

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
E.A.P. DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

TITULO:

**“EFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE PASTEURIZACIÓN EN LA
PÉRDIDA COLOR Y PUNGENCIA EN UNA PASTA DE ROCOTO
(Capsicum Pubescens)”**

RESPONSABLES: Bach. CARRANZA DOMINGUEZ LIMBER NICOLAS
Bach. MEZA BARRERA DENIS AUGUSTO

ASESOR: Dra. PAÚCAR MENACHO LUZ MARÍA

Nuevo Chimbote – Perú

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

E.A.P. DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

“AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEL MAR DE GRAU”



CARTA DE CONFORMIDAD DE ASESOR

POR LA PRESENTE SE DA CONFORMIDAD A LA SUSTENTACIÓN Y APROBACIÓN DEL ESTUDIO DESARROLLADO EN CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE Y AL REGLAMENTO GENERAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL EN LA (RESOLUCIÓN N° 471-2002-CU-R-UNS), DEL INFORME FINAL DE TESIS TITULADO: **“EFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE PASTEURIZACIÓN EN LA PÉRDIDA COLOR Y PUNGENCIA EN UNA PASTA DE ROCOTO (*Capsicum Pubescens*)”**, PERTENECIENTE AL TESISISTA:

- BACH. LIMBER NICOLAS CARRANZA DOMINGUEZ

.....
Dra. LUZ PAUCAR MENACHO

ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERIA

E.A.P. DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

“AÑO DE LA CONSOLIDACIÓN DEL MAR DE GRAU”



CARTA DE CONFORMIDAD DE JURADO EVALUADOR

POR LA PRESENTE SE DA CONFORMIDAD A LA SUSTENTACIÓN Y APROBACIÓN DEL ESTUDIO DESARROLLADO EN CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA VIGENTE Y AL REGLAMENTO GENERAL PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL EN LA (RESOLUCIÓN N° 471-2002-CU-R-UNS), DEL INFORME FINAL DE TESIS TITULADO: **“EFECTO DEL TIEMPO Y TEMPERATURA DE PASTEURIZACIÓN EN LA PÉRDIDA COLOR Y PUNGENCIA EN UNA PASTA DE ROCOTO (*Capsicum Pubescens*)”**, PERTENECIENTE AL TESISISTA:

- BACH. LIMBER NICOLAS CARRANZA DOMINGUEZ

Ms. SAUL EUSEBIO LARA
PRESIDENTE

Ms. DANIEL SANCHEZ VACA
INTEGRANTE

Dra. LUZ PAUCAR MENACHO
INTEGRANTE

DEDICATORIA

A mis padres Zenobio Carranza y Beatriz Dominguez,
por todo su apoyo incondicional, siendo los principales
motivos en la culminación de mi carrera profesional.

A Fiorella, una de las personas importantes en mi vida,
quien con su amor y cariño me incentiva a seguir
creciendo en la vida personal y profesionalmente.

A mis amigos y familiares por su confianza, respeto y
apoyo incondicional durante y después de años de estudios.

A mis profesores que día a día gracias a su
enseñanza y sus grandes valores de aprendizaje
pude alcanzar el nivel profesional que hasta ahora he
alcanzado y lo he logrado.

Limber Carranza Dominguez

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi creador, amparo y fortaleza cuando más lo necesito.

A mis padres Augusto Meza Flores y Vilma Barrera Aranda, quienes son para mí un modelo de vida, logrando ser contribuyentes principales en la culminación de mi carrera profesional.

A mis hermanos, Heidi y Johan incondicionales en el transcurso de mi vida.

A Yuli, una de las personas importantes en mi vida, quien con su amor me incentiva a seguir creciendo personal y profesionalmente.

A mis amigos Romero, Gabi, Jennifer, Segovia, Cleymer, Jens, Edgar, Frank, Lenin, Manuel, Abel, Robert, Fred, Alex por su confianza, respeto y apoyo incondicional durante y después de años de estudios.

Denis Meza

AGRADECIMIENTO

A nuestra asesora, Dra. Luz María Paucar Menacho, por su valiosa guía y paciencia, por las muestras de amistad y sobretodo por su gran compromiso en la asesoría de la presente investigación.

A los docentes de la E. A. P. de Ingeniería Agroindustrial, por sus enseñanzas y apoyo durante nuestra formación profesional.

De manera especial al Ing. Daniel Sánchez Vaca, Ing. Any Berenice Córdova Chang, Ing. Pedro Ayala y a la señorita Silvia Huacacolqui Minaya por el apoyo incondicional recibido durante el trabajo de investigación para concluir esta tesis.

Índice General

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
	2.1. ROCOTO.....	5
	2.1.1. ASPECTOS GENERALES.....	5
	2.1.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.....	5
	2.1.3. ESPECIES REPRESENTATIVAS.....	7
	2.1.4. PRODUCCION DE CAPSICUM A NIVEL MUNDIAL.....	11
	2.1.4.1. PRODUCCIÓN DE CAPSICUM EN PERÚ.....	12
	2.1.4.2. DEMANDA EN EL PERÚ.....	16
	2.1.5. COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	16
	2.1.5.1. VALOR NUTRICIONAL.....	17
	2.1.5.2. PROPIEDADES NUTRICIONALES.....	19
	2.1.6. CAPSAICINA.....	22
	2.1.6.1. BENEFICIOS.....	27
	2.1.6.2. PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES.....	27
	2.1.6.3. DIURÉTICO Y DEPURATIVO.....	28
	2.2. ESTUDIOS DE EXTRACCIÓN DE CAPSAICINA.....	29
	2.3. PUNGENCIA.....	30
	2.4. TRATAMIENTO TÉRMICO.....	32
	2.4.1. ESCALDADO.....	32
	2.4.2. PASTEURIZACIÓN.....	33
	2.5. ACTIVIDAD DE AGUA.....	35
	2.6. EVALUACIÓN SENSORIAL.....	37
	2.7. INFLUENCIA DE pH.....	38
	2.8. ENVASES.....	41
	2.9. COLOR.....	43
	2.10. VIDA ÚTIL.....	45
	2.10.1. CINÉTICA DEL DETERIORO DE LOS ALIMENTOS Y PREDICCIÓN DE LA VIDA UTIL.....	47

III. MATERIALES Y METODOS.....	51
3.1. MATERIALES Y EQUIPOS.....	51
3.1.1. MATERIA PRIMA.....	51
3.1.2. INSUMOS.....	51
3.1.3. REACTIVOS.....	51
3.1.4. MATERIALES DE LABORATORIO.....	52
3.1.5. MATERIALES DE COCINA.....	52
3.1.6. EQUIPOS E INSTRUMENTOS.....	53
3.2. DESCRIPCIÓN TECNOLÓGICA D LA ELABORACIÓN DE PASTA DE ROCOTO.....	58
3.3. MÉTODOS DE CONTROL.....	63
3.3.1. ANÁLISIS FISICOQUIMICO DE LA MATERIA PRIMA.....	63
3.3.1.1. DETERMINACIÓN DE Ph.....	63
3.3.1.2. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ.....	64
3.3.1.3. DETERMINACIÓN DE SOLIDOS SOLUBLES.....	64
3.3.1.4. DETERMINACIÓN DE % HUMEDAD.....	64
3.3.2. ANÁLISIS DE PRODUCTO TERMINADO.....	64
3.3.2.1. DETERMINACIÓN DE PH.....	64
3.3.2.2. DETERMINACIÓN DE SOLIDOS SOLUBLES.....	65
3.3.2.3. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ.....	65
3.3.2.4. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CAPSAICINA.....	65
3.3.2.5. DETERMINACIÓN DE PUNGENCIA EN UNIDADES SCOVILLE.....	65
3.3.2.6. DETERMINACIÓN DE COLOR.....	65
3.3.2.7. DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD DE AGUA.....	66
3.3.2.8. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO D VIDA UTIL.....	66
3.3.2.9. EVALUACIONES SENSORIALES.....	66
3.3.2.10. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	67
3.3.2.11. ANALISIS ESTADÍSTICO.....	69

IV.	RESULTADOS.....	70
4.1.	CARACTERIZACIÓN DE MATERIA PRIMA.....	70
4.2.	ANÁLISIS DEL PRODUCTO TERMINADO.....	71
4.2.1.	CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE PASTA DE ROCOTO.....	71
4.2.2.	ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE PUNGENCIA EN PLANEAMIENTO EXPERIMENTAL.....	72
4.2.2.1.	CAPSAICINA DE LA PASTA DE ROCOTO.....	73
4.2.2.2.	PUNGENCIA DE LA PASTA DE ROCOTO.....	78
4.2.3.	ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE COLOR CON EL PLANEAMIENTO EXPERIMENTAL.....	83
4.2.3.1.	LUMINOSIDAD DE LA PASTA DE ROCOTO.....	84
4.2.3.2.	CROMACIDAD DE LA PASTA DE ROCOTO.....	89
4.2.3.3.	ÁNGULO DE TONALIDAD DE LA PASTA DE ROCOTO.....	94
4.2.3.4.	VARIACIÓN DE COLOR DE LA PASTA DE ROCOTO...	99
4.2.4.	ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE ACTIVIDAD DE AGUA EN PLANEAMIENTO EXPERIMENTAL.....	104
4.2.4.1.	ACTIVIDAD DE AGUA DE LA PASTA DE ROCOTO...	105
4.2.5.	DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE VIDA ÚTIL MEDIANTE EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA PASTA DE ROCOTO....	110
4.2.5.1.	COLOR.....	111
4.2.5.2.	OLOR.....	113
4.2.5.3.	SABOR.....	114
4.2.5.4.	ACEPTABILIDAD.....	116
4.2.5.5.	PUNGENCIA.....	118
V.	CONCLUSIONES.....	120
VI.	RECOMENDACIONES.....	123
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124
VIII.	ANEXOS.....	134

Índice de tablas

Tabla 01: Clasificación Taxonómica del rocoto (<i>Capsicum pubescens</i>).....	6
Tabla 02: Especies y variedades nativas y no nativas de <i>Capsicum</i> y sus regiones productoras en el Perú.....	8
Tabla 03: Los cinco mayores productores mundiales de ajíes y pimientos frescos en el año 2010.....	12
Tabla 04: Producción (Tn) nacional del rocoto.....	14
Tabla 05: Producción (Tn) nacional del rocoto por departamentos.....	15
Tabla 06: Composición química del rocoto (<i>Capsicum Pubescens</i>) en 100 g de pulpa.....	17
Tabla 07: Capsaicina contenida en 100 g de <i>Capsicum</i>	26
Tabla 08: Reacciones de pérdida de calidad que siguen cinéticas de orden cero y primer orden.....	49
Tabla 09: Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 2 ² incluyendo 8 ensayos, en condiciones factoriales y axiales y 3 repeticiones en el punto central.....	67
Tabla 10: Valores codificadores y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2 ²	68
Tabla 11: Análisis fisicoquímico del rocoto.....	70
Tabla 12: Característica fisicoquímica de pasta de rocoto.....	71
Tabla 13: Contenido de capsaicina y pungencia de las pasta de rocoto de acuerdo con el planeamiento experimental.....	72
Tabla 14: Coeficiente de regresión para la respuesta capsaicina de la pasta de rocoto.....	73
Tabla 15: Análisis de varianza para la respuesta capsaicina de la pasta de rocoto.....	75
Tabla 16: Coeficiente de regresión para la respuesta pungencia de la pasta de rocoto.....	78
Tabla 17: Análisis de varianza para la respuesta pungencia de la pasta de rocoto.....	80
Tabla 18: Colorimetría de la pasta de rocoto de acuerdo con el planeamiento experimental.....	83
Tabla 19: Coeficiente de regresión para la respuesta luminosidad de la pasta de rocoto.....	84
Tabla 20: Análisis de varianza para la respuesta luminosidad de la pasta de rocoto.....	86

Tabla 21: Coeficiente de regresión para la respuesta cromacidad de la pasta de rocoto.....	89
Tabla 22: Análisis de varianza para la respuesta cromacidad de la pasta de rocoto.....	91
Tabla 23: Coeficiente de regresión para la respuesta ángulo de tonalidad de la pasta de rocoto.....	94
Tabla 24: Análisis de varianza para la respuesta ángulo de tonalidad de la pasta de rocoto.....	96
Tabla 25: Coeficiente de regresión para la respuesta variación de color de la pasta de rocoto.....	99
Tabla 26: Análisis de varianza para la respuesta variación de color de la pasta de rocoto.....	101
Tabla 27: Contenido de actividad de agua de la pasta de rocoto de acuerdo con el planeamiento experimental.....	104
Tabla 28: Coeficiente de regresión para la respuesta actividad de agua de la pasta de rocoto.....	105
Tabla 29: Análisis de varianza para la respuesta actividad de agua de la pasta de rocoto.....	107
Tabla 30: Resultados de evaluación sensorial (color, olor, sabor, aceptabilidad) a los panelistas.....	110
Tabla 31: Resultados de evaluación sensorial (pungencia) a los panelistas.....	117

Índice de figuras

Figura 01: Anatomía del pimiento o chile.....	9
Figura 02: Fruto del rocoto.....	10
Figura 03: Principales departamentos productores de ajíes y pimientos a nivel nacional en el 2009.....	13
Figura 04: Participación en ventas (%) por tipo de producto de ají en supermercados de Lima.....	16
Figura 05: Estructura molecular de la capsaicina.....	23
Figura 06: Mecanismo de acción de la capsaicina.....	24
Figura 07: Efecto picante de la capsaicina.....	24
Figura 08: Escala Internacional de Scoville.....	31
Figura 09: Valores límites de la actividad de agua en los alimentos.....	37
Figura 10: Envases para pastas y salsas.....	43
Figura 11: Espectrofotómetro Uv, Marca Turner – Barnstead International, Modelo N°:SM110250-33.....	53
Figura 12: Colorímetro Chroma Meter: Marca Konica Minolta Modelo Cr – 400, Japan.....	53
Figura 13: pH-metro.mod. P4-506. Crison.....	54
Figura 14: HIDROLAB, marca Rotronic, modelo Aw – Dio.....	54
Figura 15: Termómetro, Marca Taylor 9878.....	54
Figura 16: Balanza Analítica. Ohaus Scout Pro, balanza con RS232.....	55
Figura 17: Balanza Digital Industrial, marca Adam, modelo QBW- 6000.....	55
Figura 18: Refractómetro modelo N-1E, rango escalar de: 0,0 a 32°brix, escala mínima de 0,5.....	55
Figura 19: Estufa, marca Blue-M, modelo SW – 17TC-1.....	56
Figura 20: Cocina industrial, marca lolytech.....	56
Figura 21: Licuadora Industrial, modelo JPM 3 velocidades calidad 304.....	56
Figura 22: Exhausting, marca Jimey, modelo Jm-pqx.....	57
Figura 23: Bureta digital, marca Continuous-RS.....	57
Figura 24: Descripción tecnológica del proceso elaboración de la pasta de rocoto.....	58

Figura 25: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta capsaicina de la pasta de rocoto.....	74
Figura 26: Superficie de respuesta y curva de contorno, para la capsaicina de la pasta pasta de rocoto en función del tiempo y temperatura..	76
Figura 27: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta pungencia de la pasta de rocoto.....	79
Figura 28: Superficie de respuesta y curva de contorno, para la pungencia de la pasta pasta de rocoto en función del tiempo y temperatura..	81
Figura 29: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta luminosidad de la pasta de rocoto.....	85
Figura 30: Superficie de respuesta y curva de contorno, para la luminosidad de la pasta pasta de rocoto en función del tiempo y temperatur...	87
Figura 31: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad de la pasta de rocoto.....	90
Figura 32: Superficie de respuesta y curva de contorno, para la cromacidad de la pasta pasta de rocoto en función del tiempo y temperatura..	92
Figura 33: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta ángulo de tonalidad de la pasta de rocoto.....	95
Figura 34: Superficie de respuesta y curva de contorno, para el ángulo de tonalidad de la pasta pasta de rocoto en función del tiempo y temperatura.....	97
Figura 35: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta variación de color de la pasta de rocoto.....	100
Figura 36: Superficie de respuesta y curva de contorno, para la variación de color de la pasta pasta de rocoto en función del tiempo y temperatura.....	102
Figura 37: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta actividad de agua de la pasta de rocoto.....	106
Figura 38: Superficie de respuesta y curva de contorno, para la actividad de agua de la pasta pasta de rocoto en función del tiempo y temperatura.....	108
Figura 39: Variación de color en función del tiempo (semanas).....	111
Figura 40: Variación de olor en función del tiempo (semanas).....	113
Figura 41: Variación de sabor en función del tiempo (semanas).....	114
Figura 42: Variación de aceptabilidad en función del tiempo (semanas).....	116
Figura 43: Variación de pungencia en función del tiempo (semanas).....	118

RESUMEN

El rocoto es un fruto perteneciente al género *Capsicum Pubescens* y rico en capsaicina responsable del picante, por lo que es necesario estudiar su degradación de este compuesto sometido a tratamientos térmicos como la pasteurización que afectara los parámetros de calidad como pungencia que es el índice de picante en concentración de capsaicina por el método de espectrofotometría UV y el color de la pasta por el método de sistema CIA LAB (colorimetría instrumental), por colorimetría se compara los tratamientos entre los cuales se llevaran a un análisis estadístico de DCCR² (variable de respuesta). El cual nos dará un análisis más exacto. Después se someterá a una determinación de vida útil por el método de análisis sensorial. El cual consiste en someter el producto a un jurado evaluador por cada semana hasta que el jurado rechace el producto. Y mediante una regresión lineal podemos determinar el tiempo de vida útil del producto.

ABSTRACT

The rocoto is a fruit belonging to the genus *Capsicum Pubescens* and rich in capsaicin responsible spicity, so it is necessary to study the degradation of this compound under heat treatments such as pasteurization parameters affecting quality and pungency is index spicity capsaicin concentration by UV spectrophotometry method and the color of the paste by the method of CIA LAB (instrumental colorimetry), colorimetric treatments including comparing system will take a statistical analysis of DCCR2 (response variable). Which will give us a more accurate analysis. Then he will undergo a determination of life by the method of sensory analysis. Which involves subjecting the product to an evaluation committee for each week until the jury to reject the product. And by linear regression we can determine the lifetime of the product.

I. INTRODUCCION

La alimentación en el Perú es conocida por su versatilidad y variados ingredientes, entre ellos el rocoto, por lo que es importante desarrollar tecnologías que permitan hacer más sencillo su uso y además aumentar el periodo de vida de la materia prima. El auge que en los últimos años tiene la incorporación de nuevos productos que sirven como acompañamiento a las diferentes comidas va en aumento, en los supermercados limeños, la demanda está dominada por los ajíes frescos (49% de las ventas), seguido de las salsas y pastas (46%), y por los productos secos (4%). Aunque el consumo de productos a base de ajíes se ha incrementado en los últimos años por el aumento en el número de supermercados y tiendas, la oferta de productos procesados de ajíes es pequeña existiendo pocas empresas que ofrecen este tipo de producto. Esto indica que a pesar de su oferta reducida, los productos procesados como salsas y pastas constituyen una oportunidad de mercado a nivel nacional muy importante para los ajíes nativos. De los productos existentes en el mercado tales como salsas, pastas, encurtidos, ajíes secos y en polvo, el 98% utilizan como ingredientes los ajíes nativos más comunes (ají amarillo, rocoto y panca). De estos, las salsas y las pastas de ajíes tienen la mayor participación en ventas (93%), y existen menos de 5 compañías que dominan este mercado a nivel nacional. (Marin, 2009).

Las especies del género *Capsicum* son de gran importancia mundial debido a su valor y uso alimenticio, medicinal e industrial.

Capsicum, perteneciente a la familia Solanaceae, es un género nativo de las regiones tropicales y sub-tropicales de América; comprende un enorme grupo de especies (40 aceptadas de las casi 200 descritas) que al ser cultivadas bajo condiciones favorables se han convertido en perennes. Al menos cinco de sus especies son cultivadas en mayor o menor grado pero, en el ámbito mundial, casi la totalidad de la producción de ají y pimiento está dada por una sola especie, *Capsicum annum*. Es necesario destacar que existen otras especies del género cuyo fruto o producto también es denominado ají. Estas especies de interés más puntual son *Capsicum chinense*, cuyo cultivar "Habanero" produce el ají más picante que se conoce, *Capsicum frutescens*, cuyo cultivar "Tabasco" es muy usado para la elaboración de salsa picante y pickles, *Capsicum baccatum*, cuyo producto es conocido como ají andino y es ampliamente cultivado en las zonas altiplánicas, y *Capsicum pubescens*, cuyo cultivar "Rocoto" (Manzano y Siete Caldos son sinónimos) es muy apreciado por su sabor y picantes en diversas regiones de América. (Conaproch, 2007).

Actualmente por sus propiedades pungentes (picante) y aromáticas se le utiliza seco, base para las salsas y pastas, estimulante digestivo, sazoador, como antioxidante en carnes y otros; lo que demuestra ser un recurso de amplísimo rango de aprovechamiento para su industrialización y menor pérdida con relación al fruto fresco.

El Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos con sede en Costa Rica, desde 1979 ha reconocido a nivel mundial la importancia socio económica y científica del género *Capsicum*, al cual

pertenece el rocoto, siendo considerado dentro de los recursos fitogenéticos de primera prioridad, recomendando su recolección, evaluación en la estabilización y conservación (Ortiz,1983)

En la actualidad en el Perú esta especie es cultivada en zonas andinas hasta los 200 msnm, el departamento productor de rocoto fresco es cerro de Pasco, en el año 2011 supero las 6,7 mil toneladas; le siguen los departamentos de puno y cusco cuya producción en ambos sobrepasaron las mil toneladas anuales. El Cultivo del rocoto se remonta desde épocas pre-incas hasta la actualidad.

Es el condimento de nuestras principales Comidas, principalmente usado por su sabor pungente (picante) y valor alimenticio, vitamínico y específicamente el papel importante que por ello podría estar desempeñando en la dieta diaria nacional, aun cuando es usado en pequeñas proporciones. Pardey et al., (1968).

Mediante esta investigación se brinda una hipótesis de determinar los parámetros de tratamiento térmico para la vida útil manteniendo las características culinarias y pungencia que es la principal responsable de su olor, color y picor.

Los objetivos trazados en la presente investigación son:

- Determinar el efecto del tiempo y temperatura de pasteurización en la pérdida color y pungencia en una pasta de rocoto (*Capsicum pubescens*).
- Determinar la composición fisicoquímica del rocoto.
- Determinar la degradación de capsaicina de los diferentes tratamientos térmicos en la pasta de rocoto, mediante la cuantificación por espectrofotometría UV.
- Determinar el valor de pungencia en Unidades Scoville (SHU).
- Determinar la pérdida de color de los diferentes tratamientos térmicos en la pasta de rocoto, mediante colorimetría instrumental.
- Determinar la vida útil por evaluación sensorial: color olor sabor y aceptabilidad.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. ROCOTO

2.1.1. ASPECTOS GENERALES

El fruto del rocoto puede ser rojo, amarillo o marrón, y se distingue de los otros ajíes por contener semillas de color negro. Según Vélez, 1991, el ají es originario del continente Americano (Bolivia, Perú, sur de México y Colombia) cuenta con cerca de 25 especies silvestres y cinco domesticadas (*Capsicum chinense* Jacq., *Capsicum annuum* L., *Capsicum pubescens*, *Capsicum frutescens* y *Capsicum baccatum* L.). Se piensa que *Capsicum* fue una de las primeras especies domesticadas en Sur América, presentándose en la región amazónica, es uno de los géneros más cultivados por sus etnias, haciendo parte del patrimonio cultural de la región, lo cual ha dado lugar a variedades adaptadas a los diferentes ambientes y a los requerimientos agros culturales donde se cultiva. (Arias y Melgarejo, 2000; Vélez, 1991).

2.1.2. CLASIFICACION BOTANICA

La planta es un semiarbusto de forma variable y alcanza entre 0.60m a 1.50 m de altura, dependiendo principalmente de la variedad, de las condiciones climáticas y del manejo. La semilla se encuentra adherida a la planta en el centro del fruto es de color blanco crema, de forma aplanada, lisa, reniforme, cuyo diámetro alcanza entre 2.5 y 3.5 mm. El porcentaje de germinación

generalmente es alta y puede mantenerse por 4 a 5 años bajo buenas condiciones de conservación.

El tallo puede tener forma cilíndrica o prismática angular. Este tipo de Ramificación hace que la planta tenga forma umbelífera (de sombrilla). El fruto es una baya, con dos a cuatro lóbulos, con una cavidad entre la placenta y la pared del fruto, tiene forma globosa, rectangular, cónica o redonda. Existe una diversidad se agrupan en alargados y redondeados y tamaño variable, su color es verde al principio y luego cambia con la madurez a amarillo o rojo púrpura en algunas variedades (Rodríguez, 2007). A continuación se muestra en la tabla 4 la clasificación Taxonómica del rocoto.

Tabla 01: Clasificación Taxonómica del rocoto (*Capsicum pubescens*)

CLASIFICACIÓN	TAXONÓMICA
DIVISIÓN	Fanerógamas o spermofitas (strasburger 1963)
CLASE	Dicotiledóneas
SUB CLASE	Simpétalas o gamopétalas (Bayluy, 1928)
ORDEN	Tumifloras
SUB ORDEN	Solanineas
FAMILIA	Solanáceas
GÉNERO	Capsicum
ESPECIE	Capsicum pubescens R y p
NOMBRE COMÚN	Rocoto.

FUENTE: Rodríguez, 2007

2.1.3. ESPECIES REPRESENTATIVAS

Las especies más representativas en cuanto a número de accesiones para la región son *C. annum*, *C. chinense* y *C. frutescens*, lo que concuerda con el planteamiento de Pickersgill (1994) quien indica que estas especies tienen una amplia distribución en centro y sur América. La representatividad de las demás especies es poca (0.8% *C. baccatum* y 1.3% *C. pubescens*), el bajo número de accesiones de *C. pubescens* se puede deber a que es una especie de los altiplanos bolivianos y peruanos. Melgarejo et, al. (2000).

Tabla 02: Especies y variedades nativas y no nativas de Capsicum y sus regiones productoras en Perú

Especies	Variedades (nombre común)	Regiones productoras
Capsicum annuum	<ul style="list-style-type: none"> • Cerezo • Cayena • Jalapeño • Morrón • Paprika • Piquillo • Chipotle • Guindilla • Pimentón • Guajillo • Pasillo • Griego- Pelepone • Thai Chili 	Lambayeque y zona norte del Perú
Capsicum Baccatum var. pendulum	<ul style="list-style-type: none"> • Escabeche (amarillo, verde o criollo) • Mirasol • Pacae • Cacho de cabra • Ayucillo 	Costa peruana desde el sur de Tacna hasta Lambayeque. Valle de Chancay- Huaral, Supe y Barranca.
Capsicum chinense	<ul style="list-style-type: none"> • Panca (especial, colorado) • Limo (paringo, miscucho, banana) • Mochero o Habanero • Ají Dulce 	Al Norte, La Libertad, Amazonía, Lima, Ancash e Ica Costa peruana, Costa de Lambayeque
Capsicum frutescens	<ul style="list-style-type: none"> • Pipi de mono (montana) • Ají Charapita • Arnaucho o Tabasco 	Costa y Selva, Amazonía
Capsicum Pubescens	<ul style="list-style-type: none"> • Rocoto (locoto) de monte y serrano* 	Sierra y Selva Central, desde Tacna hasta Piura, desde Cajamarca hasta Puno

Fuente: García (2011) y Sociedad Peruana de Gastronomía et al. (2009).

El pimiento *Capsicum* comprende 4 partes principales que son: el pericarpio, placenta, semillas y tallo. El pericarpio es la pared del fruto que conforma aproximadamente el 38% del *Capsicum*, en él se distinguen 3 capas: el exocarpio es la capa externa, delgada y poco endurecida, el mesocarpio es una capa intermedia y carnosa y el endocarpio que es la capa interior y de consistencia poco leñosa. En promedio, la placenta comprende el 2% del chile, 56% de semillas y un 4% de tallos. (Hornero et, al., 2000.)

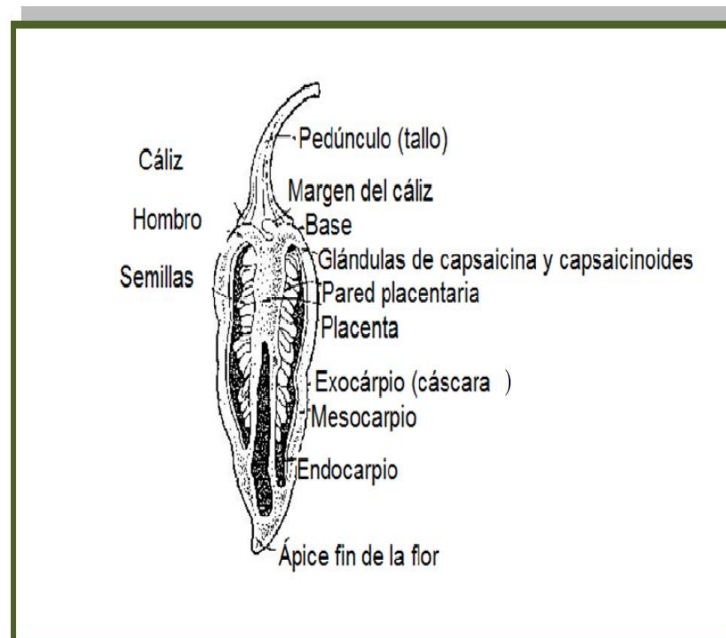


Figura 01: Anatomía del pimiento o chile.

Fuente: Davie; Matthews; Kirk, 1970

El fruto técnicamente una baya varía en coloración y tamaño de acuerdo a la variedad; puede ser cúbico, cónico o esférico. Corrales, N., (1961). De interior hueco, está dividido en dos o cuatro costillas verticales interiores que portan las semillas, de color amarillo pálido salvo en *C. pubescens*, que las presenta

negras. Ortiz R., (1983). Sin embargo, la mayor cantidad de semillas se aloja en la parte superior, junto al tallo. La carnosidad del pimiento también varía según la especie. Velasco F., (1971).

El rocoto es un pimiento increíble, tiene paredes gruesas, como un pimiento, pero muy caliente. El Cultivo del rocoto se remonta desde Épocas pre-incas hasta la actualidad, es el condimento de nuestras principales comidas, principalmente usado por su sabor pungente (picante) sin muchas veces que se tenga idea del valor alimenticio, vitamínico y específicamente el papel importante que por ello podría estar desempeñando en la dieta diaria nacional, aun cuando es usado en pequeñas proporciones. Pardey et al., (1968).



Figura 02: Fruto del Rocoto.

FUENTE: García, 2011

2.1.4. PRODUCCION DE CAPSICUM A NIVEL MUNDIAL

A nivel mundial, la información del mercado internacional de ajíes y pimientos se encuentra disponible únicamente de manera agregada, es decir no separan los datos del cultivo por especies y/o variedades (Arias 2011; Faostat 2012). Los datos a nivel mundial de ajíes y pimientos muestran que en las últimas décadas, la demanda ha aumentado (Tips & Ausaid 2004; Arias 2011).

En el siguiente Cuadro se presenta un resumen de los cinco principales países productores de ajíes y pimientos frescos y secos o deshidratados en el 2010. China es el principal país productor de ajíes y pimientos frescos en el mundo, con una producción de más de 15 millones de toneladas, es decir, produce aproximadamente el 51% de la producción total mundial, seguida de lejos por México y Turquía en segundo y tercer lugar. Perú produjo para el año 2010 cerca de 11.600 toneladas de ajíes y pimientos frescos. Con respecto a los ajíes y pimientos secos o deshidratados, India ocupó el primer puesto con una producción de 1,2 millones de toneladas, produciendo casi el 40% de la producción total mundial, seguido muy de lejos por China, Pakistán y Tailandia. Eshbaugh, (1979).

Tabla 03: Los cinco mayores productores mundiales de ajíes y pimientos frescos en el año 2010.

Ajíes y Pimientos Frescos	
País	Producción(ton)
China	15 023.503
México	2 335 560
Turquía	1 986.700
Indonesia	1 332.360
USA	932.580
Total mundial	29 421.327

FUENTE: FAO STAT, 2012.

2.1.4.1. PRODUCCION DE CAPSICUM EN PERU

La Figura 3 muestra la producción de ajíes y pimientos a nivel departamental para el año 2009 (Saavedra, 2011). Se observa que la mayor producción de ajíes y pimientos se obtuvo en el departamento de Tacna con 38.576 toneladas (26% de la producción a nivel nacional), seguido de los departamentos de La Libertad (23%) y Lima (22%).



Figura 03: Principales departamentos productores de ajíes y pimienta a nivel nacional en el 2009.

FUENTE: Saavedra, 2011.

En Perú, existen más de 3 millones de pequeños agricultores, que cultivan ajíes nativos en el país (Ugás, 2009), pero sus ingresos en general son bastante bajos (Dilla, 2010). Los departamentos de Ancash y Lima, han sido identificados por el proyecto GIZ-Capsicum como zonas promisorias en relación con los ajíes nativos. Estos departamentos comprenden territorios tanto en las zonas altas de la Cordillera de los Andes como parte del desierto costero y cuentan con una buena variedad de suelos y climas. Entre los ajíes nativos más reconocidos que se producen en esta

región, se cultiva el ají charapita, rocoto, ají amarillo y el ají pipi de mono.

En la actualidad en el Perú esta especie es cultivada en zonas andinas hasta los 2000 msnm, el principal departamento productor de rocoto fresco es cerro de Pasco, en el año 2014 supero las 11 mil toneladas; le siguen los departamentos de Puno, Junín y La Libertad cuya producción sobrepasaron las mil toneladas anuales como se puede apreciar en la siguiente tabla 05.

Tabla 04: Producción (Tn) nacional de rocoto

PRODUCCION NACIONAL ROCOTO		
Año	Producción(ton)	Variación % Anual
2 008	13 067	
2 009	11 555	-11.57
2 010	11 433	-1.05
2 011	13 397	17.18
2 012	13 607	1.57
2 013	14 265	4.83
2 014	17 847	25.11

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego - Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos, 2015.

Tabla 05: Producción (Tn) nacional de rocoto por departamentos.

DEPARTAMENTOS	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Pasco	8 171	6 952	6 175	8 820	10 081	10 558	11 958
Puno	2 583	2 592	2 270	1 768	971	996	1 051
Cusco	840	750	1 421	1 137	967	813	836
Junín	494	623	694	760	867	1 097	1 551
Huánuco	146	171	203	316	388	511	643
La libertad	281	108	243	217	-	-	1 217
Tacna	-	-	150	79	54	65	216
Amazonas	509	322	258	270	254	227	253
Apurímac	44	37	33	30	26	25	55
Total	13 067	11 555	11 433	13 397	13 607	14 265	17 847

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego - Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos, 2015.

2.1.4.2. DEMANDA EN EL PERU

Según Corrales (2012), la demanda por producto en los supermercados está dominada por el ají fresco el cual tiene el mayor nivel de ventas (49%); las salsas y pastas cuentan con un 46% de participación en las ventas y los productos secos representan el 4% del total:

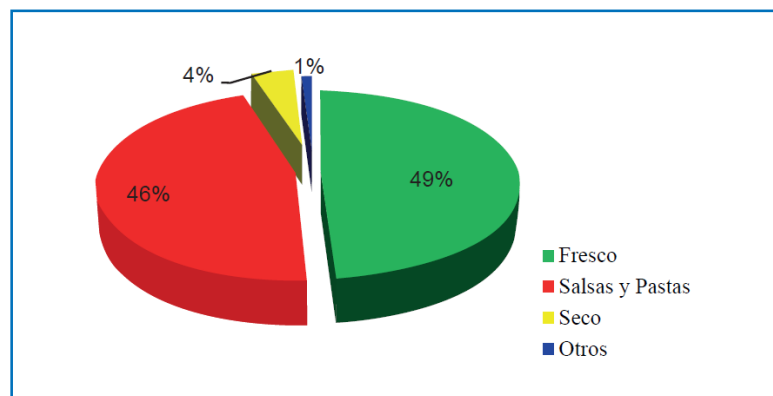


Figura 04: Participación en ventas (%) por tipo de producto de ají en supermercados de Lima

Fuente: Corrales (2012), modificado por Carranza y Meza.

2.1.5. COMPOSICION QUIMICA

En general la composición química nutricional de 100 g de rocoto fresco incluye: agua, hidratos de carbono, proteínas, fibra, cenizas, calcio, fósforo, hierro, caroteno, tiamina, riboflavina, niacina, ácido ascórbico.

Tabla 06: Composición química del rocoto (capsicum pubescens) en 100 g. de pulpa.

POR 100 gr., DE PESO NETO	MÍNIMO	MÁXIMO
Agua	20.7 gr.	93.1 gr.
Hidratos de carbono	5.3 gr	63.8 gr.
Proteínas	0.8 gr	6.7 gr.
Extracto etéreo	0.3 gr.	0.8 gr.
Fibra.	1.4 gr.	23.2 gr.
Cenizas	0.6 gr	7.1 gr.
Calcio	7.0 mg	116.0 mg
Fósforo	31.0 mg	200.0 mg
Hierro	1.3 mg	15.1 mg
Caroteno	0.03 mg.	25.2 mg
Tiamina	0.03 mg.	1.09 mg
Riboflabina	0.07 mg	1.73 mg
Niacina	0.75 mg.	3.30 mg
Ac. Ascórbico	14.4 mg	157.5 mg
Calorías	23	233
Capcisina	150 mg	335 mg por 100 gr./peso

FUENTE: Reyes et al. (2009).

2.1.5.1. VALOR NUTRICIONAL

El rocoto es un excelente protector estomacal, el consumo habitual de rocoto se recomienda para el tratamiento de las úlceras, la gastritis, la colitis y en general beneficia al sistema digestivo. ¿Cómo así? Porque los jugos gástricos humanos (al igual que la saliva de algunos mamíferos) tienen la acidez suficiente para neutralizar su picor, pero además, la capsaicina

que posee el rocoto estimula la segregación de jugos gástricos y propicia la acumulación de lípidos y bicarbonatos en la mucosa del estómago, fortaleciéndola y facilitando el proceso digestivo. Además, la salivación extra que produce en la boca contribuye a una mejor digestión en general.

El rocoto posee sustancias que transmiten vitamina A, B y C, fósforo, hierro, calcio y fibra natural. Además, es un alimento bajo en calorías, lo cual significa que se puede incluir en un plan para la reducción de peso. (García, 2011).

El principal componente del pimiento es el agua, seguido de los hidratos de carbono, lo que hace que sea una hortaliza con un bajo aporte calórico. Es una buena fuente de fibra y, al igual que el resto de verduras, su contenido proteico es muy bajo y apenas aporta grasas. En cuanto a su contenido en vitaminas, los pimientos son muy ricos en vitamina C, sobre todo los de color rojo. De hecho, llegan a contener más del doble de la que se encuentra en frutas como la naranja o las fresas. Son buena fuente de carotenos, entre los que se encuentra la capsantina, pigmento con propiedades antioxidantes que aporta el característico color rojo a algunos pimientos. También es destacable su contenido de provitamina A (Beta caroteno y criptoxantina) que el organismo transforma en vitamina A. En menor cantidad están presentes otras vitaminas del grupo B como la B6, B3, B2 y B1. Su contenido en las citadas vitaminas C y E,

junto con los carotenos, convierten al pimiento en una importante fuente de antioxidantes, sustancias que cuidan de nuestra salud. (Magaña C., 2010).

El rocoto tiene propiedades desinflamatorias y antibióticas, por ello las pepitas del ají se empleaban antiguamente para combatir el dolor de muelas. Sus propiedades desinflamantes combinadas con las digestivas lo convierten en un poderoso remedio para las hemorroides por ejemplo (una vez neutralizado su picor en el estómago. (Lozano, 1998).

2.1.5.2. PROPIEDADES NUTRICIONALES

El rocoto produce endorfinas, la sensación de dolor controlado que el picor del rocoto produce en la lengua es equiparable al que sentimos cuando practicamos deporte, como respuesta nuestro organismo produce endorfinas que inhiben ciertas partes del cerebro produciendo una sensación de placer que genera cierta adicción difícil de describir.

El rocoto es útil para combatir la neuropatía diabética, administrado como capsaicina tópica alivia el dolor asociado a la soriasis y artrosis.

El rocoto es bueno para la hipertensión, actúa como dilatador de los vasos sanguíneos, se aconseja para aliviar el malestar y bajar la presión de las personas que sufren este mal. (Corrales, 1961).

El rocoto es fuente de vitamina C y ayuda para combatir la anemia y excelente Antioxidante, un rocoto posee una cantidad de vitamina C cuatro veces superior al de la naranja y al igual que otros frutos sus propiedades antioxidantes son parte esencial de una dieta sana aconsejada para prevenir el cáncer. Por la combinación de altas proporciones de vitamina C con sus efectos desinflamantes y digestivos es ideal para tratamientos de la anemia: la vitamina C ayuda a absorber el hierro, la capsaicina neutraliza los efectos inflamatorios de las cápsulas de hierro en el estómago protegiendo la mucosa estomacal, finalmente sus efectos digestivos y desinflamatorios previenen y combaten los problemas de estreñimiento que produce este tipo de tratamiento. (Corrales, 1961).

El ají por su contenido de componentes bioactivos, especialmente capsacinoides y carotenoides es de interés medicinal, farmacológico, Alimentario, cosmecéutico cobra importancia para su investigación, mejoramiento de cultivo, producción, industrialización y comercialización.

El potencial de compuestos naturales que ofrece el género *Capsicum* es impresionante, sin embargo en nuestro país muy poco se ha investigado para utilizar estas ventajas comparativas, competitivas, ya que las tendencias actuales a nivel mundial, consideran prioritarias la búsqueda de nuevos compuestos bioactivos, ingredientes, sabores, aromas naturales de matrices

vegetales, para utilizarlos como alimentos saludables y nutritivos que orienten a mejores oportunidades de comercialización para posesionarse en mercados verdes de alimentos funcionales, nutracéuticos, cosmecéutico, productos orgánicos e insumos exclusivos. Además de estos usos, los frutos se utilizan procesados o en fresco y bajo diferentes formas para la preparación y aliño de los alimentos. La calidad de los frutos del ají y de sus subproductos depende del color, el aroma y la pungencia (Kirschbaum et al., 2002; Macrae et al., 1993).

El rocoto también ayuda a curar quemaduras. Detiene la infección y ampollas por quemaduras regenerando la piel. Para poder aplicarlo, debe ser sometido a procesos y utilizado como crema o en cápsulas. Su contacto directo en estos casos ocasionaría mayor picazón. Según Ángel LA., et al. (2005).

Se puede utilizar en pacientes con enfermedades cardiovasculares, presión alta o insuficiencia cardiaca (incrementa el diámetro vascular y circulará más sangre por nuestro cuerpo). (De la Motte, 2010)

2.1.6. CAPSAICINA

El compuesto químico capsaicina, capsicina, o capsáicina (8-metil-N-vanillil-6-nonenamida), es una Oleorresina, componente activo de los pimientos picantes (*Capsicum*). Es irritante para los mamíferos; produce una fuerte sensación de ardor (pungencia) en la boca. La capsaicina y otras sustancias relacionadas se denominan capsaicinoides y se producen como un metabolito secundario en diversas especies de plantas del género *Capsicum*, lo que probablemente les impide ser consumidas por animales herbívoros. Las aves en general no son sensibles a los capsaicinoides. La capsaicina pura es un compuesto lipofílico, inodoro, incoloro, parecido a la cera. (Vallejo y Estrada, 2004).

Es poco soluble en agua, pero muy soluble en alcohol, grasas y aceites. (Peralta, 2007).

La Capsaicina (ausente en las variedades dulces) es la sustancia presente en los frutos de chile que produce una fuerte sensación de quemazón en el contacto con los receptores del sentido del gusto, y su contenido determina el picor o agudeza del pimiento (Nuez et al., 2003; Alvarado et al., 2006; Berrios et., 2007), lo cual le confiere su valor cultural y alimenticio (Noriega, 2009).

Concretamente se trata de un protoalcaloide, como se observa en la figura 4, cuya fórmula empírica es $C_{18}H_{27}NO_3$, siendo un producto de condensación del ácido decilénico y de la 3-hidroxi-4

metoxibenzilamida. En la actualidad se sabe que la capsaicina no es compuesto simple, sino que se trata de una mezcla de varias amidas, comúnmente conocidas con el nombre de capsaicinoides, siendo la capsaicina la más importante entre ellas (Nuez et al., 2003; Vallejo y Estrada, 2004)

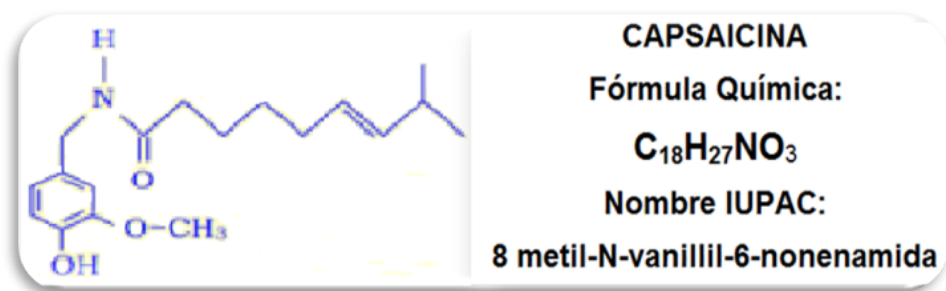


Figura 05: Estructura molecular de la capsaicina

FUENTE: Nuez et al., 2003; Vallejo y Estrada, 2004

Los compuestos que dan el sabor picante al ají se denominan capsaicinoides, siendo la capsaicina el componente más potente. (Contreras y Yahia, 1998).

Dado que no tiene sabor, color u olor, solo incita la liberación de neurotransmisores que estimulan las células trigeminales, puntos receptores de dolor, en la lengua, estómago y boca. En respuesta a este estímulo, el cerebro libera endorfinas, las cuales proporcionan al cuerpo una sensación placentera, se acelera el metabolismo y ritmo cardiaco, se libera más saliva, se suda y se crea un estado temporal de euforia. En la figura 5 se observa cómo influye el ardor que se siente al comer ají y la sensación de una quemadura activa fibras nerviosas empleando el mismo

receptor. Esto fue descubierto por D Julius. Este receptor se activa al unirse a la capsaicina, permitiendo un flujo enorme de Na^+ y Ca^{2+} . Este flujo despolariza las fibras nerviosas del dolor y envía la señal al cerebro generando la conocida sensación de ardor: ¡¡¡PICA!! (Praphailong, 1997).

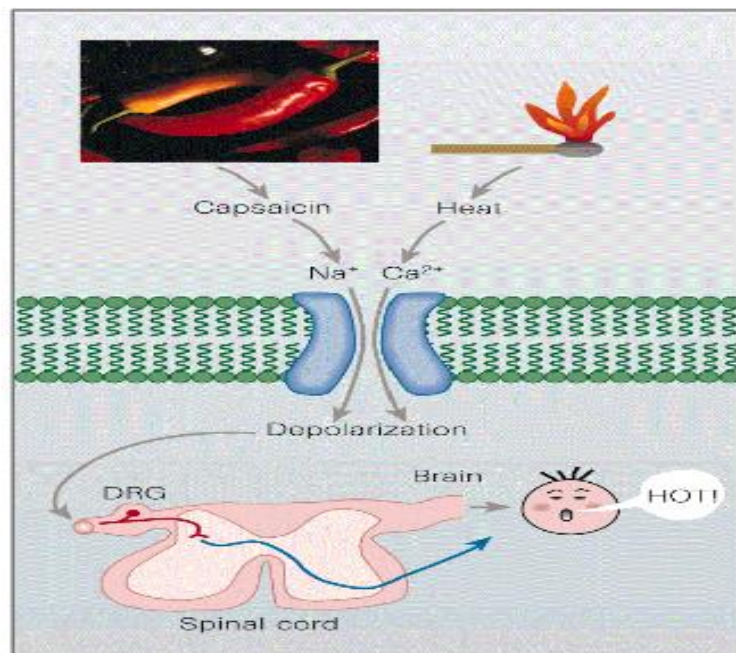


Figura 06: Mecanismo de Acción de la Capsaicina

FUENTE: Richeux, 1999.



Figura 07: Efecto picante de la capsaicina

Los compuestos Capsaicinoides son el grupo de compuestos que le dan el sabor picante al chile y su pungencia. Lo picante o la pungencia de un chile dependen de siete alcaloides o Capsaicinoides estrechamente relacionados.

A principios de los años 1900, Wilbur L. Scoville inventó una prueba para determinar la pungencia relativa de distintos chiles. Los compuestos capsaicinoides de un chile de peso determinado fueron extraídos con alcohol y mezclada en varias concentraciones con agua endulzada. Se les solicitó a probadores humanos que determinaran a que punto neutralizó el agua lo picante. El volumen de agua requerido para cada muestra fue asignado una calificación en unidades Scoville, entre más grande el número, se necesitaba más agua y estaba más picante el chile. En 1977 se removi6 la subjetividad apegada a esta prueba y se utiliz6 Cromatografía de Gases. Se pudo establecer entonces que la pungencia era debida a compuestos que los denominaron Capsaicinoides, siendo el más importante la Capsaicina. Actualmente, el análisis de capsaicina o compuestos capsaicinoides está enfocado al uso de espectrofotometría, cromatografía de gases y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC). (Betts, 1999).

El chile posee este protoalcaloide como parte de su mecanismo de protección ante depredadores, característica desarrollada por muchas otras plantas (Vallejo y Estrada, 2004). El contenido en

capsaicina es mayor en la placenta y en el septo, en donde representa un 2.5% de la materia seca, mientras que el contenido medio del fruto es del 0.6%, el de las semillas del 0.7% y el del pericarpio del 0.03% (Nuez et al., 2003; Ibañez et al., 2007).

Tabla 07: Capsaicina contenida en 100 gramos de Capsicum.

	Por 100 gr. De	Masa de	mg Capsaicina/ mg	%
	chile	Capsaicina	Chile	Capsaicina
Pericarpio	38	0.2204	2.204	51.80
Placenta	2	0.154	1.54	36.20
Semilla	56	0.051072	0.51072	12.00
Tallo	4	0	0	0

Fuente: Davies B.; Matthews S.; Kirk J. 1970

El contenido de capsaicina depende de la variedad, estructura genética, condiciones de crecimiento, la madurez al momento de la cosecha y cualquier estrés que las plantas soporten y de los cambios ambientales (Nuez et al., 2003; Berrios et al., 2007). Muy poca o mucha agua, baja fertilidad de suelo u otras condiciones de estrés pueden aumentar el volumen de la capsaicina significativamente (Berrios et al., 2007). La formación de capsaicina es mayor a temperaturas elevadas (en torno a los 30°C) que a temperaturas de 21-24°C (Vallejo y Estrada, 2004)

2.1.6.1. BENEFICIOS

Investigadores han podido identificar un fitoquímico particular llamado capsaicina (responsable del ardor y picor propio del rocoto). Esta sustancia actúa protegiendo nuestra mucosa gástrica formando una barrera protectora para el estómago.

Otros estudios mencionan la capacidad anticancerígena de este fotoquímico, que al parecer impide la multiplicación de células cancerígena. (Ramos, 2007).

Actualmente, existen en el mercado, cremas que contienen capsicina y que ayudan a reducir el dolor causado por herpes, es decir, la capsicina es utilizada como un analgésico auxiliar. La crema es aplicada durante varias veces al día en la zona afectada. Citado por. Peralta, (2007)

2.1.6.2. PREVIENE ENFERMEDADES

Así mismo, las drogas o medicamentos que se pueden utilizar de forma individual o en combinación para el tratamiento de reumas, artritis y osteoartritis, se emplean con la finalidad de reducir los síntomas y por lo tanto elevar los ejercicios apropiados al tratamiento. Para estos objetivos, se aplican cremas directamente a la piel como una alternativa de medicina para aliviar el dolor. (Merck, 2012).

Los estudios del chile como agente terapéutico contra el cáncer no cesan, por tener altos contenidos de carotenoides, vitamina A y antioxidantes que reducen los riesgos de esta enfermedad.

2.1.6.3. DIURETICO Y DEPURATIVO

La capsicina es también un agente reductor de los niveles de colesterol. Estudios muestran que la capsicina trabaja en dos puntos para reducir los niveles de colesterol: incrementando las enzimas responsables del metabolismo grasoso y disminuyendo la cantidad de colesterol absorbida en el cuerpo. La dihidrocapsicina, eleva los niveles de lipoproteínas de alta densidad de colesterol y disminuye las lipoproteínas de baja densidad, retardando la formación de depósitos de colesterol en las arterias (arteroesclerosis). La capsicina ayuda a la circulación por sus efectos vasodilatadores: la presión sanguínea baja lo que reduce el riesgo de infartos cardíacos. (Merck, 2012).

Lo pungente o picante originado por la presencia de capsaicinoides que son alcaloides que están presentes únicamente en el género capsicum y tienen propiedades medicinales y farmacológicas como: anti cancerígenas, antiartríticas, antiinflamatorias (Howar et al 2000; Mazzone et. al, 1999) neuropatías antidiabéticas, neurológicas – se le atribuye propiedades quimioterapéuticas (Kimet et al, 2004); sus aplicaciones en la industria alimentaria para la preparación de

salsas pungentes; asimismo es usado en la agricultura como biopesticida, fungicida y en otros campos para preparar repelentes y bombas lacrimógenas, etc.

2.2. ESTUDIO DE EXTRACCIÓN DE CAPSAINA

La 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. (Contreras y Yahia, 1998).

El primer método fiable descrito para la medición del picor debido a los capsaicinoides en los pimientos fue el test organoléptico de Scoville. Este test es usado para determinar la concentración total de capsaicinoides presentes en determinadas muestras. Está basado en la determinación de la dilución mínima necesaria que se requiere para percibir la sensación de picor. (Barbero, 2007).

Sobre los Capsaicinoides se observa que se utilizan una gran variedad de métodos de extracción en pimientos, como puede ser la maceración y la extracción en equipo Soxhlet, y en los últimos años han cobrado una gran importancia nuevas técnicas de extracción como la extracción asistida por ultrasonidos, la extracción mediante agitación magnética, la extracción enzimática, la extracción asistida por microondas y la extracción con fluidos supercríticos, en las que en muchas de estas técnicas eran empleadas normalmente para el análisis de contaminantes en suelos, y que en las últimas décadas se han estudiado para el

análisis de compuestos naturales en plantas y alimentos.(Huie, 2002).

Considerando su carácter oleoso es lógico pensar que las técnicas más adecuadas son aquellas que empleen solventes y de hecho es así. Se emplea la lixiviación con solvente orgánico como hexano acetato de etilo, acetona con rendimientos de 2.9%, 4.2% y 6.1% respectivamente. (Gallego, 2006).

Actualmente, las técnicas existentes para la extracción de capsaicinoides y colorantes del chile (*Capsicum* spp.) en la industria, requieren del uso de solventes orgánicos como metanol, etanol, hexano acetato de etilo, etc. Que pueden afectar la calidad sanitaria del producto y contribuyen al impacto ambiental. (Molina y Torres et al., 1999).

Actualmente, el análisis de capsaicina o compuestos capsaicinoides está enfocada al uso de espectrofotometría, cromatografía de gases y cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (Betts, 1999).

2.3. PUNGENCIA

La pungencia o picor es la sensación de ardor agudo, captada por el sentido del gusto al contacto con algunas sustancias, Esta propiedad se debe a los siguientes compuestos:

- Capsaicina.
- Dihidrocapsaicina.

- Nordihidrocapsaicina.
- Homodihidrocapsaicina.
- Homocapsaicina.

Componente químico que estimula el receptor térmico en la piel, especialmente las membranas mucosas. El número de unidades Scoville (SHU, del inglés Scoville Heat Units) indica la cantidad presente de capsaicina. Muchas salsas picantes usan la escala Scoville para publicitarse en los centros comerciales. (Peralta, 2007).

Desde el bhut jolokia –temible aji de la India con el récord Guinness en pungencia, utilizado como repelente de elefantes– hasta el buen pimiento, que no pica absolutamente nada, he aquí algunos Capsicum medidos en la escala internacional de Scoville. Aunque imprecisa, pues requiere catadores e ignora los efectos que clima y suelo tienen en el picor de cada aji, esta escala funciona como una buena referencia.

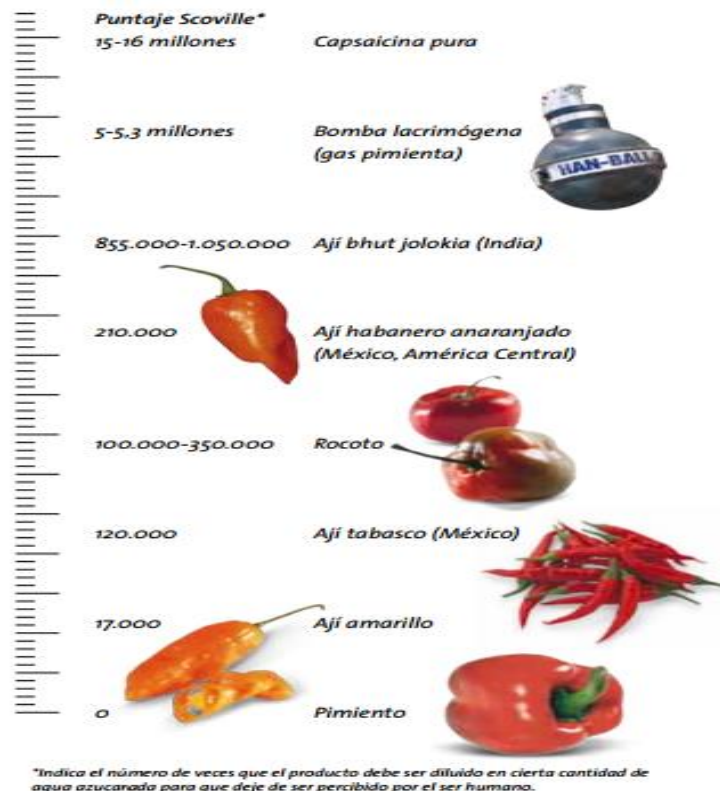


Figura 08: Escala Internacional de scoville.

FUENTE: Peralta, (2007).

2.4. TRATAMIENTO TERMICO

Los tratamientos térmicos engloban procesos de destrucción por calor de microorganismos (pasteurización, esterilización).

El tratamiento térmico es solo una parte del proceso global, que puede incluir también, por ejemplo, la adición de conservantes químicos, el envasado adecuado del producto, o el almacenamiento a temperatura reducida. (Brennan, 1998).

2.4.1. ESCALDADO

El escaldado es un procedimiento a base de calor moderado, que comprende exposición de los tejidos de las plantas en agua o vapor, a unos 100°C y 1 atm. De presión, durante unos minutos, se efectúa el escaldado para moderar las enzimas.

También se puede efectuar por inmersión en solución caliente de inactivadores enzimáticos como sulfito, ácido cítrico y otros aspectos (Fennema, 1993).

Según Olhagaray (1991), el escaldado consiste en exponer el producto a una temperatura elevada (generalmente entre 70 y 100°C), ya sea por inmersión o aspersion en agua caliente, o mediante vapor saturado (100°C). La duración del tratamiento depende del producto, su tamaño, estado de madurez, etc.

El propósito del escaldado es múltiple, dependiendo del proceso principal de conservación dentro del cual se practique; así en

conservería, es importante eliminar el aire del tejido vegetal; en congelación, el objetivo es inactivar algunas enzimas; además tenemos otros efectos positivos: fijación y cambio de color de las hortalizas que poseen clorofila o carotenoides, disminución de la carga microbiológica y de posibles productos químicos, lixiviación de sustancias naturales indeseables de algunas hortalizas como nitritos y oxalatos solubles de zanahoria y espinacas, rutina coloreada de espárragos, compuestos indeseables del sabor de las brassicas. Baldeón, 1990.

Según Baldeón, (1990), el tratamiento térmico necesario para la inactivación de la peroxidasa (responsable del deterioro de los alimentos), sin alterar mayormente la enzima alinasa (responsable de la formación de compuestos que imparten el olor y sabor característico del ajo) es a una temperatura de 50°C por 45 minutos. Otras enzimas son la catalasa y la polifenoloxidasa. Para que se de el pardeamiento enzimático a causa de la polifenoloxidasa se requiere de la enzima, sustrato y oxígeno; basta que uno falte para que no se lleve a cabo la reacción.

2.4.2. PASTEURIZACION

Es una operación consistente en la destrucción térmica de los microorganismos presentes en determinados alimentos, con el fin de permitir su conservación durante un tiempo limitado.

La pasteurización se realiza por lo general a temperaturas inferiores a los 100°C. Cabe distinguir la pasteurización en frío, a una temperatura entre 63 y 65°C durante 30 minutos, y la pasteurización en caliente, a una temperatura de 72 – 75°C durante 15 minutos. Cuanto más corto es el proceso, más garantías existen de que se mantengan las propiedades organolépticas de los alimentos así tratados.

Cuando el pH es inferior a 3.7 el tratamiento debe orientarse hacia el control de bacterias no esporuladas, levaduras y mohos. Estos agentes pueden ser controlados generalmente mediante tratamiento térmicos a temperaturas inferiores a 100°C donde habrá que prestar atención a la resistencia térmica de virus y de mohos (*Byssoschlamys fulva* y *B. nívea*).

Ress et al, (1994); mencionan que en productos con valores del pH inferiores a 4.5 es sumamente improbable el riesgo de multiplicación y formación de toxina por *C. botulinum* y, para productos con valores del pH entre 4.0 y 4.5, los tratamientos buscan controlar la supervivencia y la multiplicación de microorganismos formadores de esporas tales como *Bacillus coagulans*, *B. polymyxa*, *B. macerans* y de anaerobias butíricos tales como *Clostridium botryticum* y *C. pasteurianum*.

2.5. ACTIVIDAD DE AGUA

El término “actividad de agua” (A_w), es un indicador mejor de la alterabilidad de los alimentos que el contenido de agua, tampoco es perfecto, puesto que otros factores como concentración de oxígeno, pH, movilidad del agua y el tipo de soluto presente, pueden en algunos casos, ejercer fuertes influencias sobre la velocidad de degradación (Fennema, 1993).

La actividad de agua es la porción de agua disponible en un alimento, que propicia diversos procesos químicos, físicos y microbiológicos, tanto favorables como indeseables (Badui, 1999).

La actividad de agua, no es el contenido absoluto de agua, es lo que encuentra y afecta a las bacterias, enzimas y reactantes químicos a nivel microambiental en los materiales alimenticios (Potter, 1999). Potter y Hotchkiss (1999) y Fennema (1993), definen como actividad de agua a:

$$A_w = \frac{P}{p_o} = \frac{HRE}{100}$$

Dónde:

- P: presión parcial de vapor de agua en la muestra a una temperatura T.
- P_o : presión de vapor de agua pura a la misma temperatura T.
- HRE: es la humedad relativa de equilibrio (%) en torno al producto.

Los valores de A_w para el desarrollo de la mayoría de bacterias, levaduras y mohos asociados a los alimentos han sido objeto de estudio considerable. La A_w mínima por debajo

de la cual no crecen la mayoría de bacterias importantes de los alimentos es de alrededor de 0.90 dependiendo de cada bacteria específica. Los mohos son más resistentes a la sequedad que la mayoría de bacterias y crecen bien en alimentos con una a_w de alrededor de 0.80, pudiendo desarrollarse lentamente en algunos alimentos después de varios meses a temperatura ambiente incluso a una a_w tan baja como 0.70. A valores de a_w , menores de 0.65 se inhibe completamente el desarrollo de los mohos (Potter, 1999).

Hasta ahora se ha visto que la actividad de agua tiene que ver con la inhibición microbiana; sin embargo, también afecta a otras propiedades de los alimentos como reactividad y equilibrio químico, actividad enzimática, sabor, textura, color y estabilidad de los nutrientes. (Potter, 1999).

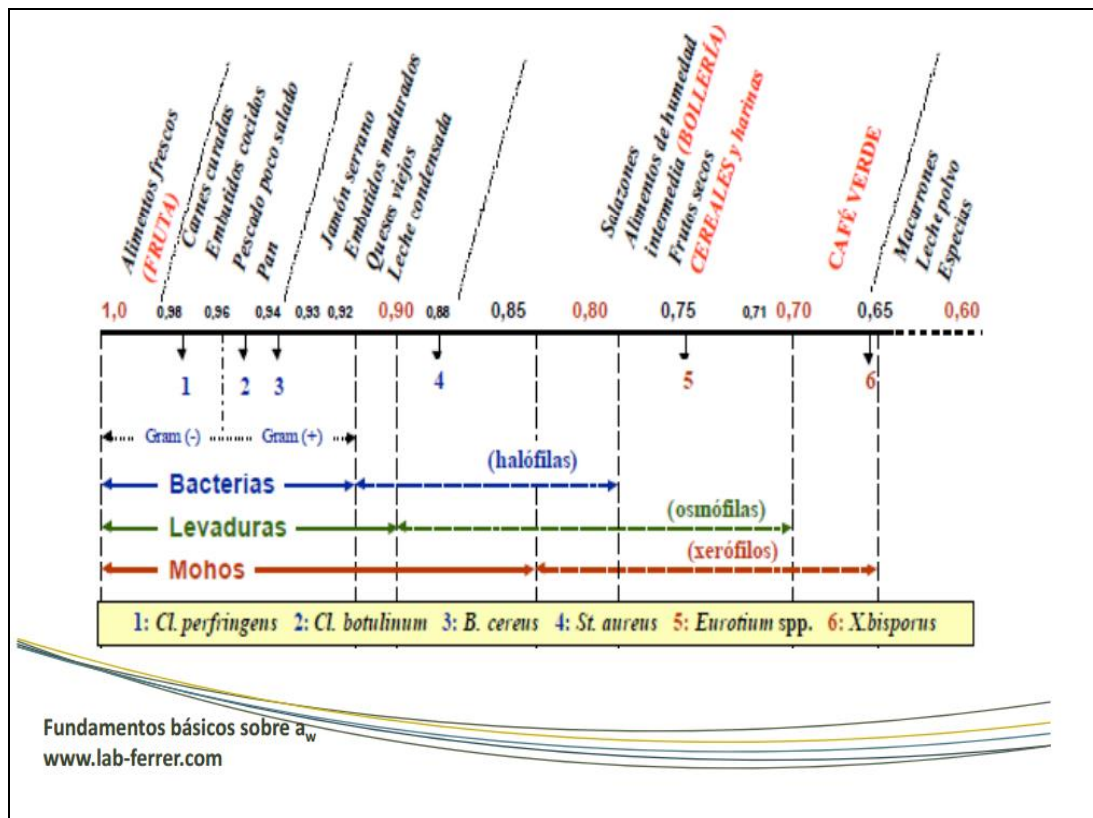


Figura 09: valores límites de la actividad de agua en los alimentos.

FUENTE: Fennema, 1993

2.6. EVALUACION SENSORIAL

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que se utilizan panelistas, denominados jueces, que hacen uso de sus sentidos de la vista, olfato, gustos, tactos y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios y de muchos otros materiales (Watts et al., 1992; Wittig, 1981). Para cornejo et al, citado por kinast (2001), la evaluación sensorial de los alimentos consiste en la aplicación de diferentes técnicas que mediante el uso de los sentidos permiten llegar a una valorización muy adecuada de los

alimentos que son ingeridos. La evaluación sensorial llega a afinar los sentidos usando la fisiología y la psicología de la percepción.

No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos. El análisis sensorial es aplicable en muchos sectores, tales como desarrollo y mejoramiento de productos, control de calidad, estudios sobre almacenamiento y desarrollo de procesos (Watts et al., 1992).

Para los tecnólogos en alimentos la propiedad sensorial más importante asociada con el sentido de la vista, es la apariencia; esta propiedad puede hacer que un alimento sea aceptado o rechazado de inmediato por el consumidor, sin siquiera haberlo probado (Anzaldua, 1994).

2.7. INFLUENCIA DE pH

Los conservantes a causa de su estructura química, se disocian en soluciones acuosas y su acción conservadora puede ser debida a los hidrógenos (H) liberados en la solución o alimento que provocan la bajada del pH del medio y por tanto disminuya la viabilidad de muchos microorganismos, especialmente bacterias un ejemplo de conservante que actúa de esta manera es el ácido acético actúa a concentraciones superiores al 1%

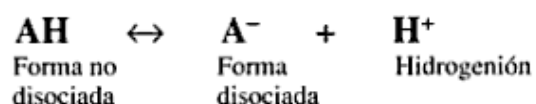
debido a que los alimentos son sustratos tamponados y que a pequeñas variaciones de concentración de ácido no alteran su pH. Cubero y Monferrer, et al., (2002).

A la parte no disociada de la molécula de conservante porque es la que tiene acción microbiana por su capacidad de atravesar la membrana celular del organismo y desarrollar su actividad generalmente a nivel enzimático según (Law y Leaver, 2000).

Los conservantes que actúan de este modo suelen utilizarse a concentraciones bastante inferiores a 1% como en el del ácido ascórbico la proporción de ácido disminuye al aumentar el pH del medio Los conservadores que actúan en la forma no disociada son más activos cuanto menor es el valor del pH. Según Mafart P. ed. (1994)

Existe una clasificación de los ácidos en ácidos fuertes o débiles, esta distribución se hace en función del valor que toman las constantes de acidez de los ácidos:

$K_a > 1 \rightarrow$ ácido fuerte
 $K_a > 10^{-2} \rightarrow$ ácido medianamente fuerte
 $K_a < 10^{-2} \rightarrow$ ácido débil



Cuando más fuerte sea un ácido más disociado se encuentra (equilibrio más desplazado hacia la derecha) por tanto interesa

constante de acidez baja para el equilibrio esta desplazado hacia la izquierda que es donde se encuentra la forma no disociada que es la parte funcional contra los microorganismos según. (Anema y Lee, 2004).

Cuanto menor sea la constante de acidez se podrá encontrar un porcentaje mayor de la molécula no disociada en el medio a pH más alcalino. Por tanto la acción conservante. Sabiendo que el pK de la sustancia, el pH del medio y aplicando la siguiente formula, se puede llegar a conocer el porcentaje de la formula disociada.

Que se tiene el presente alimento:

$$pK = pH - \log \frac{[A^-]_{\text{equ.}}}{[AH]_{\text{equ.}}}$$

Para que los alimentos puedan encontrarse en la tabla siguiente se puede observar que los ácidos orgánicos apenas tienen actividad en medio neutro. En esta zona solo pueden compuestos que no se disocian, como el ácido bórico o los esteres del ácido p-hidrobenzoico. (Citado por Sbodio O. A., 2010)

El control del pH es muy importante en la elaboración de los productos alimentarios, tanto como indicador de las condiciones higiénicas como para el control de los procesos de transformación. El pH, como la temperatura y la humedad, son importantes para la conservación de los alimentos. De ahí que

generalmente, disminuyendo el valor de pH de un producto, aumente el período de conservación. Por ejemplo, el tratamiento de alimentos en una atmósfera modificada con pH inferior a 4,6 puede inhibir la multiplicación de agentes patógenos como el "Clostridium botulinum". Según Industrias-alimentarias., (2008).

2.8. ENVASES

Deberá ser de vidrio o de un material que proteja al producto de la contaminación ambiental; que sea inerte a la acción del contenido y que no comunique a este, sabores extraños. Deberá ser impermeable al aceite o al agua.

Envasado en frasco de vidrio de capacidad entre 100 y 200g con tapa metálica recubierta, tipo "twist – off". La granulometría puede regularse de tal manera que el producto sea más grueso o más fino, de acuerdo a los requerimientos del consumidor; en cualquier caso se espera que el porcentaje de partículas mayores de 3mm, sea menor de 5% (Chile, fundación chile, 1998).

El Vidrio es un material casi perfecto, ya que es inerte, impermeable, resistente a la acción química y el transparente. Sin embargo tiene los inconvenientes de ser pesado, Frágil y poseer malas propiedades frente al choque térmico. Por ello exige unas condiciones de manipulación más delicadas que otros materiales y cuidándose control de tratamiento térmico para evitar su rotura debido al mismo. Tradicionalmente los materiales de empaque

han sido seleccionados en un sentido de tener la mínima interacción con el alimento que acondiciona, constituido así barreras inertes. En ese sentido convencional un empaque aumenta la seguridad del alimento de acuerdo con los siguientes mecanismos: barreras, la contaminación (microbiológica y química) y la prevención de la migración de sus propios alimentos. Durante mucho tiempo las industrias han sufrido constantes cambios para que se adapten a las crecientes exigencias de los consumidores. La demanda por productos mínimamente procesados sensorialmente parecidos a los naturales ha impuesto nuevos requerimientos a los empaques que deben asegurar una vida anaquel a los alimentos. (Azeredo, 2000).

El envase apropiado es el que soluciona problemas fisiológicos propios de la fruta u hortaliza, la protege prolongando su conservación y, al mismo tiempo, resalta su presentación sin incrementar considerablemente el precio del producto final. (Raimondo et al., 2002).



Figura 10: envases para pastas y salsas
Fuente: (Azeredo, 2000).

2.9. COLOR

El color es un importante índice de calidad en los alimentos, y del proceso mismo, además de ser uno de los atributos organolépticos de mayor impacto sobre la decisión de los consumidores de adquirir un producto (Avila & Silva, 1999).

Es indicativo del estado sanitario, madurez, calidad nutricional, alteraciones térmicas, defectos externos o internos, concentración colorante.

Las alteraciones enzimáticas provocan, el pardeamiento del producto, los jugos de frutas concentrados y los productos de humedad intermedia son los más susceptibles al pardeamiento no enzimático. Para diferentes alimentos, entre ellos las frutas deshidratadas, la velocidad de pardeamiento a una determinada temperatura aumenta cuando se incrementa el contenido de agua por encima de un máximo, el cual depende de cada producto

(Karel, 1975). El pardeamiento enzimático tiene baja posibilidad de ocurrir durante tratamientos térmicos ya que las enzimas responsables se desnaturalizan a altas temperaturas (Murat & Onur, 2000).

Las reacciones de pardeamiento no solo son un factor que afecta la calidad de los productos deshidratados, sino que también afecta sus propiedades nutricionales, ya que se disminuye la digestibilidad de las proteínas y hay pérdida de aminoácidos esenciales (Murat & Onur, 2000). Los tratamientos térmicos generalmente llevan a cambios en el color de la superficie del producto, y estos siguen una cinética de primer orden (Nindo, Sun, Wang, Tang & Power, 2003). La reacción de Maillard depende de la temperatura y del tiempo que dura el tratamiento térmico (Ho, Chou, Chua, Mujumdar & Hawlader, 2002).

Se han realizado trabajos para determinar la influencia del sistema de secado sobre el color de las muestras obtenidas. Silva e Ignatiadis hicieron una revisión de trabajos sobre degradación del color por tratamientos térmicos y la cinéticas para algunas frutas y vegetales, encontrando que la mayoría de los reportes indican que son de primero y cero orden (Avila & Silva, 1999).

El color de un producto se puede especificar con tres coordenadas obtenidas con el colorímetro. El sistema que utiliza

la escala CIELAB, que define L^* , a^* y b^* , es el que se emplea con mayor frecuencia para medir color en los alimentos. L^* mide la luminosidad, b^* indica el cambio de color de azul a amarillo, y a^* indica el cambio de verde a rojo (Avila & Silva, 1999).

La diferencia de color total ΔE entre el patrón (pulpa) y el polvo final obtenido, se calcula mediante la expresión (Jaya & Das, 2003):

$$\Delta E = \sqrt{(L_0^* - L_p^*)^2 + (a_0^* - a_p^*)^2 + (b_0^* - b_p^*)^2}$$

Dónde:

L_0^*, a_0^* y b_0^* Son valores de L^* , a^* y b^* del patrón y L_p^*, a_p^* , y b_p^* son los del polvo.

2.10. VIDA UTIL

La vida útil de un producto depende de factores ambientales, de la humedad, de la temperatura de exposición, del proceso térmico al que se somete y de la calidad de las materias primas, entre otros. El efecto de estos factores se manifiesta como el cambio en las cualidades del alimento que evitan su venta: cambios de sabor, color, textura o pérdida de nutrientes se refiere a que el final de la vida útil de un producto se alcanza cuando ya no mantiene las cualidades requeridas para que el consumidor final lo utilice. García y Molina M. (2008).

Xiong y Hernandez (2002), afirman que la vida útil está íntimamente relacionada con la calidad del alimento y de esto son conscientes tanto los productores como los consumidores, por lo que la FDA (Food and Drug Administration) y la USDA exigen declarar la vida útil del producto indicando claramente la fecha de expiración en los empaques o container. indica que esencialmente, la vida útil de un alimento, es decir, el periodo que retendrá un nivel aceptable de su calidad alimenticia desde el punto de vista de la seguridad y del aspecto organoléptico, depende de cuatro factores principales; conocer la formulación, el procesado, el empaçado y las condiciones de almacenamiento. Actualmente dentro de la terminología del procesamiento moderno estos factores son orientados en el concepto de HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point), donde se comprende una metodología del control de calidad que apunta a asegurar una "alta calidad". Estos cuatro factores son críticos pero su relativa importancia depende de la peresibilidad del alimento. La vida útil de un alimento es el periodo de tiempo en el que, con unas circunstancias definidas, el producto mantiene unos parámetros de calidad específicos. Labuza, T. et al. (1999).

El concepto de calidad engloba aspectos organolépticos o sensoriales, como el sabor o el olor, nutricionales, como el contenido de nutrientes, o higiénico-sanitarios, relacionados de forma directa con el nivel de seguridad alimentaria. Estos

aspectos hacen referencia a los distintos procesos de deterioro: físicos, químicos y microbiológicos, de tal manera que en el momento en el que alguno de los parámetros de calidad se considera inaceptable, el producto habrá llegado al fin de su vida útil. En la actualidad, se han desarrollado nuevas herramientas, como la microbiología predictiva, para estudiar la respuesta de crecimiento de microorganismos frente a los factores que afectan al alimento y poder predecir qué ocurrirá durante su almacenamiento Citado por García, C. et al (2008).

2.10.1. CINETICA DEL DETERIORO DE LOS ALIMENTOS Y PREDICCIÓN DE LA VIDA ÚTIL

Los alimentos son sistemas físico-químicos y biológicamente activos, por lo tanto la calidad de los alimentos es un estado dinámico que se mueve continuamente hacia niveles más bajos. Así pues, para cada alimento particular, hay un periodo de tiempo determinado, después de su producción, durante el cual mantiene el nivel requerido de sus cualidades organolépticas y de seguridad, bajo determinadas condiciones de conservación. Este periodo se define como vida útil del alimento. Citado por (Monje, 2003).

Según CASP y ABRIL (1999), la cinética de deterioro de los alimentos se puede expresar matemáticamente por medio de ecuaciones de relación. Aplicando principios fundamentales de

la cinética química, los cambios en la calidad de los alimentos pueden, en general, expresarse como una función de la composición de los mismos y de los factores ambientales:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = F(C_i, E_j)$$

Dónde:

- C_i , son factores de composición, tales como composición de algunos compuestos de reacción, enzimas, pH, actividad de agua, así como población microbiana.
- E_j , son factores ambientales tales como temperatura, humedad relativa, presión total y parcial de diferentes gases, luz, etc.

La mayoría de las reacciones estudiadas en los alimentos, se han caracterizado como de orden cero o de primer orden. En la tabla 08 se indican algunos ejemplos significativos de reacciones de pérdida de calidad en alimentos. (Hough, 2010).

Reacción de orden cero. Una característica de las reacciones de orden cero es la relación lineal entre el atributo de calidad, Q y el tiempo de la reacción, t . Toledo, R., (1991).

Una disminución lineal del atributo implica que su variación con respecto al tiempo es constante, y que, por lo tanto, la pérdida de dicho atributo no depende de su concentración. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. Diversas investigaciones han sugerido

que las reacciones que ocurren en alimentos, como degradación enzimática, oxidación lipídica (responsable de la rancidez en productos altamente grasos) y pardeamiento no enzimático (encargada del oscurecimiento de alimentos ricos en carbohidratos) se comportan de orden cero. (Charm, 2007) así: En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil. (Singh, 2000)

Tabla 08: Reacciones de pérdida de calidad que siguen cinéticas de orden cero y primer orden.

ORDEN CERO	Calidad global de alimentos congelados, rancidez. Pardeamiento no enzimático
PRIMER ORDEN	Pérdida de vitaminas Muerte/desarrollo microbiano Pérdida de color por oxidación Pérdida de textura en tratamientos térmicos

FUENTE: CASP y ABRIL (1999).

El empleo de una ecuación de orden cero es útil en la descripción de procesos tales como la degradación enzimática, el pardeamiento no enzimático y la oxidación de lípidos que lleva al desarrollo de olores rancios. Citado por Morales, 2009; Según (Brody, 2003).

La literatura ha descrito reacciones de primer orden como las reacciones de crecimiento y muerte microbiana, rancidez en ensaladas y vegetales secos, producción de limo y olores producto de la degradación enzimática, pérdidas vitamínicas y pérdidas de calidad proteica. Citado por Jones, 2000. Según Labuza, 1982. Los cambios fisiológicos van acompañados de un aumento en la tasa de respiración y producción de etileno, una pérdida de sabor, color y vitaminas, acelerándose también los procesos de ablandamiento y oscurecimiento del tejido, con la consecuente pérdida de calidad y reducción de la vida de anaquel.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES Y EQUIPOS

3.1.1. MATERIA PRIMA

Para determinar los parámetros óptimos de la pasta de rocoto se utilizó como materia prima: rocoto de la variedad *Capsicum Pubescens* en estadio 6, proveniente de la provincia de Yungay, Región Ancash. Estos no deben presentar daños por insectos o enfermedades.

3.1.2. INSUMOS

- Sal yodada (NaCl)
- Aceite vegetal
- Ácido cítrico (C₆H₈O₇)

3.1.3. REACTIVOS

- Etanol (C₂H₆O)
- Solución amortiguadora de pH 2.8
- Agua destilada
- Solución tolueno.
- Sal de amonio (alquilbencildimetilamonio cloruro para síntesis).
- Solución Amortiguadora de Ph:2.8

3.1.4. MATERIALES DE LABORATORIO

- Agitador magnético (Burnstead/ Thermolywe U.S.A)
- Vasos de precipitación 50, 100, 250 y 500 ml
- Matraz de separación
- Papel filtro whatman
- Probetas marca pirex de 25, 50 ml.
- Espátula
- Pipetas de 1,2,5 y 10 ml

3.1.5. MATERIALES DE COCINA

- Cuchillo
- Colador
- Cuchara sopera metálica.
- Recipientes (plásticos y vidrios)
- Paletas de madera
- Cacerolas u ollas
- Envases de vidrio con tapa metálica

3.1.6. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- ESPECTROFOTÓMETRO UV



Figura 11: Espectrofotómetro Uv, Marca Turner – Barnstead International, Modelo N°:SM110250-33

- COLORÍMETRO CHROMA METER:



Figura 12: Colorímetro Chroma Meter: Marca Konica Minolta Modelo Cr – 400, Japan

- **PH-METRO**



Figura 13: pH-metro.mod. P4-506. Crison

- **HIDROLAB**



Figura 14: HIDROLAB, marca Rotronic, modelo Aw – Dio

- **TERMÓMETRO**



Figura 1: Termómetro, Marca Taylor 9878

- **BALANZA ANALÍTICA**



Figura 16: Balanza Analítica. Ohaus Scout Pro, balanza con RS232

- **BALANZA DIGITAL INDUSTRIAL**



Figura 17: Balanza Digital Industrial, marca Adam, modelo QBW-6000.

- **REFRACTÓMETRO**



Figura 18: Refractómetro modelo N-1E, rango escalar de: 0,0 a 32°brix, escala mínima de 0,5.

- **ESTUFA**



Figura 19: Estufa, marca Blue-M, modelo SW – 17TC-1

- **COCINA INDUSTRIAL**



Figura 20: Cocina industrial, marca lolytech

- **LICUADORA INDUSTRIAL**



Figura 21: Licuadora Industrial, modelo JPM 3 velocidades calidad 304

- **EXHAUSTING**



Figura 22: Exhausting, marca Jimey, modelo Jm-pqx

- **BURETA**



Figura 23: Bureta digital, marca Continuous-RS

3.2. DESCRIPCIÓN TECNOLÓGICA DE LA ELABORACIÓN DE LA PASTA DE ROCOTO

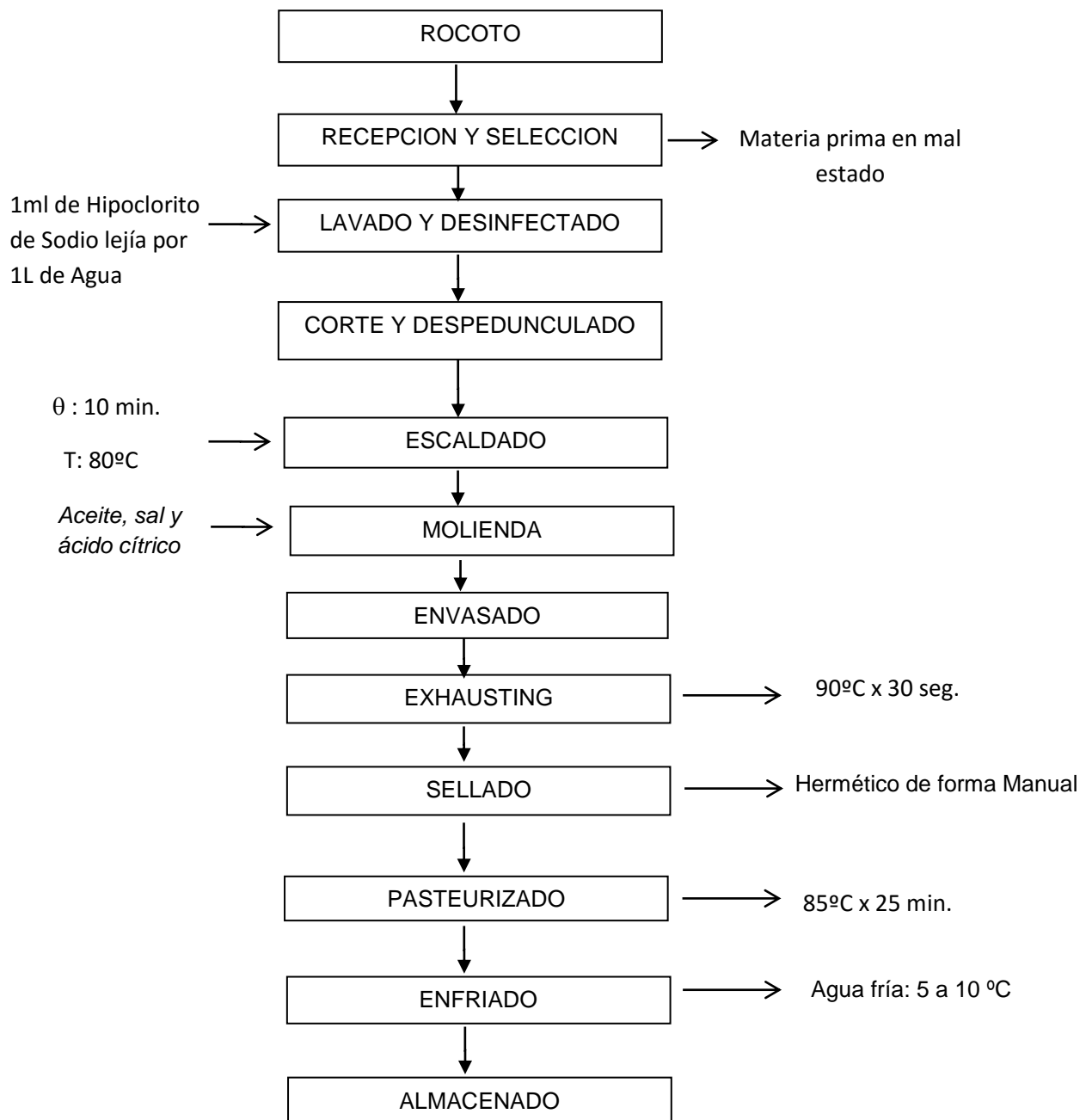


Figura 24: Descripción tecnológica del proceso elaboración de la pasta de rocoto.

A continuación se detallan los pasos más importantes en la elaboración de la pasta. (Ver Anexo 1)

A. MATERIA PRIMA

La materia prima a emplear será el rocoto de la especie *Capsicum Pubescens*, proveniente de la provincia de Yungay, Región Ancash.

B. RECEPCION Y SELECCIÓN

Etapa de verificación de la calidad de la materia prima, las mismas serán recepcionadas en la planta piloto Agroindustrial de la universidad nacional del santa, para luego ser colocados en las mesas de aluminio (zona de corte), donde se procederá a realizar una apreciación visual para seleccionar los frutos en buen estado de aquellos frutos que hayan sufrido algún tipo de deterioro mecánico, microbiológico, deformaciones, daños de insectos y coloración extraña.

C. PESADO

Se procede a pesar los frutos seleccionados en buen estado según la cantidad de envases que requeriremos (200g pasta/envase), mediante el pesado se podrá a cabo un rendimiento adecuado de las mismas, dicha operación se realiza en una balanza analítica.

D. LAVADO Y DESINFECTADO

Esta operación se realiza con agua potable, adicionando 1 ml de hipoclorito de sodio (lejía), por un litro de agua, con la finalidad de eliminar microorganismos. Esta operación consiste en eliminar diversas sustancias que contaminan dejando la superficie en condiciones adecuadas a su posterior procesamiento. (Fellows, 1994)

E. CORTE Y DESPENDUNCULADO

Esta operación solo se realiza en el rocoto, para ello se coloca unos guantes quirúrgicos, por dos razones uno evitar la contaminación y el otro evitar el ardor en las manos debido a la manipulación de los mismos. Una vez colocados los guantes se procede a cortar el pedúnculo, cortar en dos partes el fruto para luego proceder a sacar todas las semillas que se encuentran adheridas en el centro del fruto.

F. ESCALDADO

Se hará un calentamiento en agua caliente a 80°C, por un tiempo de 10 minutos, con la finalidad principal de eliminar y/o inactivar presencia de patógenos y enzimas que alteren la calidad del producto, fijar el color, al desarrollo del sabor característico de los producto y evitar el pardeamiento durante la molienda.

G. MOLIENDA O LICUADO

Operación que se realiza mecánicamente a través de una licuadora, provista de cuchillas de acero inoxidable hasta obtener la pasta con partículas homogéneas. En esta etapa del proceso se procede a licuar el rocoto, seguidamente adicionando los insumos tales como: sal, aceite y ácido cítrico.

H. ENVASADO

Proceso que se llevara a cabo en caliente, se recomienda envases de vidrio con tapa de metal, cerrado herméticamente, el volumen ocupado por la pasta no será menor al 90% de la capacidad del envase, se utilizara envases de 200gr.

I. EXHAUSTING

Los envases son transportadas por el Exhauster o túnel de vapor a una temperatura mínima de 90° C, por un tiempo de 30 segundos, con la finalidad de eliminar todo el aire que existe dentro del envase para obtener un adecuado vacío y poder evitar futuros defectos (tapas hinchadas) debido a la diferencia de presiones cuando los productos son transportados a zonas de altura.

J. SELLADO

Se realiza de manera manual con mucha fuerza, dando un cerrado hermético.

En esta etapa se debe asegurar la hermeticidad del envase ya que un fallo en esta operación compromete la inocuidad del producto y su estabilidad en el almacén.

K. PASTEURIZADO

Es el tratamiento térmico que buscó estabilizar el producto a fin de darle un tiempo de vida apropiado. Se lleva a cabo el tratamiento térmico de pasteurizado, a temperaturas de 80, 83, 90, 97 y 100 °C, por un tiempo de 10, 11,13,15 y 16 minutos, con la finalidad de inactivar los microorganismos (levaduras y mohos), que podrían afectar la estabilidad de biológica del producto. Los tratamientos térmicos engloban procesos de destrucción por calor de microorganismos (pasteurización, esterilización)

L. ENFRIADO

Conforme se van cerrando los envases, los mismos se van invirtiendo y colocando sobre la mesa de esta manera se favorecer la esterilización de la tapa. Una vez invertidos todos los envases se procede a duchar con agua fría de 5 a 10°C, asegurándose de esta forma el sellado hermético. Según (Brennan, 1998).

El proceso de enfriado tiene como finalidad, 1) la formación de un mejor gel y por ende un mejor producto y 2) para lograr un choque térmico, realizado con esto el proceso de pasteurización (Cubedo, 2001).

M. ALMACENAMIENTO

La pasta envasada será sometida a almacenamiento, en los cuales mediante pruebas se evaluarán las características físicas y organolépticas de la pasta sometido a diferentes tratamientos de pasteurización, a lo largo de un periodo necesario hasta que el índice de color, pungencia y aceptabilidad lo determinen. A temperatura ambiente se determinará la cinética de deterioro y la predicción de vida de anaquel. De esta manera se asegura que el producto llegue en buenas condiciones al consumidor final.

3.3. MÉTODOS DE CONTROL

3.3.1. ANALISIS FISICO QUIMICO DE LA MATERIA PRIMA

3.3.1.1. DETERMINACION DEL PH

El potenciómetro fue calibrado inicialmente a través de soluciones tampón padrones de pH 4.01 a 7.00 en un pH-metro digital, Según el método recomendado por la A.O.A.C. 981.12 (1982) (Ver Anexo 2.1)

3.3.1.2. DETERMINACION DE ACIDEZ

La acidez total fue determinada según el método AOAC N° 950.07 (1995). (Ver Anexo 2.2). Sus resultados son expresados en porcentaje de ácido cítrico.

3.3.1.3. DETERMINACION DE SOLIDOS SOLUBLES

El contenido de sólidos solubles fue determinado directamente por lectura en el refractómetro de precisión ABBE. (Ver Anexo 2.3).

3.3.1.4. DETERMINACION DE HUMEDAD

El porcentaje de humedad fue determinado según el método AOAC (1990). (Ver anexo 2.4). El método se basa en la determinación gravimétrica de la pérdida de masa en estufa de aire a 105°C.

3.3.2. ANALISIS DEL PRODUCTO TERMINADO

3.3.2.1. DETERMINACION DE Ph

El potenciómetro fue calibrado inicialmente a través de soluciones tampón padrones de pH 4.01 a 7.00 en un pH-metro digital, Según el método recomendado por la A.O.A.C. (1995) (ver anexo 2.1)

3.3.2.2. DETERMINACION DE SOLIDOS SOLUBLES

El porcentaje de sólidos solubles fue determinado directamente por lectura en el refractómetro de precisión ABBE. (Ver anexo 2.3).

3.3.2.3. DETERMINACION DE ACIDEZ

La acidez total fue determinada según el método AOAC N° 950.07 (1995). (Ver Anexo 2.2).

3.3.2.4. DETERMINACION DEL CONTENIDO DE CAPSAICINA

Se utilizó, la estandarización de la metodología espectrofotométrica de Fernando Enrique López-Hernández Et. al. (Ver anexo 4).

3.3.2.5. DETERMINACION DE PUNGENCIA EN UNIDADES SCOVILLE (SHU)

Para determinar la pungencia, se expresa la concentración de capsaicina presente en unidades scoville (SHU). (Ver anexo 5).

3.3.2.6. DETERMINACION DE COLOR

Se determinó un método analítico a través del método CIELAB, mediante uso de colorímetro Chroma Meter. (Ver Anexo 3).

3.3.2.7. DETERMINACION DE LA ACTIVIDAD DE AGUA (Aw)

La actividad del agua (Aw) es medida mediante un higrómetro en el cual se determina el % H.R. (Humedad Relativa) de la muestra y del agua pura (100% H.R.) a la misma temperatura. (Anexo 2.5)

3.3.3. DETERMINACION DEL TIEMPO DE VIDA UTIL DEL PRODUCTO TERMINADO

3.3.3.1. EVALUACIONES SENSORIALES

Para poder evaluar el tiempo de vida útil se definió el indicador de calidad como la aceptabilidad (análisis sensorial: color, olor, sabor y pungencia).

Para la evaluación sensorial del producto final se realizó ensayos sensoriales del tipo hedónica a los atributos de color, olor y sabor, evaluados cada semana por un panel sensorial para medir la respuesta de los consumidores en gusto o aversión hasta ser rechazada para ello los frascos estuvieron almacenados a temperatura ambiente; los puntajes fueron expresados en una escala hedónica del 1 a 9, donde el puntaje 9 es: me gusta muchísimo y el puntaje 1 es: me disgusta muchísimo. (Ver anexo 6).

3.3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

La actividad de la pasta de rocoto, para los fines de este estudio se realizó un planeamiento experimental mediante un Delineamiento Compuesto Central Rotacional (DCCR_{2V}), $DCCR_{2V} = 2^2 + 2x2 + 3PC$, donde las variables independientes son las temperaturas (°C) y tiempos (min).

Los niveles varían en $-\alpha$, -1, 0, +1, + α ; los valores reales correspondientes se encuentran en la tabla 09.

Tabla 09: Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 2² incluyendo 8 ensayos, en condiciones factoriales y axiales, y 3 repeticiones en el punto central.

Variables Independientes	Niveles				
	$-\alpha$	-1	0	+1	α
Temperatura (°C)	80	83	90	97	100
Tiempo (min)	10	11	13	15	16

Once fueron los ensayos realizados, cuatro ensayos factoriales, 4 ensayos en condiciones axiales y tres repeticiones del punto central. En la tabla 9 representa el planeamiento experimental

utilizado. Los ensayos fueron realizados en 3 días. La secuencia de ejecución de los experimentos fue aleatoria, definida a través de un sorteo previo, excepto para los puntos centrales.

Tabla 10: Valores codificados y valores reales del Diseño Central Compuesto Rotacional 2².

Ensayos	VALORES CODIFICADOS*		VALORES REALES	
	V ₁	V ₂	Temperatura (°C)	Tiempo (min)
1	-1	-1	83	11
2	+1	-1	97	11
3	-1	+1	83	15
4	+1	+1	97	15
5	-α	0	80	13
6	+α	0	100	13
7	0	-α	90	10
8	0	+α	90	16
9	0	0	90	13
10	0	0	90	13
11	0	0	90	13

*Elaborado sobre el paquete STATISTICA, STATSOFT- USA, versión 8.0

3.3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El programa estadístico Statistica 8.0 (StarSoft – USA) fue utilizado para determinar los efectos de las variables independientes, calcular los coeficientes de regresión, análisis de varianza (ANOVA) y construir las superficies de respuestas con nivel de significancia de 5%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Caracterización de materia prima

Tabla 11: Análisis Fisicoquímico del Rocoto.

Evaluaciones	Rocoto
Determinación de pH	5.21± 0.10
Determinación de Acidez	2.1 ± 0.23
Determinación de humedad	89 ± 0.11
Determinación de solidos solubles	5.1 ± 0.2

Los resultados mostrados en la tabla 10, nos indican que el rocoto tiene como resultado un pH 5.21, resultado similar a lo reportado por (Paita, 2002.), donde reporta un pH de 5.18. Entonces podemos decir que no tiene una diferencia significativa al ser comparado con lo proporcionado con el autor mencionado.

La acidez reportada para el rocoto es de 2.05, similar con lo que se obtuvo por (Marín, 2011), el cual es de 2.12, esto demuestra que no se encontró diferencia significativa.

Con respecto al % de humedad obtenido 89 %, este resultado muestra similitud con lo reportado por los autores (bautista et al, 2012) 89.18 %, (Tello R. 2012), 91.13% y (Paita, 2002) 92.26 %.

El contenido de solidos solubles con 5.1, reporta similitud con lo reportado por (Paita, 2002.), donde se reporta un valor de 5.2 de solido soluble para el rocoto.

4.2. Análisis del producto terminado

4.2.1. Caracterización fisicoquímica de pasta de rocoto

Tabla 12: Característica Físico Química de pasta de rocoto.

Características	PASTA DE ROCOTO
Sólidos solubles (°Brix)	8.00 ± 0.23
Aw	0.735 ± 0.17
Acidez total (%)	1.99 ± 0.26
Ph	4.04 ± 0.13
L (luminosidad)	41.62 ± 0.08
A	20.21 ± 0.2
B	36.44 ± 0.2

Comparando resultados con los presentados en la tabla anterior 11 se observa que los sólidos solubles no disminuyeron, en gran manera debido a la cantidad de sal presente y ácido ascórbico que se usaron durante el proceso.

Según la norma (CODEX STAN 306R-2011) y manteniendo un pH estándar de 4.0 AOAC 981.12 (método general del Codex para la determinación del pH), con lo cual determinamos un pH de 4.04.

La pasta de rocoto presentó una actividad de agua (Aw) de 0.735, el cual se encuentra dentro del rango de inactivación de crecimiento microbiano.

El valor de b (36.44) muestra una tendencia al color amarillo, el valor a (20.21) muestra tendencia al color rojo.

4.2.2. Análisis del contenido de pungencia en producto terminado

Resultados obtenidos de acuerdo planeamiento experimental, se representan en la tabla 13.

Tabla 13: Contenido de capsaicina y pungencia de la pasta de rocoto de acuerdo con el planeamiento experimental.

Ensayos	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Capsaicina (mg/Lt)	Pungencia (SHU)
1	83	11	254.65	76 393.70
2	97	11	124.41	37 322.83
3	83	15	243.46	73 039.37
4	97	15	107.09	32 125.98
5	80	13	262.68	78 803.15
6	100	13	85.98	25 795.28
7	90	10	216.22	64 866.14
8	90	16	190.08	57 023.62
9	90	13	210.83	63 250.39
10	90	13	210.87	63 259.84
11	90	13	210.79	63 236.22

4.2.2.1. Capsaicina de la pasta de rocoto

Los valores obtenidos de capsaicina de la pasta de rocoto de los ensayos del planeamiento varían entre 85.98 y 262.68 mg/Lt.

Como se puede verificar en la tabla 14, para el parámetro capsaicina, los términos que influyen significativamente ($p < 0.05$) son temperatura (L), temperatura (Q), tiempo (L), tiempo (Q).

Tabla 14: Coeficiente de regresión para la respuesta capsaicina de la pasta de rocoto

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(5)	p-valor*
Media	210,87	2,878	73,28	0,00000
x₁ (L)	-64,56	1,762	-36,64	0,00000
x₁ (Q)	-19,85	2,097	-9,47	0,00022
x₂ (L)	-8,18	1,762	-4,64	0,00561
x₂ (Q)	-5,44	2,097	-2,60	0,04850
X₁. X₂	-1,53	2,492	-0,61	0,56549

x₁ =Temperatura; x₂ =Tiempo; L =Término lineal; Q=Término cuadrático

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0,05$).

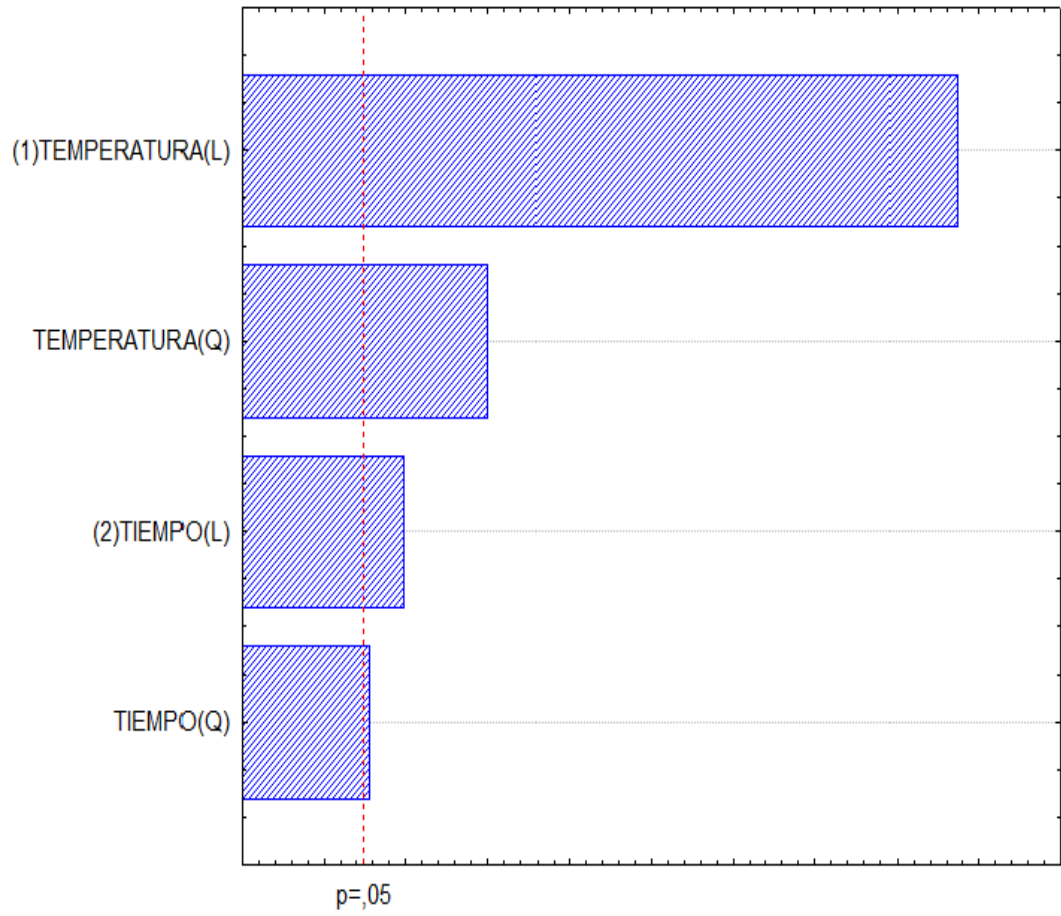


Figura 25: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta capsaicina de la pasta de rocoto.

El análisis de varianza (ANOVA) presentó un coeficiente de regresión $(r)^2$ de 99.63 % y un valor de F calculado (405.4167) mayor al F tabulado (3.98).

Tabla N° 15: Análisis de varianza para la respuesta capsáica de la pasta de rocoto

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (11;0.05)
Regresión	36109.66	4	9027.415		
Residuos	133.60	6	22.267	405.4167	3.98
Total	36243,26	10	3624.326		

Dado los resultados de análisis de varianza, podemos obtener un modelo ajustado de variables codificadas que describe el comportamiento del parámetro capsáica, presentado en la siguiente ecuación:

$$\text{CAPSAICINA} = 210,8700 - 64,5627x_1 - 19,8544x_1^2 - 8,1847x_2 - 5,4444x_2^2$$

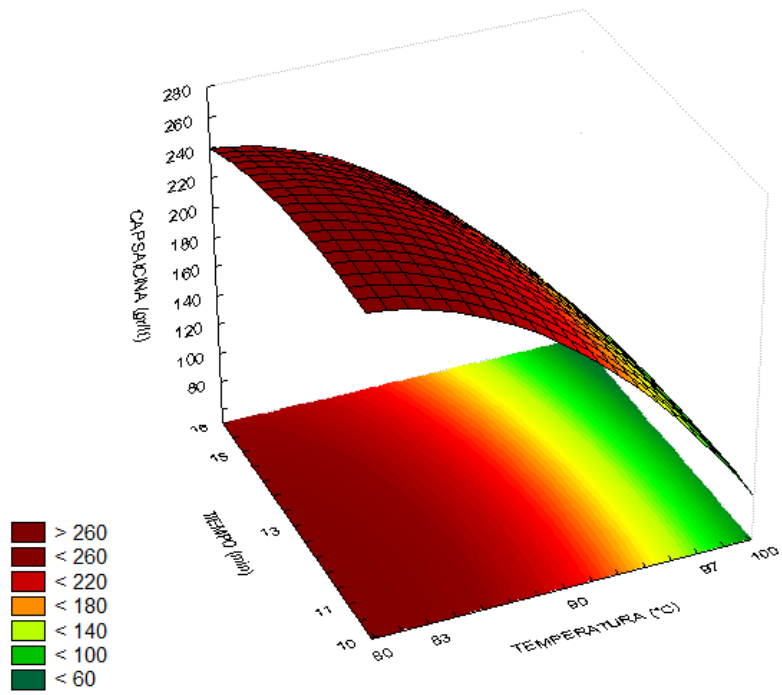
Donde:

x_1 = Temperatura

x_2 = Tiempo

De esta manera fue posible construir una superficie de respuesta y curva de contorno como se muestra en la siguiente figura 26.

a)



b)

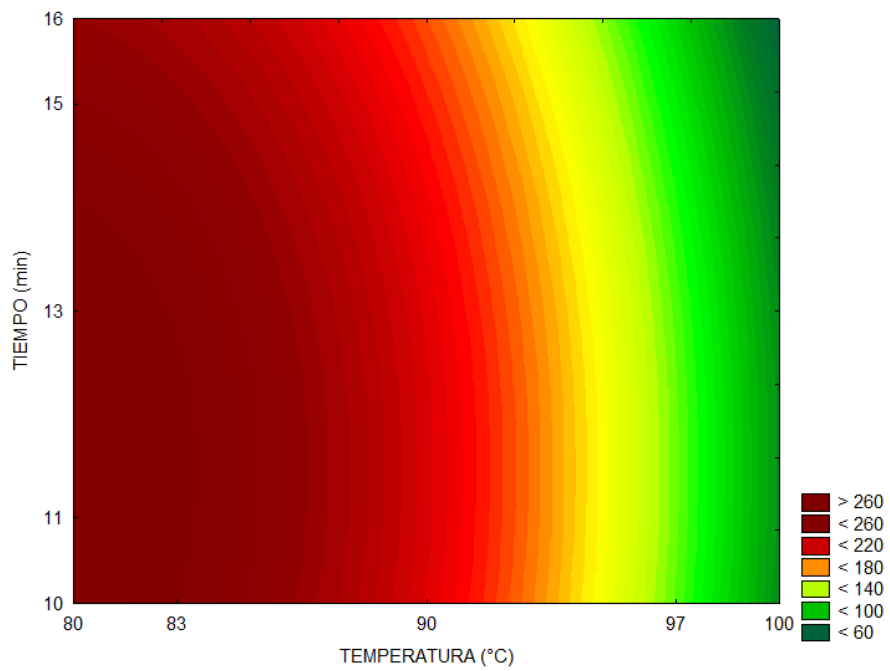


Figura 26: a) Superficie de respuesta, b) Curva de contorno, para la capsaicina de la pasta pasta de rocoto en función del tiempo y temperatura.

A través de la superficie de respuesta y curva de contorno obtenidas para la respuesta capsaicina en la pasta de rocoto como se muestra en la figura 26, que la temperatura presenta mayor influencia significativa ($P < 0,05$) sobre la concentración de capsaicina.

También podemos verificar la existencia de una región óptima para la concentración de capsaicina donde se encuentra una combinación de temperatura (80 a 90 °C) y tiempo (10 a 16 min).

La mayor incidencia sobre la disminución de concentración de capsaicina, a causa del aumento de la temperatura como tratamiento térmico, genera una disminución de 262.68 a 85.98 mg/Lt. (para temperaturas de 80 a 100 °C).

Esta disminución de la concentración de la capsaicina por efecto del tratamiento térmico es muy significativa por el alto grado de oxidación de la capsaicina (Paita, 2013).

Mecanismo de descomposición de capsaicina por efecto de la temperatura, se debe a la fragmentación de los grupos alquilo de capsaicina con una subsecuente oxidación para formar vainillina, posteriormente se origina el rompimiento de vainillina en otros fenoles resultando finalmente alquilamida (Fellows, 2000).

4.2.2.2. Pungencia de la pasta de rocoto

Los valores obtenidos de pungencia de la pasta de rocoto de los ensayos del planeamiento varían entre 25 795.28 y 78 803.15 SHU.

Como se puede verificar en la tabla 16, para el parámetro pungencia, los términos que influyen significativamente ($p < 0.05$) son temperatura (L), temperatura (Q), tiempo (L), tiempo (Q).

Tabla 16: Coeficiente de regresión para la respuesta pungencia de la pasta de rocoto

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(5)	p-valor*
Media	63259,8	863,64	73,25	0,00000
x₁ (L)	-19368,6	528,87	-36,62	0,00000
x₁ (Q)	-5955,7	629,48	-9,46	0,00022
x₂ (L)	-2455,3	528,87	-4,64	0,00562
x₂ (Q)	-1632,9	629,48	-2,59	0,04860
X₁. X₂	-460,6	747,93	-0,62	0,56493

x₁ =Temperatura; x₂ =Tiempo; L =Término lineal; Q=Término cuadrático.

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0,05$).

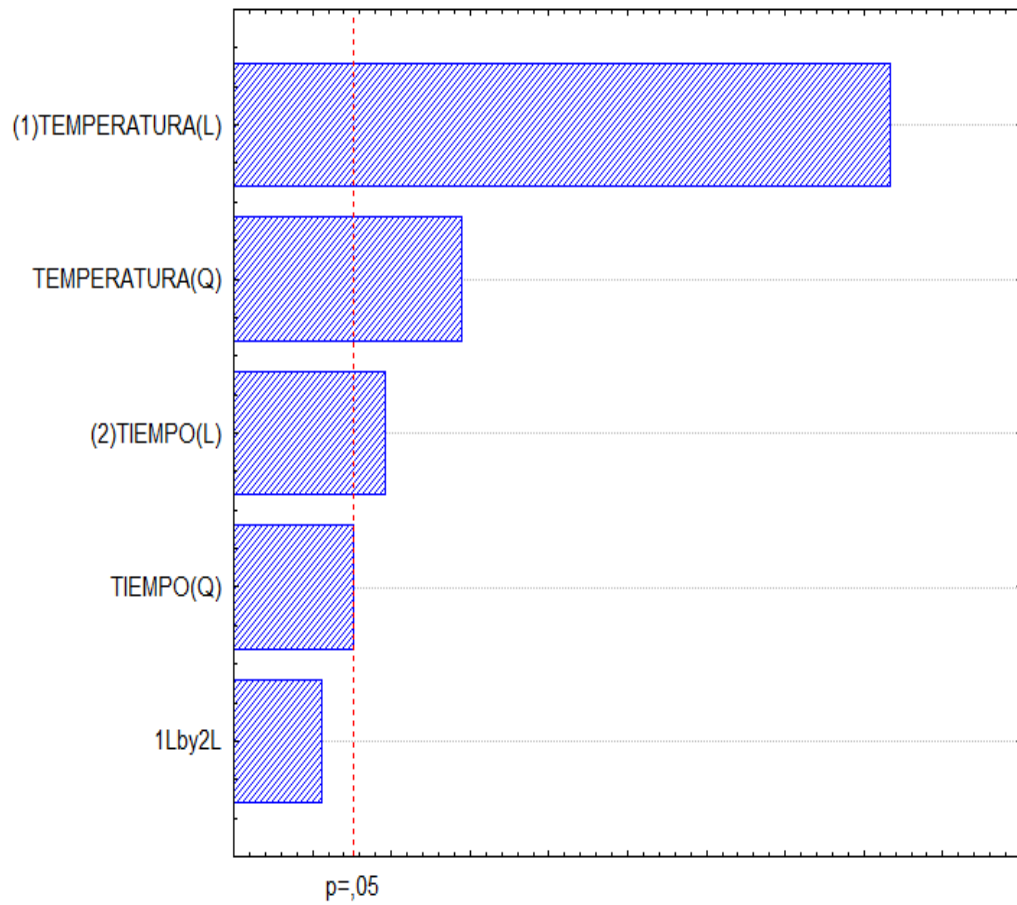


Figura 27: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta pungencia de la pasta de rocoto.

El análisis de varianza (ANOVA) presentó un coeficiente de regresión $(r)^2$ de 99.63 % y un valor de F calculado (404.9842) mayor al F tabulado (3.98).

Tabla N° 17: Análisis de varianza para la respuesta pungencia de la pasta de rocoto

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (11;0.05)
Regresión	3.249756E+09	4	812.4390E+06		
Residuos	1,203684E+07	6	2.0061E+06	404.9842	3.98
Total	3,261793E+09	10	326.1793E+06		

Dado los resultados de análisis de varianza podemos obtener un modelo ajustado de variables codificadas que describe el comportamiento del parámetro pungencia, presentado en la siguiente ecuación:

$$\text{PUNGENCIA} = 63259,8 - 19368,6x_1 - 5955,7x_1^2 - 2455,3x_2 - 1632,9x_2^2$$

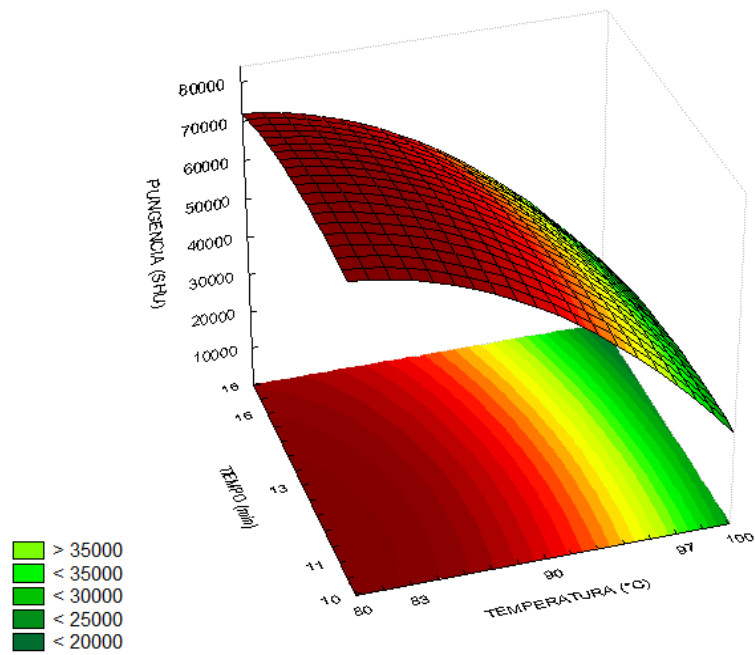
Donde:

x_1 = Temperatura

x_2 = Tiempo

De esta manera fue posible construir las superficies de respuestas como se muestra en la figura 28.

a)



b)

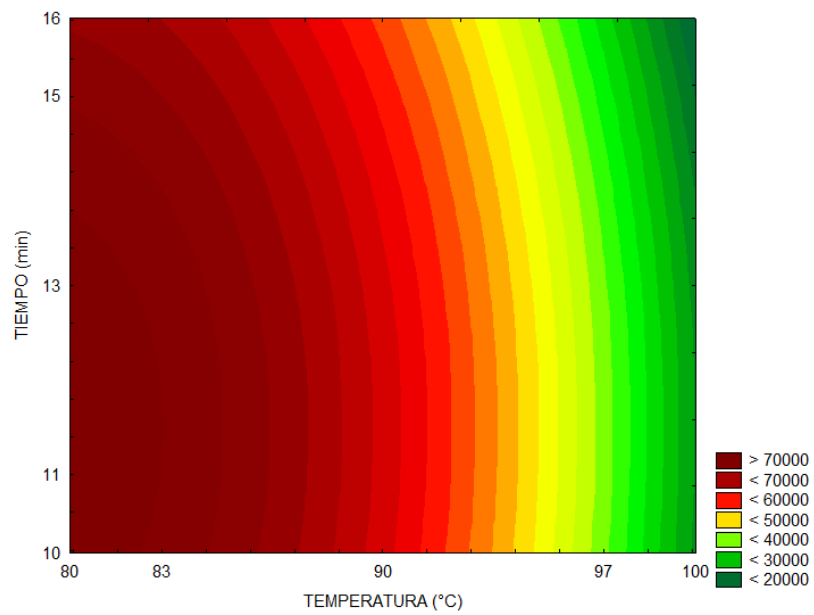


Figura 28: a) Superficie de respuesta, b) curva de contorno, para la pungencia de la pasta de rocoto en función del tiempo y temperatura.

A través de la superficie de respuesta y curva de contorno obtenidas para la respuesta pungencia en la pasta de rocoto como se muestra en la figura 28, que la temperatura presenta mayor influencia significativa ($P < 0,05$) sobre la concentración de pungencia, con respecto al tiempo.

La mayor incidencia sobre la disminución de concentración de pungencia, es a causa del aumento de la temperatura como tratamiento térmico, que va desde 78 803.15 a 25 795.28 SHU (con temperaturas de 80 a 100 °C).

La disminución de la concentración de pungencia es dependiente de la concentración de capsaicina, y fue muy significativa por el alto grado de oxidación de la capsaicina (Paita, 2013).

Pero según (Paita, 2013) la medición de la pungencia del rocoto después de un tratamiento térmico puede estar dentro de 15 000 a 32000 SHU. Que es muy cercano a nuestros valores de pungencia obtenida experimentalmente.

También podemos verificar la existencia de una región óptima para la concentración de capsaicina donde se encuentra una combinación de temperatura (80 a 90 °C) y tiempo (10 a 16 min).

4.2.3. Análisis instrumental de color con el planeamiento experimental

Resultados obtenidos de acuerdo planeamiento experimental, se representan en la tabla 18.

Tabla 18: Colorimetría de la pasta de rocoto de acuerdo con el planeamiento experimental.

Ensayos	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Luminosidad (L)	Cromacidad (c)	Angulo de tonalidad (h)	Variación de color (ΔE)
1	83	11	41.88	37.41	59.85	49.23
2	97	11	46.12	43.50	60.91	43.27
3	83	15	42.04	37.82	59.68	48.80
4	97	15	46.42	43.80	60.86	42.93
5	80	13	41.46	36.42	59.67	50.17
6	100	13	47.46	46.40	62.04	41.11
7	90	10	43.96	41.18	61.18	45.88
8	90	16	44.91	42.57	61.12	44.45
9	90	13	44.43	41.67	60.95	45.26
10	90	13	44.40	41.62	60.97	45.31
11	90	13	44.41	41.64	60.96	45.29

4.2.3.1. Luminosidad de la pasta de rocoto

El parámetro de luminosidad de la pasta de rocoto de los ensayos del planeamiento varía entre 41.46 y 47.46. Teniendo en cuenta la escala de 0 (negro) y 100 (blanco).

Como se puede observar en la tabla 19 para el parámetro luminosidad, los términos que influyen significativamente ($p < 0.05$) son temperatura (L).

Tabla 19: Coeficiente de regresión para la respuesta luminosidad de la pasta de rocoto

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(5)	p-valor*
Media	44,440	0,146	303,81	0,00000
x₁ (L)	2,138	0,090	23,87	0,00000
x₁ (Q)	-0,073	0,107	-0,69	0,52330
x₂ (L)	0,225	0,090	2,52	0,05339
x₂ (Q)	-0,086	0,107	-0,80	0,45837
X₁. X₂	0,035	0,127	0,28	0,79338

x₁ =Temperatura; x₂ =Tiempo; L =Término lineal; Q=Término cuadrático

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0,05$).

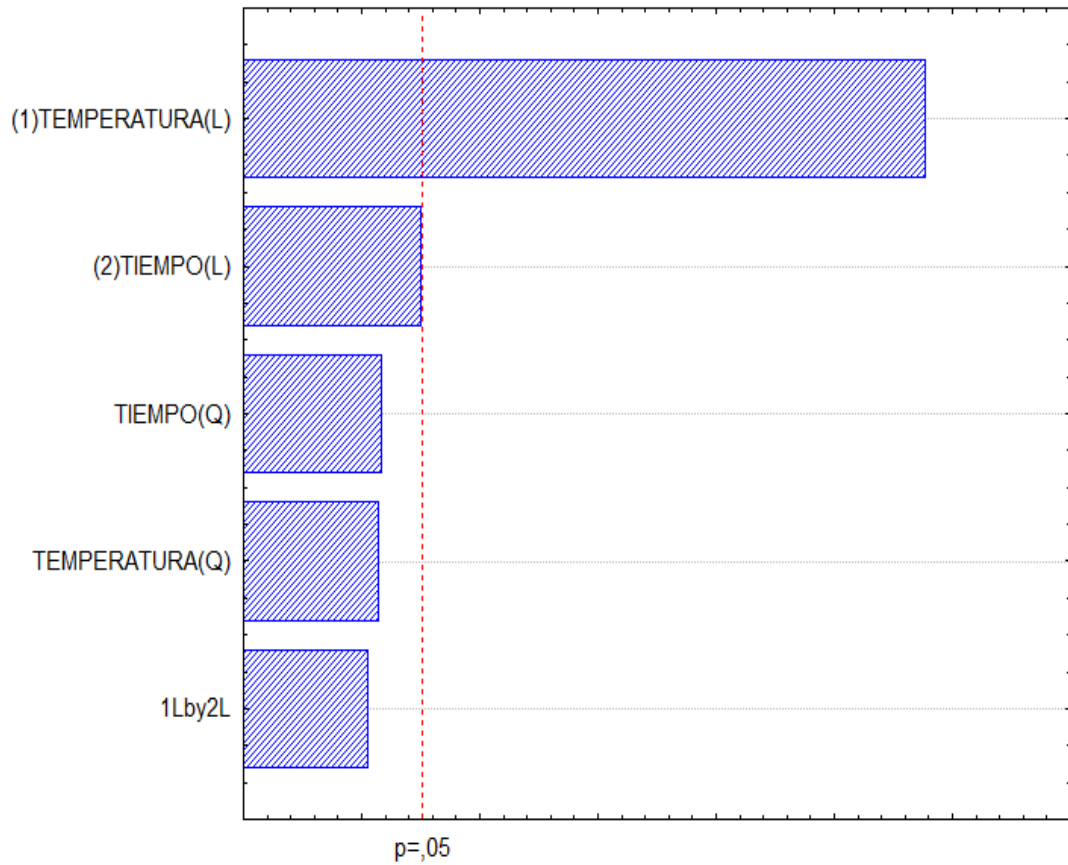


Figura 29: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta luminosidad de la pasta de rocoto.

El análisis de varianza (ANOVA), presentó un coeficiente de regresión $(r)^2$ de 97.89 % y un valor de F calculado (417.5054) mayor que el F tabulado (3.98), tal como se observa en la tabla 20.

Tabla 20: Análisis de varianza para la respuesta luminosidad de la pasta de rocoto

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (11;0.05)
Regresión	36.57347	1	36.57347		
Residuos	0,78804	9	0.0876	417.5054	3.98
Total	37,36187	10	3,736187		

Dado los resultados de análisis de varianza podemos obtener un modelo ajustado de variables codificadas que describe el comportamiento del parámetro luminosidad, presentado en la siguiente ecuación:

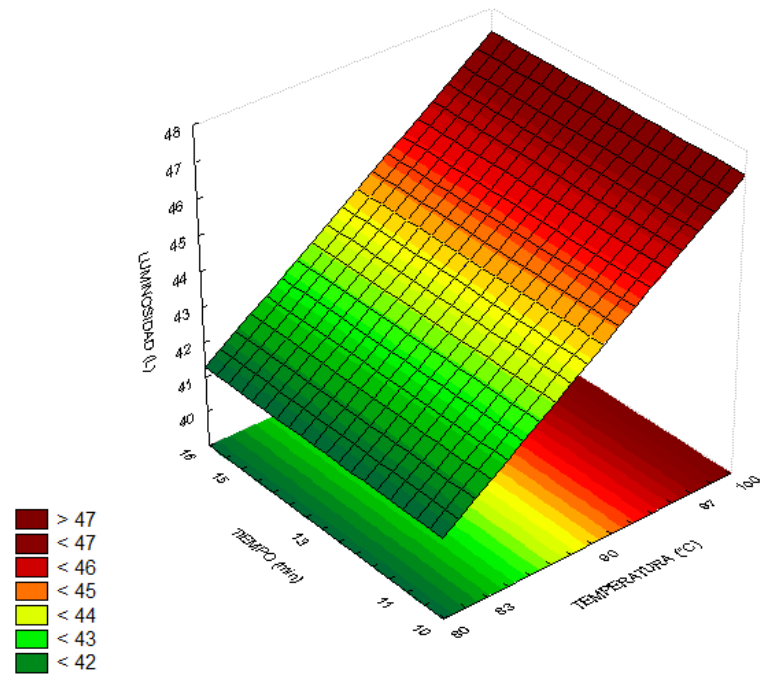
$$\text{LUMINOSIDAD} = 44,440 + 2,138x_1$$

Donde:

$$x_1 = \text{Temperatura}$$

De esta manera fue posible construir una superficie de respuesta y curva de contorno como se muestra en la figura 30.

a)



b)

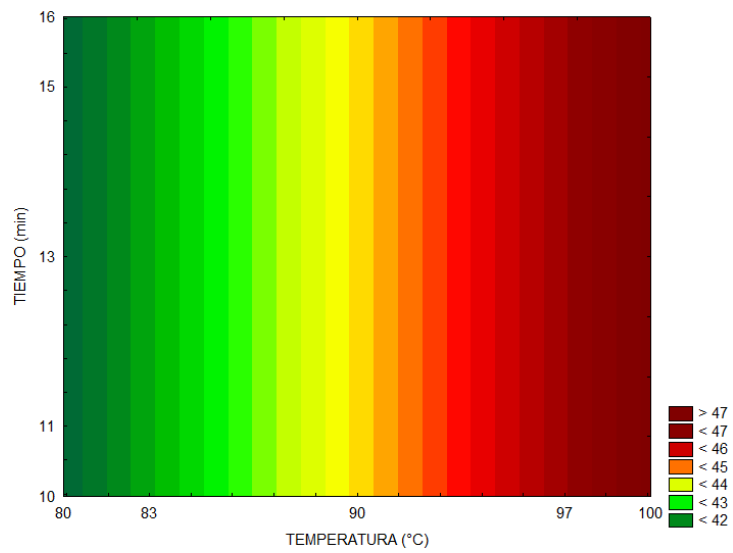


Figura 30: a) Superficie de respuesta, b) Curvas de contorno, para la luminosidad de pasta de rocoto en función del tiempo y temperatura.

A través de la superficie de respuesta y curva de contorno obtenidas para la respuesta luminosidad en la figura 30, podemos verificar que el tiempo no tiene influencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$) sobre el parámetro luminosidad de la pasta de rocoto, porque no se tuvo suficiente capacidad de oxidación de los carotenoides de la pasta con esta variable.

También se observa en la superficie de respuesta y curva de contorno, que la temperatura presenta influencia significativa ($P < 0,05$) sobre el parámetro luminosidad, y que al aumento de la temperatura (80 a 100 °C), se obtiene mayores valores de luminosidad de 41.46 a 47.46, traducándose en una pasta de rocoto de luminosidad más clara.

Los carotenoides, responsables del color rojo, son muy susceptibles a los cambios de temperatura; en particular durante el procesamiento térmico se convierten a epóxidos, disminuyendo el color rojo (Ramaswamy, 2005).

Las pérdidas de color también se presentan debido al incremento de la temperatura por fricción, ocasionando la oxidación de carotenos (Fellows, 2000, Kim S. y col., 2006).

4.2.3.2. Cromacidad de la pasta de rocoto

Los valores obtenidos de cromacidad de la pasta de rocoto de los ensayos del planeamiento varían entre 36.42 y 46.40.

Como se puede verificar en la tabla 21, para el parámetro cromacidad, los términos que influyen significativamente ($p < 0.05$) son temperatura (L).

Tabla 21: Coeficiente de regresión para la respuesta cromacidad de la pasta de rocoto.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(5)	p-valor*
Media	41,660	0,428	97,12	0,00000
x₁ (L)	3,272	0,262	12,46	0,00005
x₁ (Q)	-0,377	0,312	-1,20	0,28122
x₂ (L)	0,334	0,262	1,27	0,25885
x₂ (Q)	-0,145	0,312	-0,46	0,66226
X₁. X₂	-0,027	0,371	-0,07	0,94385

x₁ =Temperatura; x₂ =Tiempo; L =Término lineal; Q=Término cuadrático

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0,05$).

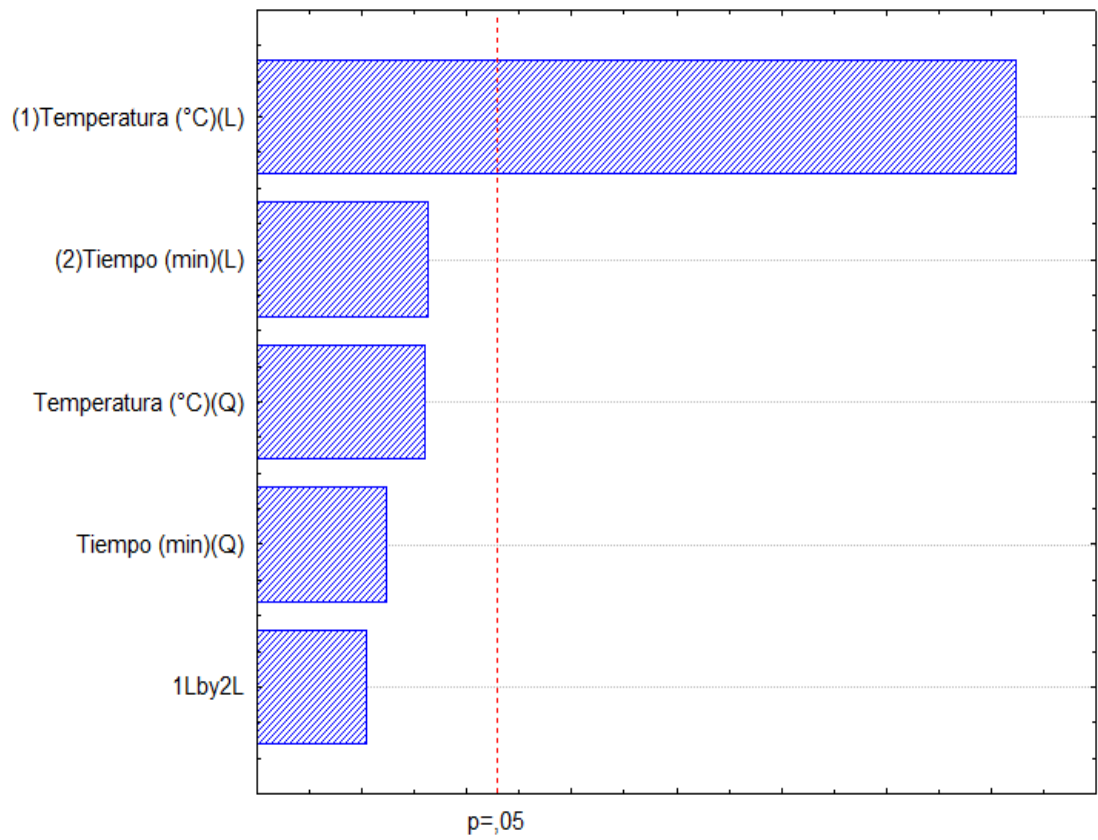


Figura 31: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta cromacidad de la pasta de rocoto.

El análisis de varianza (ANOVA) (tabla 22) presentó un coeficiente de regresión (r^2) de 95% y un valor de F calculado (172,574) mayor que el F tabulado (3.98).

Tabla N° 22: Análisis de varianza para la respuesta cromacidad de la pasta de rocoto

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (11;0.05)
Regresión	85,69926	1	85,69926		
Residuos	4,469340	9	0,496593	172,574	3,98
Total	90,16860	10	9,016860		

En vista de los resultados de análisis de varianza, se pudo obtener un modelo ajustado de variables codificadas que describe el comportamiento del parámetro cromacidad, presentado en la siguiente ecuación:

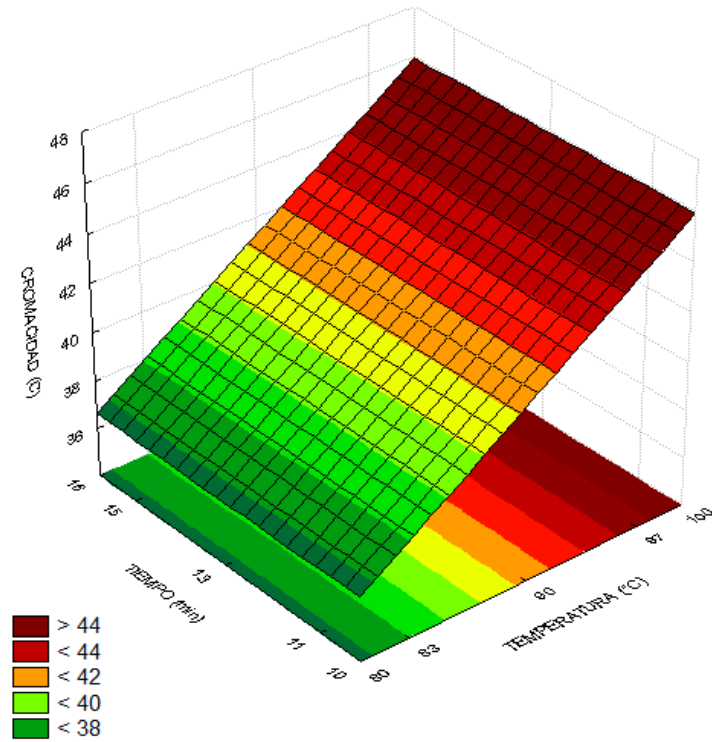
$$\text{CROMACIDAD} = 41,28 + 6,54x_1$$

Donde:

$$x_1 = \text{Temperatura}$$

De esta manera fue posible construir una superficie de respuesta y curva de contorno como se muestra en la figura 32.

a)



b)

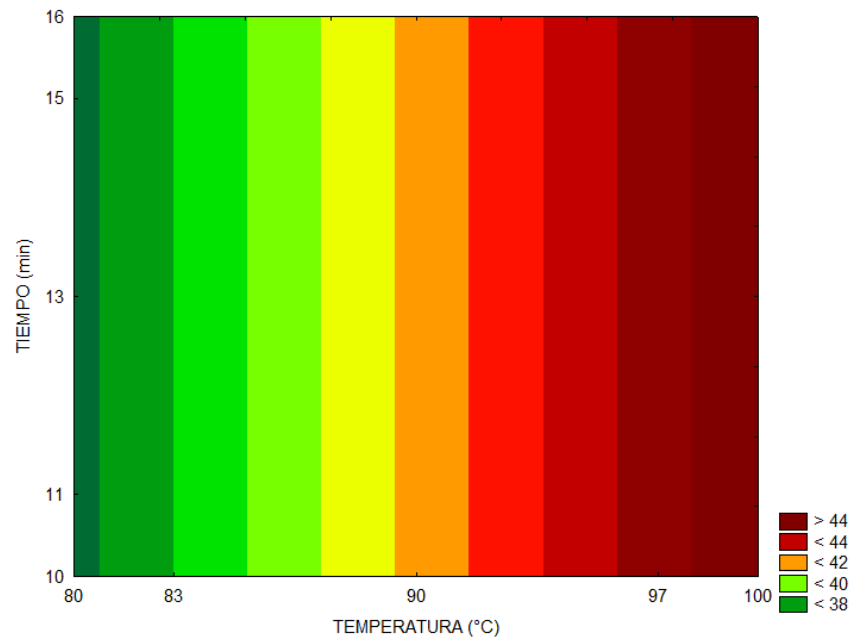


Figura 32: a) Superficie de respuesta, b) Curvas de contorno para la cromacidad de la pasta pasta de rocoto en función de la temperatura y el tiempo.

La figura 32, muestra la superficie de respuesta y curva de contorno obtenidas para la respuesta cromacidad en la pasta de rocoto. A través de este análisis podemos verificar que el tiempo no presenta influencia significativa ($P < 0,05$) sobre el parámetro cromacidad en la pasta de rocoto.

La temperatura presentó influencia significativa ($P < 0,05$) sobre el parámetro cromacidad en la pasta de rocoto, donde se presentó incremento de valores de este componente 36.42 y 46.40.

Incremento de la temperatura, ocasionan la oxidación de carotenos (responsables del color rojo en el Capsicum). (Fellows, 2000, Kim S. y col., 2006).

Los carotenoides, responsables del color rojo, son muy susceptibles a los cambios de temperatura; en particular durante el procesamiento térmico se convierten a epóxidos, disminuyendo el color rojo (Ramaswamy, 2005).

El tratamiento térmico también permitió la destrucción de la actividad residual de las enzimas lipoxigenasa y peroxidasa, responsables de los cambios del color (Paita, 2002)

4.2.3.3. Ángulo de tonalidad de la pasta de rocoto

Para el parámetro ángulo de tonalidad de pasta de rocoto de los ensayos del planeamiento varía entre 59.67 y 62.04.

Como se puede observar en la tabla 23, para el parámetro ángulo de tonalidad, los términos que influyen significativamente ($p < 0.05$) son temperatura (L).

Tabla 23: Coeficiente de regresión para la respuesta ángulo de tonalidad de pasta de rocoto.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(5)	p-valor*
Media	60,980	0,268	227,811	0,00000
x₁ (L)	0,699	0,164	4,264	0,00798
x₁ (Q)	-0,232	0,195	-1,188	0,28801
x₂ (L)	-0,038	0,164	-0,232	0,82539
x₂ (Q)	-0,084	0,195	-0,432	0,68342
X₁. X₂	0,030	0,232	0,129	0,90208

x₁ =Temperatura; x₂ =Tiempo; L =Término lineal; Q=Término cuadrático

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0,05$).

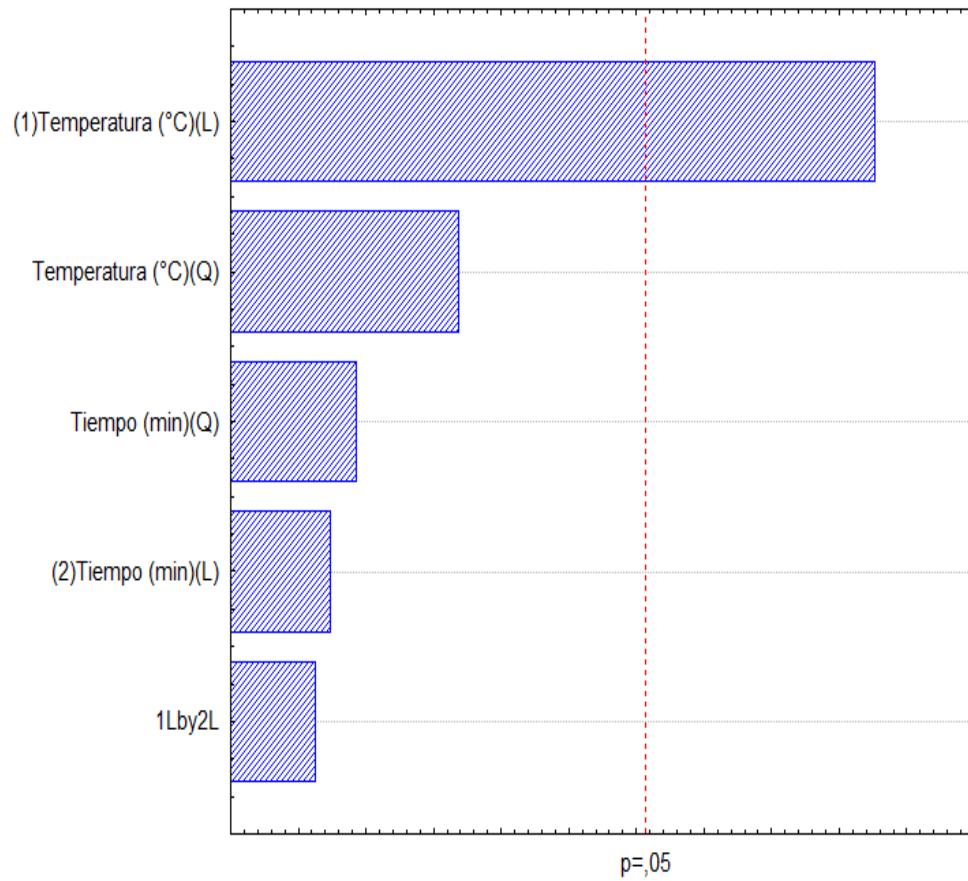


Figura 33: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta angulo de tonalidad de la pasta de rocoto.

El análisis de varianza (ANOVA) (tabla 24) presentó un coeficiente de regresión (r^2) de 74 % y un valor de F calculado (25,211) mayor que el F tabulado (3.98).

Tabla N° 24: Análisis de varianza para la respuesta ángulo de tonalidad de pasta de rocoto

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (11;0.05)
Regresión	3,908369	1	3,908369		
Residuos	1,395231	9	0,155025	25.211	3.98
Total	5,303600	10	0,530360		

Dado los resultados de análisis de varianza podemos obtener un modelo ajustado de variables codificadas que describe el comportamiento del parámetro ángulo de tonalidad, presentado en la siguiente ecuación:

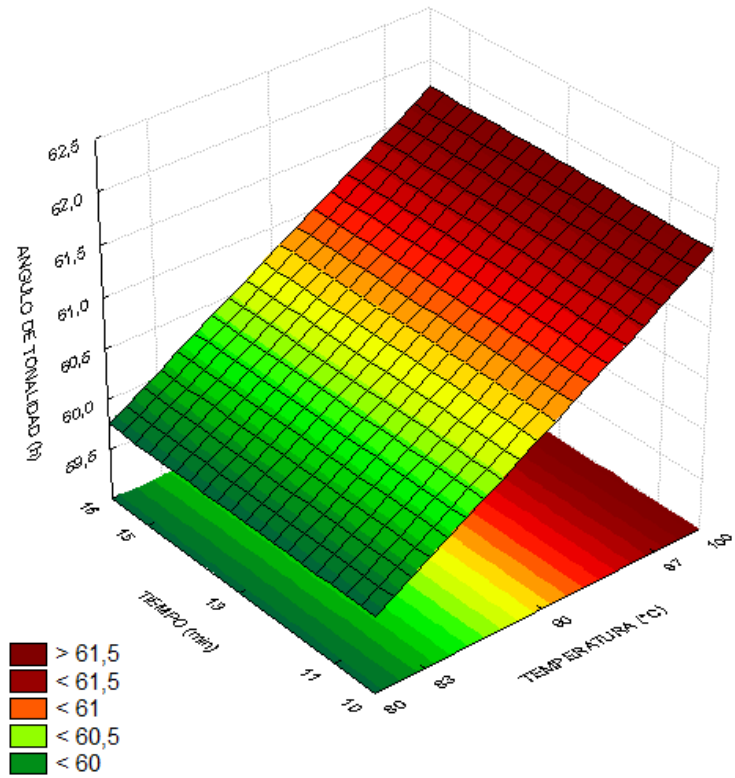
$$\text{ÁNGULO DE TONALIDAD} = 60,75 + 0,69x_1$$

Donde:

$$x_1 = \text{Temperatura}$$

De esta manera fue posible construir las superficies de respuestas como se muestra en la figura 34.

a)



b)

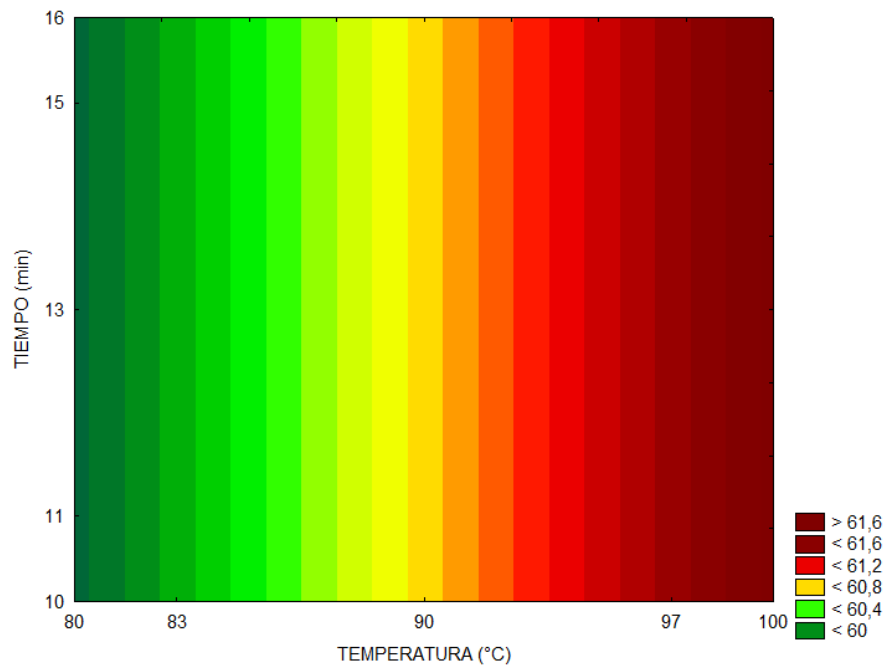


Figura 34: a) Superficie de respuesta, b) Curvas de contorno, para el ángulo de tonalidad de la pasta pasta de rocoto en función del tiempo y temperatura.

La figura 34, muestras la superficie de respuesta y curva de contorno obtenidas para el ángulo de tonalidad en la pasta de rocoto. De estas se puede apreciar que la variable temperatura presenta influencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$) sobre el ángulo de tonalidad.

Caso contrario la variable tiempo no presenta influencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$) en el ángulo de tonalidad.

En el análisis se presenta un incremento en el ángulo de tonalidad de 59.67 a 62.04, traduciéndose en una pasta de tonalidad más clara.

4.2.3.4. Variación de color de la pasta de rocoto

El parámetro de variación de color de pasta de rocoto de los ensayos del planeamiento varía entre 50.17 y 41.11.

Como se puede observar en la tabla 25, para el parámetro variación de color, los términos que influyen significativamente ($p < 0.05$) son temperatura (L).

Tabla 25: Coeficiente de regresión para la respuesta variación de color de pasta de rocoto.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(5)	p-valor*
Media	45,268	0,2793	162,07	0,00000
x₁ (L)	-3,079	0,1710	-18,00	0,00001
x₁ (Q)	0,350	0,2036	1,72	0,14623
x₂ (L)	-0,350	0,1710	-2,05	0,09584
x₂ (Q)	0,110	0,2036	0,54	0,61119
X₁. X₂	0,024	0,2419	0,10	0,92428

x₁ =Temperatura; x₂ =Tiempo; L =Término lineal; Q=Término cuadrático

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0,05$).

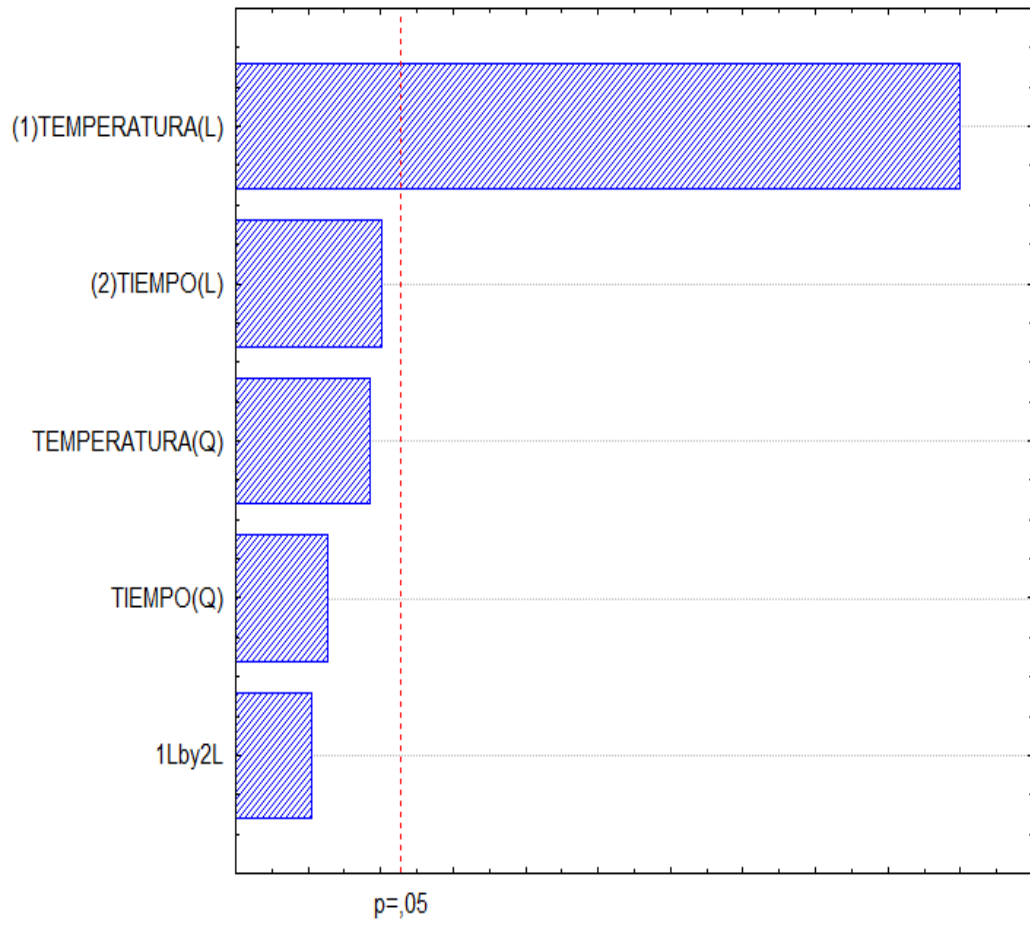


Figura 35: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta variacion de color de la pasta de rocoto.

El análisis de varianza (ANOVA) (tabla 26) presentó un coeficiente de regresión (r^2) de 96.38 % y un valor de F calculado (239.833) mayor que el F tabulado (3.98).

Tabla N° 26: Análisis de varianza para la respuesta variación de color de la pasta de rocoto

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (11;0.05)
Regresión	75.85945	1	75.85945		
Residuos	2,84674	9	0.3163	239.833	3.98
Total	78,70619	10	7.870619		

Dado los resultados de análisis de varianza podemos obtener un modelo ajustado de variables codificadas que describe el comportamiento del parámetro variación de color, presentado en la siguiente ecuación:

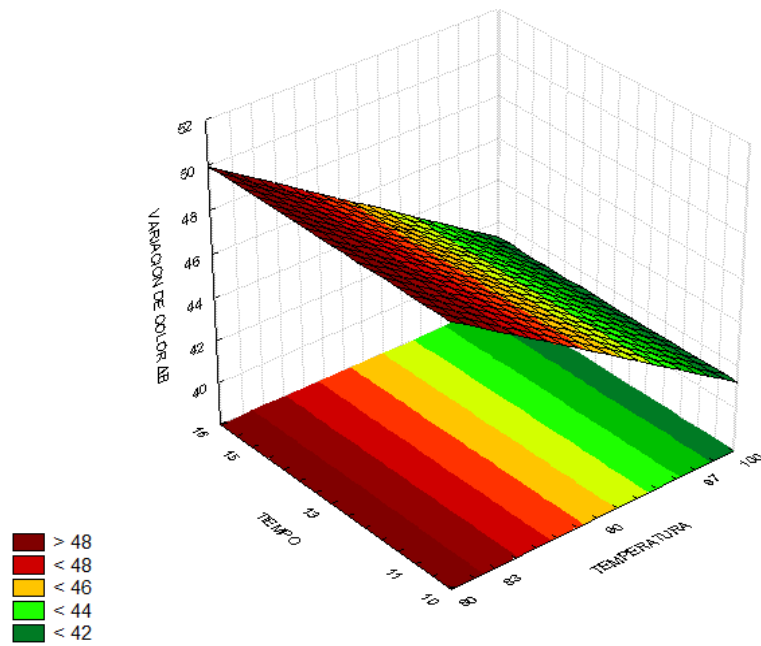
$$\text{VARIACIÓN DE COLOR} = 45.603 - 3.079x_1$$

Donde:

$$x_1 = \text{Temperatura}$$

De esta manera fue posible construir una superficie de respuesta y curva de contorno como se muestra en la figura 36.

a)



b)

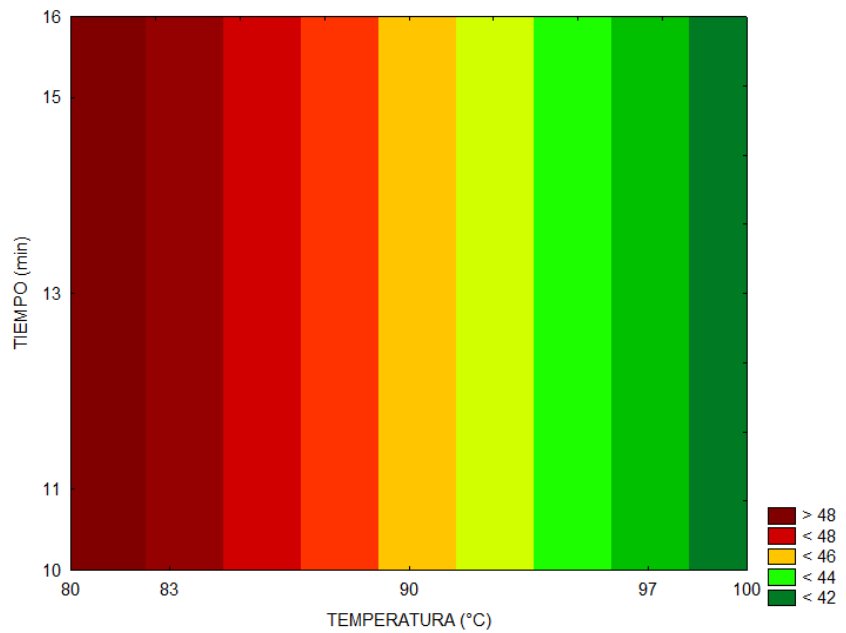


Figura 36: a) Superficie de respuesta, b) Curvas de contorno, para la variación de color de la pasta de rocoto en función del tiempo y temperatura.

Se muestra la superficie de respuesta y curva de contorno obtenidas para la variación de color en la pasta de rocoto en la figura 36. A través de este análisis se puede verificar que la variable tiempo en los tratamientos no presentó influencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$) sobre el parámetro variación de color.

La variable temperatura presenta influencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$) sobre la variación de color.

En el análisis se presenta una variación en los valores de 50.17 a 41.11 en la variación de color, indicando el grado de diferencia de color con respecto a la muestra estándar comercial. Esto a medida que se sintetizan pigmentos como carotenoides por acción de la temperatura. (Ben-Yehoshua, 1985; Rajput y Parulekar, 1998).

4.2.4. Análisis de contenido de actividad de agua (Aw) con el planeamiento experimental

Resultados obtenidos de acuerdo planeamiento experimental, se representan en la tabla 27.

Tabla 27: Contenido de actividad de agua de la pasta de rocoto de acuerdo con el planeamiento experimental.

Ensayos	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Actividad de agua (Aw)
1	83	11	0.723
2	97	11	0.746
3	83	15	0.729
4	97	15	0.748
5	80	13	0.718
6	100	13	0.751
7	90	10	0.739
8	90	16	0.741
9	90	13	0.733
10	90	13	0.735
11	90	13	0.731

4.2.4.1. Actividad de agua de pasta de rocoto

El parámetro actividad de agua de pasta de rocoto de los ensayos del planeamiento varía entre 0.718 y 0.751.

Como se puede observar en la tabla 28, para el parámetro luminosidad, los términos que influyen significativamente ($p < 0.05$) son temperatura (L) y tiempo (Q).

Tabla 28: Coeficiente de regresión para la respuesta actividad de agua de pasta de rocoto.

	Coeficientes de regresión	Error estándar	t(5)	p-valor*
Media	0,7330	0,0010	728,3259	0,0000
x₁ (L)	0,0110	0,0006	17,9841	0,0001
x₁ (Q)	0,0005	0,0007	0,7668	0,47781
x₂ (L)	0,0013	0,0006	2,1962	0,07946
x₂ (Q)	0,0033	0,0007	4,5157	0,00630
X₁. X₂	-0,0010	0,0008	-1,1473	0,30316

x₁ =Temperatura; x₂ =Tiempo; L =Término lineal; Q=Término cuadrático

*Valores estadísticamente significativos al 5% de significancia ($p < 0,05$).

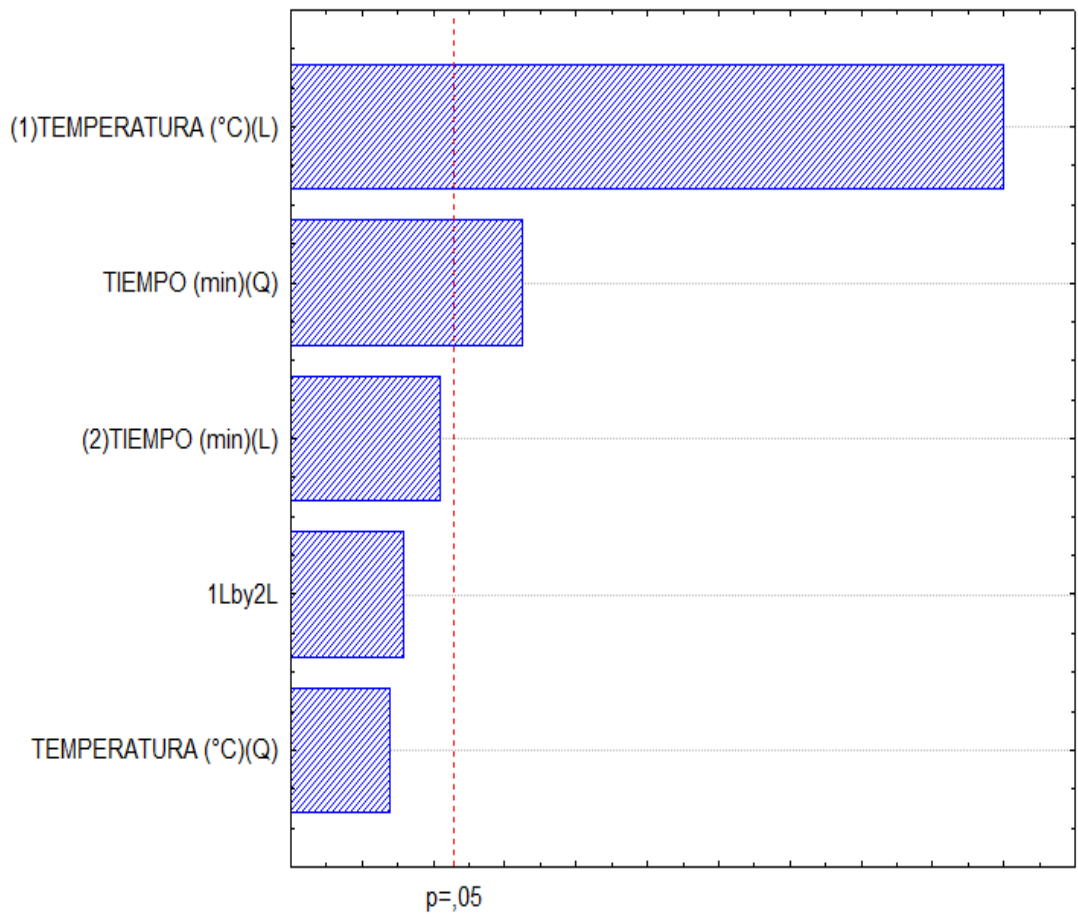


Figura 37: Diagrama de pareto de efectos significativos para la respuesta actividad de agua de la pasta de rocoto.

El análisis de varianza (ANOVA) (tabla 29) presentó un coeficiente de regresión (r^2) de 96,69 % y un valor de F calculado (116) mayor que el F tabulado (3.98).

Tabla N° 29: Análisis de varianza para la respuesta actividad de agua de la pasta de rocoto

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	F tabulado (11;0.05)
Regresión	0,00104	2	0,000522		
Residuos	0,000036	8	0,0000045	116	3.98
Total	0,00108	10	0,000108		

Dado los resultados de análisis de varianza podemos obtener un modelo ajustado de variables codificadas que describe el comportamiento del parámetro actividad de agua, presentado en la siguiente ecuación:

$$\text{ACTIVIDAD DE AGUA} = 0,733 + 0,011x_1 + 0,0033x_2^2$$

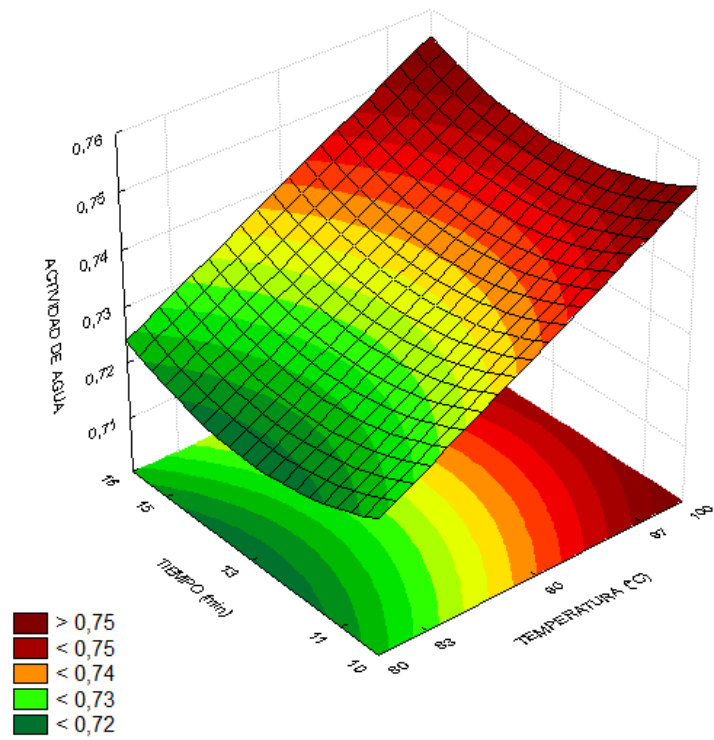
Donde:

x_1 = Temperatura

x_2 = Tiempo

De esta manera fue posible construir una superficie de respuesta y curva de contorno como se muestra en la figura 38.

a)



b)

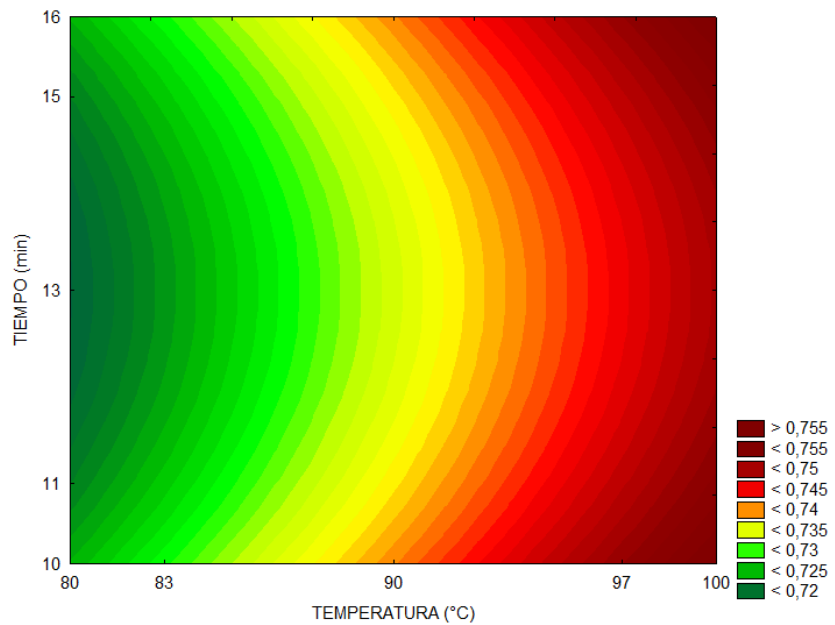


Figura 38: a) Superficie de respuesta, b) Curvas de contorno, para actividad de agua de la pasta pasta de rocoto en función del tiempo y temperatura.

A través del análisis de superficie de respuesta y curva de contorno para la actividad de agua en la pasta de rocoto como se muestra en la figura 38, podemos verificar influencia significativa de la temperatura y el tiempo ($P < 0,05$), presentando mayor influencia la temperatura, causandose efecto en en el parametro a_w , presentado valores de 0.718 a 0.75.

También podemos verificar la existencia de una región óptima para la actividad de agua donde se encuentra una combinación de temperatura (80 a 83 °C) y tiempo (10 a 16 min).

La a_w depende de la temperatura, al influir en uniones del contenido de agua libre, disociación del agua, solubilidad de solutos en agua. El efecto de la temperatura en la a_w es específico de cada producto. “Muy general $\sim 0,002a_w/^\circ\text{C}$ (webinar, 2012).

La actividad de agua afecta al crecimiento de microorganismos, hecho que compromete su vida útil. La mayoría de las bacterias, levaduras y hongos crecen donde haya actividad de agua por encima de 0,95. En el caso de la prevención del *C. botulinum* se considera que la actividad de agua de 0,85 provee un amplio margen de seguridad. (Dennis Dignan, 2006).

4.2.5. Determinación del tiempo de vida útil mediante evaluación sensorial de pasta de rocoto

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 30.

Tabla 30: Resultados de evaluación sensorial a los panelistas.

Tiempo (semana)	Color	Olor	Sabor	Aceptabilidad
1	8.00	7.70	7.45	7.72
2	7.84	7.69	7.32	7.62
3	7.70	7.50	7.20	7.47
4	7.35	7.30	7.10	7.25
5	7.22	7.15	6.85	7.07
6	7.15	6,90	6.52	6.86
7	6.95	6.76	6.35	6.69

4.2.5.1. Color

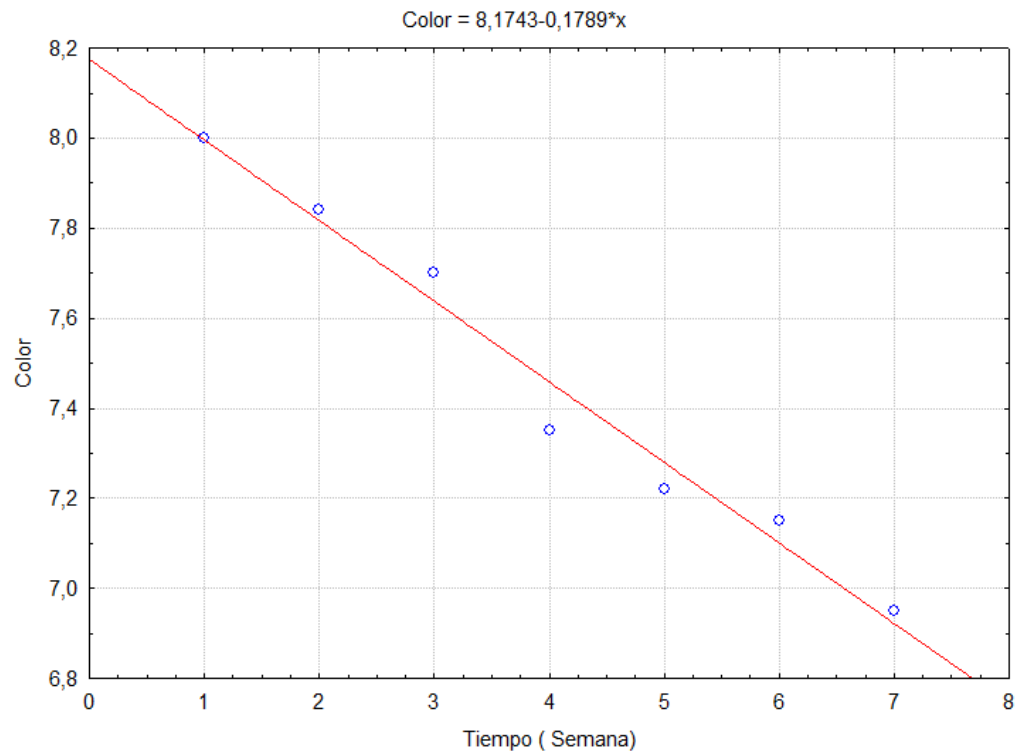


Figura 39: Variación del color en función del tiempo (semanas)

La figura 39, representa la determinación gráfica del tiempo de vida útil de la pasta de rocoto según el promedio de la evaluación sensorial del color, se observa que experimenta un descenso de 0.1789 por cada semana de almacenamiento.

La determinación gráfica del tiempo de vida útil con respecto al análisis sensorial del color fue de 17.7 semanas, que es igual a 124.2 días.

El coeficiente de regresión fue de 97.4% respectivamente. Este resultado indica que el 97.4% de la variabilidad de evaluación sensorial en la característica del color se debió al tiempo de almacenamiento.

Los carotenoides, responsables del color rojo de los chiles, son muy susceptibles a los cambios de temperatura y pH; en particular durante el procesamiento térmico se convierten a epóxidos, disminuyendo el color rojo (Ramaswamy, 2005).

Incremento de la temperatura, ocasionando la oxidación de carotenos (Fellows, 2000, Kim S. y *col.*, 2006).

4.2.5.2. Olor

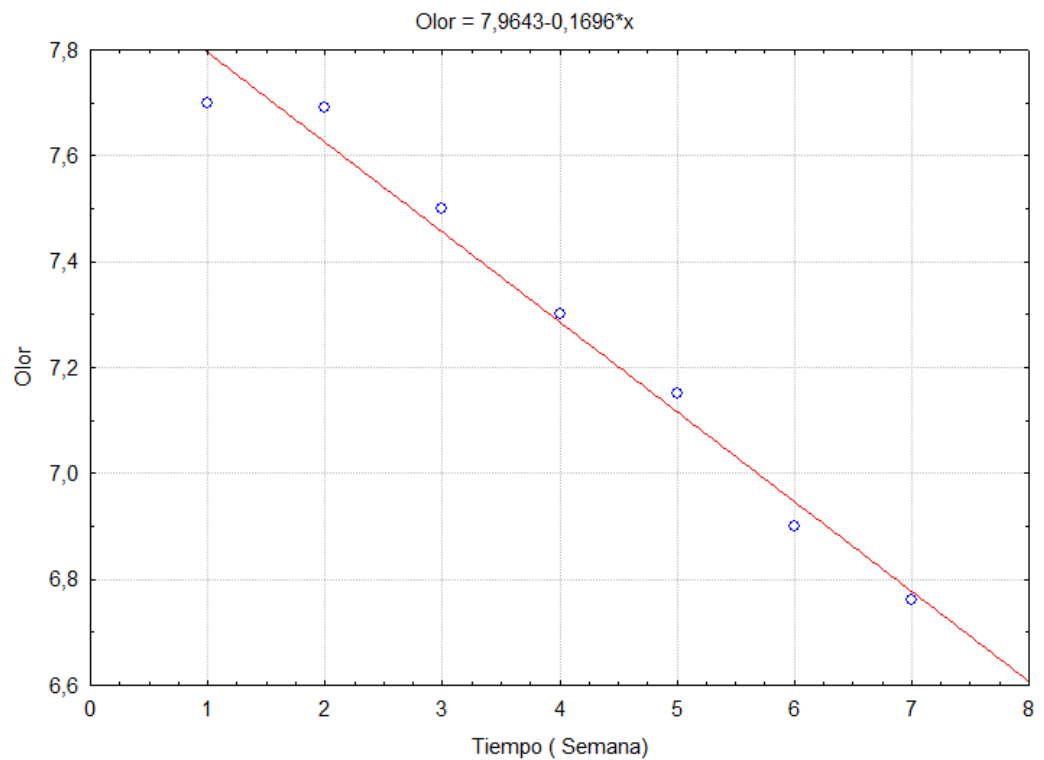


Figura 40: Variación del olor en función del tiempo (semanas).

La figura 40, representa la determinación gráfica del tiempo de vida útil de la pasta de rocoto según el promedio de la evaluación sensorial del olor, se observa que experimenta un descenso de 0.1696 por cada semana de almacenamiento.

La determinación gráfica del tiempo de vida útil con respecto al análisis sensorial del olor fue de 17,4 semanas que es igual a 122.34 días.

El coeficiente de determinación fue de 97.7% respectivamente. Este resultado indica que el 97.7% de la variabilidad de

evaluación sensorial en la característica del olor se debió al tiempo de almacenamiento.

Se debe a la elaboración y tratamiento que se sometió lo que permito la inhibición de microorganismos causante de la oxidación lipídica esta reacción origina los olores y sabores desagradables como también la perdida de nutrientes causantes modificación de la aceptabilidad.

4.2.5.3. Sabor

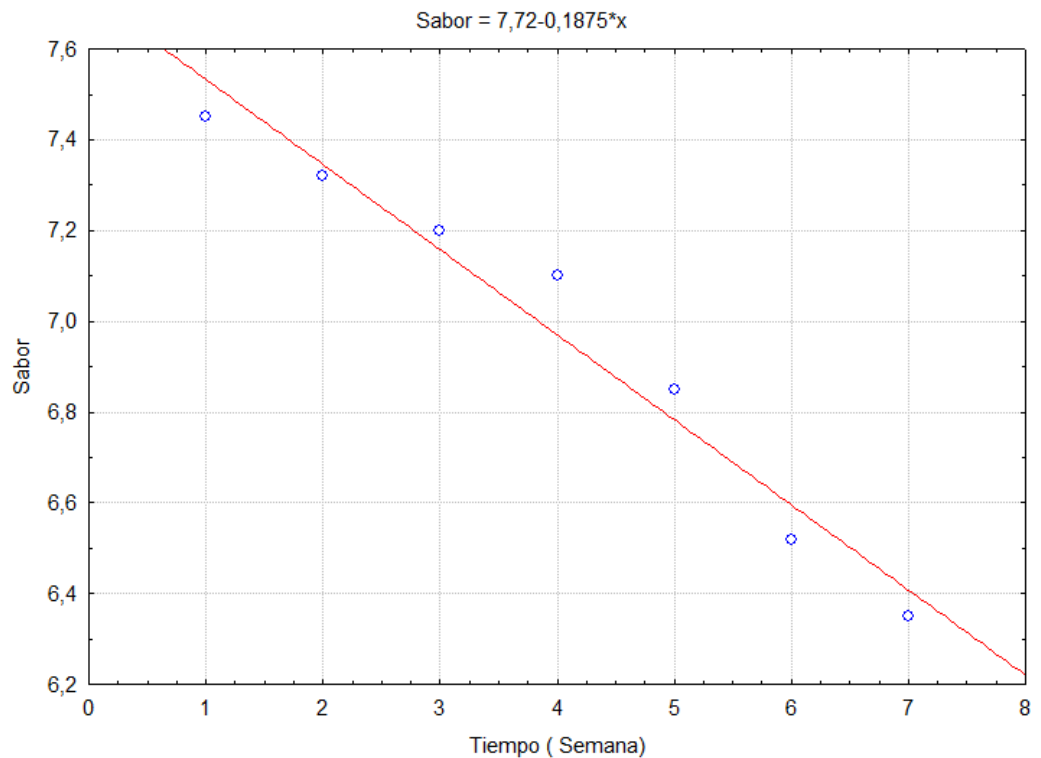


Figura 41: Variación del sabor en función del tiempo (semanas)

La figura 41, representa la determinación grafica del tiempo de vida útil de la pasta de rocoto según el promedio de la evaluación sensorial del sabor.

Se observa que experimenta un descenso de 0.1875 por cada semana de almacenamiento. La determinación grafica del tiempo de vida útil con respecto al análisis sensorial del sabor fue de 14.5 semanas que es igual a 101.5 días.

El coeficiente de determinación fue de 96.13% respectivamente.

Este resultado indica que el 96% de la variabilidad de evaluación sensorial en la característica del Sabor se debió al tiempo de almacenamiento.

Se debe a la elaboración y tratamiento que se sometió lo que permito la inhibición de microorganismos causante de la oxidación lipídica esta reacción origina los olores y sabores desagradables como también la perdida de nutrientes causantes modificación de la aceptabilidad.

4.2.5.4. Aceptabilidad

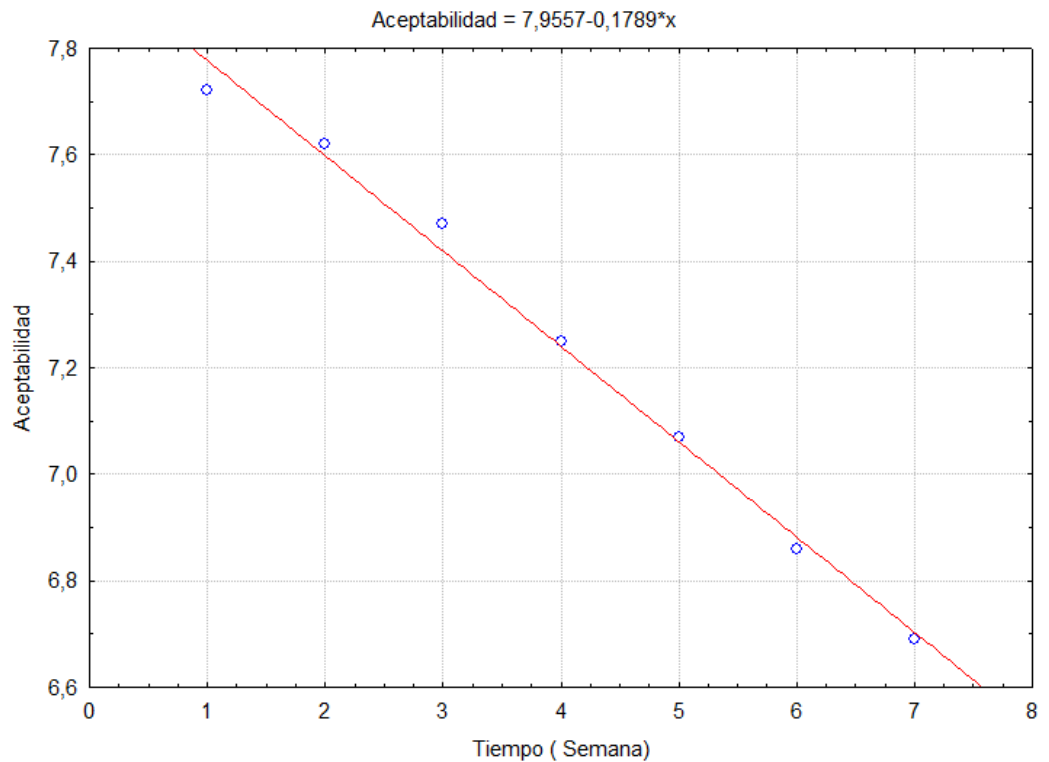


Figura 42: Variación de la aceptabilidad en función del tiempo.

La figura 42, representa la determinación grafica del tiempo de vida útil de la pasta de rocoto según el promedio de la evaluación sensorial de la aceptabilidad, se observa que el nivel de aceptabilidad experimenta un descenso de 0.1789 por cada semana de almacenamiento.

La determinación grafica del tiempo de vida útil con respecto al análisis sensorial de la aceptabilidad fue de 16.3 semanas 114.4 días.

El coeficiente de determinación fue de 99.18% respectivamente. Este resultado indica que el 99% de la variabilidad de evaluación

sensorial en la característica de la aceptabilidad se debió al tiempo de almacenamiento.

Se debe a la elaboración y tratamiento que se sometió lo que permito la inhibición de microorganismos causante de la oxidación lipídica esta reacción origina los olores y sabores desagradables como también la perdida de nutrientes causantes modificación de la aceptabilidad.

4.2.5.5. Determinación de la evaluación sensorial de pungencia

Tabla 31: Resultados de la evaluación sensorial a los panelistas.

Tiempo (semana)	Pungencia
1	8.00
2	7.85
3	7.70
4	7.61
5	7.50
6	7.33
7	7.10

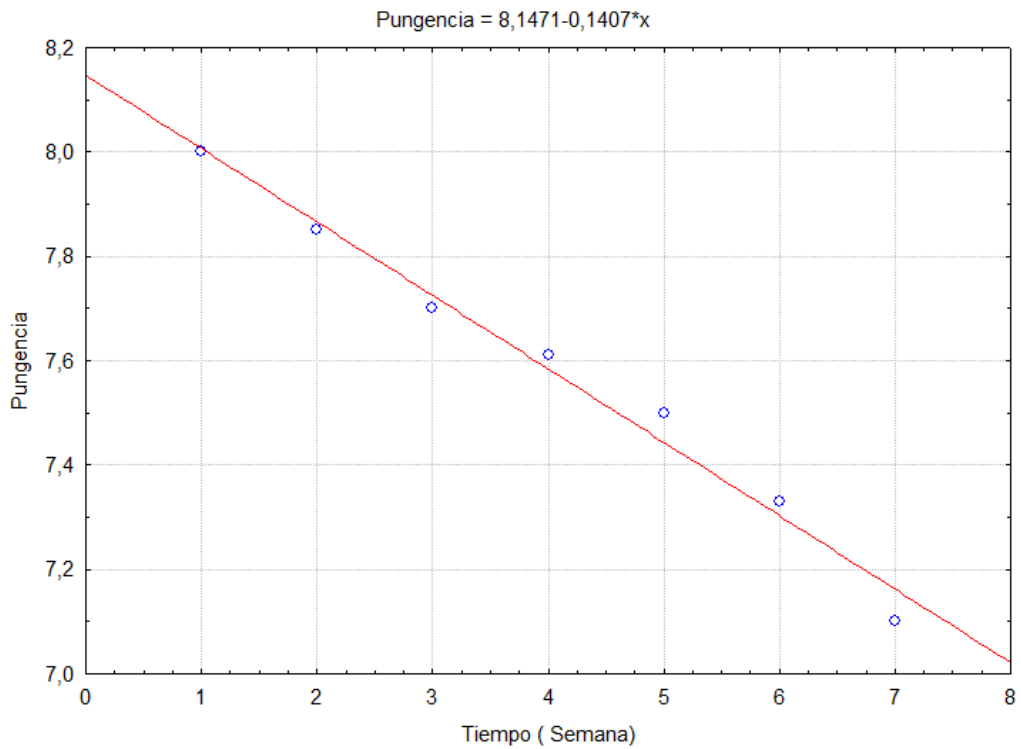


Figura 43: Variación de la pungencia en función del tiempo (semanas).

La figura 43, representa la determinación gráfica del tiempo de vida útil de la salsa picante según el promedio de la evaluación sensorial de la pungencia, se observa que el nivel de pungencia experimenta un descenso de 0.1407 por cada semana de almacenamiento.

El coeficiente de determinación fue de 98.3% respectivamente. Este resultado indica que el 98% de la variabilidad de evaluación sensorial en la característica de la pungencia se debió al tiempo de almacenamiento.

La determinación grafica del tiempo de vida útil con respecto al análisis sensorial tomando un límite de escala 3 de picor

moderadamente según NORMA DEL CODEX PARA EL CHILE (CODEX STAN 307-2011). La pungencia fue de 22.36 semanas igual a 156,5 días. Se debe al efecto del tiempo de almacenamiento que afecta a la degradación de capsaicina. (Paita, 2013). (Ver Anexo 15).

V. CONCLUSIONES

- Al analizar la composición físico química de la materia prima (Rocoto), se obtuvo los siguientes resultados, pH 5.21, % Acidez 2.1, humedad 89%, sólidos solubles 5.1 °Brix. La pasta sometida al tratamiento de 90° con 13 minutos y sus repeticiones se obtuvo pH 4.04 pH, 8.00 de °Brix, 0.735 de aw y luminosidad 41.62.
- La evaluación de concentración de capsaicina en el producto terminado fue de un máximo de 262,68 mg/lit con una temperatura de 80°C y 13 minutos, y un mínimo de 85,98 mg/lit con una temperatura de 100°C y 13 minutos y al mismo tiempo se pudo determinar el valor de la pungencia (SHU), lo cual es directamente proporcional a la concentración de capsaicina de 78.803 SHU, y 25.795 SHU respectivamente.
- El análisis instrumental de color de la pasta de rocoto, sometida a diferentes tratamientos térmicos, se vio afectado por influencia del aumento de la temperatura, donde carotenoides (capsantina) es el ingrediente que más determina la cantidad de pigmento en un ají, que produce un color rojo vivo, anaranjado o amarillo; son muy susceptibles a los cambios de temperatura.
- Al evaluar el comportamiento de las variables y su acción sobre la luminosidad (L), esta se vio afectado por acción de la temperatura variando de 41.46 (80°C) a 47.46 (100°C), traduciéndose en una

pasta de rocoto de luminosidad más clara, conforme se aumenta la temperatura, se puede decir que esta reducción es a consecuencia del tratamiento térmico que permitió la destrucción de las enzimas peroxidasa y lipoxigenasa responsable del cambio de color, con una temperatura mayor de 90°C se observa una mayor reducción del color.

- La variación de color (ΔE), mostró diferencia respecto a la muestra estándar, ya que presentó valores mayores a cero. La máxima variación se presentó en donde la pasta se expuso a un tratamiento térmico más alto.
- El efecto del tratamiento térmico afecto el comportamiento de la A_w entre tratamiento, variando desde un mínimo de 0.718 a 80° con 13 min a un máximo 0.751 a de 100° con 13 min. Por qué al aplicarle una mayor temperatura, esta influye en uniones del contenido de agua libre, disociación del agua, solubilidad de solutos en agua.
- La temperatura afecto considerablemente los parámetros de concentración de capsaicina, color instrumental y actividad de agua de la pasta de rocoto provocando mayor disminución de color y la pungencia a altas temperaturas.

- El tiempo tuvo un efecto poco significativo sobre los parámetros de concentración de capsaicina y actividad de agua de la pasta de rocoto.

- El tiempo de vida útil con respecto al análisis sensorial de la aceptabilidad la pasta de rocoto, en condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente fue de 16.3 semanas, haciendo un total de 114.4 días, la vida útil en función a la aceptabilidad de pungencia para la pasta picante en condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente fue de 22.36 semanas igual a 156.5 días.

VI. RECOMENDACIONES

- Evaluar el efecto de las variables como tiempo de escaldado, tiempo de pasteurizado, temperatura de almacenamiento a condiciones aceleradas y de refrigeración, para apreciar el efecto de la pungencia de la pasta de rocoto.

- Evaluar la factibilidad de producir pastas de otras especies del genero *Capsicum* tales como de la especie *baccatum* y *annuum*, así como la determinación de su tiempo de vida útil.

- Realizar un estudio con diferentes ingredientes en la formulación como puede ser vinagre (ácido acético), sal, cmc y dilución con agua y determinar su vida de anaquel y aceptación del consumidor.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **AHMED, J. Y SHIVHARE, U.S., 2001.** Thermal Kinetics of Color Change, Rheology, and Storage Characteristics of Garlic Puree/Paste. *Journal of Food Science*.66 (5):754-757.
- **ANEMA, S.G., LEE, E.K. LOWE Y H. KLOSTERMEYER,** Rheological properties of acid gels prepared from heated pH adjusted skim milk, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 337-343 (2004).
- **ARIAS, DA. (2011).** Análisis de la cadena de valor de los ajíes Escabeche (*Capsicum baccatum* L. var. *Pendulum* (Wild)) y Picante (*Capsicum* sp.) en: “Los Ejidos del Norte”, Piura-Perú. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
- **AZEREDO, H. (2009).** Nanocomposites for food packaging applications. *Food Research International*, 42(9), 1240-1253. [188 citas]
- **BADUI DERGAL, SALVADOR. 2006.** “Química de los Alimentos”. Cuarta Edición. Pearson Educación. Mexico 2006.
- **BALDEON, A.E., 1990** “Efectos de tratamiento térmico de las enzimas alinasa y peroxidasa a partir de pasta de ajo” universidad agraria la molina, facultad de industrias alimentarias, Lima pags.20-66.8.
- **BARBERO G. F., 2007.** “Extracción, Análisis, Estabilidad y Síntesis De Capsaicinoides” tesis doctoral, universidad de Cádiz.

- **BETTS, TA 1999.** “Pungencia cuantificación de Salsas Pimienta caliente usando HPLC”. Journal of Chemical Education. 76 (2): 240 a 244.
- **BRENNAN, J.G.** “la operaciones de la ingeniería de los alimentos” editorial Acribia S.A., Zaragoza – España 1998.
- **BRODY, A.L. 2003.** Predicting Packaged Food Shelf Life. Food Technology. 57 (4): 100-102.
- **CASP, A. & APRIL, J., 1999.** Procesos de conservación de alimentos. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. (1999).
- **CHARM, S.E. 2007.** Food engineering applied to accommodate food regulations, quality and testing. Alimentos Ciencia e Ingeniería. 16 (1): 5-8.
- **CORRALES, N.** "El cultivo del Ají en el Perú" Estación Experimental de Agricultura. La Molina.1961.
- **CONTRERAS, M. y YAHIA, E. 1998.** Changes in Capsaicinoides During Development, Maturation. And Senescence of Chile Peppers and Relation with Peroxidase Activity. Journal of Agricultural and Food Chemical. 45(6):2075-2079.
- **CUBERO, N., MONFERRER, A. y VILLALTA, J., 2002.** Aditivos alimentarios. Editorial Mundi – prensa. Madrid, España, 242p.
- **DE LA MOTTE S.J. 2010.** Results of an injury prevention training program in cadets vary based on level of supervision. Uniformed Services University Medical Research Symposium, May 2010.
- **DIGMAN M. DENNIS, GAVIN AUSTIN. 2007.** Alimentos enlatados. Principios de control de proceso térmico, acidificación y evaluación

de cierre de los envases. Séptima Edición. Fundacion de Ciencia y Educación de la GMA Washington, D.C. 2007

- **DILLA D. (2010).** The Analysis of Capsicum Value Chains in Peru: How to Promote the Integration of Smallholders? Master of Science Thesis. Faculty of Economics, University of Hannover, Hannover.
- **ESHBAUGH, W.H. 1979:** Biosystematics and evolutionary study of the Capsicum pubescens complex. En: Research reports. 1970 Projects. National Geographic Society, Washington DC 1979, S.143-162. ISSN 0077-4626.
- **FELLOWS, P. J. (2000).** Food Processing Technology “Principles and Practice”. Editorial CRC Press Boca Raton, Boston, Nueva York, Washington D.C., E.U.A. Pp.575.
- **FENNEMA, O. 1993.** Química de los Alimentos. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España. 1095p.
- **GALLEGO M. R.** “Oleorresinas de Capsicum en la industria alimentaria” Artículo de revisión grupo de investigación GRIAL Antioquia- Colombia 2006.
- **GARCÍA C. B & MOLINA M., (2008).** “Estimación de la vida útil de una mayonesa mediante pruebas aceleradas”.
- **HORNERO, D., GÓMEZ y MÍNGUEZ, M.** "Carotenoid biosynthesis changes in five red pepper cultivars during ripening". Departamento de Biotecnología de Alimentos, Instituto de la Grasa, Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad de Castilla-La Mancha, España. 2000.

- **HOUGH, G., 2010.** Sensory Shelf Life Estimation of Food Products. Boca Raton, Florida, EEUU: Taylor & Francis Group.
- **HUIE, C.W., 2002** “A review of modern sample-preparation techniques for the extraction and analysis of medicinal plants”. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 373: 23-30.
- **JÄGER M, AMAYA K. (2013).** Talleres de Análisis Multiactorales de Plataforma de la cadena productiva de los ajíes nativos en Perú. Memorias de tres Talleres de Actores de Plataforma de Ají en Perú. Talleres realizados en Lima del 23-25 de agosto de 2011, en Pucallpa del 5-7 de junio de 2012, y en Chiclayo del 10-11 de noviembre de 2012. Bioersity International. Cali, Colombia.
- **KIM, S., PARK, J. B., HWANG, I. K. (2006).** Quality attributes of various varieties of Korean red pepper powders (*Capsicum annuum* L.) and color stability during sunlight exposure. *Journal of food Science* 67(8), 2957-2961.
- **KINAST, C., 2001.** Efecto del tipo de envase sobre las principales características de calidad de miel almacenada durante cinco meses. Tesis Ingeniería en Alimentos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 159p.
- **KIRSCHBAUM et al., 2002.** Individual Differences of Cortisol Responses to Psychosocial Stress. *Biological Psychology*, Technical University Dresden.
- **LAW, A.J.R. Y J. LEAVER, (2000).** Effect of pH on the thermal denaturation of whey proteins in milk, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 672-679.

- **LAWLESS HT, HEYMANN H. (1999)** “sensory evaluation of food: principles and practices. Aspen publication. Inc Maryland. EUA.
- **LEMBECK F. 1987.** Columbus, capsicum and capsaicin: Past, present and future. Acta Physiol Hung; 69(b): 265-273.
- **LÓPEZ MARTÍNEZ L.; LÓPEZ DE ALBA P. L; GONZÁLEZ LEAL M. 1999.** Nuevo Método Espectrofotométrico de Determinación de Capsaicinoides en Salsas y Chules. Novena Jornada de Análisis del CONACYT.
- **LOZANO, J.A,** Ciencia y Salud, editores. La Alimentación: Nutrición y Ciencia picante. La Verdad Digital S.L.A., Murcia, 1998. (Citado 2010 Jul15).Disponible.
- **LYNNB,** Capsicum acciones sobre fibras y terapéutico potencial, Dolor 1990; 41: 61-69.
- **MACRAE et al., 1993.** Strategies to overcome barriers to the development of sustainable agriculture in Canada: the role of agribusiness. J. Agric. Environ. Ethics. 6:21.
- **MAFART, P., 1994.** Ingeniería industrial alimentaria, volumen i: procesos físicos de conservación, Acribia, s.a.
- **MARIN, L.A.** “obtención de pasta y salsa de rocoto (capsicum sp)”. área de ciencia y desarrollo. 2011.
- **MELGAREJO, L., RODRIGUEZ, F., GIRALDO, M., CARDONA, G., CELIS, M. Y ARIAS J.2000.**”Caracterización morfológica, bioquímica y molecular de especies promisorias de la Amazonía Colombiana pertenecientes al género Capsicum para su conservación y uso”.

Informe entregado a Colciencias. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Informe COLCIENCIAS. 121 p.

- **MOLINA-TORRES J, GARCÍA-CHÁVEZ A, RAMÍREZ-CHÁVEZ E, (1999).** Antimicrobial properties of natural alkaloids traditionally used in Mesoamerica: Affinin and Capsaicin. *Journal of Ethnopharmacology* 64:241-248.
- **MONJE PETERS M.A. (2003)** “Elaboración y conservación de pasta de Ajo Blandino (*Allium ampeloprasum*L.)” Tesis presentada para optar al grado de Licenciado en Ingeniería en Alimentos.
- **NUEZ et al., 2003.** El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Reimpresión. Ediciones Mundi- Prensa. Barcelona España. 611p.
- **OLHAGARAY, J.M. 1991.** Principios básicos del proceso de escaldado. In: Curso: Aspectos relevantes en la congelación de productos hortofrutícolas. Fundación Chile. Santiago.15 p.
- **ORTIZ, R (1983)** Utilización de descriptores en la caracterización de líneas de *Capsicum*. UNA.
- **PAITA E.T, 2002.** “efecto del tiempo de escaldado y temperatura de deshidratación en la retención del color y picante del rocoto (*capsicum pubescens*, R Y P), verde en polvo”
- **PARDEY RC, GARCÍA DMA, VALLEJO CFA (2006).** Caracterización morfológica de cien introducciones de *Capsicum* del Banco de Germoplasma de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira. *Acta Agronómica* 55: 1–8.
- **PERALTA G.M., (2007)** “Determinación del Nivel de Pungencia en Unidades Scoville para *Capsicum annum* var. *Aviculare* procedente de Regiones Productoras de Guatemala”.

- **POTTER N. Y HOTCHKISS, J., 1999.** Ciencia de los Alimentos. Editorial
- **POYRAZOGLU E.S., YEMIS O., KADACAL C.,** Artic. N. "Determination of capsaicinoide profile of different chilli peppers grown in turkey". Journal of the Science of Food and Agriculture. Acribia, S.A. Zaragoza. España.
- **RAMASWAMY, H. S. (2005).** Thermal Processing of fruits. En: Processing Fruits Science and Technology, (Barrett, D.M., Somogyi L. y Ramaswamy), Pp. 173-200. Editorial CRC Press Boca Raton, Nueva York, Washington, D.C.
- **RAIMONDO, E., 2002** "envases para frutas y hortalizas frescas" Rev. fca. uncuyo. TOMO XXXIV. N° 1.
- **RAMOS, S. 2007.** Effects of dietary flavonoids on apoptotic pathways related to cancerchemo prevention. REVIEWS. Journal of Nutritional Biochemistry 18.
- **REES, J.A.G. y BETTISON, J., 1994.** "Procesado térmico y envasado de los alimentos". ED. Acribia. Zaragoza.
- **RODRÍGUEZ, VIVIAN. 2004.** Estimación de la vida útil de la harina de pejibaye, obtenida por deshidratación. Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.
- **SAAVEDRA, H.G. 2011.** Análisis de la cadena de valor del ají charapita (*Capsicum frutescens*) en la región Ucayali, Perú. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

- **SINGH, R.P. 2000.** Scientific Principles of Shelf-Life Evaluation in MAN, C.M.D.
- **TELLO, R. 2012.** (Estudio de parámetros tecnológicos para la elaboración de rocoto *Capsicum pubescens* deshidratado en polvo). Instituto de Investigación de Facultad de Industrias Alimentarias.
- **TOLEDO, R., 1991.** Fundamentals of Food Process Engineering. Editorial AVI. Segunda Edición. New York, USA.602p.
- **UGÁS, R. 2009.** Gastronomía, biodiversidad y cultura. En: Sociedad Peruana de Gastronomía, el Programa de Hortalizas de la Universidad Nacional Agraria La Molina, el Instituto Nacional de Innovación Agraria y el Instituto de Investigaciones en Hotelería y Turismo de la Universidad de San Martín de Porres. 2009. Ajíes Peruanos Sazón para el mundo. Editorial El Comercio, Lima.
- **VALLEJO C., ESTRADA S., 2004.** Producción de Hortalizas de Clima Cálido. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira Cali Colombia. Pp: 112 – 138.
- **VELASCO, F. (1971)** "Recolección y descripción de muestras del *G. Capsicum* en la provincia de Satipo (Junín) y San Miguel (Cajamarca).UNA.
- **VÉLEZ, J. 1991.** El Ají (*Capsicum chinense* Jacq.), patrimonio cultural y fitogenético de las culturas amazónicas. In: L. Munévar (ed.) Colombia Amazónica, vol. 5. Corporación Colombiana para la Amazonía -Araracuara- (COA), Santa Fé de Bogotá. pp. 161-185.

- **WATTS, B., YLIMAKI, G., JEFFERY, L. Y ELIAS, L. 1992.**
"Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos".
International Development Research Centre. Canadá. 170p.
- **WEBINAR, LABFERRER. 2012.** Fundamentos básicos sobre
actividad de agua (aw). Principios y aplicaciones. 2012
- **WITTIG, E. 1981.** Evaluación sensorial, una metodología actual para
tecnología de alimentos. Gráficos USACH. Santiago, Chile. 134p.
- **XIONG Y HERNANDEZ., 2002** "vida útil (shelf life) de los alimentos"
(2002).

PAGINAS WEBS CONSULTADAS.

- **CONAPROCH. 2007.** Origen de los chiles.
http://www.conaproch.org/ch_chules_origen.htm (24107)
- **FAOSTAT. 2012.** Disponible en URL:
<http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=es>
- **FOOD CHEM (2010).** La capsaicina su uso en alimentos y medicinas. Retrieved from <http://es.foodchem.com/175/>“ propiedades nutritivas del pimiento”, 2007, <http://propiedadesalimentos.jaimaalkauzar.es/propiedades-nutritivas-delpimiento.html>
- **LABUZA, 2002.** Determination of Shelf Life of Foods. Available at:www.fsci.umn.edu/Ted_Labuza/PDF_files/papers/General%20Shelf%20Life%20Review.pdf. Accessed: Noviembre – 2002.
- **MINAG. 2012.** Ministerio de Agricultura instala moderno secador solar en Ucayali para procesar productos orgánicos. Disponible en URL:<http://minag.gob.pe/portal/asociatividad/7399-productos-organicos-ucayali>
- **Ministerio de Agricultura y Riego - Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos. 2015.**
URL: <http://www.minagri.gob.pe/portal/>

ANEXOS

ANEXO 1

PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE PASTA DE ROCOTO

a) Materia Prima



b) Recepción y Selección



c) Pesado



d) Lavado y Desinfectado



e) Corte y Despendunculado



f) Escaldado



g) Molienda



h) Pasteurizado



i) Envasado



j) Formación de Vacío



k) Sellado



l) Pasteurizado



m) Enfriado



n) Almacenado



ANEXO 2

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

2.1 Determinación de pH

Método: potenciómetro

Procedimiento

- Calibración del pH metro, con los dos tampones de calibración.
- Preparación de la muestra: la medida del pH se hace a una muestra de pasta fresca.
- El electrodo se lava con agua destilada para eliminar los restos de tampón, posteriormente o bien se seca o bien se lava con la muestra a medir mediante un cuenta gotas, introducir el electrodo en la muestra de tal forma que quede suficientemente cubierta la membrana de intercambio del electrodo con la muestra.
- Agitar la muestra, normalmente se realiza con un agitador magnético.
- Se recoge el valor de pH, tras unos segundos de estabilización de la medida.
- Tras realizar las medidas, el electrodo se lava con agua y se guarda en la disolución de almacenamiento del mismo.



2.2 Determinación de Acidez

Método: Por titulación

Procedimiento

- Pesar 10 g. de pasta de rocoto y disolver en 90ml. de agua destilada libre de CO₂, agitar, completar a volumen de 100ml. con una pipeta y filtrar.
- Tomar una fracción exacta del filtrado (15 - 20ml.) y titular con una solución de NaOH 0.1 N. usando fenolftaleína como indicador.

El porcentaje de acidez se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{(\text{mL de NaOH}) * (\text{N de NaOH}) * 9}{\text{Peso de la muestra}} * 100$$

- El resultado se expresa como porcentaje de ácido cítrico.



2.3 Determinación de Sólidos Solubles

Método: Usando refractómetro manual

Procedimiento

- Levantar la tapa que cubre el prisma y colocar una gota de líquido. Asegurarse que la superficie del prisma está cubierta de líquido.
- Cerrar la tapa del prisma y dirigir el refractómetro hacia la luz. Se observa que aparecen dos regiones una oscura y otra clara. Si la muestra contiene un nivel alto de sólidos no disueltos, entonces la intensidad de la luz puede disminuir. En este caso la muestra requiere una clarificación.
- La lectura, de la escala graduada, se realiza en la línea de separación que marcan las dos regiones. Habitualmente la escala para leer el % de azúcar viene expresado en °Brix.
- Si la temperatura de la muestra no es 20 °C, la medida realizada debe de ser corregida. Sin embargo, por conveniencia, a menudo esto suele ser ignorado cuando se determina el °Brix de la muestra de pasta picante en el laboratorio.

Por esto último, la medida obtenida por el refractómetro de mano sin corrección de temperatura debe de ser mirada solamente como una, estimación del °Brix.

Una corrección aproximada que puede realizarse es restar o sumar por cada °C por debajo o por encima de 20 °C 0,07 °Brix respectivamente.

2.4 Determinación % de Humedad

Método: Desección por estufa.

Procedimiento:

- Previamente, poner a peso constante las cápsulas de porcelana, enfriar y mantener en desecador.
- Regular la temperatura de la estufa a 100-105°C.
- Pesar la cantidad necesaria de muestra de acuerdo al contenido de humedad en una cápsula de porcelana de peso constante.
- Rotar la cápsula hasta que el contenido quede distribuido uniformemente.
- Colocar las cápsulas en la estufa durante 3 horas.
- Transferir las cápsulas a un desecador hasta que alcancen la temperatura ambiente.
- Pesar y calcular la pérdida de peso.
- Realizar los cálculos para la determinación de % humedad por secado en estufa:

$$\% \text{ humedad} = \frac{W_{\text{final}} - W_{\text{charola + muestra}}}{W_{\text{muestra}}} * 100$$



2.5 Determinación de Actividad de Agua (A_w)

Método: Higrométrico

Procedimiento:

El medidor de actividad de agua en alimentos se encuentra en un rango de 0.01 a 1.00 de (A_w).

- Para determinar la A_w se utiliza el equipo Hidrolab el cual es calibrado inicialmente, mediante la colocación de 4 hojas de papel filtro adjunto en el contenedor de la muestra y humedecer con la solución saturada de cloruro de bario. Agitar enérgicamente la solución de cloruro de bario, inmediatamente antes de usar. El sensor principal y el contenido de la muestra se encuentran asegurados entre sí por un seguro especial.
- Se coloca unos gramos de muestra en contenedor del equipo.
- El equipo realiza la lectura, como resultado de actividad de agua (A_w) de la muestra.
- La actividad del agua (A_w) es medida mediante un higrómetro en el cual se determina el % H.R. (Humedad Relativa) de la muestra y del agua pura (100% H.R.) a la misma temperatura.

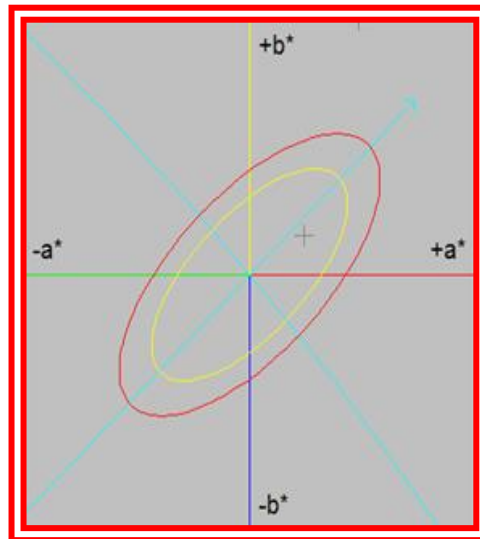


ANEXO 3

DETERMINACIÓN INSTRUMENTAL DE COLOR

Determinar el color de una muestra alimenticia por el método analítico.

- Fundamento: L^* , a^* y b^* , son obtenidos a través de un colorímetro triestímulo minolta CR 400, operando en el sistema CIE-LAB en que L^* a la luminosidad, a^* y b^* son las coordenadas de cromaticidad ($-a^*$ = verde y $+a^*$ = rojo; $-b^*$ = azul y $+b^*$ = amarillo).



- El colorímetro fue calibrado con una placa blanco patrón.
- Previamente a las lecturas de color, las muestras para uniformar las partículas de la pasta fueron por triplicado, varias funciones de color fueron determinadas para cada muestra, tales como:

La Cromacidad fue determinada utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Cromacidad (C)} = ((a)^2 + (b)^2)^{1/2}$$

El ángulo de tonalidad fue determinado por:

$$h = \tan^{-1} (b/a)$$

VARIACION DE COLOR (ΔE)

A continuación se muestra los valores de L^* a^* b^* (estándar), obtenidos por una pasta de rocoto comercial marca alacena en doypack.

MUESTRA	LUMINOSIDAD	A	b	CROMACIDAD	ANGULO DE TONALIDAD (h)
ESTANDAR	57.81	22.35	47.62	52.60	64.85

Fórmula para determinar las diferencias de las escalas de colores

$$\Delta L^* = L^* - L_0^*$$

$$\Delta a^* = a^* - a_0^*$$

$$\Delta b^* = b^* - b_0^*$$

$$\Delta E^*_{ab} = \left[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \right]^{1/2}$$



ANEXO 4

DETERMINACIÓN DE CONTENIDO DE CAPSAICINA

Método: espectrofotométrico.

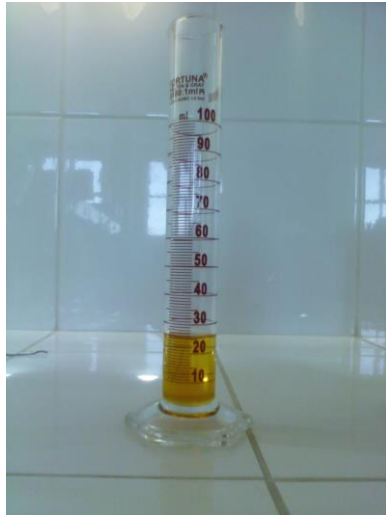
4.1 Procedimiento de extracción de capsaicina:

- Se utilizó 1 g de muestra fresca, que se disolvió con etanol con agitación constante durante 45 minutos a temperatura ambiente.



- Se filtró y aforó con etanol a un volumen de 25 ml.

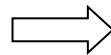




- Se tomó 1.5 ml y se colocó en un matraz de separación



- Se le agregó 2.5 ml de solución amortiguadora de pH 2.8, 0.5 ml de etanol, 10.5 ml de agua destilada.



- Se agregó 10 ml de solución sal de amonio-tolueno.



- Se agitó durante 1 minuto a temperatura ambiente

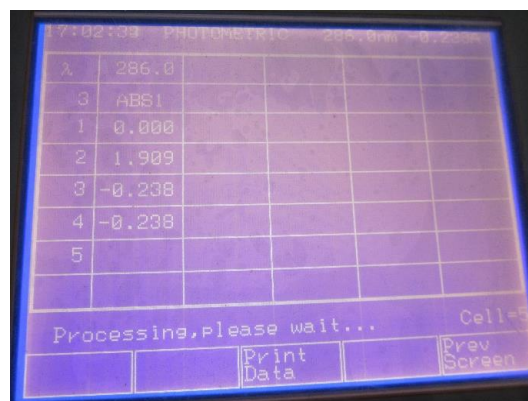
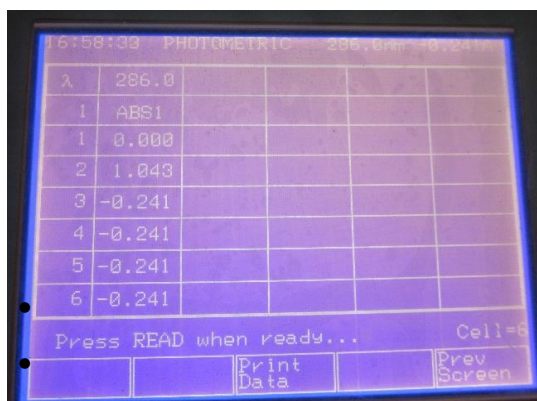


- Se dejó reposar hasta que se separe en dos fases.

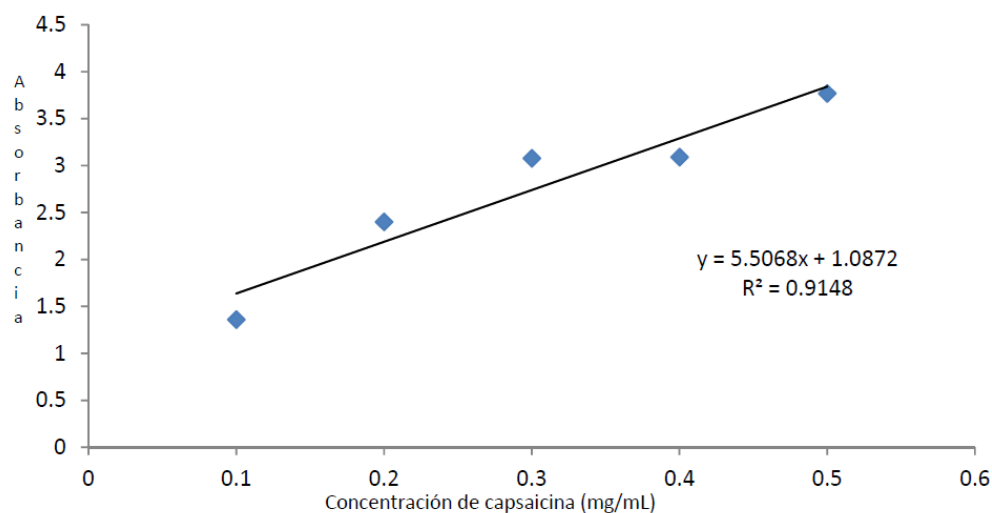


4.2. Procedimiento de cuantificación de capsaicina:

- Se toma la fase orgánica una dilución 1:1000 se tomaron 5 mL de esta solución para realizar la determinación espectrofotométrica de capsaicina con un espectrofotómetro UV/VIS a una longitud de onda de 286 nm.



- El valor de absorbancia obtenido se interpoló en la curva de calibración (ecuación lineal), para calcular la cantidad de capsaicina presentes en cada una de las muestras obtenidas en donde asumirá el valor de Y.
- **Preparación de la Curva de calibración de la capsaicina:** La cuantificación de CAPSAICINA se realizó usando el Espectrofotómetro UV-visible, marca Jasco, v-670, se observa que el máximo de absorbancia en longitud de onda es de 286 nm.



Grafica de Espectro UV de solución de patrón de capsaicina.

$$Y = 5.5068X + 1.0872$$

$$R^2 = 0.9148$$

X, será el valor de la concentración a calcular, el cual tendrá que multiplicarse por un factor de dilución para poder conocer su valor real, ya que se encuentra diluido.

ANEXO 5

DETERMINACIÓN CONTENIDO DE PUNGENCIA EN UNIDADES SCOVILLE (SHU)

Procedimiento:

Expresado en concentración de capsaicina presente (mg/ml).

$$\{(Capsaicina \text{ (g/g)} \times (16 \times 10^6))\} = \text{Valor Total De Pungencia en Unidades Scoville}$$

ANEXO 6

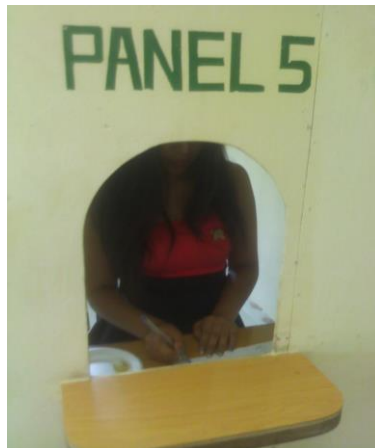
EVALUACION SENSORIAL DE PASTA DE ROCOTO.

6.1. Procedimiento de evaluación sensorial (color, olor, sabor y pungencia), durante 7 semanas:

- Se tiene el frasco de pasta de rocoto preparada para el análisis semanal y luego se reparan las muestras.



- Análisis sensorial por parte de los panelistas



6.2. Ficha de evaluación sensorial:

Instrucciones

Sírvase evaluar las siguientes muestras de pasta de rocoto, en una escala del 1 – 10, donde 1 es me disgusta muchísimo y 10 me gusta muchísimo, en sus atributos de color, olor, sabor y pungencia.

Marque con una **X** aquel lugar que con mayor exactitud interpreta la magnitud de agrado o desagrado que le producen las muestras.

Test de evaluación de pasta de rocoto

(1) Me disgusta muchísimo

(9) Me gusta muchísimo

Color	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Olor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pungencia (picante)	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Según su percepción general, tomando en cuenta el calificativo del 1- 9, cómo calificaría la aceptabilidad total de la pasta de rocoto.

Atributo	Calificación
1	Me disgusta muchísimo
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta ligeramente
5	Ni me gusta / ni me disgusta
6	Me gusta ligeramente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta muchísimo

ANEXO 7

DISEÑO ESTADÍSTICO

7.1. Niveles de las variables independientes del delineamiento experimental (DCCR) 2^2 incluyendo 8 ensayos en condiciones factoriales y axiales (4 cada una) y 3 repeticiones en el punto central.

Variables independientes	Niveles				
	$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$
Temperatura (°C)	80	83	90	97	100
Tiempo (min)	10	11	13	15	16

7.2. Distribución de las variables

TRATAMIENTO	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (min)
E ₁	-1	-1
E ₂	+1	-1
E ₃	-1	+1
E ₄	+1	+1
E ₅	$-\alpha$	0
E ₆	$+\alpha$	0
E ₇	0	$-\alpha$
E ₈	0	$+\alpha$
E ₉	0	0
E ₁₀	0	0
E ₁₁	0	0

7.3. Distribución de las variables independientes

TRATAMIENTO	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (min)
E ₁	83	11
E ₂	97	11
E ₃	83	15
E ₄	97	15
E ₅	80	13
E ₆	100	13
E ₇	90	10
E ₈	90	16
E ₉	90	13
E ₁₀	90	13
E ₁₁	90	13

ANEXO 8

RESULTADO DE CONCENTRACIÓN DE CAPSAICINA (mg/Lt)

EN 1gr. DE MUESTRA DE PASTA.

TRATAMIENTO	ABSORBANCIA	CONCENTRACIÓN (mg/Lt)
E ₁	1.980	254.65
E ₂	1.153	124.41
E ₃	1.909	243.46
E ₄	1.043	107.09
E ₅	2.031	262.68
E ₆	0.909	85.98
E ₇	1.736	216.22
E ₈	1.570	190.08
E ₉	1.7018	210.83
E ₁₀	1.702	210.87
E ₁₁	1.7015	210.79

ANEXO 9

RESULTADO DE PUNGENCIA EN GRADOS SCOVILLE (SHU)
DE 1 gr. DE MUESTRA DE SALSA.

TRATAMIENTO	CONCENTRACIÓN (g)	CONCENTRACIÓN (g/g)	PUNGENCIA (SHU)
E ₁	0.00637	0.004775	76 393.70
E ₂	0.00311	0.002333	37 322.83
E ₃	0.00609	0.004565	73 039.37
E ₄	0.00268	0.002008	32 125.98
E ₅	0.00657	0.004925	78 803.15
E ₆	0.00215	0.001612	25 795.28
E ₇	0.00541	0.004054	64 866.14
E ₈	0.00475	0.003564	57 023.62
E ₉	0.00527	0.003954	63 250.39
E ₁₀	0.00527	0.003954	63 259.84
E ₁₁	0.00527	0.003954	63 236.22

ANEXO 10

RESULTADOS DE ANALISIS DETERMINACIÓN DE COLOR EN PASTA DE ROCOTO

TRATAMIENTO	LUMINOSIDAD	a	b	ANGULO DE TONALIDAD (h)
E ₁	41.88	18.79	32.36	59.85
E ₂	46.12	21.15	38.02	60.91
E ₃	42.04	19.09	32.65	59.68
E ₄	46.42	21.33	38.26	60.86
E ₅	41.46	18.39	31.44	59.67
E ₆	47.46	21.75	40.99	62.04
E ₇	43.96	19.85	36.09	61.18
E ₈	44.91	20.56	37.28	61.12
E ₉	44.43	20.23	36.43	60.95
E ₁₀	44.40	20.20	36.40	60.97
E ₁₁	44.41	20.21	36.41	60.96

ANEXO 11

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE LA COLOR

TRATAMIENTO	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE
E ₁	15.93	39.02	25.45	49.23
E ₂	11.69	36.66	19.79	43.27
E ₃	15.77	38.72	25.16	48.80
E ₄	11.39	36.48	19.55	42.93
E ₅	16.35	39.42	26.37	50.17
E ₆	10.35	36.06	16.82	41.11
E ₇	13.85	37.96	21.72	45.88
E ₈	12.9	37.25	20.53	44.45
E ₉	13.38	37.58	21.38	45.26
E ₁₀	13.41	37.61	21.41	45.31
E ₁₁	13.40	37.60	21.4	45.29

ANEXO 12

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ACTIVIDAD DE AGUA (Aw)

TRATAMIENTO	TEMPERATURA (°C)	TIEMPO (min)	ACTIVIDAD DE AGUA (Aw)
E ₁	83	11	0.723
E ₂	97	11	0.746
E ₃	83	15	0.729
E ₄	97	15	0.748
E ₅	80	13	0.718
E ₆	100	13	0.751
E ₇	90	10	0.739
E ₈	90	16	0.741
E ₉	90	13	0.733
E ₁₀	90	13	0.735
E ₁₁	90	13	0.731

ANEXO 13

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL A LOS PANELISTAS.

Tiempo (semana)	Color	Olor	Sabor	Aceptabilidad
1	8.00	7.70	7.45	7.72
2	7.84	7.69	7.32	7.62
3	7.70	7.50	7.20	7.47
4	7.35	7.30	7.10	7.25
5	7.22	7.15	6.85	7.07
6	7.15	6,90	6.52	6.86
7	6.95	6.76	6.35	6.69

ANEXO 14

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL PUNGENCIA A
LOS PANELISTAS.

TIEMPO (SEMANA)	PUNGENCIA
1	8.40
2	8.20
3	8.03
4	7.98
5	7.82
6	7.80
7	7.40

ANEXO 15

DETERMINACION DE LA EVALUACION SENSORIAL
(PUNGENCIA), SEGÚN LA NORMA DEL CODEX PARA EL CHILE
(CODEX STAN 307-2011)

SCALA	PICOR	SHU
1	no pica nada	0
2		
3	pica moderado	900 a 1999
4		
5	Medio	2000 a 19 999
6	pica mucho	20 000 a 100 000
7		
8	pica extremadamente	> 100 000