

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**ELABORACIÓN DE SALSA DE AJÍ AMARILLO
VARIEDAD CAMBA**

POR:

XIMENA CRUZ BARRIOS UGARTE

Trabajo final de Grado presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar al grado Académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

Octubre, 2013

TARIJA – BOLIVIA

Vo. Bo.

.....
Ing. Erick Ramírez
DOCENTE GUÍA

.....
Ing. Ernesto Álvarez
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

.....
Ing. Silvana Paz
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

.....
Ing. Jesús Zamora
DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO
DE BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIA DE LOS ALIMENTOS

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Erick Ramírez, por su cariño, guía y apoyo. Este presente simboliza mi gratitud por la invaluable ayuda que siempre me ha proporcionado.

Pero no solamente quiero agradecer por este período de tesis, sino por lo que antecede y trasciende.

A todos mis docentes por su enseñanza.

DEDICATORIA

A mis padres Miguel Barrios y Juana Ugarte que siempre me dieron su apoyo incondicional y a quienes debo este triunfo profesional, siendo mi inspiración a seguir superándome.

A mis hermanas Carolina y Marcela como ejemplo de superación.

A todos mis amigos, amigas y todas aquellas personas que han sido importantes para mí durante todo este tiempo.

PENSAMIENTOS

Los ejemplos corrigen mucho mejor que las reprimendas.

Voltaire

Tened siempre presente la debilidad humana:
es de vuestra naturaleza caer y cometer faltas.

Confucio

ÍNDICE DEL CONTENIDO

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes	1
1.2	Justificación.....	3
1.3	Objetivos	3
1.3.1	Objetivo general	4
1.3.2	Objetivos específicos.....	4
1.4	Planteamiento del problema	5
1.4.1	Formulación del problema	5
1.5	Formulación de la hipótesis.....	5

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Origen del género <i>Capsicum</i>	6
2.2	Origen del ají amarillo variedad camba	6
2.3	Variedades de ají	7
2.4	Clasificación botánica del ají amarillo variedad camba.....	9
2.5	Importancia taxonómica del ají amarillo variedad camba	9
2.5.1	Anatomía del ají	10
2.6	Características del cultivo de ají amarillo <i>Capsicum baccatum</i>	11
2.7	Composición química del ají amarillo variedad camba	11
2.8	Propiedades nutricionales del ají amarillo variedad camba	13
2.9	Usos y aplicaciones del ají	13
2.9.1	En la alimentación.....	14
2.9.2	En la medicina.....	14
2.9.3	En la cosmetología	14
2.9.4	Colorantes naturales para artesanías	14

2.9.5	Artefacto de defensa personal	15
2.10	Procesamiento de frutas y hortalizas	15
2.11	Proceso de concentración en alimentos.....	15
2.11.1	Métodos de concentración.....	16
2.12	Proceso de concentración a paila abierta.....	16
2.13	Tratamiento térmico por escaldado	17
2.14	Definición de salsas.....	17
2.14.1	Clasificación de las salsas	18
2.14.1.1	Salsas emulsionadas	18
2.14.1.2	Salsas no emulsionadas	18
2.14.2	Salsa de ají.....	18
2.15	Insumos a utilizar en la elaboración de salsa de ají amarillo	
	variedad cambia.....	20
2.15.1	Sal común	20
2.15.2	Aceite comestible	20
2.15.3	Ácido cítrico	21
2.15.4	Sorbato de potasio	21
2.15.5	Agua potable	21

CAPÍTULO III

DISEÑO METODOLÓGICO

3.1	Desarrollo de la parte experimental	23
3.2	Equipos de proceso, instrumentos de laboratorio	
	y utensilios de cocina	23
3.2.1	Equipos de proceso.....	23
3.2.1.1	Licadora eléctrica	23
3.2.1.2	Cocina industrial	24
3.2.2	Instrumentos y material de laboratorio.....	24
3.2.2.1	Balanza analítica	24

3.2.2.2	Refractómetro de bolsillo	25
3.2.2.3	Material de laboratorio	25
3.2.3	Utensilios de cocina	26
3.3	Reactivos e insumos alimentarios	26
3.3.1	Reactivos químicos de grado alimenticio.....	26
3.3.2	Insumos alimentarios.....	27
3.4	Diagrama de flujo del proceso para la elaboración de salsa de ají amarillo variedad camba.....	27
3.4.1	Descripción del diagrama de flujo para la elaboración de salsa de ají amarillo variedad camba	28
3.4.1.1	Materia prima <i>Capsicum baccatum</i>	29
3.4.1.2	Clasificación.....	29
3.4.1.3	Lavado y escurrido	29
3.4.1.4	Cortado	30
3.4.1.5	Tratamiento térmico	30
3.4.1.6	Neutralización	30
3.4.1.7	Molienda.....	31
3.4.1.8	Dosificación	31
3.4.1.9	Concentración.....	31
3.4.1.10	Envasado en caliente	32
3.4.1.11	Esterilización.....	32
3.4.1.12	Enfriamiento.....	32
3.4.1.13	Etiquetado.....	33
3.4.1.14	Almacenamiento.....	33
3.5	Metodología para la obtención de resultados	33
3.5.1	Caracterización de las propiedades de la materia prima	33
3.5.1.1	Propiedades físicas del ají amarillo variedad camba.....	33
3.5.1.2	Propiedades fisicoquímicas del ají amarillo variedad camba.....	34
3.5.2	Caracterización de las propiedades del producto final.....	35
3.5.2.1	Propiedades físicas del producto final.....	35

3.5.2.2	Propiedades fisicoquímicas del producto final.....	35
3.5.2.3	Propiedades microbiológicas del producto final	36
3.5.3	Evaluación sensorial.....	36
3.5.3.1	Evaluación sensorial para determinar el tiempo de tratamiento término en ají amarillo variedad camba	37
3.5.3.2	Evaluación sensorial para determinar el prototipo de salsa de ají amarillo variedad camba.....	37
3.5.3.3	Evaluación sensorial para determinar el tiempo de molienda en salsa de ají amarillo variedad camba	37
3.5.3.4	Evaluación sensorial para determinar la concentración en salsa de ají amarillo variedad camba	38
3.5.3.5	Evaluación sensorial de las propiedades organolépticas del producto final	38
3.5.4	Diseño experimental.....	38
3.5.4.1	Diseño factorial 2^K	39
3.5.4.1.1	Diseño factorial 2^3 en la etapa de dosificación-concentración de la salsa de ají.....	39

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1	Caracterización de las propiedades de la materia prima	41
4.1.1	Propiedades físicas del ají amarillo variedad camba.....	41
4.1.2	Propiedades fisicoquímicas del ají amarillo variedad camba.....	43
4.2	Caracterización del proceso de elaboración de salsa de ají amarillo variedad camba	44
4.2.1	Determinación del tiempo de tratamiento térmico para el proceso de escaldado del ají	44
4.2.1.1	Evaluación sensorial del atributo color para determinar el tiempo de tratamiento térmico.....	45

4.2.1.1.1	Prueba estadística del atributo color para determinar el tiempo de tratamiento térmico.....	46
4.2.1.2	Inactivación de la enzima peroxidasa para determinar el tiempo de tratamiento térmico.....	47
4.2.1.3	Propiedades fisicoquímicas del ají amarillo variedad cambia con tratamiento térmico	48
4.2.2	Determinación del prototipo de salsa de ají amarillo variedad cambia.....	49
4.2.2.1	Evaluación sensorial del atributo color para determinar el prototipo de salsa de ají.....	49
4.2.2.1.1	Prueba Duncan del atributo color para determinar el prototipo de salsa de ají.....	51
4.2.2.2	Evaluación sensorial del atributo olor para determinar el prototipo de salsa de ají.....	52
4.2.2.2.1	Prueba estadística del atributo olor para determinar el prototipo de salsa de ají.....	53
4.2.2.3	Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar el prototipo de salsa de ají.....	54
4.2.2.3.1	Prueba estadística del atributo sabor para determinar el prototipo de salsa de ají.....	56
4.2.2.4	Evaluación sensorial del atributo picor para determinar el prototipo de salsa de ají.....	57
4.2.2.4.1	Prueba estadística del atributo picor para determinar el prototipo de salsa de ají.....	59
4.2.2.5	Evaluación sensorial del atributo textura para determinar el prototipo de salsa de ají.....	60
4.2.2.5.1	Prueba estadística del atributo textura para determinar el prototipo de salsa de ají.....	62
4.2.3	Determinación del tiempo de molienda en salsa de ají amarillo variedad cambia	63

4.2.3.1	Evaluación sensorial del atributo arenosidad para determinar el tiempo de molienda en salsa de ají.....	64
4.2.3.1.1	Prueba Duncan del atributo arenosidad para determinar el tiempo de molienda en salsa de ají.....	65
4.3	Determinación de la concentración en salsa de ají amarillo variedad cambia.....	66
4.3.1	Evaluación sensorial para determinar la concentración en salsa de ají.....	66
4.3.1.1	Evaluación sensorial del atributo color para determinar la concentración en salsa de ají.....	67
4.3.1.1.1	Prueba Duncan del atributo color para determinar la concentración en salsa de ají.....	68
4.3.1.2	Evaluación sensorial del atributo olor para determinar la concentración en salsa de ají.....	70
4.3.1.2.1	Prueba estadística del atributo olor para determinar la concentración en salsa de ají.....	71
4.3.1.3	Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la concentración en salsa de ají.....	72
4.3.1.3.1	Prueba estadística del atributo sabor para determinar la concentración en salsa de ají.....	74
4.3.1.4	Evaluación sensorial del atributo textura para determinar la concentración en salsa de ají.....	75
4.3.1.4.1	Prueba estadística del atributo textura para determinar la concentración en salsa de ají.....	77
4.3.1.5	Evaluación sensorial del atributo apariencia para determinar la concentración en salsa de ají.....	78
4.3.1.5.1	Prueba Duncan del atributo apariencia para determinar la concentración en salsa de ají.....	80
4.4	Análisis estadístico del diseño experimental.....	82
4.4.1	Prueba estadística del diseño experimental para determinar	

	°Brix en la concentración de salsa de ají.....	83
4.4.2	Prueba estadística del diseño experimental para determinar el tiempo en la concentración de salsa de ají	84
4.4.3	Variación de la concentración por evaporación de agua en salsa de ají.....	85
4.4.3.1	Control de sólidos solubles y contenido de agua en el proceso de concentración.....	85
4.5	Caracterización de las propiedades del producto final.....	88
4.5.1	Propiedades físicas del producto final.....	88
4.5.2	Propiedades fisicoquímicas del producto final.....	88
4.5.3	Propiedades microbiológicas del producto final	89
4.5.4	Propiedades organolépticos del producto final	90
4.5.4.1	Prueba estadística de las propiedades organolépticas del producto final	91
4.6	Balance de materia y energía en el proceso de elaboración de salsa de ají amarillo variedad cambia	92
4.6.1	Balance de materia en la etapa de clasificación	94
4.6.2	Balance de materia en la etapa de cortado	95
4.6.3	Balance de materia en la etapa de tratamiento térmico.....	96
4.6.4	Balance de materia en la etapa de molienda	97
4.6.5	Balance de materia en la etapa de dosificación.....	98
4.6.6	Balance de materia en la etapa de concentración	99
4.6.7	Balance de materia en la etapa de envasado	100
4.6.8	Resumen del balance de materia para el proceso de elaboración de salsa de ají.....	101
4.6.9	Balance de energía en la etapa de tratamiento térmico	103
4.6.10	Balance de energía en la etapa de concentración	104

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	107
5.2	Recomendaciones.....	109
	Bibliografía.....	111
	Anexos	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Composición química del ají amarillo (variedad camba).....	12
Tabla 3.1	Diseño factorial de la matriz de variables para la etapa de dosificación-concentración de la salsa de ají.....	40
Tabla 3.2	Niveles de variación de los factores en la etapa de dosificación-concentración de la salsa de ají.....	40
Tabla 4.1	Características físicas del ají amarillo (variedad camba)	41
Tabla 4.2	Promedio y rango de las propiedades físicas del ají amarillo (variedad camba).....	42
Tabla 4.3	Promedio de la porción comestible y no comestible del ají amarillo.....	43
Tabla 4.4	Características fisicoquímicas del ají amarillo (variedad camba)	43
Tabla 4.5	Evaluación sensorial del atributo color para determinar el tiempo de tratamiento térmico.....	45
Tabla 4.6	Análisis de varianza del atributo color para determinar el tiempo de tratamiento térmico.....	46
Tabla 4.7	Características fisicoquímicas del ají amarillo (variedad camba) con tratamiento térmico.....	48
Tabla 4.8	Evaluación sensorial del atributo color para determinar el prototipo de salsa de ají	50

Tabla 4.9	Análisis estadístico de Duncan del atributo color para elegir el prototipo de salsa de ají	51
Tabla 4.10	Evaluación sensorial del atributo olor para determinar el prototipo de salsa de ají	52
Tabla 4.11	Análisis de varianza del atributo olor para determinar el prototipo de salsa de ají	53
Tabla 4.12	Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar el prototipo de salsa de ají	55
Tabla 4.13	Análisis de varianza del atributo sabor para determinar el prototipo de salsa de ají	56
Tabla 4.14	Evaluación sensorial del atributo picor para determinar el prototipo de salsa de ají	58
Tabla 4.15	Análisis de varianza del atributo picor para determinar el prototipo de salsa de ají	59
Tabla 4.16	Evaluación sensorial del atributo textura para determinar el prototipo de salsa de ají	61
Tabla 4.17	Análisis de varianza del atributo textura para determinar el prototipo de salsa de ají	62
Tabla 4.18	Evaluación sensorial del atributo arenosidad para determinar el tiempo de molienda en salsa de ají.....	64
Tabla 4.19	Análisis estadístico de Duncan del atributo arenosidad para determinar el tiempo de molienda en salsa de ají.....	65
Tabla 4.20	Evaluación sensorial del atributo color para determinar la concentración en salsa de ají	67
Tabla 4.21	Análisis estadístico de Duncan del atributo color para determinar la concentración en salsa de ají	69
Tabla 4.22	Evaluación sensorial del atributo olor para determinar la concentración en salsa de ají	70
Tabla 4.23	Análisis de varianza del atributo olor para determinar la concentración en salsa de ají	71

Tabla 4.24 Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la concentración en salsa de ají	73
Tabla 4.25 Análisis de varianza del atributo sabor para determinar la concentración en salsa de ají	74
Tabla 4.26 Evaluación sensorial del atributo textura para determinar la concentración en salsa de ají	76
Tabla 4.27 Análisis de varianza del atributo textura para determinar la concentración en salsa de ají	77
Tabla 4.28 Evaluación sensorial del atributo apariencia para determinar la concentración en salsa de ají	79
Tabla 4.29 Análisis estadístico de Duncan del atributo apariencia para determinar la concentración en salsa de ají	81
Tabla 4.30 Matriz de resultados de las variables en la dosificación de insumos para el proceso de concentración de salsa de ají	83
Tabla 4.31 Análisis de varianza para °Brix en el proceso de concentración de la salsa de ají	83
Tabla 4.32 Análisis de varianza para el tiempo en el proceso de concentración de la salsa de ají	84
Tabla 4.33 Variación de sólidos solubles y contenido de agua en el proceso de concentración de la salsa de ají	86
Tabla 4.34 Características físicas de la salsa de ají amarillo (variedad camba)	88
Tabla 4.35 Características fisicoquímicas de la salsa de ají amarillo (variedad camba)	89
Tabla 4.36 Características microbiológicas de la salsa de ají amarillo (variedad camba).....	89
Tabla 4.37 Evaluación sensorial de los atributos del producto final.....	90
Tabla 4.38 Análisis de varianza de los atributos del producto final.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Ajés en el mundo	1
Figura 2.1	<i>Capsicum pubescens</i> “rocoto”	7
Figura 2.2	<i>Capsicum chinense</i> “panca”	7
Figura 2.3	<i>Capsicum baccatum</i> “camba”	8
Figura 2.4	<i>Capsicum baccatum</i> “mirasol”	8
Figura 2.5	<i>Capsicum annum</i> “pimiento”	8
Figura 2.6	<i>Capsicum frutescens</i> “tabasco”	8
Figura 2.7	Partes del ají (corte longitudinal)	10
Figura 2.8	Partes del ají (corte transversal)	10
Figura 2.9	Pungencia de diversas variedades de ají	12
Figura 2.10	Estructura química del β -caroteno	13
Figura 3.1	Proceso de elaboración de salsa de ají amarillo (variedad <i>camba</i>)	28
Figura 3.2	Ají amarillo (variedad <i>camba</i>) <i>Capsicum baccatum</i>	29
Figura 4.1	Promedio del atributo color para determinar el tiempo de tratamiento térmico en ají	46
Figura 4.2	Determinación del tiempo de tratamiento térmico en ají amarillo (variedad <i>camba</i>)	47
Figura 4.3	Promedio del atributo color para determinar el prototipo de salsa de ají	51
Figura 4.4	Promedio del atributo olor para determinar el prototipo de salsa de ají	53
Figura 4.5	Promedio del atributo sabor para determinar el prototipo de salsa de ají	56
Figura 4.6	Promedio del atributo picor para determinar el prototipo de salsa de ají	59
Figura 4.7	Promedio del atributo textura para determinar el prototipo de salsa de ají	62

Figura 4.8	Promedio del atributo arenosidad para determinar el tiempo de molienda en salsa de ají	65
Figura 4.9	Promedio del atributo color para determinar la concentración en salsa de ají.....	68
Figura 4.10	Promedio del atributo olor para determinar la concentración en salsa de ají.....	71
Figura 4.11	Promedio del atributo sabor para determinar la concentración en salsa de ají.....	74
Figura 4.12	Promedio del atributo textura para determinar la concentración en salsa de ají.....	77
Figura 4.13	Promedio del atributo apariencia para determinar la concentración en salsa de ají.....	80
Figura 4.14	Variación de sólidos solubles y contenido de agua en el proceso de concentración de salsa de ají	87
Figura 4.15	Promedio las propiedades organolépticas del producto final	91
Figura 4.16	Balance de materia para el proceso de elaboración de salsa de ají	93
Figura 4.17	Etapa de clasificación	95
Figura 4.18	Etapa de cortado.....	95
Figura 4.19	Etapa de tratamiento térmico	96
Figura 4.20	Etapa de molienda.....	97
Figura 4.21	Etapa de dosificación	98
Figura 4.22	Etapa de concentración	99
Figura 4.23	Etapa de envasado.....	100
Figura 4.24	Resumen del balance de materia para el proceso de elaboración de salsa de ají.....	102

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1	Estimación del volumen total de producción de ají en Bolivia	2
Cuadro 2.1	Información taxonómica del ají amarillo	9
Cuadro 2.2	Requisitos fisicoquímicos y microbiológicos para salsa de ají	19
Cuadro 3.1	Especificaciones técnicas de la licuadora eléctrica.....	23
Cuadro 3.2	Especificaciones técnicas de la cocina industrial.....	24
Cuadro 3.3	Especificaciones técnicas de la balanza analítica	24
Cuadro 3.4	Especificaciones técnicas del refractómetro de bolsillo	25
Cuadro 3.5	Material de laboratorio.....	25
Cuadro 3.6	Utensilios de cocina	26
Cuadro 3.7	Reactivos químicos de grado alimenticio para la elaboración de salsa de ají.....	27
Cuadro 3.8	Insumos alimentarios para la elaboración de Salsa de ají	27
Cuadro 3.9	Relación de insumos respecto a la pulpa de ají.....	31
Cuadro 3.10	Características físicas del ají amarillo (variedad camba).....	34
Cuadro 3.11	Características fisicoquímicas del ají amarillo (variedad camba).....	34
Cuadro 3.12	Características físicas de la salsa de ají amarillo (variedad camba).....	35
Cuadro 3.13	Características fisicoquímicas de la salsa de ají amarillo (variedad camba)	36
Cuadro 3.14	Características microbiológicas de la salsa de ají amarillo (variedad camba)	36