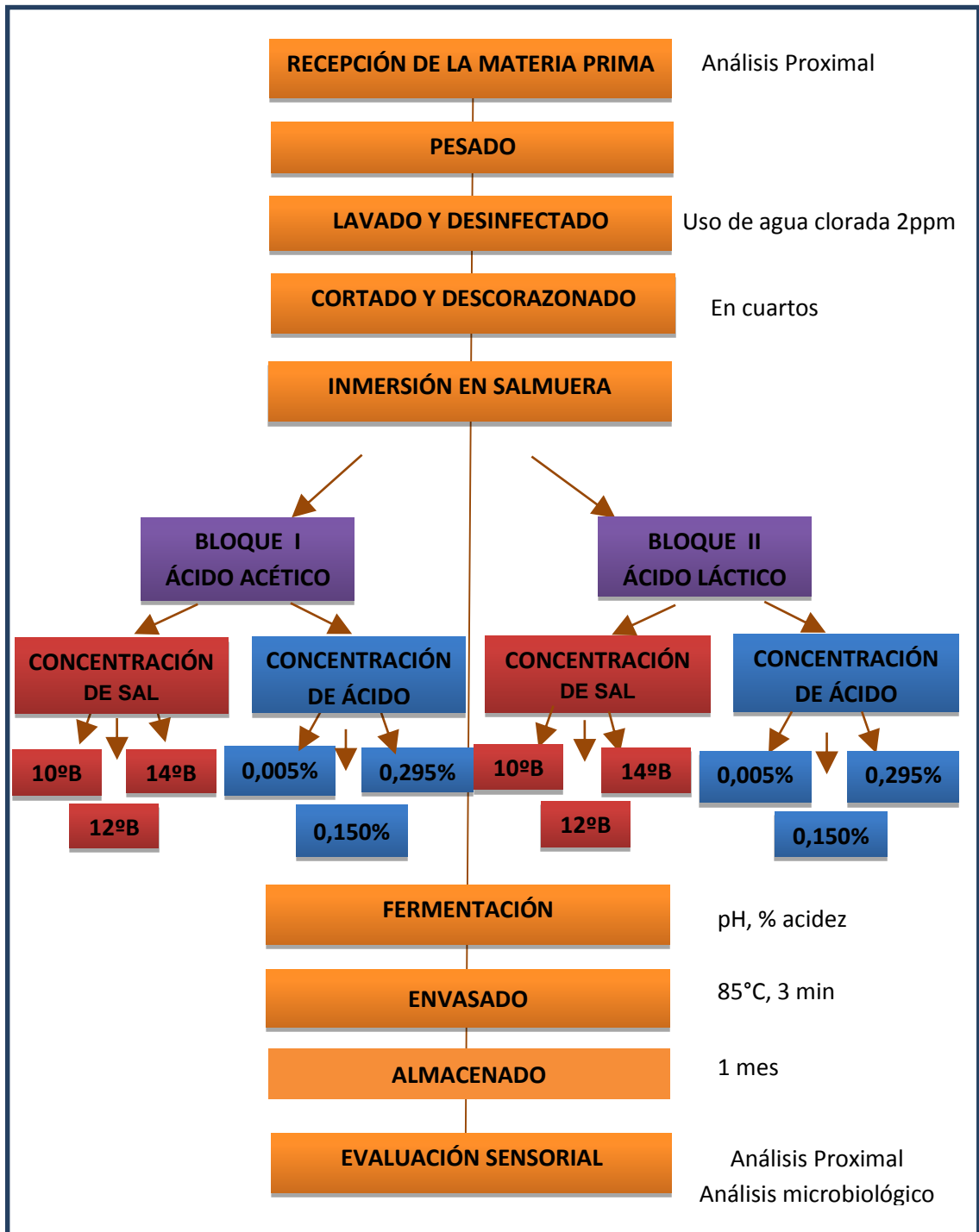


Figura 6. Flujoograma del diseño experimental del encurtido de rocoto.

Fuente: Elaboración Propia (2016).

3.3.2.1. Fases de la fermentación

En la industria la fermentación se da de forma espontánea debido a la carga microbiana del producto y se distinguen 4 etapas bien definidas.

- a) Iniciación que incluye microorganismos gram (+) y gram (-) presentes en los vegetales.
- b) Fermentación primaria que da el crecimiento de bacterias ácido lácticas con o sin desarrollo de levaduras fermentativas.
- c) Fermentación secundaria se caracteriza por el crecimiento de levaduras fermentativas a partir de materia fermentables que permanecen después del desarrollo de bacterias ácido lácticas, resulta inhibido por los bajos valores de pH.
- d) Post fermentación que se da después de consumirse la materia fermentable y generalmente se caracteriza por crecimiento de microorganismos oxidativos en la superficie de la salmuera cuando esta se encuentra expuesta a la atmósfera (Fleming 1982 citado por Montaña, 1992).

Las bacterias acidolácticas proliferan durante las dos primeras etapas dependiendo de su presencia en el producto y de las condiciones químicas y ambientales después de la adición de la salmuera; las principales especies se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Principales características de las bacterias acidolácticas asociadas con las fermentaciones de productos vegetales.

	Lactobacillus plantarum	Lactobacillus brevis	Pediococcus pentosaceus	Leuconostoc mesenteroides
Morfología celular	Bacilos en cadena	Bacilos en cadena	Cocos en pareja y tétradas	Cocos en parejas y cadena
Temperatura óptima (°C)	30-35	30	28-32	20-30
Intervalo aprox. De pH	3,8-7,5	3,8-7,5	4,0-8,0	4,5-8,0
Límite máx. de NaCl (%)	8-9	7-8	8-9	6-7
Metabolismo de glucosa	Homoláctico	Heteroláctico	Homoláctico	Heteroláctico
Ac. Láctico formado	DL	DL	DL	D

Fuente: Instituto de la grasa y sus derivados (1992).

La principal diferencia con respecto a los productos lácticos, es que el producto sólido, como es el caso del rocoto, está inmerso en un medio líquido por lo que la velocidad de la fermentación dependerá de la salida de solutos al líquido gobierno, salmuera, aunque en caso de pepinillo también se da fermentación en el mismo vegetal (Montaño, 1992).

3.3.2.2. Factores que influyen en la fermentación

Sal.- es indispensable para la fermentación, ayuda a que el producto pierda agua por presión osmótica favoreciendo su conservación e inhibiendo el desarrollo de microorganismos indeseables, al entrar la sal a los tejidos permite la salida de carbohidratos, compuestos nitrogenados, minerales dándose la fermentación láctica (Shirai, 2013). Por otro lado también previene el ablandamiento, la concentración de sal regula el tipo de extensión de crecimiento microbiano por ende la calidad y estabilidad del producto (Montaño, 1992).

Ácido.- tiene un efecto inhibitor, ya sea este producto de la fermentación o sea añadida. La liberación de ácidos por fermentación implica inhibir crecimientos de bacterias sensibles y patógenas, que están en el vegetal en mayor medida que las bacterias ácidolácticas, acidificando el medio y bajando el pH (Shirai, 2013).

La adición de ácido al inicio de la fermentación, tienen el fin de dirigir la fermentación (Montaño, 1992). Las bacterias lácticas producen metabolitos que mejoran considerablemente el sabor tales como el láctico, acético, propiónico (Shirai, 2013), siendo el ácido láctico el mayoritario, aunque el ácido acético tiene un valor pK mayor que el láctico dando lugar a valores mayores de pH. El ácido acético inhibe mohos asociados al ablandamiento (Montaño, 1992).

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo y diseño de la investigación

El tipo de investigación es aplicada, ya que se buscó encontrar y proponer solución al problema planteado. El diseño es experimental, por cuanto que se realizaron ensayos en el estudio. El modelo que se utilizó es “Diseño Experimental Hexagonal” de optimización.

4.1.1. Diseño experimental hexagonal de optimización

Para determinar la influencia de la utilización de sal y de los ácidos acético y láctico en las características organolépticas, se realizaron dos pruebas experimentales independientes, una para cada ácido, con tres diferentes concentraciones de salmueras en la elaboración de encurtido de rocoto. Se aplicó el diseño Experimental Hexagonal, ya que dicho proceso es representado por un modelo cuadrático; se justifica la aplicación de dicho arreglo experimental.

Los niveles experimentales de las variables independientes para el bloque I se muestran en la tabla 9; y para el bloque II en la tabla 10.

Tabla 9. Variables Independientes y sus respectivos niveles de estudio para el proceso de optimización del rocoto encurtido para el bloque I.

Variables Independientes	Niveles		
X1: concentración de salmuera (°Be)	10	12	14
X2: concentración de ácido acético (%ac)	0,005	0,150	0,295

Fuente: Adecuación de los valores de la empresa “Oliamerica SAC”.

Tabla 10. Variables Independientes y sus respectivos niveles de estudio para el proceso de optimización del rocoto encurtido para el bloque II.

Variables Independientes	Niveles		
X1: concentración de salmuera (°Be)	10	12	14
X3: concentración de ácido láctico (%ac)	0,005	0,150	0,295

Fuente: Adecuación de los valores de la empresa “Oliamerica SAC”.

Salmueras con 10 % de sal representa la concentración más baja sin que resulten efectos perjudiciales, sin embargo, concentraciones mayores de 17% inhiben el crecimiento de las bacterias fermentativas (infoagro, sin fecha). El ácido acético utilizado en aceituna de mesa no influye en las características organolépticas (Castillo, 1992).

En el estudio de la elaboración del rocoto encurtido se empleó la metodología de superficie de respuesta (MSR), y se usó el graficador del Software Estadístico Statgraphics Centurion versión 15.2.05.

El uso del Diseño Experimental Hexagonal requiere de un menor número de ensayos reduciendo los costos de proceso, por lo que es el adecuado para investigar el efecto de las 2 variables independientes a la vez en cada bloque y su optimización sobre las características organolépticas. En la figura 7 se aprecia la estructura del diseño Hexagonal valores codificados.

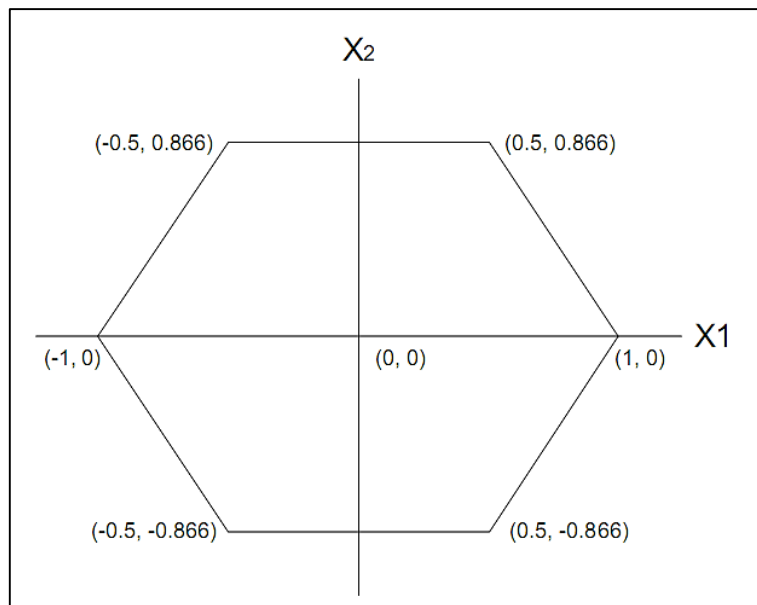


Figura 7. Estructura de diseño hexagonal valores codificados.

Fuente: Ayala Nina (1995).

Se realizaron dos pruebas experimentales independientes utilizando los ácidos: acético y láctico, con la finalidad de determinar su influencia en las características organolépticas del rocoto encurtido.

El diseño experimental hexagonal requiere que se tomen los valores máximos y mínimos de las variables independientes para determinar los valores reales (X_i) a utilizarse en la experimentación, para tal fin se sigue la siguiente relación:

$$(X_i) = (x_i) * \frac{(VM-vm)}{2} + \frac{(VM+vm)}{2}$$

Donde:

(X_i) = Valor experimental de la variable.

(x_i) = Valor del nivel codificado.

VM = Valor máximo de la variable.

vm = Valor mínimo de la variable.

En la tabla 11 se detallan los niveles codificados (x_i) y reales (X_i) para el bloque I, ácido acético, y en la tabla 12 los niveles codificados (x_i) y reales (X_i) para el bloque II, ácido láctico. Los valores máximos y mínimos que se utilizaron para hallar los valores reales fueron 10°Be - 14°Be y 0,005% - 0,095% de acidez.

La función respuesta de cada bloque está dada por la siguiente ecuación, Donde los coeficientes del modelo están dados por “ a_i ”:

$$Y_i = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_{11}X_1^2 + a_{22}X_2^2 + a_{12}X_1X_2$$

Tabla 11. Condiciones experimentales del bloque I, según diseño hexagonal, para los niveles codificados y reales.

Ensayo	Concentración Salmuera (X_1)°Be		Concentración ácido acético (X_2) %ac.		Función respuesta (variables dependientes)			
	Codificado	Real	Codificado	Real	Color (Y_1)	Textura (Y_2)	Sabor (Y_3)	Aspecto (Y_4)
	1	1,0	14	0	0,150			
2	0,5	13	0,866	0,276				
3	-0,5	11	0,866	0,276				
4	-1,0	10	0	0,150				
5	-0,5	11	-0,866	0,024				
6	0,5	13	-0,866	0,024				
7	0	12	0	0,150				
8	0	12	0	0,150				
9	0	12	0	0,150				

Fuente: Elaboración propia, adaptado del modelo diseño hexagonal de Ayala (1995).

Tabla 12. Condiciones experimentales del bloque II, según diseño hexagonal, para los niveles codificados y reales.

Ensayo	Concentración Salmuera (X_1)°Be		Concentración ácido láctico (X_3) %ac.		Función respuesta (variables dependientes)			
	Codificado	Real	Codificado	Real	Color	Textura	Sabor	Aspecto
					(Y_1)	(Y_2)	(Y_3)	(Y_4)
10	1,0	14	0	0,150				
11	0,5	13	0,866	0,276				
12	-0,5	11	0,866	0,276				
13	-1,0	10	0	0,150				
14	-0,5	11	-0,866	0,024				
15	0,5	13	-0,866	0,024				
16	0	12	0	0,150				
17	0	12	0	0,150				
18	0	12	0	0,150				

Fuente: Elaboración propia, adaptado del modelo diseño hexagonal de Ayala (1995).

4.2. Población y muestra

La materia prima, rocoto (*Capsicum pubescens*) proviene del departamento de Tacna, provincia de Tacna, distrito de Pocollay, Peschay, de la Huerta Marta, se utilizó 20 kg de rocoto de la cosecha noviembre 2015.

4.3. Materiales y métodos

4.3.1. Materia prima e insumos

- ❖ Rocoto
- ❖ Sal
- ❖ Ácido acético grado alimenticio
- ❖ Ácido láctico grado alimenticio
- ❖ Envases de plástico de capacidad 3 l
- ❖ Envases de vidrio de capacidad de 200g

4.3.2. Equipos y materiales

- ❖ En procesamiento
 - Baldes de plástico de 20 y 8 l
 - Jarras medidoras.
 - Cuchillos, descorazonadores.
 - Coladores.
 - Balanza de precisión.

❖ En análisis

- Potenciómetro, Pometer, PH-009(III).
- Densímetro Baumé.
- Probeta de plástico de 250 ml

4.3.3. Reactivos

❖ Proceso de fermentación

- Solución NaOH, 0,1N
- Fenolftaleína al 1%.

❖ Análisis proximal

- Éter de petróleo.
- Ácido sulfúrico concentrado.
- Hidróxido de sodio.
- Ácido bórico.
- Agua destilada.

4.3.4. Método en proceso

Se consideró utilizar rocoto con índice de madurez N°4, tal como fue probado en la tesis de Jimenez Ticona (2005), “Caracterización y Evaluación de los Parámetros Tecnológicos en el Procesamiento del Pimiento encurtido de la variedad keystone resistantgiant (*Capsicum annuum L.*)”, ya que el producto final de los rocotos con índices de

madurez 1, 2, 3 y 5 no contaron con aceptación esperada tal como se muestra en la figura 8.



Figura 8. Rocoto encurtido con diferentes índices de madurez.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.4.1. Descripción del proceso

Se realizó el proceso siguiendo el flujograma de la figura 9, que describe las etapas del proceso de fermentación de rocoto.

- a) **Recepción de materia prima.-** El rocoto que ingresó tuvo un color adecuado, textura firme, estaba sano y exento de olores extraños. Se almacenó en jabas ranuradas, bajo sombra, en rumas separadas para permitir la circulación de aire, ya que se procesó por la tarde, horas después de su ingreso.

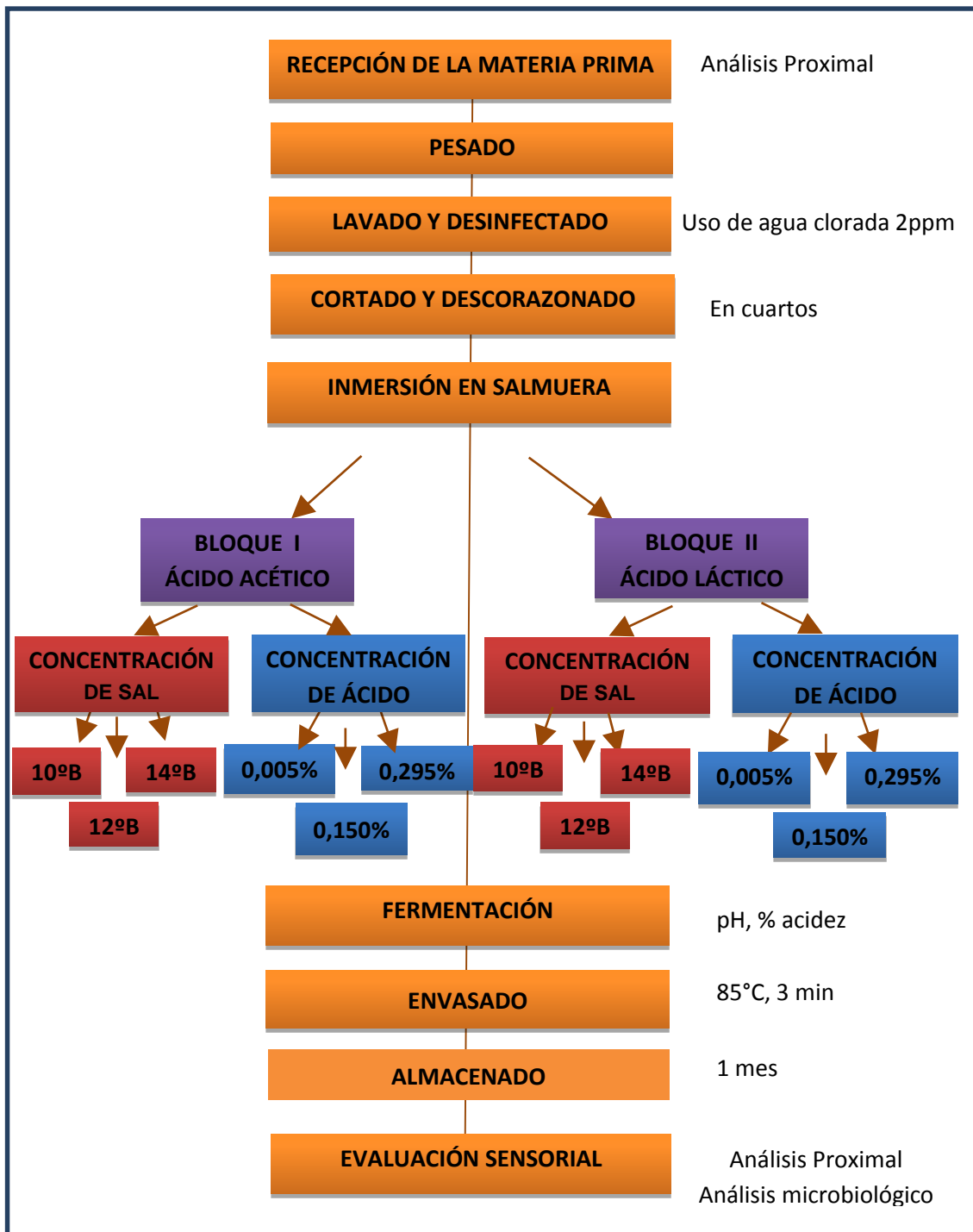


Figura 9. Flujograma del encurtido de rocoto.

Fuente: Elaboración propia (2016).

- b) **Pesado.-** Se procedió a tomar el peso de la materia prima, rocoto fresco, que ingresó para elaborar el encurtido, los datos fueron anotados para realizar los balances de masas necesarios, con los pesos obtenidos antes del envasado del producto.
- c) **Lavado y desinfectado.-** Se lavaron los rocotos, para eliminar los restos de tierra, provenientes del campo, se desinfectó por 5 min con agua clorada a 2 ppm, seguidamente se realizó un último enjuague con agua potable limpia para eliminar el exceso de cloro.
- d) **Cortado y descorazonado.-** como acondicionamiento previo, se procedió a descorazonar y cortar el rocoto en cuartos, con el fin de tener más área de contacto con la salmuera. Se limpió el resto de pepas y se pesó todo el material que se eliminó de la materia prima.
- e) **Inmersión en salmuera.-** Se utilizó salmueras acidificadas con ácido acético, para el primer bloque y salmueras acidificadas con ácido láctico, para el segundo bloque, por lo cual se ejecutaron diferentes ensayos.

- f) **Fermentación.**- Se hicieron reposiciones de sal hasta el término de la fermentación, con el fin de estabilizar el rocoto con la salmuera, provocando una fermentación espontánea. Así mismo se hizo limpieza de las natas interdiario. El término de la fermentación se dio a partir del día 20, cuando la acidez de la salmuera se mantuvo constante.
- g) **Envasado.**- Al término de la fermentación, cuando la acidez del líquido gobierno permaneció constante, se procedió a colocarlos en envases limpios de vidrio de capacidad de 200 g y se pasteurizó a 85 °C por 3 minutos, utilizando la misma salmuera.
- h) **Almacenado.**- Una vez envasado el rocoto encurtido se almacenó por un periodo de 1 mes en un ambiente fresco.
- i) **Evaluación sensorial.**- Pasado el periodo de almacenamiento se realizó una evaluación sensorial con 15 panelistas, para determinar la influencia del proceso sobre las características organolépticas del rocoto encurtido.

CAPÍTULO V. TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1. Técnicas aplicadas en la recolección de la información

La implementación del experimento se desarrolló en dos etapas:

- Desarrollo de las pruebas experimentales indicadas en las tablas 13 y 14, con los que se han elaborado 9 tipos de rocotos encurtidos en salmuera acidificada en ácido acético y otros 9 tipos de rocotos encurtidos en salmuera acidificada en ácido láctico.
- Evaluación sensorial de cada uno de los productos obtenidos en el desarrollo del experimento, 9 para cada bloque, fueron degustado por 15 panelistas. Se utilizó la tabla 15 para la calificación del: color, textura, sabor y aspecto general de rocoto encurtido.

Los tratamientos experimentales reales que se utilizaron en la investigación son determinados por el diseño experimental hexagonal aplicando la siguiente relación:

$$(X_i) = (x_i)^* \frac{(VM-vm)}{2} + \frac{(VM+vm)}{2}$$

Donde:

(X_i) = Valor experimental de la variable.

(x_i) = Valor del nivel codificado.

VM = Valor máximo de la variable.

vm = Valor mínimo de la variable.

Tabla 13. Condiciones experimentales para la elaboración de rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.

Experimento	Condiciones Experimentales		
	Concentración (°Be)	Salmuera	Concentración ácido acético en (%)
1	14		0,150
2	13		0,276
3	11		0,276
4	10		0,150
5	11		0,024
6	13		0,024
7	12		0,150
8	12		0,150
9	12		0,150

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Condiciones experimentales para la elaboración de rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.

Experimento	Condiciones Experimentales	
	Concentración (°Be)	Salmuera Concentración ácido láctico en (%)
10	14	0,150
11	13	0,276
12	11	0,276
13	10	0,150
14	11	0,024
15	13	0,024
16	12	0,150
17	12	0,150
18	12	0,150

Fuente: Elaboración propia.

La evaluación de la calidad se ha efectuado en todas las etapas de la cadena productiva del rocoto encurtido.

❖ **Materia prima.**

Se tomó en cuenta los siguientes atributos.

- Color uniforme.
- Libre de materiales extraños.

Tabla 15. Cuadro de calificación de la aceptabilidad sensorial del rocoto encurtido.

Percepción de la degustación	Calificación	Percepción de la degustación	Calificación
Desagrada muchísimo	1	Agrada un poco	6
Desagrada mucho	2	Agrada moderadamente	7
Desagrada moderadamente	3	Agrada mucho	8
Desagrada un poco	4	Agrada muchísimo	9
Indiferente	5		

Fuente: Elaboración propia.

❖ **Producto en proceso.**

Se realizaron los siguientes análisis durante la fermentación.

- Determinación de acidez (método titulación con NaOH 0,1 N).
- Determinación de pH (método potenciómetro).
- Determinación de grados Baumé.

❖ **Producto terminado evaluación de las características organolépticas del encurtido de rocoto.**

Estos análisis se realizaron al producto final, se tomó en cuenta:

- Color.

- Textura.
- Sabor.
- Aspecto general.

5.2. Instrumentos de medición

a) Análisis de la materia prima y del producto terminado:

❖ Materia prima

- Humedad (método por pérdida de peso); A.O.A.C. 1981.
- Proteínas (Método de kjeldahl); A.O.A.C. 1981.
- Grasa (Método de soxhlet); A.O.A.C. 1981.
- Cenizas (método por calcinación); A.O.A.C. 1981.
- Carbohidratos (por diferencia restando de 100 el contenido de humedad, proteína, grasas y cenizas); A.O.A.C. 1981.
- Sólidos solubles totales (método refractométrico).
- Determinación de acidez (método titulación con NaOH 0,1 N).
- Determinación de pH (método potenciómetro).

❖ Producto en proceso

- Determinación de acidez (método titulación con NaOH 0,1 N).
- Determinación de pH (método potenciómetro).
- Determinación de grados Baumé.

❖ **Producto terminado**

- Humedad (método por pérdida de peso); A.O.A.C. 1981.
- Proteínas (Método de kjeldahl); A.O.A.C. 1981.
- Grasa (Método de soxhlet); A.O.A.C. 1981.
- Cenizas (método por calcinación); A.O.A.C. 1981.
- Carbohidratos (por diferencia restando de 100 el contenido de humedad, proteína, grasas y cenizas); A.O.A.C. 1981.
- Sólidos solubles totales (método refractométrico).
- Determinación de acidez (método titulación con NaOH 0,1 N).
- Determinación de pH (método potenciómetro).
- Determinación de consistencia de textura.

b) Análisis microbiológico del producto terminado

- Recuento de bacterias aerobias mesófilas viables en placa (37°C) (según la ICMSF, 2000).
- Coliformes totales (según la ICMSF, 2000).
- Recuento de mohos y levaduras (según la ICMSF, 2000).

c) Características organolépticas del encurtido de rocoto.

Estos análisis se realizaron al producto final, se toma en cuenta:

- Color.

- Textura.
- Sabor.
- Aspecto general.

5.3. Resultados y discusión

Una vez ejecutados los experimentos, según las condiciones experimentales propuestas por el diseño hexagonal (tablas 13 y 14), se procedió a evaluar los rocotos encurtidos en salmuera acidificada con ácido acético para el primer bloque y con ácido láctico para el segundo bloque, teniendo en cuenta la calificación propuesta en la tabla 15.

5.3.1. Rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético

Los resultados de las evaluaciones de los panelistas en rocotos encurtidos con salmuera acidificada con ácido acético se presentan en la tabla 16.

Tendencia central

De los resultados obtenidos de las 135 evaluaciones de los 15 panelistas (Anexo 2a) se ve que los estadísticos indicadores de las

tendencias centrales (anexo 3) indican que el 66,67% de ensayos agradan con su color; el 77,78% de ensayos agradan con su textura; el 88,89% de ensayos agradan con el sabor y aspecto general, por consiguiente el 80,56% de ensayos agradan con las características organolépticas evaluadas; el ensayo N° 9, con concentraciones iniciales de 12°Be y 0,15% de acidez, fue el que tuvo el mayor puntaje de 7 en la escala hedónica. En cuanto a los valores de dispersión se observa una desviación estándar alta, indicando que la dispersión en la calificación del rocoto encurtido con ácido acético es alta (anexo 5a).

Tabla 16. Evaluación del rocoto encurtido con ácido acético.

Experi- mento	Concentración Salmuera (X ₁)°Be		Concentración ácido acético (X ₂) %ac.		Función respuesta (variables dependientes)			
	Codificado	Real	Codificado	Real	Color (Y ₁)	Textura (Y ₂)	Sabor (Y ₃)	Aspecto (Y ₄)
1	1,0	14	0	0,150	4,00	7,80	6,20	5,80
2	0,5	13	0,866	0,276	5,53	5,60	6,00	6,67
3	-0,5	11	0,866	0,276	5,80	6,20	6,60	6,80
4	-1,0	10	0	0,150	3,80	1,40	2,60	3,00
5	-0,5	11	-0,866	0,024	6,40	7,00	7,60	6,80
6	0,5	13	-0,866	0,024	5,00	5,40	6,60	6,80
7	0	12	0	0,150	6,40	7,20	6,80	6,80
8	0	12	0	0,150	6,00	5,60	6,40	6,20
9	0	12	0	0,150	6,40	7,00	7,40	7,20

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación del color

En la tabla 17 se observa que al 54,07% les agrada el color del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético, son los tratamientos N° 5 (11°Be y 0,024% ac.), 7 y 9 (12°Be y 0,15%ac.) los que obtuvieron el mayor puntaje de 6,4 en la escala hedónica.

En la figura 10 se observa que el sesgo de la curva normal de la percepción del color es al lado de la aceptación.

Tabla 17. Percepción de los 15 panelistas del color del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.

Concepto de calificación	Calificación	Cantidad	Distribución	Conclusión
Desagrada muchísimo	1	1	0,74%	
Desagrada mucho	2	3	2,22%	desagrada
Desagrada moderadamente	3	10	7,41%	26,67%
Desagrada un poco	4	22	16,30%	
Indiferente	5	26	19,26%	
Agrada un poco	6	34	25,19%	
Agrada moderadamente	7	31	22,96%	agrada
Agrada mucho	8	8	5,93%	54,07%
Agrada muchísimo	9	0	0,00%	
	Total	135	100,00%	

Fuente: Elaboración propia.

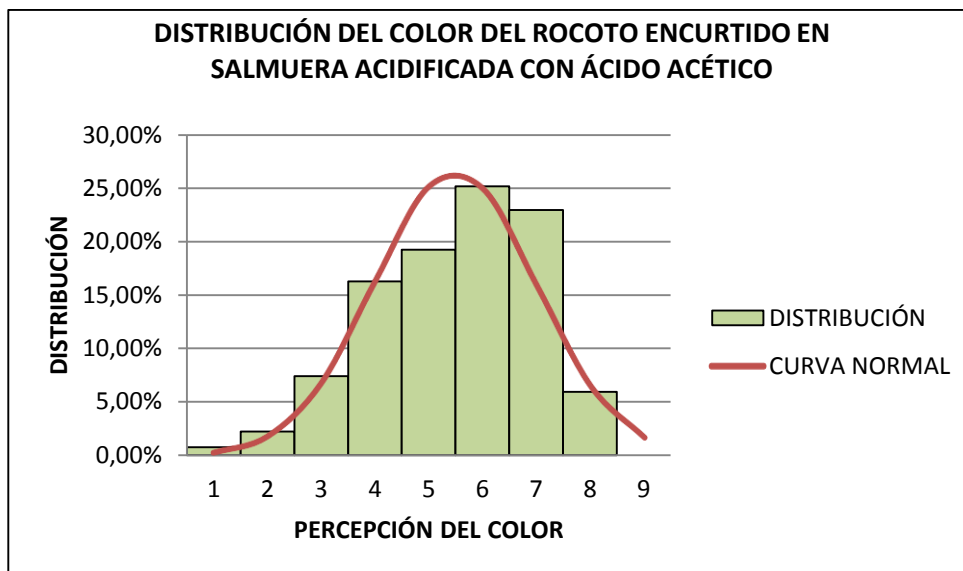


Figura 10. Curva de distribución de la percepción del color del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.

Fuente: Tabla 17.

Evaluación de la textura

En el tabla 18 se observa que al 65,93% les agrada la textura del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético, es el tratamiento N°1 (14°Be y 0,15% ac.) el que tuvo el mayor puntaje de 7,8 en la escala hedónica.

En la figura 11 se observa que el sesgo de la curva normal de la percepción de la textura es al lado de la aceptación.

Tabla 18. Percepción de los 15 panelistas de la textura del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.

Concepto de calificación	Calificación	Cantidad	Distribución	Conclusión
Desagrada muchísimo	1	11	8,15%	desagrada
Desagrada mucho	2	2	1,48%	
Desagrada moderadamente	3	5	3,70%	
Desagrada un poco	4	8	5,93%	
Indiferente	5	20	14,81%	agrada
Agrada un poco	6	31	22,96%	
Agrada moderadamente	7	26	19,26%	
Agrada mucho	8	20	14,81%	
Agrada muchísimo	9	12	8,89%	
	Total	135	100,00%	

Fuente: Elaboración propia.

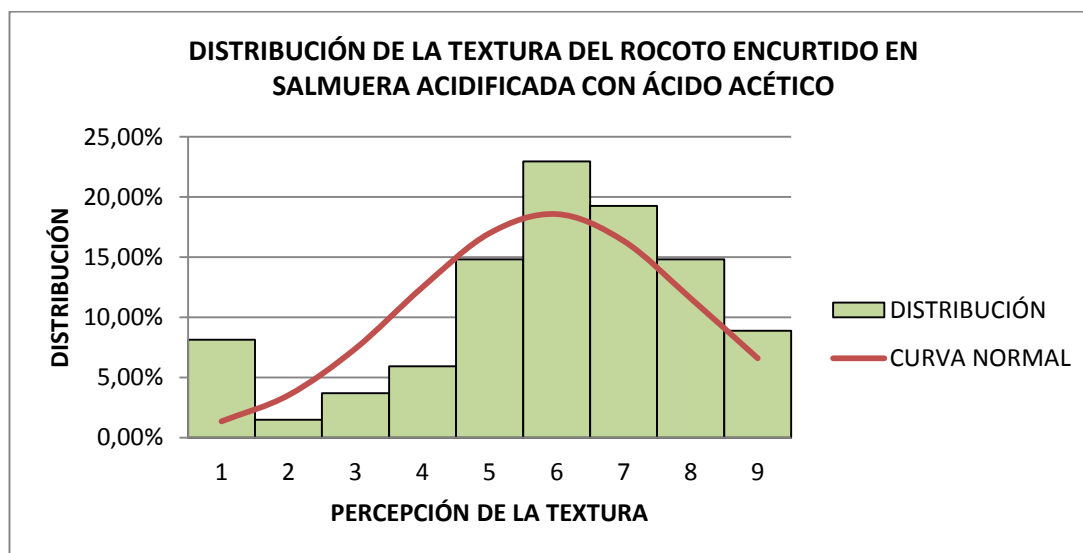


Figura 11. Curva de distribución de la percepción de la textura del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.

Fuente: Tabla 18.

Evaluación del sabor

En el tabla 19 se observa que al 73,33% les agrada el sabor del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético, es el tratamiento N°5 (11°Be y 0,024%) el que tuvo el mayor puntaje de 7,6 en la escala hedónica.

En la figura 12 se observa que el sesgo de la curva normal de la percepción del sabor es al lado de la aceptación.

Tabla 19. Percepción de los 15 panelistas del sabor del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.

Concepto de calificación	Calificación	Cantidad	Distribución	Conclusión
Desagrada muchísimo	1	6	4,44%	
Desagrada mucho	2	2	1,48%	desagrada
Desagrada moderadamente	3	2	1,48%	12,59%
Desagrada un poco	4	7	5,19%	
Indiferente	5	19	14,07%	
Agrada un poco	6	31	22,96%	
Agrada moderadamente	7	35	25,93%	agrada
Agrada mucho	8	24	17,78%	73,33%
Agrada muchísimo	9	9	6,67%	
	Total	135	100,00%	

Fuente: Elaboración propia.

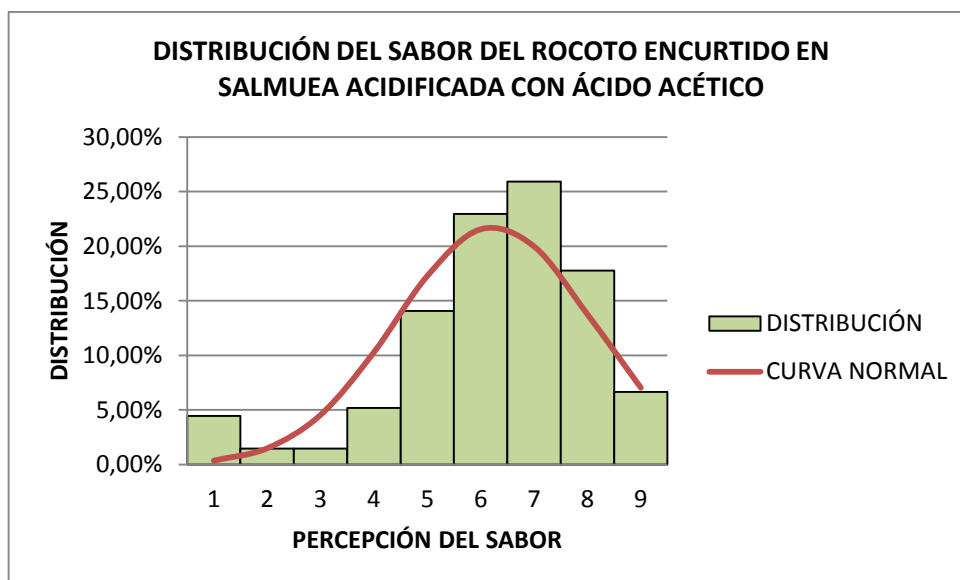


Figura 12. Curva de distribución de la percepción del sabor del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.

Fuente: Tabla 19.

Evaluación del aspecto general

En el tabla 20 se observa que al 77,78% les agrada el aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético, es el tratamiento N°9 (12°Be y 0,15%ac.) el que tuvo el mayor puntaje de 7,2 en la escala hedónica.

En la figura 13 se observa que el sesgo de la curva normal de la percepción del aspecto general es al lado de la aceptación.

Tabla 20. Percepción de los 15 panelistas del aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.

Concepto de calificación	Calificación	Cantidad	Distribución	Conclusión
Desagrada muchísimo	1	5	3,70%	
Desagrada mucho	2	3	2,22%	desagrada
Desagrada moderadamente	3	2	1,48%	9,63%
Desagrada un poco	4	3	2,22%	
Indiferente	5	17	12,59%	
Agrada un poco	6	40	29,63%	
Agrada moderadamente	7	37	27,41%	agrada
Agrada mucho	8	24	17,78%	77,78%
Agrada muchísimo	9	4	2,96%	
	Total	135	100,00%	

Fuente: Elaboración propia.

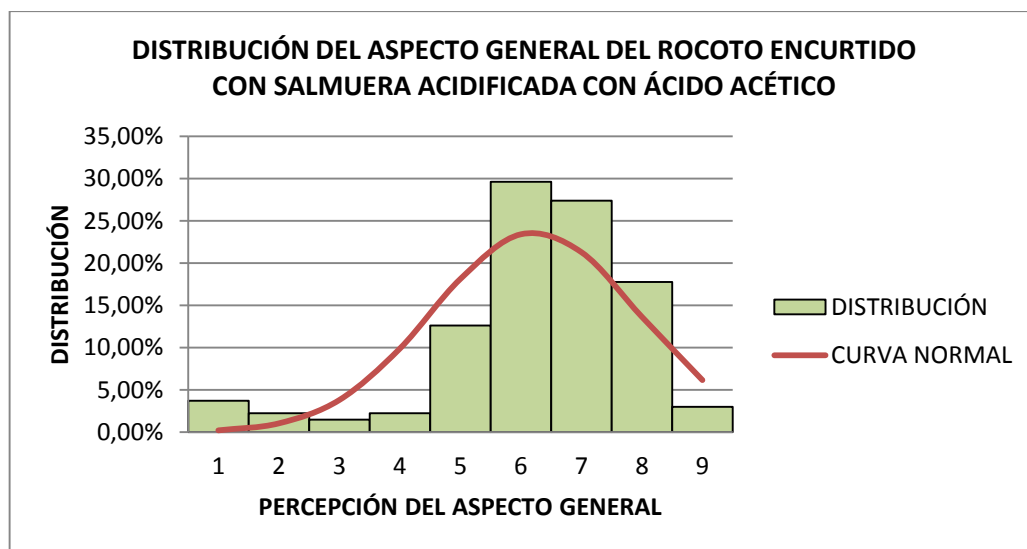


Figura 13. Curva de distribución de la percepción del aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.

Fuente: Tabla 20.

Con el uso del programa statgraphics se pudo realizar los gráficos respuesta de la investigación como se demuestra en la figura 14.

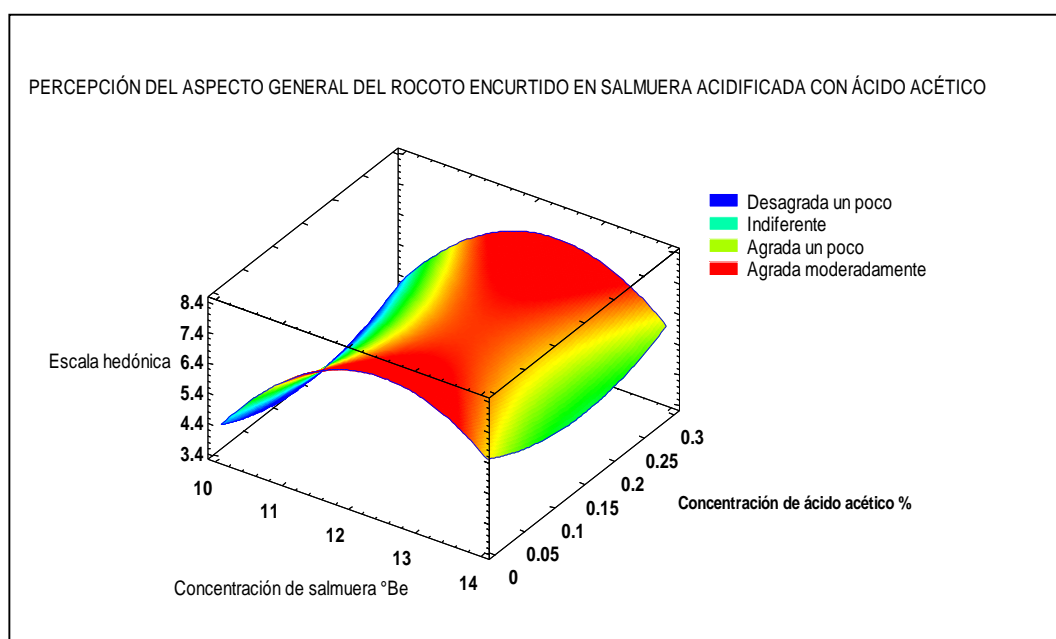


Figura 14. Percepción del aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.

Fuente: Anexo 3.

Se puede ver en los gráficos (anexo4) que se obtiene que el mejor puntaje del color del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético, se ha logrado manteniendo la concentración de la salmuera entre 11,0 a 12,7°Be, y la concentración del ácido acético menores a 0,30 %

acidez (Anexo 4a). Para el caso de la textura, el mejor puntaje se alcanzó entre 12,0 a 13,5°Be, y concentraciones menores de 0,30 % acidez (Anexo 4b). Para el sabor las mejores condiciones son entre 11,5 a 13,0°Be, y concentraciones menores de 0,30 % acidez (Anexo 4c), y para el aspecto general, de 11,8 a 13,0°Be, y la concentración del ácido acético menores de 0,30 % acidez (Anexo 4d).

5.3.2. Rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico

Los resultados obtenidos de las evaluaciones que los 15 panelistas hicieron sobre los rocotos encurtidos con salmuera acidificada con ácido láctico se presentan en el anexo 2b, los promedios de los resultados y los valores de los ensayos se muestran en la tabla 21.

Tendencia central

De los resultados obtenidos de las 135 evaluaciones de los 15 panelistas (anexo 2b), se ve que los estadísticos indicadores de las tendencias centrales (anexo 3) indican que el 44,44% de ensayos agradan con su color; el 44,4% de ensayos agradan con su textura; el 66,67% de ensayos agradan con su sabor y el 55,56%, con el aspecto general del rocoto encurtido, por consiguiente el 52,78% de ensayos

agradan con las características organolépticas evaluadas; el ensayo N°16, con concentraciones iniciales de 12°Be y 0,15% de acidez, fue el que tuvo el mayor puntaje de 7 en la escala hedónica. En cuanto a los valores de dispersión se observa una desviación estándar alta, indicando que la dispersión en la calificación del rocoto encurtido con ácido acético es alta (anexo 5b).

Tabla 21. Evaluación del rocoto encurtido con ácido láctico.

Experi- mento	Concentración Salmuera (X ₁)°Be		Concentración ácido láctico (X ₃) %ac.		Función respuesta (variables dependientes)			
	Codificado	Real	Codificado	Real	Color (Y ₁)	Textura (Y ₂)	Sabor (Y ₃)	Aspecto (Y ₄)
10	1,0	14	0	0,150	4,60	4,40	5,00	5,00
11	0,5	13	0,866	0,276	4,80	2,80	3,40	3,20
12	-0,5	11	0,866	0,276	6,20	4,60	6,00	5,80
13	-1,0	10	0	0,150	6,80	6,20	6,00	6,80
14	-0,5	11	-0,866	0,024	6,80	6,20	6,00	6,80
15	0,5	13	-0,866	0,024	3,20	3,60	5,00	4,40
16	0	12	0	0,150	7,20	7,20	6,80	7,00
17	0	12	0	0,150	5,00	5,60	5,80	5,80
18	0	12	0	0,150	4,40	3,20	6,00	5,00

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación del color

En el tabla 22 se observa que al 54,07% les agrada el color del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico, es el tratamiento N°16 (12°Be y 0,15%) el que tuvo el mayor puntaje de 7,20 en la escala hedónica.

En la figura 15 se observa que el sesgo de la curva normal de la percepción del color es al lado de la aceptación.

Tabla 22. Percepción de los 15 panelistas del color del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.

Concepto de calificación	Calificación	Cantidad	Distribución	Conclusión
Desagrada muchísimo	1	1	0,74%	
Desagrada mucho	2	8	5,93%	desagrada
Desagrada moderadamente	3	11	8,15%	28,15%
Desagrada un poco	4	18	13,33%	
Indiferente	5	24	17,78%	
Agrada un poco	6	35	25,93%	
Agrada moderadamente	7	22	16,30%	agrada
Agrada mucho	8	15	11,11%	54,07%
Agrada muchísimo	9	1	0,74%	
	Total	135	100,00%	

Fuente: Elaboración propia.

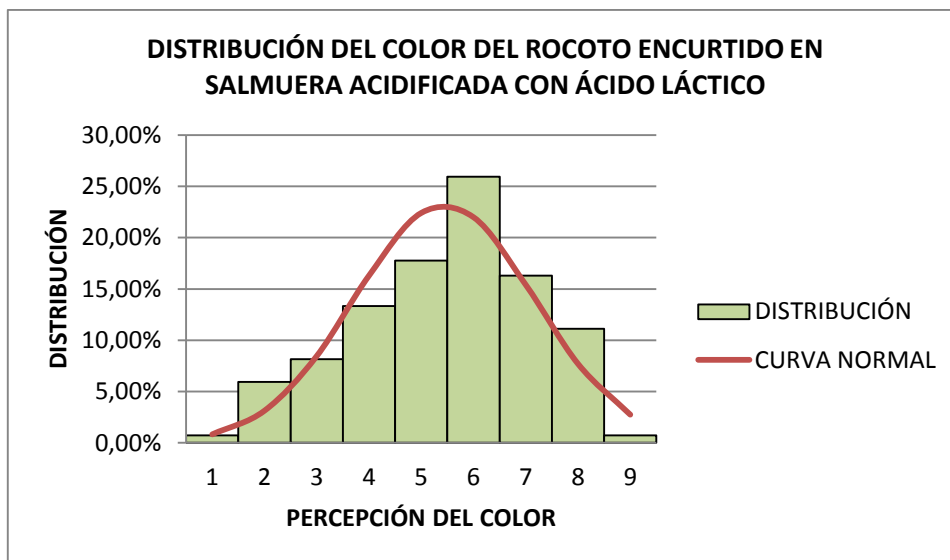


Figura 15. Curva de distribución de la percepción del color del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.

Fuente: Tabla 22.

Evaluación de la textura

En el tabla 23 se observa que al 40,0% les agrada la textura del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico, es el tratamiento N°16 (12°Be y 0,15%) el que tuvo el mayor puntaje de 7,20 en la escala hedónica.

En la figura 16 se observa el ligero sesgo de la curva normal de la percepción de la textura es al lado del agrado.

Tabla 23. Percepción de los 15 panelistas de la textura del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.

Concepto de calificación	Calificación	Cantidad	Distribución	Conclusión
Desagrada muchísimo	1	2	1,48%	
Desagrada mucho	2	10	7,41%	desagrada
Desagrada moderadamente	3	24	17,78%	44,44%
Desagrada un poco	4	24	17,78%	
Indiferente	5	21	15,56%	
Agrada un poco	6	27	20,00%	
Agrada moderadamente	7	17	12,59%	agrada
Agrada mucho	8	9	6,67%	40,00%
Agrada muchísimo	9	1	0,74%	
	Total	135	100,00%	

Fuente: Elaboración propia.

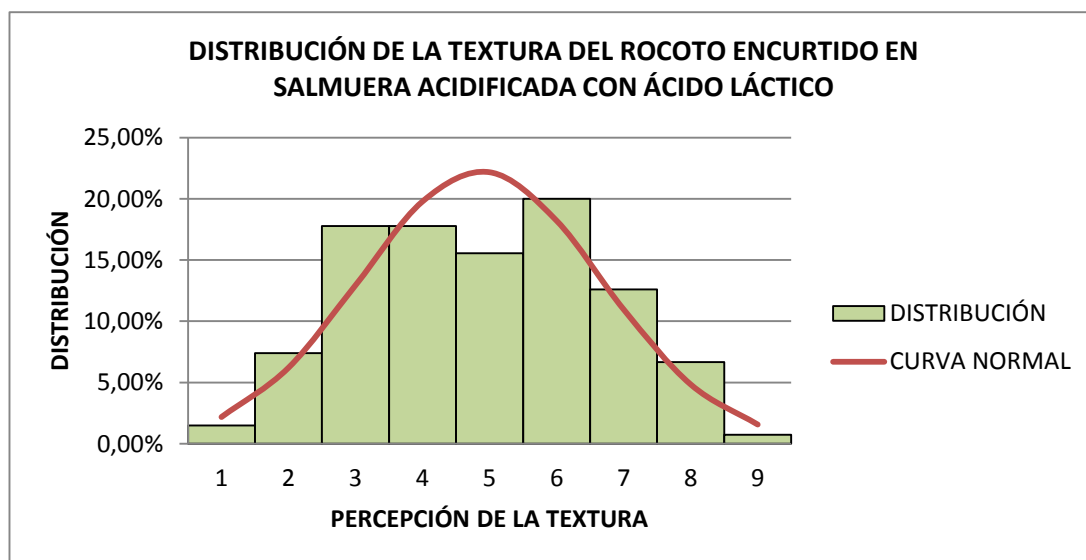


Figura 16. Curva de distribución de la percepción de la textura del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.

Fuente: Tabla 23.

Evaluación del sabor

En el tabla 24 se observa que al 53,33% les agrada el sabor del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico, es el tratamiento N°16 (12°Be y 0,15%) el que tuvo el mayor puntaje de 6,8 en la escala hedónica.

En la figura 17 se observa el ligero sesgo de la curva normal de la percepción del sabor es al lado de aceptación.

Tabla 24. Percepción de los 15 panelistas del sabor del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.

Concepto de calificación	Calificación	Cantidad	Distribución	Conclusión
Desagrada muchísimo	1	0	0,00%	
Desagrada mucho	2	5	3,70%	desagrada
Desagrada moderadamente	3	7	5,19%	25,93%
Desagrada un poco	4	23	17,04%	
Indiferente	5	28	20,74%	
Agrada un poco	6	33	24,44%	
Agrada moderadamente	7	24	17,78%	agrada
Agrada mucho	8	14	10,37%	53,33%
Agrada muchísimo	9	1	0,74%	
	Total	135	100,00%	

Fuente: Elaboración propia.

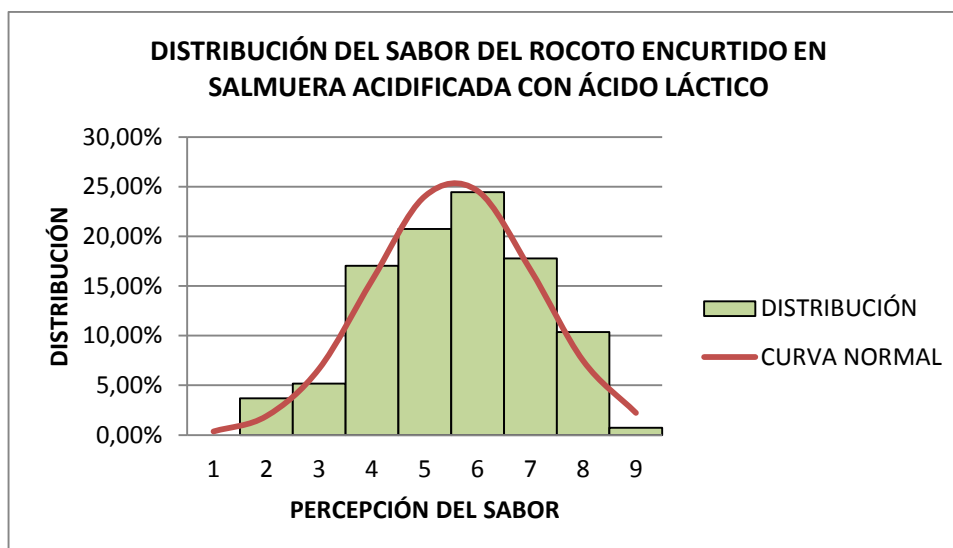


Figura 17. Curva de distribución de la percepción del sabor del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.

Fuente: Tabla 24.

Evaluación del aspecto general

En el tabla 25 se observa que al 55,56% les agrada el aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico, es el tratamiento N°16 (12°Be y 0,15%) el que tuvo el mayor puntaje de 7 en la escala hedónica.

En la figura 18 se observa el ligero sesgo de la curva normal de la percepción del aspecto general es al lado de aceptación.

Tabla 25. Percepción de los 15 panelistas del aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.

Concepto de calificación	Calificación	Cantidad	Distribución	Conclusión
Desagrada muchísimo	1	1	0,74%	
Desagrada mucho	2	6	4,44%	desagrada
Desagrada moderadamente	3	10	7,41%	25,19%
Desagrada un poco	4	17	12,59%	
Indiferente	5	26	19,26%	
Agrada un poco	6	35	25,93%	
Agrada moderadamente	7	24	17,78%	agrada
Agrada mucho	8	16	11,85%	55,56%
Agrada muchísimo	9	0	0,00%	
	Total	135	100,00%	

Fuente: Elaboración propia.

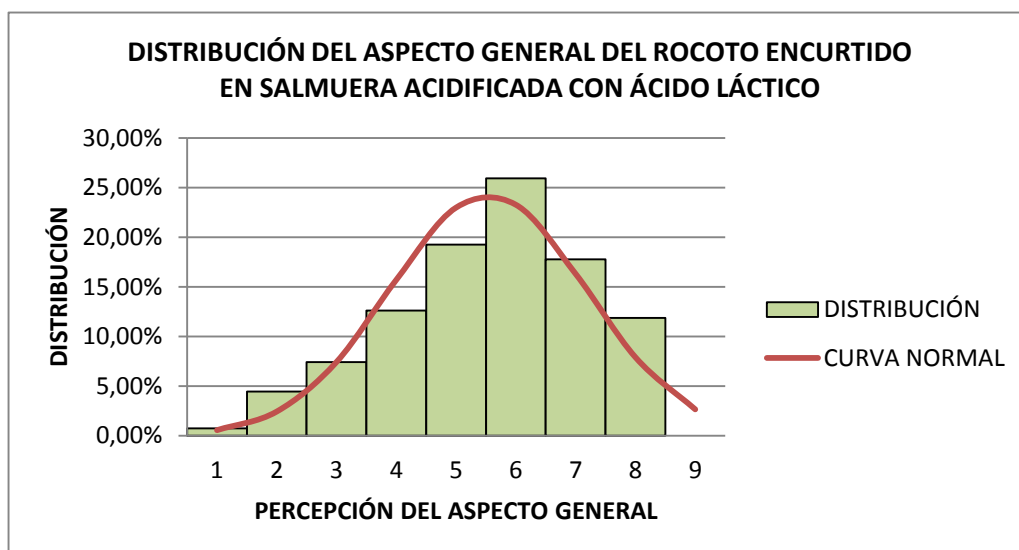


Figura 18. Curva de distribución de la percepción del aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.

Fuente: Tabla 25.

Con el uso del programa statgraphics se pudo realizar los gráficos respuesta de la investigación como se demuestra en la figura 19.

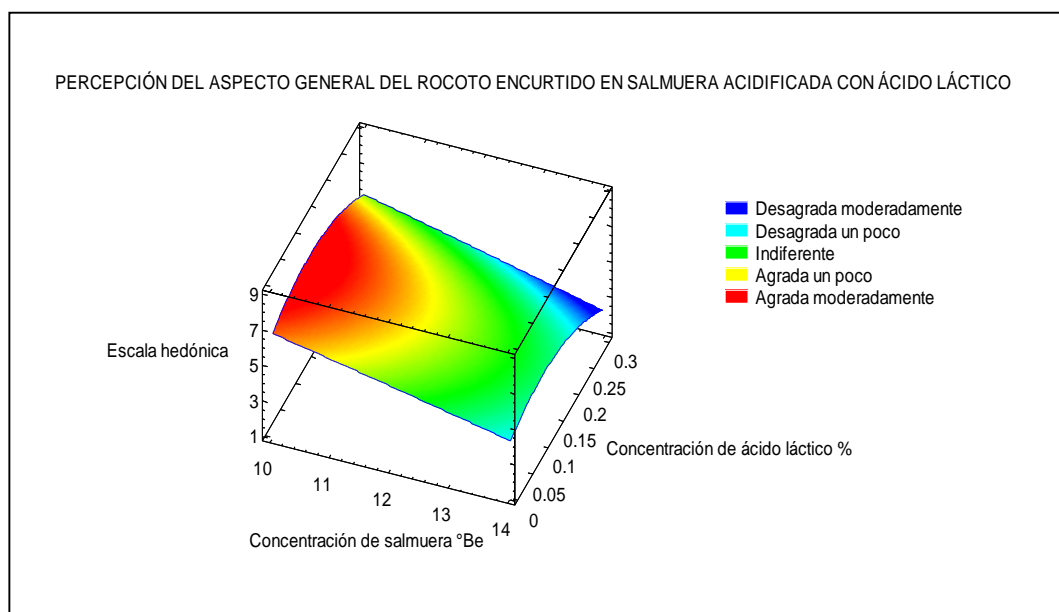


Figura 19. Percepción del aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.

Fuente: Anexo 3.

Se puede ver en los gráficos (anexo 4) que se obtiene que el mejor puntaje del color del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico, se ha logrado manteniendo la concentración de la salmuera entre 10,0 a 10,8 °Be, y la concentración del ácido láctico menores de 0,25 %

acidez (Anexo 4e). Para el caso de la textura, el mejor puntaje se alcanzó con concentraciones de 10,0 a 10,8 °Be, y concentraciones menores de 0,20 % acidez (Anexo 4f). Para el sabor, las mejores condiciones son entre 10,0 a 12,6 °Be, y 0,07 a 0,25 % acidez (Anexo 4g), y para el aspecto general, concentraciones de salmuera de 10,0 a 12,0 °Be, y la concentración del ácido láctico menores de 0,25 % acidez (Anexo 4h).

5.3.3. Caracterización de la materia prima y del rocoto encurtido

Los análisis realizados en la materia prima del rocoto, y el producto final, rocoto encurtido, reflejan que los porcentajes de humedad y carbohidratos disminuyen en el rocoto después de haber pasado por el proceso de fermentación, mientras que las concentraciones de ceniza y porcentaje de acidez aumentan como consecuencia de la sal que ingresa al producto y la acidez producida por las bacterias ácido lácticas; con el análisis microbiológico se demuestra que el rocoto encurtido es un producto óptimo para el consumo humano, al encontrarse libre de patógenos.

En la tabla 26 se muestra el análisis físico químico de la materia prima, el rocoto. En la tabla 27, el análisis microbiológico que se realizó al y por rocoto encurtido, y por último en la tabla 28, el análisis físico químico del producto terminado

Tabla 26. Composición promedio de la materia prima utilizada.

Composición	Porcentaje (%)
Humedad	91,36
Proteína	1,50
Grasa	0,38
Cenizas	0,84
Carbohidratos	5,92
Determinación de acidez expresado en ácido cítrico	0,27
Determinación de pH	4,94

Fuente: Elaboración propia (2016).

Tabla 27. Análisis microbiológico del rocoto encurtido.

Determinación microbiológica	Resultados
Recuento de bacterias aerobias mesófilas viables	Ausente
Recuento de mohos y levaduras	Ausente
Coliformes totales	Ausente

Fuente: Elaboración propia (2016).

Tabla 28. Composición promedio del rocoto encurtido.

Composición	Porcentaje (%)
Humedad	82,74
Proteína	0,32
Grasa	0,25
Cenizas	13,89
Carbohidratos	2,8
Sólido solubles totales (°Bx)	25,8
Determinación de acidez expresado en ácido láctico	0,551
Determinación de pH	3,65
Determinación de consistencia de textura (newton= kg m/s ²)	19,37 N
Determinación de color RGB (Red=rojo, Green= verde, Blue= azul)	R=198 G=55 B=31

Fuente: Elaboración propia (2016).

5.3.4. Discusión de los resultados

La utilización de salmueras acidificadas con ácido acético influyen sobre las características organolépticas del rocoto encurtido contando con una aprobación de 80,56%, el ensayo que utilizó concentraciones de 12°Be y 0,15% de acidez inicial, fue el que obtuvo el mayor puntaje en la escala hedónica de 7, agrada moderadamente, reflejando su aceptación en el mercado.

Las salmueras acidificadas con ácido láctico también influyen sobre las características organolépticas del rocoto encurtido, aunque la influencia es menor, de 52,78%, esto se debe a que el ácido láctico tiende a ablandar un poco más el rocoto afectando su apariencia, el ensayo cuyas concentraciones iniciales fueron de 12°Be y 0,15% de acidez inicial, fue el que obtuvo el mayor puntaje en la escala hedónica, reflejando también que es aceptada por el consumidor.

En el trabajo de investigación de fermentaciones de pimientos (*Capsicum annuum*) se ve que se utiliza concentraciones de sal en un rango de 10 – 14°Be y concentraciones de ácido acético de 0% - 0,3% de acidez, los parámetros iniciales de 10°Be y 0% de acidez, fueron las condiciones que mayor aprobación obtuvieron (Jimenez, 2005), las cuales son inferiores a las encontradas en el presente trabajo, esta diferencia se debe a que la pulpa y el tamaño del rocoto son menores por tanto, al utilizar concentraciones mayores de sal se asegura de mantener una textura más firme que es lo que se busca en el encurtido de rocoto.

Así mismo en el proyecto “Mejorando la competitividad agro empresarial del pequeños productores organizados del cultivo del olivo,

región Tacna”, se recomienda utilizar como mínimo concentraciones de 8°Be y 0,1% de ácido acético para el rocoto, asegurando que se tendrá un producto estable (Gallegos, 2011). Sin embargo se demostró que utilizando concentraciones mayores, las características organolépticas del rocoto encurtido tienen una mayor aprobación.

La utilización de ácido acético en aceituna de mesa no influye en sus características organolépticas (Castillo, 1992), los resultados indican que si influyen en el rocoto, usando concentraciones menores de 0,30% de acidez en un rango de 11,5 – 13,5°Be de concentración de sal. En el caso del ácido láctico la concentración recomendada es menor de 0,25% de acidez en un rango de 10,0 - 11,0°Be, y esto se debe a que existe una tendencia a ablandar el rocoto, afectando su aprobación.

5.3.5. Balance de masa

En la figura 20 se muestra el balance de masa que se realizó con los pesos tomados al inicio y al final del proceso de elaboración de rocoto encurtido. El diagrama de flujo que se muestra es del ensayo N° 9, este fue el que obtuvo el mejor puntaje de 7 en la escala hedónica por parte de los panelistas.

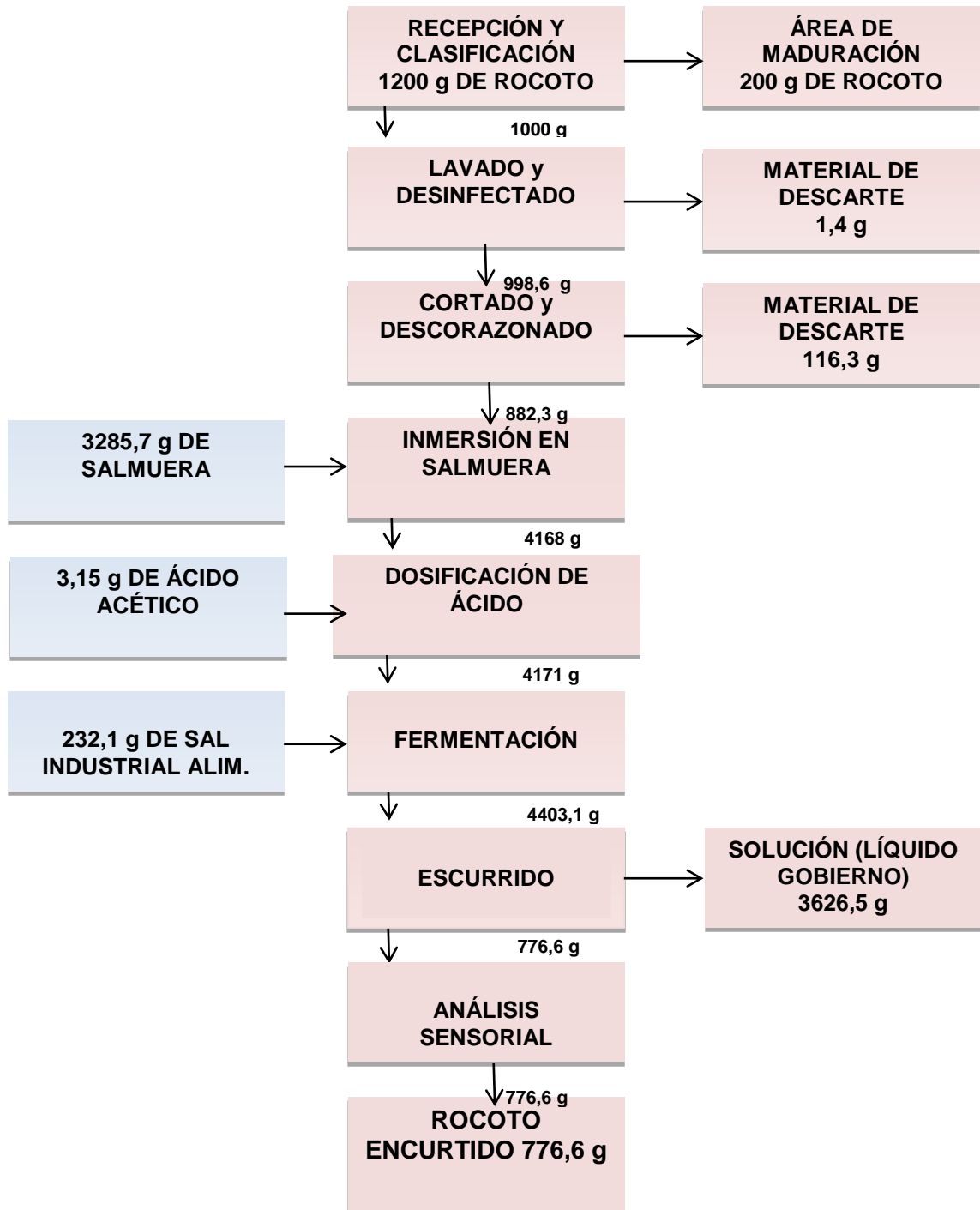


Figura 20. Diagrama de flujo del proceso productivo de rocoto encurtido.

Fuente: Recopilación propia.

CONCLUSIONES

- Se concluye que existe influencia directa sobre las características organolépticas en la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido acético y tres concentraciones de salmueras acidificadas con ácido láctico en la elaboración de rocoto encurtido, obteniéndose una mayor aprobación a 12° Be y 0,15% de acidez inicial en ambos casos.
- Se determinó que la influencia sobre las características organolépticas, en la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido acético, tiene una aprobación de 80,56%.
- La influencia sobre las características organolépticas, en la utilización de tres concentraciones de salmueras acidificadas con tres concentraciones de ácido láctico, tiene una aprobación de 52,78%.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda estudiar otras variedades de ajíes que son producidas en la región, como paprika, para darles un valor agregado y posicionarlos en el mercado.
- Se recomienda fomentar el cultivo de rocoto en la regi3n, ya que con el presente estudio, se demuestra que se le puede dar un valor agregado.
- Se recomienda el estudio de encurtidos de otros vegetales, para llevar al mercado presentaciones de encurtido con productos variados.
- Se recomienda la utilizaci3n del presente trabajo para fomentar la conservaci3n del rocoto a pequena escala.
- Se recomienda el estudio de la calidad y aceptabilidad del rocoto encurtido envasado, durante periodos más largos en anaquel.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACURIO, G., APEGA, Programa de hortalizas, UNALM, INIA, Instituto de investigaciones en hotelería y turismo, USMP. (2009). *Ajíes peruanos sazón para el mundo*. El comercio S.A. Lima. Perú.
- ALDAZ, L., SÁNCHEZ, S. (2011). *Elaboración del queso tilsit semimadurado con adición de dos porcentajes de ají (*Capsicum baccatum*) y tres porcentajes de gelatina sin sabor para mejorar su rendimiento*. Tesis para optar por el título de ingeniero agroindustrial. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Recursos Naturales y del Ambiente. Universidad Estatal de Bolívar. Ecuador.
- AYALA, J. y PARDO, M. (1995). *Optimización por Diseños Experimentales con Aplicaciones en Ingeniería*. Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología – CONCYTEC. Lima.
- BARRERA, J. (2012). *Evaluación de la aceptabilidad sensorial de la aceituna sevillana (*Olea europea sativa* Hoffg, Link) verde al natural ennegrecida por oxidación y aliñada con ajo o rocoto*. Tesis para optar título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UNJBG – Tacna.
- CANO, T., PIEDRASANTA, R., (2002). *Obtención y caracterización de capsaicina, ingrediente activo de productos fitofarmacéuticos y agroindustriales de tres especies de*

capsicum (*Capsicum chinense*; *Capsicum annuum* L.V.; *Capsicum annuum*) cultivadas en Guatemala. Proyecto de investigación Centro de Investigaciones de Ingeniería y Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

CASTILLO, M. (1992). *Influencia de la acidificación por ácido acético en la fermentación de las aceitunas de mesa, variedad sevillana (Olea sativa Hoffm, Link)*. Tesis para optar título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UNJBG – Tacna.

CASTRO, K. (2009). *Blogger Capsicum pubescens*. <http://capsicum-pubescen.blogspot.pe/2010/06/clasificacion-taxonomica.html>

ESPINOZA, L. (2010). *Cultivo en invernadero, postcosecha y mercado de chile manzano (Capsicum pubescens R y P)*. Tesis para optar por el título de Dr. En ciencias horticultura. Instituto de Horticultura, departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. México.

EVERHART, E; HAYNES, C.; JAURON, R. (2002). *Chiles. Guía Hortícola de Iowa State University – El huerto doméstico EEUU*.

FARINANGO, D. (2007). *Caracterización molecular de la colección de ajíes (Capsicum spp) del banco de germoplasma del instituto nacional autónomo de investigaciones agropecuarias (INIAP) Ecuador*. Tesis para optar por el título de ingeniero agropecuario. Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Pontificia Universidad Católica de Ecuador, sede Ibarra. Ecuador.

- FERNANDEZ, E., MONSERRAT, S., SLUKA, E. (2005). *Tecnologías de conservación por métodos combinados en pimiento, chaucha y berenjena*. Revista de la facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Cuyo. Rev. FCA UN Cuyo Tomo XXXVII N° 2 Año 2005. Pp. 73-81.
- FERNANDEZ, L. (2003-2004). *Propuesta de utilización de frutas exóticas y productos cárnicos de la región amazónica en la elaboración de salsas y platos de cocina creativa gourmet en la ciudad de puyo*. Tesis para optar título de administrador gastronómico. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito-Ecuador.
- GALLEGOS, M., ADRA (2011). *Transformación de otros derivados de aceituna deshuesado, rellenas, rodajas y pasta. Proyecto: Mejorando la competitividad agro empresarial de pequeños productores organizados del cultivo del olivo, región Tacna*. Módulo 2
- GARCÍA, I., MIRANDA, N. y Otros (2006). *Estudios preliminares de la fermentación de chile jalapeño (Capsicum annum L.)*. Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Simón Bolívar. Revista Investigación Universitaria Multidisciplinaria – Año 5, N° 5, Diciembre 2006.
- GUANOLUISA, J. (2007). *Propuesta de Elaboración de platos creativos con productos de la provincia de Cotopaxi, utilizando el ají como condimento*. Tesis para optar el título de Administrador Gastronómico. Escuela de Gastronomía. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito.

- GUEVARA, M., SILES, M. (2000). *Análisis cariotípico de Capsicum pubescens (solanaceae) Rocoto*. Revista peruana de biología. Vol 7. Nº 2. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. Perú.
- HERNANDEZ, A. (2005). *Evaluación Sensorial*. Curso Tecnología de cereales y oleaginosas, Guía didáctica, Primera edición. Facultad de Ciencias básicas e Ingeniería. Universidad Nacional Abierta y a distancia-UNAD. Bogotá, D.C. Colombia.
- JIMENEZ, R. (2005). *Caracterización y Evaluación de los Parámetros Tecnológicos en el Procesamiento del Pimiento Encurtido de la variedad Keystone Resistant Giant (Capsicum annum l.)*. Tesis para optar título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UNJBG – Tacna.
- KOLLMANNSBERGER, H. y Otros (2006). *Compuestos volátiles implicados en el aroma de las especies cultivadas de capsicum*. III Congreso de mejora genética de plantas, Valencia. Acta de Horticultura capítulo 2, Solanáceas pp. 89-90.
- MAGAÑA, C. (2010). *Elaboración y caracterización de productos alimenticios alternativos, como aprovechamiento del descarte del cultivo de chile variedad Parker en invernadero*. Tesis para optar por el título de ingeniero agroindustrial. Facultad de Agricultura e Investigación Agrícola. Universidad Dr. José Matías Delgado. San Salvador

- MELGAREJO, L., HERNANDEZ, M. y otros (2004). *Caracterización y usos potenciales del Banco de Germoplasma de Ají Amazónico*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Instituto SINCHI Colombia.
- MONTAÑO, A., DE CASTRO, A., REJANO, L. (1992). *Transformaciones bioquímicas durante la fermentación de productos vegetales*. Instituto de la Grasa y sus Derivados. Sevilla, España. Pp. 352-360.
- MONTES, S. (2010). *Recopilación y análisis de la información existente de las especies del género capsicum que crecen y se cultivan en México*. Campo Experimental Bajío, INIFAP. México.
- MONTGOMERY, D. (1991). *Diseño y Análisis de Experimentos*. Grupo Editorial Iberoamérica. México.
- MORALES, A. (2002). *Estudio del Comportamiento de las Características Organolépticas de Pasta de Pimiento Capsicum annum variedad papriking en conserva, sometida a dos Tipos de Tratamiento Térmicos*. Tesis para optar título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UNJBG – Tacna.
- NARVAEZ, B. (2007). *Estudio sobre la utilización de conservantes y saborizantes para la conservación de alimentos y su impacto en la salud humana*. Tesis para optar el título de Administración Gastronómica. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito.

- PALACIOS, Sh., GARCÍA, M. (2008). *Caracterización morfológica de 93 accesiones de Capsicum spp del banco de germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Palmira*. Acta Agronómica, vol. 57, núm. 4, diciembre 2008. Pp. 247-252.
- PAREDES, C. y Otros (2009). *Agroindustria Comunitaria*. Manual dirigido a estudiantes Agroindustria Comunitaria. Fundación Soros. Guatemala.
- PAUCAR, A. (2011). *Implementación de un plan de capacitación en el manejo y producción de huertos orgánicos familiares en cinco asociaciones de productores agropecuarios del cantón quero*. Tesis para optar por título de ingeniero agrónomo. Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad técnica de Ambato. Ecuador.
- PAZ, A. (2003). *Incremento de la calidad del moco producido por la mucosa gástrica, debido a la acción del rocoto arequipeño (Capsicum pubescens arequipenses) en un modelo de úlcera experimental en ratas, como alternativa en la prevención de la gastritis crónica*. Diagnostico. 2003. <http://www.fihu-diagnostico.org.pe/revista/numeros/2003/mayjun03/47-48.html>
- PÉREZ, L., MONTALVO, C. (2007). *Estudios comparativos de las variedades de chile poblano corcel y rebelde en invernadero*. Facultad de Ingeniería en Biotecnología. Universidad Politécnica de Puebla. México.

- PÉREZ, L., y Otros (2008). *Diversidad morfológica de Chiles (Capsicum spp) de Tabasco, México*. Recuperado de http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/7713/1/cuadbiod27_02.pdf
- PERUANO, G. (2001). *Capsicina: un tema picante*. Agenda química virtual. Universidad Nacional la Molina – Perú.
- ROMERO, A. (2015). *Práctica 5*. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/316878719/PRACTICA-5-Maneja-El-Potenciometro-Para-Determinar-Acidez-y-Basicidad-de-Sustancias-Quimicas-de-Acuerdo-a-Los-Procedimientos-de-Operacion>.
- SHIRAI, R., MALPICA, F. (2013). *Manual de Prácticas de Laboratorio, Tecnología de Fermentaciones Alimentarias*. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. México. Pp. 25-29.
- VALDERRAMA, M. (2010). *Oportunidades para la pequeña agricultura con el boom gastronómico*. Recuperado de www.arellanomarketing.com

PÁGINAS WEB

<https://ecohuertaudem.wordpress.com/2016/05/09/aji-picante/>
(15/04/2016)

<https://es.wikipedia.org/wiki/Bacteria> (15/04/2016)

<http://umami-blog.blogspot.pe/p/un-poco-de-informacion.html> (15/04/2016)

<http://www.infoagro.com/conservas/metodos.htm> (15/04/2016)

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta anónima: aceptabilidad sensorial

Edad: Lugar de Nacimiento: _____.

Sexo: F M

Marque con un aspa (X) su respuesta

Nivel Educativo:

Primaria Completa Secundaria Completa Superior Completa
 Primaria Incompleta Secundaria Incompleta Superior Incompleta

Consumo de Comidas Picantes:

- Nunca
- De Vez en Cuando
- Regular Frecuencia
- Muy Frecuentemente
- Diario

Utilice el siguiente cuadro de calificación de la aceptabilidad sensorial del rocoto encurtido

Percepción de la degustación	Calificación	Percepción de la degustación	Calificación
Desagrada muchísimo	1	Agrada un poco	6
Desagrada mucho	2	Agrada moderadamente	7
Desagrada moderadamente	3	Agrada mucho	8
Desagrada un poco	4	Agrada muchísimo	9
Indiferente	5		

Complete por favor la calificación correspondiente a cada muestra:

N° de muestra	ACEPTABILIDAD SENSORIAL			
	Color	Textura	Sabor	Aspectos Generales
432				
660				
271				
122				
590				
582				
372				
200				
216				
531				
906				
805				
768				
309				
899				
857				
560				
162				

Anexo 2. Evaluaciones de la percepción de los rocotos encurtidos en salmuera acidificada

ANEXO 2a

Tabla 29. Evaluación de la percepción de los rocotos encurtidos en salmuera acidificada con ácido acético.

Muestra			Variable evaluada	Evaluación de los 15 jurados														
Ensayo	°Be	% Ácido		J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
1 (432)	14	0,15	Color	4	2	3	5	3	4	4	4	5	4	3	5	3	5	6
			Textura	9	9	8	9	9	5	8	9	6	8	5	8	8	7	9
			Sabor	8	7	6	5	9	4	6	4	5	7	5	6	8	6	7
			Aspecto General	7	6	3	5	7	6	6	4	7	6	5	7	5	6	7
2 (660)	13	0,276	Color	5	7	4	5	6	6	5	4	7	6	5	7	4	7	5
			Textura	5	6	5	5	6	7	4	4	5	6	6	7	5	7	6
			Sabor	6	8	5	4	6	4	7	5	5	6	6	7	7	6	8
			Aspecto General	6	7	6	5	8	5	6	6	6	9	6	8	6	7	9
3 (271)	11	0,276	Color	6	7	5	4	6	5	7	5	4	6	5	6	7	6	8
			Textura	9	9	3	5	9	4	7	4	5	9	3	6	8	5	7
			Sabor	8	7	5	7	9	5	7	6	5	7	6	6	8	6	7
			Aspecto General	8	8	5	7	8	6	7	6	5	7	6	7	8	6	8
4 (122)	10	0,15	Color	3	3	6	4	2	5	3	6	5	2	4	4	1	3	6
			Textura	1	1	1	3	1	2	1	2	3	1	1	1	1	1	1
			Sabor	1	2	3	5	1	5	1	4	4	3	5	2	1	1	1

			Aspecto General	1	2	5	5	1	5	2	6	6	1	4	2	1	1	3
5 (590)	11	0,024	Color	7	6	5	4	8	6	7	6	7	7	5	7	7	6	8
			Textura	8	8	6	7	7	6	9	6	7	8	5	6	8	7	7
			Sabor	9	9	6	8	8	6	8	7	7	9	6	7	9	7	8
			Aspecto General	8	7	5	7	6	6	9	6	7	8	6	6	8	6	7
6 (582)	13	0,024	Color	4	7	4	5	6	4	3	4	5	6	3	6	5	6	7
			Textura	6	6	5	7	6	4	4	6	5	6	3	6	5	5	7
			Sabor	7	6	5	4	9	6	7	6	7	8	5	7	8	6	8
			Aspecto General	8	7	5	7	8	5	7	6	7	7	6	7	8	6	8
7 (372)	12	0,15	Color	7	7	6	5	8	6	7	4	7	6	5	7	7	6	8
			Textura	7	8	6	8	9	6	8	7	7	7	6	7	8	6	8
			Sabor	8	7	5	5	8	6	7	6	7	8	6	7	8	6	8
			Aspecto General	8	7	6	7	8	6	7	6	7	6	5	7	8	6	8
8 (200)	12	0,15	Color	7	7	5	5	7	4	6	6	5	6	4	7	8	7	6
			Textura	6	6	5	7	6	6	5	6	5	6	4	7	4	5	6
			Sabor	8	7	6	5	7	5	7	5	6	7	6	7	7	7	6
			Aspecto General	7	7	5	6	8	6	7	5	5	6	4	6	7	8	6
9 (216)	12	0,15	Color	7	7	4	5	6	6	7	6	8	6	6	7	8	7	6
			Textura	7	8	5	6	7	7	8	6	7	7	6	8	8	8	7
			Sabor	9	8	7	7	9	7	7	6	8	8	6	7	8	8	6
			Aspecto General	8	7	6	7	9	7	7	6	8	7	7	7	8	8	6

Fuente: Evaluación de los jurados calificadores de los rocotos encurtidos.

Anexo 2b

Tabla 30. Evaluación de la percepción de los rocotos encurtidos en salmuera acidificada con ácido láctico.

Muestra			Variable evaluada	Evaluación de los 15 jurados														
Ensayo	°Be	% Ácidez		J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14	J15
10 (531)	14	0,15	Color	6	3	4	4	3	5	6	4	5	4	3	5	6	6	5
			Textura	6	4	3	4	4	4	6	3	5	4	3	5	5	4	6
			Sabor	6	5	4	4	3	4	7	4	5	4	4	6	6	6	7
			Aspecto General	5	4	5	4	5	5	6	3	6	5	4	6	6	5	6
11 (906)	13	0,276	Color	7	5	4	5	4	6	6	4	5	4	6	4	5	3	4
			Textura	4	3	2	4	4	3	2	3	4	2	2	2	3	1	3
			Sabor	6	3	4	3	2	3	5	2	4	4	2	2	4	4	3
			Aspecto General	5	3	2	4	2	4	5	3	5	1	3	2	4	2	3
12 (805)	11	0,276	Color	7	8	6	8	7	6	5	7	7	6	5	6	6	5	4
			Textura	6	6	5	6	5	3	3	6	4	6	4	5	3	4	3
			Sabor	7	6	6	5	7	6	7	4	7	8	5	6	7	5	4
			Aspecto General	8	7	5	4	8	4	6	5	5	8	6	5	7	4	5
13 (768)	10	0,15	Color	8	8	6	8	7	6	7	7	7	7	6	5	8	6	6
			Textura	8	6	6	7	6	6	6	7	7	8	5	4	7	5	5
			Sabor	6	7	6	5	8	5	7	5	6	6	4	6	7	5	7
			Aspecto General	8	8	5	7	8	6	6	6	7	7	6	7	7	6	8
14	11	0,024	Color	8	7	6	7	8	6	7	6	7	6	5	7	8	6	8

(309)			Textura	7	4	6	8	5	6	7	7	7	5	5	6	8	5	7
			Sabor	6	7	5	4	8	5	7	5	6	6	4	7	5	7	8
			Aspecto General	8	8	6	7	7	6	6	6	7	7	5	7	7	7	8
15 (899)	13	0,024	Color	4	1	2	5	2	3	2	3	3	2	2	5	3	6	5
			Textura	5	3	3	4	3	2	6	3	3	5	2	3	5	3	4
			Sabor	6	4	3	5	4	5	7	4	5	4	5	6	6	6	5
			Aspecto General	6	4	3	5	4	3	6	4	4	2	2	6	6	6	5
16 (857)	12	0,15	Color	8	7	7	9	8	6	7	8	7	6	6	7	8	6	8
			Textura	9	8	7	8	8	6	7	8	7	7	6	6	8	6	7
			Sabor	7	9	6	7	8	6	8	6	7	8	6	5	8	5	6
			Aspecto General	8	7	6	8	8	6	7	7	7	6	6	7	8	6	8
17 (560)	12	0,15	Color	5	6	5	4	6	4	4	4	5	6	3	6	4	6	7
			Textura	5	6	5	6	7	5	6	4	6	7	4	6	4	6	7
			Sabor	8	8	3	5	8	5	6	2	6	6	4	6	8	5	7
			Aspecto General	8	7	5	5	6	4	6	4	5	6	6	6	7	5	7
18 (162)	12	0,15	Color	6	2	3	3	4	5	5	2	6	2	5	7	6	5	5
			Textura	3	3	2	4	4	4	1	3	5	2	3	4	2	3	5
			Sabor	8	4	6	8	5	5	7	7	6	5	4	6	7	5	7
			Aspecto General	5	5	5	7	6	4	3	6	5	4	3	7	3	6	6

Fuente: Evaluación de los jurados calificadores de los rocotos encurtidos.

Anexo 3. Estadística descriptiva de las percepciones del rocoto encurtido en salmuera acidificada

Anexo 3a. Estadística descriptiva de la percepción del color del rocoto encurtido en salmuera acidificada en ácido acético

Condiciones experimentales			Medidas de tendencia central			Medidas de dispersión			Medidas de distribución	
N°	Salmuera	Ácido Acético %	Promedio	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Desv. Estandar	Curtosis	Coef. Asimet.
1	14	0,15	4,00	4,00	4,00	2,00	6,00	1,032795559	-0,4038462	0,0000
2	13	0,276	5,53	5,00	5,00	4,00	7,00	1,087300429	-1,3282701	0,0781
3	11	0,276	5,80	6,00	6,00	4,00	8,00	1,107549848	-0,4427803	0,1182
4	10	0,15	3,80	4,00	3,00	1,00	6,00	1,514375559	-0,8838457	-0,0051
5	11	0,024	6,40	7,00	7,00	4,00	8,00	1,083205121	0,04450095	-0,5894
6	13	0,024	5,00	5,00	4,00	3,00	7,00	1,264911064	-1,0769231	0,0000
7	12	0,15	6,40	7,00	7,00	4,00	8,00	1,083205121	0,04450095	-0,5894
8	12	0,15	6,00	6,00	7,00	4,00	8,00	1,154700538	-0,7538462	-0,2896
9	12	0,15	6,40	6,00	6,00	4,00	8,00	1,019803903	0,73812775	-0,5381

Anexo 3b. Estadística descriptiva de la percepción de la textura del rocoto encurtido en salmuera acidificada en ácido acético

Condiciones experimentales			Medidas de tendencia central			Medidas de dispersión			Medidas de distribución	
N°	Salmuera	Ácido Acético %	Promedio	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Desv. Estandar	Curtosis	Coef. Asimet.
1	14	0,15	7,80	8,00	9,00	5,00	9,00	1,375984496	0,13725909	-1,1365
2	13	0,276	5,60	6,00	5,00	4,00	7,00	0,952190457	-0,8104871	-0,0620
3	11	0,276	6,20	6,00	9,00	3,00	9,00	2,166410241	-1,5095558	0,0193
4	10	0,15	1,40	1,00	1,00	1,00	3,00	0,711805217	1,32005114	1,6320
5	11	0,024	7,00	7,00	7,00	5,00	9,00	1,032795559	-0,4038462	0,0000
6	13	0,024	5,40	6,00	6,00	3,00	7,00	1,083205121	0,04450095	-0,5894
7	12	0,15	7,20	7,00	7,00	6,00	9,00	0,909212113	-0,8488754	0,1424
8	12	0,15	5,60	6,00	6,00	4,00	7,00	0,879393731	-0,3297357	-0,3409
9	12	0,15	7,00	7,00	7,00	5,00	8,00	0,894427191	-0,1794872	-0,6231

Anexo 3c. Estadística descriptiva de la percepción del sabor del rocoto encurtido en salmuera acidificada en ácido acético

Condiciones experimentales			Medidas de tendencia central			Medidas de dispersión			Medidas de distribución	
N°	Salmuera	Ácido Acético %	Promedio	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Desv. Estandar	Curtosis	Coef. Asimet.
1	14	0,15	6,20	6,00	6,00	4,00	9,00	1,423610434	-0,5817175	0,2225
2	13	0,276	6,00	6,00	6,00	4,00	8,00	1,211060142	-0,654164	0,0000
3	11	0,276	6,60	7,00	7,00	5,00	9,00	1,143095213	-0,3397623	0,3224
4	10	0,15	2,60	2,00	1,00	1,00	5,00	1,583245612	-1,5320194	0,4135
5	11	0,024	7,60	8,00	9,00	6,00	9,00	1,083205121	-1,2905277	-0,1123
6	13	0,024	6,60	7,00	7,00	4,00	9,00	1,306394529	-0,3470553	-0,1440
7	12	0,15	6,80	7,00	8,00	5,00	8,00	1,045625809	-1,1259324	-0,3276
8	12	0,15	6,40	7,00	7,00	5,00	8,00	0,879393731	-0,7138937	-0,3147
9	12	0,15	7,40	7,00	8,00	6,00	9,00	0,952190457	-0,8104871	0,0620

Anexo 3d. Estadística descriptiva de la percepción del aspecto del rocoto encurtido en salmuera acidificada en ácido acético

Condiciones experimentales			Medidas de tendencia central			Medidas de dispersión			Medidas de distribución	
N°	Salmuera	Ácido Acético %	Promedio	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Desv. Estandar	Curtosis	Coef. Asimet.
1	14	0,15	5,80	6,00	7,00	3,00	7,00	1,166190379	0,5558513	-0,9671
2	13	0,276	6,67	6,00	6,00	5,00	9,00	1,247219129	-0,5076923	0,7235
3	11	0,276	6,80	7,00	8,00	5,00	8,00	1,045625809	-1,1259324	-0,3276
4	10	0,15	3,00	2,00	1,00	1,00	6,00	1,897366596	-1,5976575	0,3917
5	11	0,024	6,80	7,00	6,00	5,00	9,00	1,045625809	-0,3571592	0,4524
6	13	0,024	6,80	7,00	7,00	5,00	8,00	0,979795897	-0,5982906	-0,4930
7	12	0,15	6,80	7,00	7,00	5,00	8,00	0,909212113	-0,8488754	-0,1424
8	12	0,15	6,20	6,00	6,00	4,00	8,00	1,107549848	-0,4427803	-0,1182
9	12	0,15	7,20	7,00	7,00	6,00	9,00	0,8326664	-0,1115157	0,3398

Anexo 3e. Estadística descriptiva de la percepción del color del rocoto encurtido en salmuera acidificada en ácido láctico

Condiciones experimentales			Medidas de tendencia central			Medidas de dispersión			Medidas de distribución	
N°	Salmuera	Ácido Láctico %	Promedio	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Desv. Estandar	Curtosis	Coef. Asimet.
10	14	0,15	4,60	5,00	6,00	3,00	6,00	1,083205121	-1,29052765	-0,1123
11	13	0,276	4,80	5,00	4,00	3,00	7,00	1,045625809	-0,3571592	0,4524
12	11	0,276	6,20	6,00	6,00	4,00	8,00	1,107549848	-0,44278028	-0,1182
13	10	0,15	6,80	7,00	6,00	5,00	8,00	0,909212113	-0,84887537	-0,1424
14	11	0,024	6,80	7,00	7,00	5,00	8,00	0,909212113	-0,84887537	-0,1424
15	13	0,024	3,20	3,00	2,00	1,00	6,00	1,423610434	-0,80545493	0,5316
16	12	0,15	7,20	7,00	8,00	6,00	9,00	0,909212113	-0,84887537	0,1424
17	12	0,15	5,00	5,00	6,00	3,00	7,00	1,095445115	-0,97720798	0,0000
18	12	0,15	4,40	5,00	5,00	2,00	7,00	1,583245612	-1,12981857	-0,3011

Anexo 3f. Estadística descriptiva de la percepción de la textura del rocoto encurtido en salmuera acidificada en ácido láctico

Condiciones experimentales			Medidas de tendencia central			Medidas de dispersión			Medidas de distribución	
N°	Salmuera	Ácido Láctico %	Promedio	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Desv. Estandar	Curtosis	Coef. Asimet.
10	14	0,15	4,40	4,00	4,00	3,00	6,00	1,019803903	-0,96115916	0,3027
11	13	0,276	2,80	3,00	3,00	1,00	4,00	0,909212113	-0,84887537	-0,1424
12	11	0,276	4,60	5,00	6,00	3,00	6,00	1,2	-1,65083887	-0,1342
13	10	0,15	6,20	6,00	6,00	4,00	8,00	1,107549848	-0,44278028	-0,1182
14	11	0,024	6,20	6,00	7,00	4,00	8,00	1,166190379	-0,93469967	-0,1574
15	13	0,024	3,60	3,00	3,00	2,00	6,00	1,143095213	-0,4743216	0,6209
16	12	0,15	7,20	7,00	8,00	6,00	9,00	0,909212113	-0,84887537	0,1424
17	12	0,15	5,60	6,00	6,00	4,00	7,00	1,019803903	-0,96115916	-0,3027
18	12	0,15	3,20	3,00	3,00	1,00	5,00	1,107549848	-0,44278028	-0,1182

Anexo 3g. Estadística descriptiva de la percepción del sabor del rocoto encurtido en salmuera acidificada en ácido láctico

Condiciones experimentales			Medidas de tendencia central			Medidas de dispersión			Medidas de distribución	
N°	Salmuera	Ácido Láctico %	Promedio	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Desv. Estandar	Curtosis	Coef. Asimet.
10	14	0.15	5,00	5,00	4,00	3,00	7,00	1,211060142	-1,18817546	0,2510
11	13	0.276	3,40	3,00	4,00	2,00	6,00	1,143095213	0,06391568	0,5732
12	11	0.276	6,00	6,00	7,00	4,00	8,00	1,154700538	-0,75384615	-0,2896
13	10	0.15	6,00	6,00	6,00	4,00	8,00	1,032795559	-0,40384615	0,0000
14	11	0.024	6,00	6,00	7,00	4,00	8,00	1,264911064	-1,07692308	0,0000
15	13	0.024	5,00	5,00	5,00	3,00	7,00	1,032795559	-0,40384615	0,0000
16	12	0.15	6,80	7,00	6,00	5,00	9,00	1,166190379	-0,93469967	0,1574
17	12	0.15	5,80	6,00	8,00	2,00	8,00	1,796292478	-0,29845061	-0,5108
18	12	0.15	6,00	6,00	5,00	4,00	8,00	1,264911064	-1,07692308	0,0000

Anexo 3h. Estadística descriptiva de la percepción del aspecto del rocoto encurtido en salmuera acidificada en ácido láctico

Condiciones experimentales			Medidas de tendencia central			Medidas de dispersión			Medidas de distribución	
N°	Salmuera	Ácido Láctico %	Promedio	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo	Desv. Estandar	Curtosis	Coef. Asimet.
10	14	0,15	5,00	5,00	5,00	3,00	6,00	0,894427191	-0,17948718	-0,6231
11	13	0,276	3,20	3,00	3,00	1,00	5,00	1,222020185	-1,00274725	0,0586
12	11	0,276	5,80	5,00	5,00	4,00	8,00	1,423610434	-1,2529299	0,3956
13	10	0,15	6,80	7,00	7,00	5,00	8,00	0,909212113	-0,84887537	-0,1424
14	11	0,024	6,80	7,00	7,00	5,00	8,00	0,8326664	-0,1115157	-0,3398
15	13	0,024	4,40	4,00	6,00	2,00	6,00	1,404753834	-1,13474181	-0,3346
16	12	0,15	7,00	7,00	8,00	6,00	8,00	0,816496581	-1,61538462	0,0000
17	12	0,15	5,80	6,00	6,00	4,00	8,00	1,107549848	-0,44278028	0,1182
18	12	0,15	5,00	5,00	5,00	3,00	7,00	1,316561177	-1,02913063	-0,1954

Anexo 4. Gráficos de superficie de respuesta de las percepciones del rocoto encurtido en salmuera acidificada.

Anexo 4 a

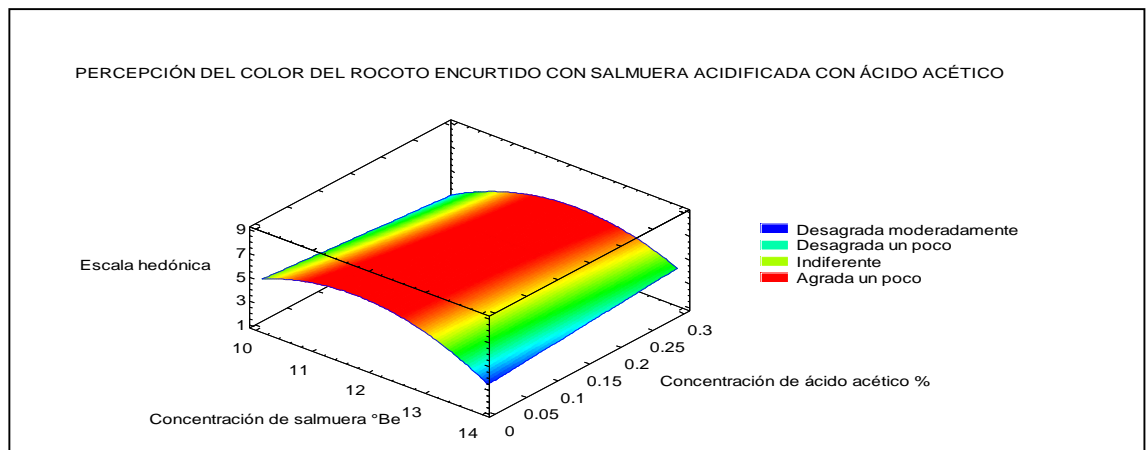


Figura 21. Percepción del color del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.

Fuente: Anexo 3a

Anexo 4 b

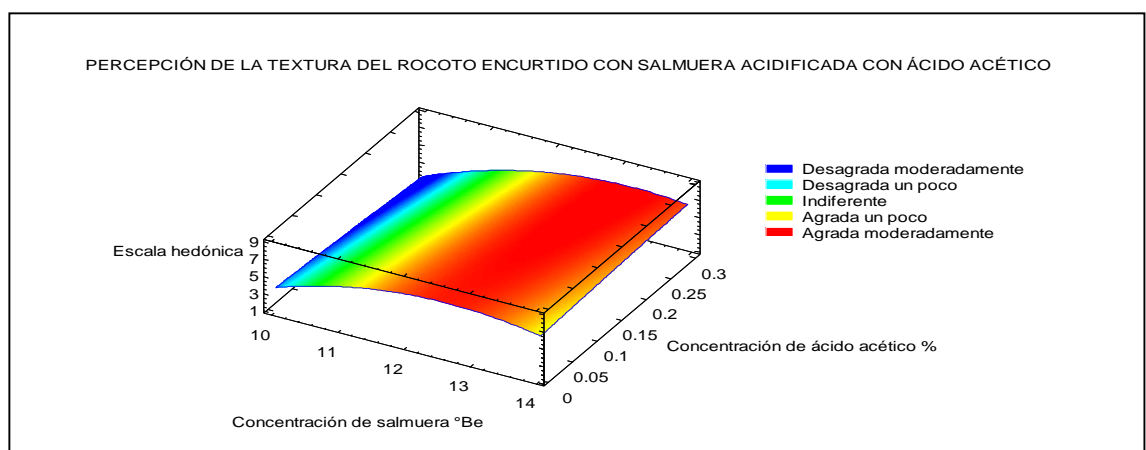


Figura 22. Percepción de la textura del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.

Fuente: Anexo 3b

Anexo 4 c

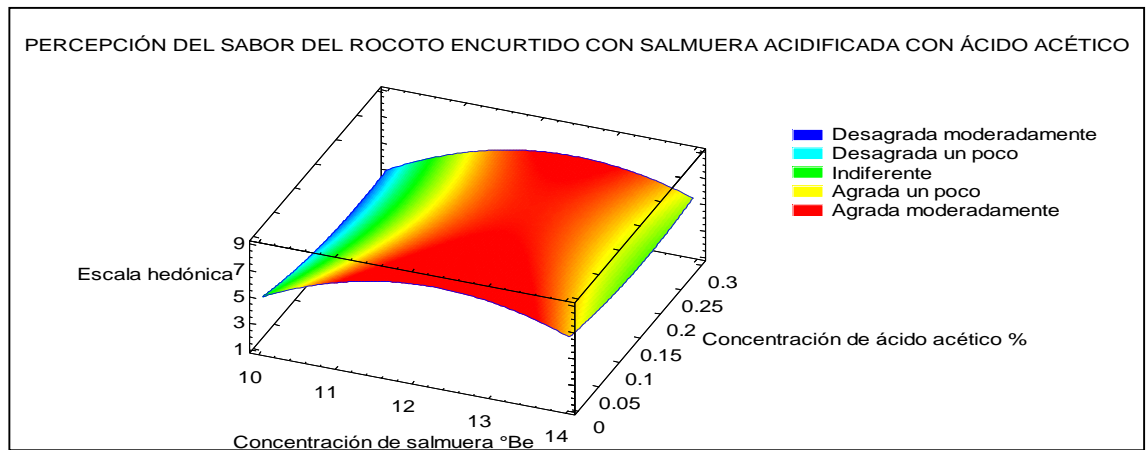


Figura 23. Percepción del sabor del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.

Fuente: Anexo 3c

Anexo 4 d

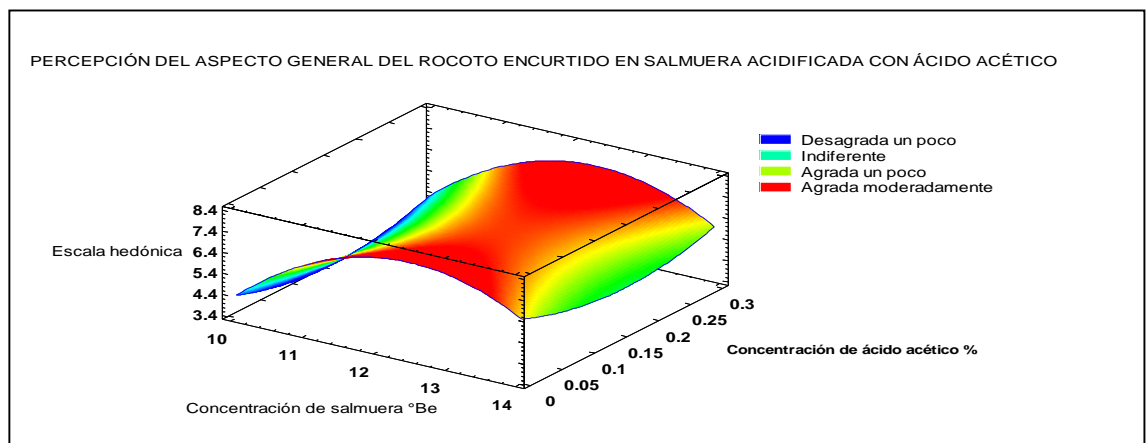


Figura 24. Percepción del aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético.

Fuente: Anexo 3d

Anexo 4 e

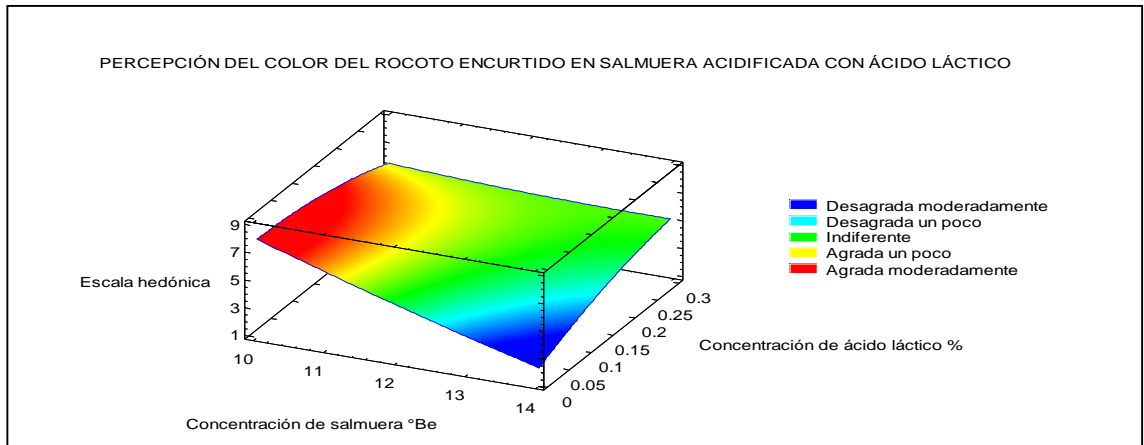


Figura 25. Percepción del color del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.

Fuente: Anexo 3e

Anexo 4 f

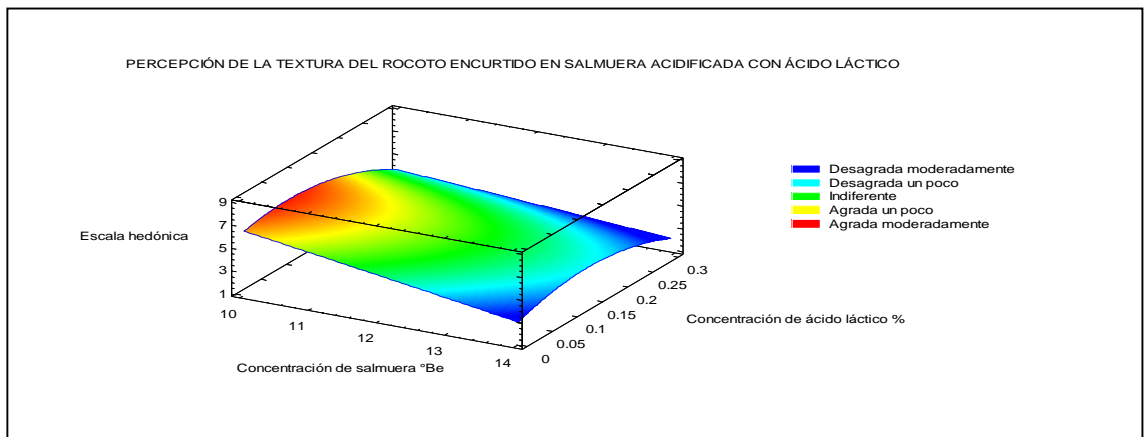


Figura 26. Percepción de la textura del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.

Fuente: Anexo 3f

Anexo 4 g

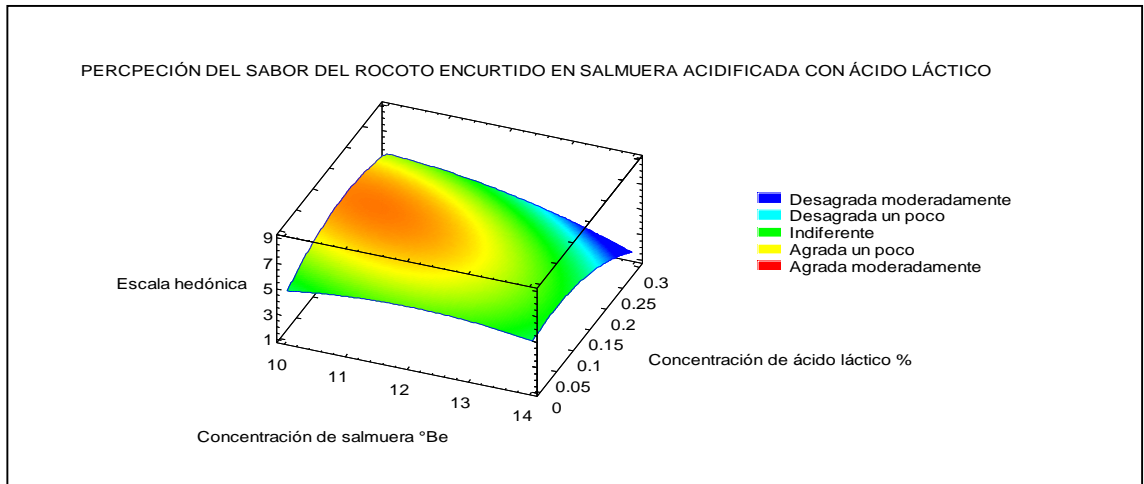


Figura 27. Percepción del sabor del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.

Fuente: Anexo 3g

Anexo 4 h

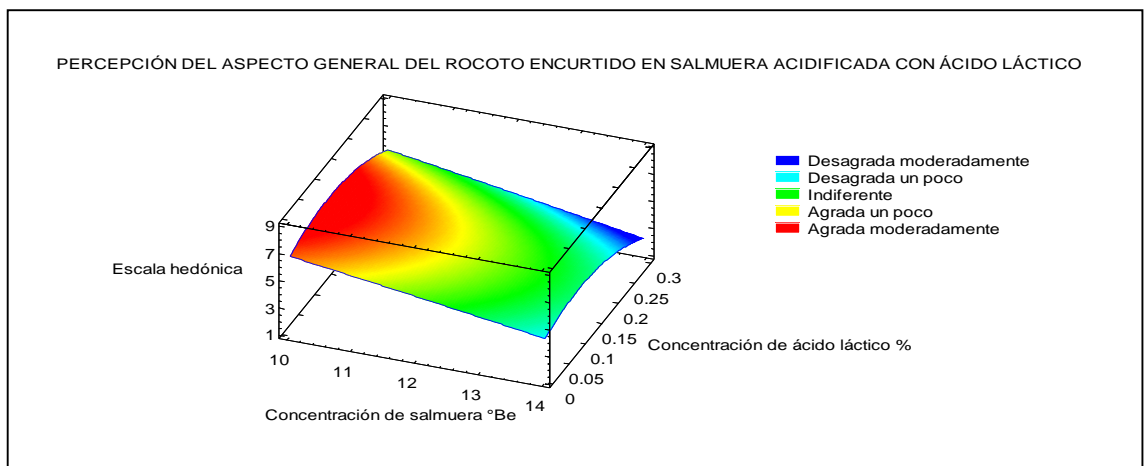


Figura 28. Percepción del aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico.

Fuente: Anexo 3h

Anexo 5. Validación de los modelos propuestos

5.a. Validación de los modelos propuestos para el rocoto encurtido con salmuera acidificada con ácido acético

- **Modelo para percepción del color**

$$\text{Color rocoto ácido acético} = -73,5874 + 13,7571 \cdot X_1 - 27,2739 \cdot X_2 - 0,5917 \cdot X_1^2 + 0,5249 \cdot X_2^2 + 2,2487 \cdot X_1 \cdot X_2$$

Resultados experimentales del análisis de la regresión:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.9569423
Coeficiente de determinación R ²	0.9157385
R ² ajustado	0.7753027
Error típico	0.4786813
Observaciones	9

Por ser el coeficiente de correlación múltiple 0, 956 942 se acepta estadísticamente el modelo propuesto.

La variabilidad de la calificación al color del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético es de 0, 478 681.

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>SCM.</i>	<i>F cal</i>	<i>F tablas</i>
Regresión	5	7.470617284	1.494123457	6.52069	0.076844695
Residuos	3	0.687407407	0.229135802		
Total	8	8.158024691			

En el análisis de varianza de la prueba experimental se tiene que F calculado es mayor que F tablas para una probabilidad de 95%, por lo que se ratifica la aceptación estadística del modelo propuesto.

- **Modelo para percepción de la textura**

$$\text{Textura rocoto ácido acético} = -72,3209 + 12,5857 \cdot X_1 - 24,0552 \cdot X_2 - 0,50 \cdot X_1^2 - 3,1494 \cdot X_2^2 + 1,9841 \cdot X_1 \cdot X_2$$

Resultados experimentales del análisis de la regresión:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.716912
Coeficiente de determinación R ²	0.513963
R ² ajustado	-0.2961
Error típico	2.148384
Observaciones	9

Por ser el coeficiente de correlación múltiple 0, 716 912 por lo que no se acepta estadísticamente el modelo propuesto.

La variabilidad de la calificación de la textura del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético es de 2, 148 384.

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>SCM.</i>	<i>F cal</i>	<i>F tablas</i>
Regresión	5	14.64222222	2.928444444	0.634473	0.69418305
Residuos	3	13.84666667	4.615555556		
Total	8	28.48888889			

En el análisis de varianza de la prueba experimental se tiene que F calculado es menor que F de tablas con una probabilidad de 95%, por lo que no se acepta estadísticamente el modelo propuesto.

- **Modelo para percepción del sabor**

$$\text{Sabor rocoto } \text{ácido acético} = -84,9908 + 15,1476 \cdot X_1 - 21,2018 \cdot X_2 - 0,6167 \cdot X_1^2 + 28,3447 \cdot X_2^2 + 0,7937 \cdot X_1 \cdot X_2$$

Resultados experimentales del análisis de la regresión:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.84075
Coeficiente de determinación R ²	0.706861
R ² ajustado	0.218295
Error típico	1.292715
Observaciones	9

Por ser el coeficiente de correlación múltiple 0, 840 75 no se acepta estadísticamente el modelo propuesto.

La variabilidad de la calificación del sabor del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético es de 1, 292 715.

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>SCM.</i>	<i>F cal</i>	<i>F tablas</i>
Regresión	5	12.08888889	2.417777778	1.446809	0.404461809
Residuos	3	5.013333333	1.671111111		
Total	8	17.10222222			

En el análisis de varianza de la prueba experimental se tiene que F calculado es mayor que F de tablas para una probabilidad de 95%, por lo que se acepta estadísticamente en forma significativa el modelo propuesto.

- **Modelo para percepción de los aspectos generales**

$$\text{Aspecto rocoto } \text{ácido acético} = -82,2959 + 14,4952 \cdot X_1 - 8,7428 \cdot X_2 - 0,5833 \cdot X_1^2 + 38,8427 \cdot X_2^2 - 0,2646 \cdot X_1 \cdot X_2$$

Resultados experimentales del análisis de la regresión:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.92265
Coeficiente de determinación R ²	0.851283
R ² ajustado	0.603421
Error típico	0.804309
Observaciones	9

Por ser el coeficiente de correlación múltiple 0, 922 65 se acepta estadísticamente el modelo propuesto.

La variabilidad de la calificación del aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido acético es de 0, 804 309.

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>SCM.</i>	<i>F cal</i>	<i>F tablas</i>
Regresión	5	11.1091358	2.22182716	3.434504	0.169367624
Residuos	3	1.940740741	0.64691358		
Total	8	13.04987654			

En el análisis de varianza de la prueba experimental se tiene que F calculado es mayor que F de tablas para una probabilidad de 95%, por lo que se acepta estadísticamente en forma significativa el modelo propuesto.

5.b. Validación de los modelos propuestos para el rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico

- **Modelo para percepción del color**

$$\text{Color rocoto ácido láctico} = 28,0323 - 2,4381 \cdot X_1 - 44,2555 \cdot X_2 + 0,0417 \cdot X_1^2 - 20,4712 \cdot X_2^2 + 4,3651 \cdot X_1 \cdot X_2$$

Resultados experimentales del análisis de la regresión:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.785849
Coeficiente de determinación R ²	0.6175586
R ² ajustado	-0.0198437
Error típico	1.3727507
Observaciones	9

Por ser el coeficiente de correlación múltiple 0, 785 849 no se acepta estadísticamente el modelo propuesto.

La variabilidad de la calificación al color del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico es de 1, 372 7507.

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>SCM.</i>	<i>F cal</i>	<i>F tablas</i>
Regresión	5	9.1288889	1.8257778	0.9688679	0.546566
Residuos	3	5.6533333	1.8844444		
Total	8	14.782222			

En el análisis de varianza de la prueba experimental se tiene que F calculado es mayor que F de tablas para una probabilidad de 95%, por lo que se podría aceptar estadísticamente en forma no significativa el modelo propuesto.

- **Modelo para percepción de la textura**

$$\text{Textura rocoto ácido láctico} = 14,2521 - 0,7048 * X_1 - 4,4407 * X_2 - 0,0083 * X_1^2 - 64,5629 * X_2^2 + 1,5873 * X_1 * X_2$$

Resultados experimentales del análisis de la regresión:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.7073618
Coeficiente de determinación R ²	0.5003608
R ² ajustado	-0.3323713
Error típico	1.7543596
Observaciones	9

Por ser el coeficiente de correlación múltiple 0, 707 3618 no se acepta estadísticamente el modelo propuesto.

La variabilidad de la calificación de la textura del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico es de 1, 754 3596.

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>SCM.</i>	<i>F cal</i>	<i>F tablas</i>
Regresión	5	9.2466667	1.8493333	0.6008664	0.711747
Residuos	3	9.2333333	3.0777778		
Total	8	18.48			

En el análisis de varianza de la prueba experimental se tiene que F calculado es menor que F de tablas para una probabilidad de 95%, por lo que no se acepta estadísticamente el modelo propuesto.

- **Modelo para percepción del sabor**

$$\text{Sabor rocoto ácido láctico} = -19,9490 + 4,2095 \cdot X_1 + 52,3998 \cdot X_2 - 0,175 \cdot X_1^2 - 58,2640 \cdot X_2^2 - 3,1746 \cdot X_1 \cdot X_2$$

Resultados experimentales del análisis de la regresión:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.8831038
Coeficiente de determinación R ²	0.7798724
R ² ajustado	0.412993
Error típico	0.7498148
Observaciones	9

Por ser el coeficiente de correlación múltiple 0, 883 1038 se acepta estadísticamente el modelo propuesto.

La variabilidad de la calificación del sabor del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico es de 0, 749 8148.

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>SCM.</i>	<i>F cal</i>	<i>F tablas</i>
Regresión	5	5.9755556	1.1951111	2.1256917	0.284006
Residuos	3	1.6866667	0.5622222		
Total	8	7.6622222			

En el análisis de varianza de la prueba experimental se tiene que F calculado es mayor que F de tablas para una probabilidad de 95%, por lo que se acepta estadísticamente el modelo propuesto en forma significativa.

- **Modelo para percepción de los aspectos generales**

$$\text{Aspecto rocoto ácido láctico} = 12,0337 - 0,4571 * X_1 + 16,9312 * X_2 - 0,0083 * X_1^2 - 55,1146 * X_2^2 - 0,3968 * X_1 * X_2$$

Resultados experimentales del análisis de la regresión:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.8416254
Coeficiente de determinación R ²	0.7083333
R ² ajustado	0.2222222
Error típico	1.1155467
Observaciones	9

Por ser el coeficiente de correlación múltiple 0, 841 6254 se acepta estadísticamente el modelo propuesto.

La variabilidad de la calificación del aspecto general del rocoto encurtido en salmuera acidificada con ácido láctico es de 1, 115 5467.

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>SCM.</i>	<i>F cal</i>	<i>F tablas</i>
Regresión	5	9.0666667	1.8133333	1.4571429	0.402048
Residuos	3	3.7333333	1.2444444		
Total	8	12.8			

En el análisis de varianza de la prueba experimental se tiene que F calculado es mayor que de F tablas para una probabilidad de 95%, por lo que se acepta estadísticamente el modelo propuesto.

Anexo 6. Fotos del proceso de elaboración del rocoto encurtido

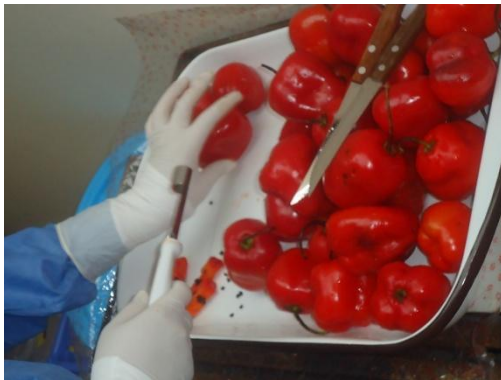


Foto del cortado y descorazonado del rocoto utilizando descorazonador de acero inoxidable.



Foto del pesado de rocoto para la etapa de inmersión en salmuera, en una balanza taradora.



Foto del pesado de rocoto encurtido al término de la fermentación.



Foto de la pasteurización del producto terminado en baño maría con temperatura controlada.

Figura 29. Fotos en las que se visualiza las diferentes etapas del proceso productivo de rocoto encurtido.

Fuente: Recopilación propia



Foto de la etapa de purificación del agua por cloración para la preparación de salmuera.

Foto de control de peso del rocoto encurtido escurrido, para su envasado.



Figura 30. Fotos en las que se aprecia el estricto cumplimiento de las BPM en el proceso.

Fuente: Recopilación propia



Foto de la evaluación de dureza y textura del rocoto encurtido.



Foto midiendo los grados Baume, con el uso de un densímetro y probeta de 250 ml.



Foto del análisis contenido de grasas, método Soxhlet.



Foto del análisis microbiológico Recuento de bacterias aerobias mesófilas viables.

Figura 31. Fotos en las que se visualiza las diferentes etapas de control del proceso productivo de rocoto encurtido.

Fuente: Recopilación propia



Foto del penalista en calidad de rocoto encurtido:
Color, sabor, textura y aspecto general.



Foto de control de calidad de cierre hermético del
producto terminado, en presentaciones de 200 g y
400 g

Figura 32. Fotos en las que se visualiza la presentación final del rocoto encurtido y su evaluación por los expertos.

Fuente: Recopilación propia