

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

ELABORACION DE KÉTCHUP PICANTE PARA INDUSTRIAS LAMOR

Por:

Cinthia Pamela Cardozo Pacheco

Proyecto de grado, Modalidad “Investigación Aplicada” presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.

Diciembre 2016

TARIJA-BOLIVIA

**APROBADO POR:**

---

Msc. Ing. Ernesto Álvarez Gozávez

DECANO

Facultad de Ciencias y Tecnología

---

Msc. Ing. Silvana Paz Ramírez

VICEDECANA

Facultad de Ciencias y Tecnología

**TRIBUNAL EXAMINADOR:**

---

Ing. Mirian Barrero O.

---

Ing. Jorge Tejerina O.

---

Ing. Jorge Erazo O.

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo ellos únicamente responsabilidad de la autora.

El alcance que hoy consigo se lo dedico con todo mi corazón a mis tres grandes amores; mi esposo quien me acompañó con amor y apoyo incondicional, a mis hijos: Sofía y Ricardo que son el soporte de mi vida y el regalo más grande que pudo darme Dios.

A mis padres que han sido indispensables en mi vida brindándome amor y ayuda en todo momento.

Agradecimiento:

A Dios y la Virgen por su inmenso amor, por guiarme en este recorrido de la vida.

A toda mi familia porque todos nos enamoramos de cada ser que en ella hay y de ese mismo amor nace la ayuda y el apoyo incondicional que nos hace crecer simultáneamente.

A la Universidad “Autónoma Juan Misael Saracho” y al cuerpo de docentes de la Carrera de Ingeniería Química por hacer posible mi formación profesional

A la Ing. Elizabeth Sánchez por su guía y apoyo.

Mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que me brindaron su ayuda y amistad.

## ÍNDICE

### **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

<b>1.1 Antecedentes</b> .....	1
<b>1.2 Justificación</b> .....	6
1.2.1. Justificación técnica.....	6
1.2.2. Justificación económica.....	6
1.2.3 Justificación social.....	8
1.2.4 Justificación ambiental.....	8
<b>1.3 Objetivos</b> .....	10
1.3.1 Objetivo General.....	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	10

### **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

<b>2.1 Generalidades de la salsa kétchup</b> .....	11
2.1.1. Definición .....	11
2.1.2. Origen.....	12
2.1.3. Consumo de kétchup a nivel mundial y nacional.....	13
<b>2.2. Descripción de la materia prima</b> .....	14
2.2.1 Variedades de tomates más comunes .....	16
2.2.2 Composición nutricional del tomate.....	19
2.2.3. Composición físico-química del kétchup.....	21
2.2.4 Propiedades físicas del kétchup.....	21
2.2.5 Consistencia del kétchup .....	22

2.2.6 Clasificación del ketchup .....	23
2.2.7 Aplicaciones del ketchup .....	24
2.2.8 Beneficios del ketchup .....	25
<b>2.3 Proceso de evaporación para obtener concentrado de alimentos.....</b>	<b>26</b>
2.3.1 Factores que afectan el proceso de concentrado .....	27
<b>2.4. Procesos de elaboración de ketchup.....</b>	<b>28</b>
2.4.1. Proceso de elaboración con golpe de frío .....	29
2.4.2. Proceso de elaboración con golpe caliente.....	29
<b>2.5. Equipos utilizados para la evaporación de alimentos .....</b>	<b>29</b>
2.5.1 Evaporadores de circulación natural.....	29
2.5.2 Evaporadores de circulación forzada o película delgada.....	32
<b>2.6. Selección de la metodología de trabajo .....</b>	<b>36</b>
<b>2.7 Requerimiento del tomate como materia prima .....</b>	<b>37</b>
<b>2.8 Requerimientos de calidad para el ketchup picante .....</b>	<b>38</b>
<b>2.9 Análisis de características organolépticas del producto terminado.....</b>	<b>38</b>
 <b>CAPÍTULO III: PARTE EXPERIMENTAL</b>	
<b>3.1 Materia prima .....</b>	<b>39</b>
<b>3.2 Selección de la materia prima .....</b>	<b>40</b>
<b>3.2.1 Madurez .....</b>	<b>40</b>
3.2.2 Análisis fisicoquímico de la materia prima.....	41
<b>3.3 Diseño experimental.....</b>	<b>43</b>
<b>3.4 Diseño experimental pasta de tomate base .....</b>	<b>43</b>
3.4.1 Parámetros para la elaboración de pasta de tomate base .....	43

<b>3.5 Diseño factorial kétchup picante .....</b>	<b>45</b>
3.5.1 Parámetros para la elaboración de kétchup picante .....	45
<b>3.6 Equipos usados en la elaboración de kétchup picante .....</b>	<b>48</b>
<b>3.7 Etapas del proceso de elaboración de kétchup picante .....</b>	<b>48</b>
3.7.1 Selección de la materia prima .....	50
3.7.2 Pesado del tomate .....	50
3.7.3 Lavado .....	51
3.7.4 Escaldado.....	52
3.7.5 Escurrido del agua .....	52
3.7.6 Pelado del tomate.....	52
3.7.7 Tamizado .....	52
3.7.8 Concentrado.....	53
3.7.9 Adición de insumos y mezcla.....	56
3.7.10 Envasado.....	56
3.7.11 Pasteurizado .....	57
3.7.12 Almacenado .....	57

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>4.1 Resultados obtenidos en la parte experimental del trabajo de investigación .....</b>	<b>58</b>
<b>4.2 Características fisicoquímicas de la pasta de tomate y kétchup picante .....</b>	<b>58</b>
4.2.1 Datos obtenidos de la variación de los sólidos con respecto del tiempo de secado para la pasta de tomate y kétchup picante.....	58
4.2.2 Determinación de la viscosidad para pasta de tomate y kétchup picante .....	60
4.2.3 Determinación de la densidad de pasta de tomate y kétchup picante .....	63
4.2.4 Determinación del pH y grados °Brix de la pasta de tomate y kétchup picante.....	64



<b>4.3 Características organolépticas</b> .....	66
4.3.1 Evaluación olor .....	66
4.3.2 Evaluación textura .....	66
4.3.3 Evaluación del sabor .....	66
4.3.4 Evaluación color .....	66
4.3.5 Impresión sensorial general.....	67
<b>4.4 Análisis estadístico del diseño experimental</b> .....	69
4.4.1. Cálculo del análisis de la varianza para la pasta de tomate base .....	69
4.4.2. Cálculo del análisis de la varianza para la elaboración de ketchup picante .....	73
<b>4.5 Balance de materia</b> .....	78
4.5.1 Balance sección de la materia prima.....	78
4.5.2 Balance en pesado.....	78
4.5.2 Balance en lavado .....	78
4.5.4 Balance en escaldado .....	79
4.5.5 Balance en escurrido .....	79
4.5.6 Balance en pelado .....	79
4.5.7 Balance en tamizado .....	80
4.5.8 Balance en adición del conservante .....	80
4.5.9 Balance en concentrado .....	81
4.5.10 Balance en adición de insumos .....	81
4.5.11 Balance global.....	83
4.5.12 Cálculo de rendimiento .....	83
<b>4.6 Balance de energía</b> .....	85

4.6.1 Consumo de calor en el escaldado.....	85
4.6.2 Consumo de calor requerido para el proceso de concentrado. ....	86
<b>4.7 Análisis del producto .....</b>	<b>87</b>
4.7.1 Análisis fisicoquímicos de la pasta de tomate y kétchup picante .....	87
4.7.2 Análisis microbiológico del producto.....	88
<b>4.8 Costo de realización del estudio.....</b>	<b>89</b>
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
<b>5.1 Conclusiones .....</b>	<b>90</b>
<b>5.2 Recomendaciones .....</b>	<b>93</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>94</b>

### ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Principales países productores de tomate en Sudamérica .....	2
Tabla 1.2 Producción de tomate en Bolivia (toneladas por año).....	3
Tabla 1.3 Producción de tomate en Tarija (toneladas por año) .....	4
Tabla 1.4 Producción de tomate en Tarija año 2013 (toneladas por año) .....	4
Tabla 1.5 Producción de tomate perita por provincias del depto. de Tarija .....	5
Tabla 2.1 Consumo de kétchup en Kg en Bolivia .....	13
Tabla 2.2 Los nutrientes del tomate perita.....	19
Tabla 2.3 Principales minerales del tomate perita .....	20
Tabla 2.4 Principales vitaminas del tomate perita.....	20
Tabla 2.5 Análisis del tomate perita .....	21

Tabla 2.6 Composición físico química del ketchup.....	21
Tabla 2.7 Evaluación de la consistencia de la salsa tipo ketchup.....	22
Tabla 2.8 Tipos de pasta de tomate.....	24
Tabla 2.9 Selección del método para elaboración de ketchup picante. ....	36
Tabla 3.1 Carta de color para la madurez del tomate .....	40
Tabla 3.2 Propiedades fisicoquímicas del tomate "perita" .....	41
Tabla 3.3 Propiedades fisicoquímicas del tomate "perita" .....	42
Tabla 3.4 Diseño factorial para el proceso de elaboración de pasta de tomate .....	45
Tabla 3.5 Diseño factorial para el proceso de elaboración de ketchup picante .....	47
Tabla 3.6 Materia utilizable y descarte en la elaboración de ketchup picante .....	53
Tabla 3.7 Control de calidad pasta de tomate .....	54
Tabla 4.1 Datos de variación del porcentaje de sólidos secos con respecto al tiempo para la pasta y el ketchup picante.....	58
Tabla 4.2 Resultados obtenidos.....	59
Tabla 4.3 Datos obtenidos para la viscosidad de la pasta de tomate .....	61
Tabla 4.4 Datos obtenidos para la viscosidad de ketchup picante.....	61
Tabla 4.5 Determinación de la densidad de la pasta y ketchup picante.....	63
Tabla 4.6 Determinación del ° Brix y pH de la pasta y ketchup picante .....	64
Tabla 4.7 Datos de la variación de sólidos con respecto al tiempo .....	65
Tabla 4.8 Características organolépticas a determinar .....	67
Tabla 4.9 Análisis organoléptico de la pasta de tomate base.....	67
Tabla 4.10 Análisis organoléptico para el ketchup picante .....	67
Tabla 4.11 Porcentajes de aceptación de las muestras de pasta de tomate base.....	68
Tabla 4.12 Porcentajes de aceptación de las muestras de ketchup picante.....	68

Tabla 4.13 Datos para el cálculo de análisis de la varianza para pasta de tomate.....	69
Tabla 4.14 Factores inter-sujetos.....	70
Tabla 4.15 Análisis de varianza (ANOVA).....	70
Tabla 4.16 Variables Introducidas / Eliminadas (a) .....	71
Tabla 4.17 Ajuste de datos para modelo lineal general .....	71
Tabla 4.18 ANOVA <sup>b</sup> .....	72
Tabla 4.19 Coeficientes .....	72
Tabla 4.20 Datos para el cálculo de análisis de la varianza para kétchup picante.....	73
Tabla 4.21 Factores inter-sujetos.....	74
Tabla 4.22 Análisis de varianza (ANOVA).....	75
Tabla 4.23 Variables Introducidas / Eliminadas (a) .....	76
Tabla 4.24 Ajuste de datos para modelo lineal general .....	76
Tabla 4.25 ANOVA <sup>b</sup> .....	76
Tabla 4.26 Coeficientes <sup>b</sup> .....	77
Tabla 4.27 Resultados dentro del balance de materia.....	82
Tabla 4.28 Resultados dentro del balance de energía.....	87
Tabla 4.29 Análisis fisicoquímico de la pasta de tomate.....	88
Tabla 4.30 Análisis fisicoquímico de kétchup picante .....	88
Tabla 4.31 Análisis microbiológico de kétchup picante.....	88
Tabla 4.32 Costos del estudio.....	89

### **ÍNDICE DE DIAGRAMAS**

Diagrama 2.1 Evaporadores de circulación natural .....	32
Diagrama 2.2 Evaporadores de circulación forzada de un solo paso .....	34

Diagrama 2.1 Evaporadores de circulación forzada de efecto múltiple .....	35
Diagrama 3.1 Diseño factorial para el proceso de elaboración de pasta de tomate.....	44
Diagrama 3.2 Diseño factorial para el proceso de elaboración de kétchup picante .....	46
Diagrama 3.3 Diagrama de bloques del proceso de elaboración de kétchup picante .....	49
Diagrama 4.1 Balance de materia para elaboraición de Kétchup picante .....	84

### ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 2.1 Proceso al vacío .....	34
Gráfica 4.1 Curva de porcentaje de humedad vs. tiempo de secado (pasta).....	59
Gráfica 4.2 Curva de porcentaje de humedad vs. tiempo de secado (kétchup) .....	60
Gráfica 4.3 Curva de viscosidad (pasta de tomate) .....	62
Gráfica 4.4 Curva de viscosidad (kétchup) .....	62
Gráfica 4.5 Curva de sólidos solubles vs tiempo.....	65

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1- Mapa político del departamento de Tarija .....	7
Figura 2.1 Origen del kétchup Heinz.....	12
Figura 2.2 Industrias Venado Bolivia S.A.....	14
Figura 2.3 Tomate fresco .....	15
Figura 2.4 Variedades de tomate .....	17
Figura 2.5 Consistencia del kétchup.....	23
Figura 2.6 Aplicaciones del kétchup.....	25
Figura 2.7 Evaporadores de tubos cortos horizontales .....	30
Figura 2.8 Evaporadores de tubos cortos verticales .....	31
Figura 3.1 Partes del tomate .....	39

Figura 3.2 Carta de color para la madurez del tomate (INTA).....	40
Figura 3.3 Rotavapor .....	48
Figura 3.4 Materia prima .....	50
Figura 3.5 Pesado de la materia prima.....	51
Figura 3.6 Lavado de la materia prima.....	51
Figura 3.7 Escaldado de la materia prima.....	52
Figura 3.8 Tamizado del tomate .....	53
Figura 3.9 Obtención de pulpa y residuos .....	53
Figura 3.10 Concentrada en rota vapor.....	54
Figura 3.11 Presión de vacío .....	54
Figura 3.12 Obtención de concentrado y condensado .....	55
Figura 3.13 Medición de grados Brix .....	55
Figura 3.14 Acidez de pasta de tomate .....	55
Figura 3.15 Viscosidad de pasta de tomate.....	55
Figura 3.16 Humedad de la pasta de tomate .....	55
Figura 3.17 Adición de insumos .....	56
Figura 3.18 Producto terminado y envasado en frasco de vidrio.....	56
Figura 3.19 Pasteurizado del producto .....	57
Figura 3.20 Producto refrigerado.....	57

**NOMENCLATURA, ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA UTILIZADA**

°Brix:	Grados Brix
CAT:	Cámara Agropecuaria Tarija
°C:	Grados Celsius
CEANID:	Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo
Cp:	Calor Específico
Cp <sub>tom</sub> :	Calor Específico del tomate
Cp <sub>H<sub>2</sub>O</sub> :	Calor Específico del agua
FAO:	Org. de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
g:	Gramos
IBNORCA:	Instituto Boliviano de Normalización y Calidad
INTA:	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina)
h:	hora
H:	Humedad
Ha:	Hectárea
H <sub>L</sub> :	Entalpía del líquido
H <sub>v</sub> :	Entalpía del vapor
Kcal/Kg:	Kilocaloría por kilogramo
Kg:	Kilogramos
KW/h:	Kilowatts por hora
LOU:	Laboratorio de Operaciones Unitarias
L:	Litros

mg:	Miligramos
m:	Masa
MC:	Masa de Concentrado
P:	Presión
pH:	Potencial de hidrógeno
Q:	Calor
rpm:	Revoluciones por minuto
t:	Tiempo
temp:	Temperatura
T <sub>i</sub> :	Temperatura Inicial
T <sub>f</sub> :	Temperatura final
T <sub>b</sub> :	Temperatura de baño
T <sub>n</sub> :	Tonelada
UI:	Unidad Internacional de Cantidad de Materia
USDA:	United States Department of Agriculture
V:	Vatios
W:	Watts
X <sub>f</sub> :	Grados Brix de la pulpa de tomate
X <sub>p</sub> :	Grados Brix de la pasta de tomate
X <sub>k</sub> :	Grados Brix kétchup picante
%:	Porcentaje
μ:	Viscosidad
ρ:	Densidad