

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LOS
ALIMENTOS
CARRERA INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



**ELABORACIÓN DE MERMELADA DE FRUTILLA
FORTIFICADA CON PIMENTÓN**

POR:

JOSÉ LUIS ANAGUA ZEGARRA

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.

**Mayo, 2018
TARIJA-BOLIVIA**

DIDICATORIA:

Quiero dedicar este trabajo:

A la memoria de mi madrecita querida Justina Zegarra Villcasana y a mi padre Cecilio Anagua Quiroga, a mis hermanos, Ariel, Hilda, Elva, David por ser apoyo incondicional y constante, que me ayudaron a luchar por mis sueños y a confiar siempre en Dios

ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

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

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1	Origen de la frutilla	6
2.1.1	Taxonomía de la frutilla.....	6
2.1.2	Variedades de plantas de frutillas	7
2.1.2.1	Variedad oso grande.....	7
2.1.2.2	Variedad chandler	8
2.1.2.3	Variedad camarosa.....	8
2.1.2.4	Variedad sweelt charlie.....	9
2.1.2.5	Variedad selva.....	10
2.1.3	Composición química de la frutilla.....	10
2.1.4	Usos y aplicaciones de la frutilla	11
2.2	Origen del pimentón.....	12
2.2.1	Taxonomía del pimentón	13
2.2.2	Variedad de pimentón	13
2.2.2.1	Yolo wonder.....	14
2.2.2.2	Lamuyo	15
2.2.2.3	Los puntiagudos o pimentón larga	15
2.2.3	Composición química del pimentón.....	16
2.2.4	Usos y aplicaciones del pimentón.....	17
2.3	Definición de mermelada	18
2.3.1	Clasificación y tipos de mermeladas.....	18
2.3.2	Defectos de las mermeladas	19

2.4	Insumos alimentarios para elaborar mermelada de frutilla fortificada con pimentón	20
2.4.1	Azúcar	20
2.4.2	Pectina	20
2.4.3	Ácido cítrico.....	20
2.5	Proceso de elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón.....	21
2.5.1	Selección	21
2.5.2	Pesado	21
2.5.3	Lavado.....	21
2.5.4	Pelado.....	21
2.5.5	Pulpeado.....	22
2.5.6	Concentración	22
2.5.7	Adición de azúcar y ácido cítrico.....	22
2.5.8	Punto de gelificación.....	23
a)	Prueba del refractómetro.....	23
2.5.9	Trasvase.....	23
2.5.10	Esterilizaciones de los envases.....	23
2.5.11	Envasado	24
2.5.12	Enfriado.....	24
2.5.13	Almacenado.....	24

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1	Introducción	25
3.2	Descripción de equipos, materiales de laboratorio, materia prima y aditivos.....	25
3.2.1	Cocina semi-industrial	25
3.2.2	Balanza analítica digital	25
3.2.3	Refractómetro de bolsillo.....	26
3.2.4	Freezer.....	27
3.2.5	Termómetro de alcohol	27
3.2.6	Licuada industrial	28
3.2.7	Materiales utilizados	28
3.2.8	Materias primas e insumos.....	29
3.3	Descripción del proceso de elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón	30
3.3.1	Descripción del diagrama de flujo elaboración de mermelada de la frutilla fortificada con pimentón.....	31

3.3.1.1	Materias primas	31
3.3.1.2	Pesado	31
3.3.1.3	Cortado	31
3.3.1.4	Lavado	32
3.3.1.5	Escaldado del pimentón	32
3.3.1.6	Licuado	32
3.3.1.7	Concentración de la mezcla	32
3.3.1.8	Trasvase	33
3.3.1.9	Esterilizado de los envases	33
3.3.1.10	Envasado	33
3.3.1.11	Enfriado	33
3.3.1.12	Etiquetado	33
3.3.1.13	Almacenado	33
3.4	Metodología utilizada para la obtención de resultados	34
3.4.1	Propiedades físicas de las materias primas	34
3.4.2	Análisis fisicoquímico de las materias primas	34
3.4.3	Análisis microbiológico de las materias primas	35
3.5	Análisis sensorial	36
3.5.1	Evaluación sensorial para elegir el método de elaboración de mermelada de frutilla fortificado con pimentón	36
3.5.2	Evaluación sensorial para determinar la dosificación de insumos de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón	37
3.5.3	Evaluación sensorial del producto final	37
3.6	Diseño experimental	37
3.6.1	Objetivos del diseño experimental	37
3.6.2	Diseño factorial	39
3.6.2.1	Niveles de variación de las variables del tiempo de escaldado del pimentón para el quitado de piel	39
3.6.2.2	Diseño factorial de la matriz experimental aplicados en el escaldado del pimentón	40
3.6.2.3	Niveles de variación de las variables en la dosificación – concentración de la mermelada	41
3.6.2.4	Diseño factorial de la matriz experimental aplicados en la etapa de concentración de la mermelada	41

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1	Características de las materias primas	42
4.1.1	Propiedades físicas de la frutilla	42

4.1.2	Propiedades fisicoquímicas de la frutilla	45
4.1.3	Propiedades microbiológicas de la frutilla.....	46
4.1.4	Propiedades físicas del pimentón.....	46
4.1.5	Propiedades fisicoquímicas del pimentón.....	49
4.1.6	Propiedades microbiológicas del pimentón	50
4.2	Elección del método para el proceso de elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón.....	50
4.2.1	Evaluación sensorial del atributo color para elegir el método de elaboración	51
4.2.2	Prueba estadística del atributo color para elegir el método de elaboración	51
4.2.3	Evaluación sensorial del atributo sabor para elegir el método de elaboración	53
4.2.4	Prueba estadística del atributo sabor para elegir el método de elaboración	54
4.2.5	Evaluación sensorial del atributo textura para elegir el método de elaboración	55
4.2.6	Prueba estadística del atributo textura para elegir el método de elaboración	56
4.2.7	Evaluación sensorial del atributo olor para elegir el método de elaboración	57
4.2.8	Prueba estadística del atributo olor para elegir el método de elaboración	58
4.3	Determinación de la dosificación de insumos para la elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón	59
4.3.1	Evaluación sensorial del atributo color para determinar la dosificación de insumos.....	59
4.3.2	Prueba estadística de duncan del atributo color para determinar la dosificación de insumos.....	61
4.3.3	Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la dosificación de insumos.....	63
4.3.4	Prueba estadística de duncan del atributo sabor para determinar la dosificación de insumos.....	64
4.3.5	Evaluación sensorial del atributo textura para determinar la dosificación de insumos.....	66
4.3.6	Prueba estadística de duncan del atributo textura para determinar la dosificación de insumos.....	67
4.3.7	Evaluación sensorial del atributo olor para determinar la dosificación de insumos.....	69
4.3.8	Prueba estadística del atributo olor para determinar la dosificación de insumos.....	70

4.4	Diseño experimental en la etapa de escaldado del pimentón.....	71
4.4.1	Diseño experimental en la etapa de concentración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón.....	73
4.5	Control del porcentaje de agua evaporada y concentración de sólidos solubles en la mermelada.....	75
4.6	Caracterización del producto final	77
4.6.1	Propiedades fisicoquímicas del producto.....	78
4.6.2	Propiedades microbiológicas del producto	78
4.6.3	Evaluación sensorial del producto final	79
4.6.4	Prueba estadística de los atributos para el producto final	80
4.7	Balance de materia en el proceso de elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón.....	81
4.7.1	Balance de materia en la etapa de extracción de hombros de la frutilla	82
4.7.2	Balance de materia en la etapa de licuado	83
4.7.3	Balance de materia en la etapa de extracción de tallo y semillas del pimentón	84
4.7.4	Balance de materia en la etapa de escaldado del pimentón	86
4.7.5	Balance de materia en la etapa del licuado del pimentón	86
4.7.6	Balance de materia en la etapa de concentrado.....	87
4.7.7	Balance de energía en el proceso de elaboración de mermelada de frutilla fortificada con pimentón.....	89
4.7.7.1	Balance de energía en la etapa de escaldado del pimentón.....	89
4.7.7.2	Balance de energía en la etapa de concentración	91

CAPÍTULO V

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	93
5.2	Recomendaciones.....	95
	Bibliografía.....	97
	Anexos	

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 2-1	Taxonomía de la frutilla.....	7
Tabla 2-2	Composición química de la frutilla.....	11
Tabla 2-3	Taxonomía del pimentón	13
Tabla 2-4	Composición química del pimentón	17
Tabla 3-1	Materiales utilizados en la elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón	29
Tabla 3-2	Materias primas e insumos utilizado	29
Tabla 3-3	Propiedades físicas de la materia prima (frutilla).....	34
Tabla 3-4	Propiedades físicas de la materia prima (pimentón).....	34
Tabla 3-5	Determinación de la composición fisicoquímica de la frutilla	35
Tabla 3-6	Determinación de la composición fisicoquímica del pimentón.....	35
Tabla 3-7	Determinación de los análisis microbiológicos de la frutilla.....	36
Tabla 3-8	Determinación de los análisis microbiológicos del pimentón	36
Tabla 3-9	Niveles de variación de las variables del tiempo de escaldado del pimentón.....	40
Tabla 3-10	Matriz experimental aplicados en el escaldado del pimentón	40
Tabla 3-11	Niveles de variación de las variables en la dosificación - concentración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón	41
Tabla 3-12	Matriz experimental aplicados en la etapa de concentración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón.....	41
Tabla 4-1	Características físicas de la frutilla	43
Tabla 4-2	Resultados promedio de las propiedades físicas de la frutilla	44
Tabla 4-3	Resultados promedio de porción comestible y no comestible de la frutilla.....	45
Tabla 4-4	Propiedades fisicoquímicas de la frutilla.....	45
Tabla 4-5	Propiedades microbiológicas de la frutilla	46
Tabla 4-6	Características físicas del pimentón.....	47
Tabla 4-7	Resultados promedio de las propiedades físicas del pimentón.....	48
Tabla 4-8	Resultados promedio de porción comestible y no comestible del pimentón	49
Tabla 4-9	Propiedades fisicoquímicas del pimentón	49
Tabla 4-10	Propiedades microbiológicas del pimentón.....	50
Tabla 4-11	Evaluación sensorial del atributo color para elegir el método de elaboración	51
Tabla 4-12	Análisis de varianza del atributo color para elegir el método de elaboración	52
Tabla 4-13	Evaluación sensorial del atributo sabor para elegir el método de elaboración	53

Tabla 4-14	Análisis de varianza del atributo sabor para elegir el método de elaboración	54
Tabla 4-15	Evaluación sensorial del atributo textura para elegir el método de elaboración	55
Tabla 4-16	Análisis de varianza del atributo textura para elegir el método de elaboración	56
Tabla 4-17	Evaluación sensorial del atributo olor para elegir el método de elaboración	57
Tabla 4-18	Análisis de varianza del atributo olor para elegir el método de elaboración	58
Tabla 4-19	Evaluación sensorial del atributo color para determinar la dosificación de insumos	60
Tabla 4-20	Prueba de Duncan del atributo color para determinar la dosificación de insumos	62
Tabla 4-21	Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la dosificación de insumos	63
Tabla 4-22	Prueba de Duncan del atributo sabor para determinar la dosificación de insumos	65
Tabla 4-23	Evaluación sensorial del atributo textura para determinar la dosificación de insumos	66
Tabla 4-24	Prueba de Duncan del atributo textura para determinar la dosificación de insumos	68
Tabla 4-25	Evaluación sensorial del atributo olor para determinar la dosificación de insumos	69
Tabla 4-26	Análisis de varianza del atributo olor para determinar la dosificación de insumos	70
Tabla 4-27	Resultados del tiempo de escaldado a diferentes temperaturas	72
Tabla 4-28	Análisis de varianza del tiempo del escaldado para la extracción de la piel del pimentón	72
Tabla 4-29	Resultados del contenido de sólidos solubles en el proceso de concentración	73
Tabla 4-30	Análisis de varianza de la etapa de concentración de la mermelada	74
Tabla 4-31	Resultados de sólidos solubles y porcentaje de agua evaporada durante el tiempo de concentración	75
Tabla 4-32	Resultados de las propiedades fisicoquímicas del producto	78
Tabla 4-33	Resultados del análisis microbiológico del producto	78
Tabla 4-34	Evaluación sensorial de los atributos para el producto final	79
Tabla 4-35	Análisis de varianza de los atributos para el producto final	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1	Frutilla cultivada (Fragaria)	6
Figura 2-2	Variedad oso grande	7
Figura 2-3	Variedad Chandler.....	8
Figura 2-4	Variedad camarosa	9
Figura 2-5	Variedad sweet Charlie	9
Figura 2-6	Variedad selva	10
Figura 2-7	Pimentón dulce (Capsicum annum L.).....	12
Figura 2-8	Pimentón (Capsicum annum L.).....	14
Figura 2-9	Pimentón (Yolo Wonder).....	15
Figura 2-10	Pimentón (Lamuyo).....	15
Figura 2-11	Pimentón (Larga).....	16
Figura 3-1	Cocina semi - industrial.....	25
Figura 3-2	Balanza analítica digital	26
Figura 3-3	Refractómetro de bolsillo	27
Figura 3-4	Freezer	27
Figura 3-5	Termómetro de alcohol	28
Figura 3-6	Licuada industrial.....	28
Figura 3-7	Diagrama de bloques de elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón	30
Figura 3-8	Materias primas (frutilla y pimentón)	32
Figura 3-9	Modelo general de un proceso o sistema.....	38
Figura 4-1	Resultados promedios del atributo color para elegir el método de elaboración	52
Figura 4-2	Resultados promedios del atributo sabor para elegir el método de elaboración	54
Figura 4-3	Resultados promedios del atributo textura para elegir el método de elaboración	56
Figura 4-4	Resultados promedios del atributo olor para elegir el método de elaboración	58
Figura 4-5	Resultados promedio del atributo color para determinar la dosificación de insumos	61
Figura 4-6	Resultados promedio del atributo sabor para determinar la dosificación de insumos	64
Figura 4-7	Resultados promedio del atributo textura para determinar la dosificación de insumos	67
Figura 4-8	Resultados promedio del atributo olor para determinar la dosificación de insumos	70
Figura 4-9	Variación de sólidos solubles vs tiempo de concentración	76

Figura 4-10	Variación del porcentaje de agua evaporada vs tiempo de concentración	77
Figura 4-11	Resultado promedio de la evaluación sensorial de los atributos para el producto final	80
Figura 4-12	Balance de materia del proceso de elaboración de la mermelada de frutilla fortificada con pimentón	81
Figura 4-13	Diagrama de bloque en la etapa de extracción de hombros	82
Figura 4-14	Diagrama de bloque de la etapa del licuado de frutilla	84
Figura 4-15	Diagrama de bloques de la etapa de extracción de tallo y semillas del pimentón	84
Figura 4-16	Diagrama de bloque de la etapa del escaldado.....	86
Figura 4-17	Diagrama de bloque en la etapa de licuado del pimentón	87
Figura 4-18	Diagrama de bloque de la etapa de concentración	88
Figura 4-19	Balance de energía en la etapa de escaldado del pimentón	89
Figura 4-20	Balance de energía en la etapa de concentración	91