

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA



**“ELABORACIÓN DE HARINA DE TOMATE COMO
SUPLEMENTO ALIMENTICIO”**

Por:

CARLA MARIAM BALDIVIEZO ALCOBA

**Proyecto de Grado (Investigación Aplicada) presentado a consideración de la
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO, como requisito para optar el
grado académico de Licenciatura en Ingeniería Química.**

**Octubre de 2018
TARIJA – BOLIVIA**

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

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a mi amada abuela que está en el cielo y a mi madre por su apoyo incondicional y su infinito cariño.

AGREDECIMIENTOS

A mi madre:

Que gracias a sus consejos y palabras de aliento me han ayudado a crecer como persona y a luchar por lo que quiero, gracias por enseñarme valores que me han llevado a

A mi hermano:

Gracias por su apoyo, cariño y por estar en los momentos más importantes de mi vida. Este logro también es para ti.

A ti;

Gracias por el apoyo, comprensión y
confianza que me has dado en
momentos difíciles.

PENSAMIENTO

“La ciencia puede divertirnos y fascinarnos, pero es la ingeniería la que cambia al mundo.”

Isaac Asimov.

ÍNDICE	Página
Advertencia	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Pensamiento	vi
Resumen	vii

INTRODUCCIÓN

Antecedentes	1
Harina.....	1
Tipos de harina.....	2
Harinas con gluten	2
Harinas sin gluten	2
Harinas en Bolivia	3
Historia del deshidratado de tomate.....	3
Suplemento Alimenticio	4
Harina de tomate	5
Objetivos	7
Objetivo General.....	7
Objetivos Especificos	7
Justificación	8
Justificación Social	8
Justificación Ambiental	8
Justificación Económica	8
Justificación Tecnológica	9
Justificación Personal	9

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.1 El Tomate.....	10
1.1.1 Origen del tomate.	10
1.1.2 Producción del tomate.	11
1.2 Generalidades del tomate.....	15
1.3 Tipos de tomate más comunes en Tarija.	16
1.3.1 Tomate Río Grande.....	17
1.3.2 Tomate Bella Rosa.....	17
1.4 Generalidades del Tomate variedad Perita.	18
1.4.1 Taxonomía del Tomate variedad Perita	18
1.4.2 Propiedades Del Tomate variedad Perita.....	19
1.4.3 Composición del Tomate variedad Perita.....	20
1.4.5 Propiedades Nutricionales del Tomate variedad Perita	21
1.5 Selección y Descripción del Proceso	23
1.5.1 Selección de Materia Prima	23
1.5.2 Selección del Tipo de Secado	23
1.5.2.1 Métodos utilizados para la deshidratación de tomate	24
1.5.2.1.1 Deshidratación Solar.....	24
1.5.2.1.2 Deshidratación Osmótica	24
1.5.2.1.3 Deshidratado con Microondas	25
1.5.2.1.4 Deshidratado por Liofilización	25
1.5.2.1.5 Deshidratado con Aire Caliente Forzado.....	26
1.5.2.2 Selección del Secado según los tipos de secadores más utilizados para Alimentos	26
1.5.2.2.1 Secador de Bandejas, Compartimentos o Cabina	27
1.5.3 Molienda	27
1.5.4 Selección de Molienda.....	28

1.5.4.1 Tipos de Fuerzas	29
1.5.4.2 Tipos de Molinos	29
1.5.4.2.1 Molino de Bolas.....	29
1.5.4.2.2 Molino de Martillos	30
1.5.4.2.3 Molino de Discos	30
1.5.4.2.4 Molino de Rodillos	30
1.5.5 Tamizado	31
1.5.6 Proceso seleccionado para la “Elaboración de Harina de Tomate”	33

CAPITULO II

PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Descripción y Análisis de Materia Prima	34
2.1.1 Materia Prima	34
2.1.2 Selección de la variedad de tomate para la “Elaboración de Harina de Tomate”	34
2.1.3 Análisis Fisicoquímico del Tomate	35
2.1.4 Porcentaje de descarte antes de entrar al Secado	36
2.1.5 Sólidos solubles totales del tomate variedad Perita.....	36
2.2 Descripción del Método de Investigación	38
2.2.1 Selección de Materia Prima	38
2.2.2 Tratamiento previo al deshidratado de tomate variedad Perita.....	38
2.2.3 Método Seleccionado para el deshidratado del tomate variedad Perita.....	39
2.2.4 Molienda del tomate deshidratado	39
2.2.5 Selección de la Malla del Tamíz.....	40
2.3 Materia Prima y Reactivos.....	41
2.4 Diseño Factorial.	42
2.5 Procedimientos y técnicas empleados para la “Obtención de los Resultados”	46
2.5.1 Materia Prima: Tomate Perita.....	46

2.5.2 Selección de Materia Prima	47
2.5.3 Limpieza	48
2.5.4 Pelado del tomate.....	48
2.5.5 Cortado o troceado	49
2.5.6. Desemillado del Tomate Perita.....	50
2.5.7 Inmersión en la solución de Ácido Cítrico	51
2.5.8 Análisis de Humedad	51
2.5.9 Secado	51
2.5.10 Molienda	52
2.5.11 Tamizado	53
2.5.12 Determinación del tamaño de Partícula de la “Harina de Tomate”	54
2.5.13 Envasado	55
2.6 Análisis de la “Harina de Tomate”	55
2.6.1 Evaluación Sensorial.....	55
2.6.2 Análisis Fisicoquímico	56

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados obtenidos de la parte Experimental de “Elaboración de Harina de Tomate como Suplemento Alimenticio”	58
3.1.1 Variación de la masa en peso con el tiempo.....	58
3.1.2 Variación de la humedad de la Materia Prima con el tiempo.....	59
3.1.3 Contenido de humedad en Base Seca	63
3.2 Cálculo de la Cinética de Secado para el proceso de “Elaboración de Harina de Tomate”	65
3.2.1 Método de los Tres Puntos.....	67
3.3 Cálculo del tiempo de secado	70

3.4 Evaluación Sensorial.....	74
3.4.1 Metodología	74
3.4.2 Evaluación del color	74
3.4.3 Evaluación del olor	75
3.4.4 Evaluación del sabor.....	76
3.5 Determinación del tamaño de partícula	77
3.5.1 Molienda	77
3.5.2 Tamizado	78
3.6 Análisis Sensorial de productos elaborados a base de harina de tomate	84
3.7 Diseño Final del Proceso de “Elaboración de Harina de Tomate”	86
3.7.1 Descripción del proceso de “Elaboración de Harina de Tomate como Suplemento Alimenticio”	87
3.7.1.1 Recepción de la Materia Prima.....	87
3.7.1.2 Almacenamiento del tomate Perita	87
3.7.1.3 Lavado y Selección del tomate Perita.....	87
3.7.1.4 Pelado de los tomates.....	87
3.7.1.5 Rebanado de tomates	88
3.7.1.6 Desemillado del tomate	88
3.7.1.7 Inmersión en solución de Ácido Cítrico	88
3.7.1.8 Colocación de las rodajas de tomate en mallas para el Secado	88
3.7.1.9 Colocación de bandejas en el secador y secado de las rodajas de tomate	88
3.7.1.10 Recolección de rodajas secas	88
3.7.1.11 Molienda de la rodajas de tomate deshidratado	89
3.7.1.12 Tamizado de la “Harina de Tomate”	89
3.7.1.13 Análisis Físicoquímico	89
3.7.1.14 Envasado	89
3.8 Balance de Materia y Energía en el “Proceso de Elaboración de Harina de Tomate”	89
3.8.1 Balance de Materia en el Proceso de Elaboracion de Harina de Tomate	90

3.8.1.1 Balance de Materia en el bloque 1 (pelado del tomate).....	90
3.8.1.2 Balance de Materia en el bloque 2 (rebanado del tomate).....	91
3.8.1.3 Balance de Materia en el bloque 3 (desemillado del tomate)	91
3.8.1.4 Balance de Materia en el bloque 4 (inmersión de ácido cítrico)	92
3.8.1.5 Balance de Materia en el bloque 5 (secado del tomate)	93
3.8.1.6 Balance de Materia en el bloque 6 (recolección de rodajas deshidratadas)...	94
3.8.1.7 Balance de Materia en el bloque 7 (molienda del tomate deshidratado)	95
3.8.1.8 Balance de Materia en el bloque 8 (tamizado de la harina de tomate)	96
3.8.1.9 Balance de Materia Global en el proceso de “Elaboracion de Harina de Tomate”	97
3.8.2 Balance de Energía en el secado de Tomate.....	99
3.8.2.1 Cálculo del calor sensible	99
3.8.2.2 Cálculo del calor latente	100
3.9 Escalamiento del Secador de Bandejas según la producción anual de tomate en la Provincia Avilés del Departamento de Tarija.....	101
3.9.1 Escalamiento del Secador	102
3.9.1.1 Tamaño de las Bandejas del Secador.....	103
3.9.1.2 Dimensionamiento de la estructura interna y externa del secador.....	107
3.9.1.3 Cálculos de la cantidad de aire necesario para el secado de tomate	110
3.9.1.4 Selección del calentador del aire para el equipo ya escalado	113
3.9.1.5 Selección del ventilador de aire	114
3.10 Estudio Económico	117
3.10.1 Costo de la Materia Prima	117
3.10.2 Costo de Producción	117
3.10.3 Costo Total de la Producción de Harina de Tomate por día	119
3.10.4 Costo de Montaje de Secador de Bandejas	119

CAPITULO IV
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones	121
4.2 Recomendaciones	123

ANEXOS

- ANEXO A
- ANEXO B
- ANEXO C
- ANEXO D
- ANEXO E
- ANEXO F
- ANEXO G
- ANEXO H
- ANEXO I

Índice de tablas

	Página
Tabla I-1 Producción de tomate en Bolivia (toneladas por año)	13
Tabla I-2 Producción de tomate por Departamento en Bolivia (toneladas por año) .	13
Tabla I-3 Producción de tomate en Tarija (toneladas por año).....	14
Tabla I-4 Producción de tomate en Tarija año 2013 (toneladas por año).	14
Tabla I-5 Composición física y química media del tomate variedad perita	20
Tabla I-6 Variación de las características fisicoquímicas del tomate variedad perita	21
Tabla I-7 Propiedades Nutricionales del Tomate Pera	22
Tabla I-8 Tipos de Secadores más Utilizados para alimentos	27
Tabla I-9 Selección de Molino.....	31
Tabla II-1 Porcentaje de Humedad	34
Tabla II-2 Propiedades Fisicoquímicas del tomate Perita Fresco.....	35
Tabla II-3 Análisis Fisicoquímico de tomate variedad Perita Fresco	35
Tabla II-4 Materia Sólida en tomate variedad Perita.	36
Tabla II-5 Sólidos Solubles en tomate variedad Perita.....	37
Tabla II-6 Tamices Estándar.....	40
Tabla II-7 Diseño Factorial.	42
Tabla II-8 composición % de humedad para cada ensayo.....	43
Tabla II-9 Análisis Fisicoquímicos de la Harina de Tomate	57
Tabla III-1 Variación de la Masa con Respecto al Tiempo	58
Tabla III-2 Ensayos realizados en la “Elaboración de Harina de Tomate”	61
Tabla III-3 Variación de la humedad vs tiempo	61
Tabla III-4 Variación de la humedad en base seca vs tiempo	64
Tabla III-5 Humedad de los tratamientos	66
Tabla III-6 Resultados obtenidos con el uso de la ecuaciones fundamentale de los tres puntos.....	69
Tabla III-7 Porcentaje de pérdidas en Molienda.....	78

Tabla III-8Clasificación Granulométrica de la “Sopa Instantánea de Tomate”	79
Tabla III-9Clasificación Granulométrica de la “Harina de Tomate”	79
Tabla III-10“Harina de Tomate”vs “Sopa Instantánea de Tomate”	81
Tabla III-11Características del Secador de Bandeja utilizado en la experiencia.....	101
Tabla III-12Costo de Materia Prima para un Lote de 2485g de Harina de Tomate	117
Tabla III-13Costos por uso de factores por día.....	118
Tabla III-14Costo de Energía Eléctrica utilizada	118
Tabla III-15Costo total de operación	119
Tabla III-16Costo del Secador de Bandejas	120

Índice de figuras

Página

Figura 1.1 Tomate Perita.	10
Figura 1.2 Principales países productores de tomate a nivel mundial (toneladas por año)	12
Figura 1.3 Tomate Variedad Perita y Tomate Variedad Manzano	16
Figura 1.4 Tomate Perita	17
Figura 1.5 Tomate Manzano	18
Figura 1.6 Plantación Tomate Perita.....	19
Figura 1.7 Tomate en Polvo.....	28
Figura 1.8 Diagrama de bloques para la elaboración de harina de tomate	33
Figura 2.1 Tomate Variedad Perita a Diferente Madurez.....	37
Figura 2.2 Tomate Variedad Perita con la Madurez Seleccionada.....	47
Figura 2.3 Pelado del Tomate	48
Figura 2.4 Tamaño de Rodaja del Tomate a Deshidratar	49
Figura 2.5 Desemillado del Tomate.....	50
Figura 2.6 Secador por Convección Forzada.....	52
Figura 2.7 Molino de Martillos y Harina de Tomate	53
Figura 2.8 Tamiz.....	54
Figura 3.1 Masa vs Tiempo	59
Figura 3.2 Humedad vs tiempo.....	62
Figura 3.3 Humedad En Base Seca vs tiempo	64
Figura 3.4 Velocidad de secado vs Humedad %	71
Figura 3.5 Velocidad de secado vs tiempo	72
Figura 3.6 Evaluación del Color del Tomate Deshidratado.....	75
Figura 3.7 Evaluación del Olor del Tomate Deshidratado	76
Figura 3.8 Evaluación del Sabor del Tomate Deshidratado	77
Figura 3.9 Tamaño de Partícula de la Sopa Instantánea y de la Harina de Tomate....	80

Figura 3.10	Tamaño de Partícula de la Sopa Instantánea y de la Harina de Tomate	. 82
Figura 3.11	Disolución de la Sopa Instantánea y de la Harina de Tomate 83
Figura 3.12	Comparación de Color entre la Sopa Instantánea y la Harina de Tomate 84
Figura 3.13	Aceptación de Muestras 85
Figura 3.14	Etapas en la Elaboración de Harina de Tomate 86
Figura 3.15	Estructura de la Bandeja 106
Figura 3.16	Estructura Interna del Secador 108
Figura 3.17	Estructura Externa del Secador 11

