

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS



**INGENIERÍA DE PROYECTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE PLANTA PILOTO PROCESADORA DE TUNA EN EL
DISTRITO DE PAICHO**

POR:

ZAIDA MABEL GUTIERREZ FARFAN

Trabajo final de grado presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico en ingeniería de Alimentos.

OCTUBRE, 2021

TARIJA – BOLIVIA

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

“La educación es el pasaporte hacia el futuro, el mañana pertenece a aquellos que se preparan para él en el día de hoy”. (Malcolm)

“Solo aquellos que se arriesgan a ir demasiado lejos, pueden descubrir lo lejos que pueden llegar”.
(Thomas S. E.)

DEDICATORIA

A Dios por ser nuestro creador y guía principal de mi vida; además por su infinito amor y protección.

A mis padres Mariano Gutierrez y Balentina Farfan por ser pilar fundamental en mi formación, quienes con su cariño y sacrificio estuvieron fomentando en mí el deseo de superación para lograr uno de mis grandes anhelos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme salud, fortaleza y capacidad; por brindarme una vida llena de aprendizajes, gracias por la fuerza y el coraje para hacer este sueño realidad.

A mis padres Mariano Gutierrez y Balentina Farfan por ser el motor de mis sueños, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo en todo momento, gracias por confiar y creer en mí, siempre han sido mis mejores guías de vida.

A mis hermanas Inocencia, Celia L. y Shirley M. Gutierrez por el apoyo incondicional y por impulsarme a salir adelante.

A mis estimados docentes de la carrera de Ingeniería de Alimentos por sus enseñanzas, apoyo, motivación y por los conocimientos impartidos durante mis años de estudio.

ÍNDICE

Resumen

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	Análisis de involucrados para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna.....	4
1.5	Árbol de problemas para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna.....	5
1.6	Árbol de objetivos para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna.....	6
1.7	Marco lógico para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho.....	7

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1	Definición de mermelada.....	10
2.2	Definición de jalea.....	10
2.3	Beneficios de las mermeladas y jaleas.....	11
2.4	Clasificación de las mermeladas.....	11
2.5	Composición nutricional de la mermelada de tuna.....	12
2.6	Características sensoriales de la mermelada.....	13
2.7	Características sensoriales de jalea.....	13
2.8	Usos y aplicaciones de la mermelada y jalea de tuna.....	14
2.9	Defectos en la elaboración de mermeladas.....	15
2.10	Defectos en la elaboración de jaleas.....	16

2.11	Descripción de la materia prima para la obtención de mermelada y jalea.....	16
2.11.1	Tuna.....	16
2.11.1.1	Clasificación de la tuna.....	17
2.11.1.2	Clasificación taxonómica de la tuna.....	19
2.11.1.3	Características fisicoquímicas de la tuna.....	20
2.11.1.4	Usos y aplicaciones de la tuna.....	21
2.11.1.5	Beneficios y propiedades de la tuna.....	22
2.11.1.6	Características tecnológicas de la tuna.....	23
2.11.2	Azúcar blanco refinado.....	24
2.11.2.1	Características nutricionales del azúcar refinado.....	24
2.11.2.2	Aplicaciones del azúcar refinado en la elaboración de mermeladas y jaleas.....	24
2.12	Caracterización de los insumos para la obtención de mermelada y jalea de tuna.....	25
2.12.1	Pectina de alto metoxilo (HM).....	25
2.12.1.1	Aplicaciones de la pectina.....	25
2.12.2	Ácido cítrico (E-330).....	25
2.12.2.1	Aplicaciones del ácido cítrico.....	26
2.12.3	Sorbato de potasio (E-202).....	26
2.12.3.1	Aplicaciones del sorbato de potasio en las mermeladas y jaleas.....	26

CAPÍTULO III

INGENIERÍA DE PROYECTO

3.1	Ingeniería de proceso para la implementación de la planta piloto de elaboración de mermelada y jalea de tuna.....	28
3.2	Descripción de tipos de procesos para la elaboración de mermelada y jalea de tuna.....	28
3.2.1	Crioconcentración.....	29
3.2.2	Liofilización.....	29
3.2.3	Evaporación osmótica.....	29

3.2.4	Evaporación a presión atmosférica.....	30
3.2.5	Evaporación al vacío.....	31
3.3	Descripción de la materia prima para la elaboración de mermelada y jalea de tuna.....	31
3.3.1	Requisitos mínimos de la tuna.....	31
3.3.2	Requisitos generales del azúcar refinado.....	32
3.4	Descripción de los insumos utilizados para la obtención de mermelada y jalea de tuna.....	32
3.5	Conservación de la tuna de variedad verde cristalina.....	33
3.6	Descripción del proceso para realizar la operación de concentración de mermelada y jalea de tuna.....	34
3.6.1	Concentración a paila abierta.....	34
3.7	Diagrama de flujo del proceso de obtención de mermelada de tuna.....	35
3.7.1	Descripción del proceso de elaboración de mermelada de tuna....	36
3.7.1.1	Recepción.....	37
3.7.1.2	Selección.....	37
3.7.1.3	Lavado y desinfección de la fruta.....	37
3.7.1.4	Pelado.....	38
3.7.1.5	Pulpeado.....	38
3.7.1.6	Tamizado.....	38
3.7.1.7	Concentración.....	38
3.7.1.8	Envasado.....	39
3.7.1.9	Pasteurización.....	39
3.7.1.10	Enfriado.....	39
3.7.1.11	Etiquetado.....	40
3.7.1.12	Almacenamiento.....	40
3.8	Diagrama de flujo del proceso de obtención de jalea de tuna.....	40
3.8.1	Descripción del proceso de obtención de jalea de tuna.....	42

3.8.1.1	Extracción del zumo.....	42
3.8.1.2	Filtrado.....	42
3.8.1.3	Concentración.....	42
3.8.1.4	Envasado de la jalea.....	43
3.8.1.5	Pasteurización.....	43
3.8.1.6	Enfriado.....	43
3.8.1.7	Etiquetado.....	44
3.8.1.8	Almacenamiento.....	44
3.9	Diagrama de layout para la obtención de mermelada y jalea de tuna.....	44
3.9.1	Diagrama de layout para la obtención de mermelada de tuna.....	44
3.9.2	Diagrama de layout para la elaboración de jalea de tuna.....	46
3.10	Diagrama de recorrido para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna.....	47
3.10.1	Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de mermelada de tuna.....	47
3.10.2	Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de jalea de tuna.....	47
3.11	Disponibilidad de tuna en el distrito de Paicho.....	48
3.12	Capacidad o tamaño de la planta procesadora de tuna.....	50
3.12.1	Distribución porcentual de la tuna para la producción de mermelada y jalea en la planta piloto.....	50
3.12.2	Ritmo de producción de la planta piloto procesadora de tuna.....	51
3.13	Balance de materia para la obtención de mermelada de tuna.....	52
3.14	Balance de materia para la obtención de jalea de tuna.....	53
3.15	Cantidad de producción de la planta piloto procesadora de tuna.....	54
3.16	Selección de la maquinaria para la elaboración de mermelada y jalea de tuna.....	54
3.16.1	Capacidad del equipamiento de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho.....	55

3.17	Estimación del área de equipamiento para la planta piloto procesadora de tuna.....	56
3.18	Superficie de las áreas requeridas para la planta piloto procesadora de tuna	57
3.19	Diseño del plano de distribución general de la planta piloto procesadora de tuna.....	58
3.19.1	Factores que influyen en la definición de la distribución en planta.....	58
3.19.2	Distribución en planta en forma de “U”	59
3.19.2.1	Ventajas de la distribución de líneas en forma de “U”	59
3.20	Distribución o layout de equipos de la planta piloto procesadora de tuna.....	61
3.21	Localización de la planta piloto procesadora de tuna.....	64
3.21.1	Macro localización de la planta piloto procesadora de tuna.....	64
3.21.1.1	Localización económica para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna.....	65
3.21.2	Micro localización de la planta piloto procesadora de tuna.....	66
3.21.2.1	Método cuantitativo de puntos ponderados para la micro localización de la planta piloto procesadora de tuna.....	67
3.21.3	Ubicación geográfica de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho.....	69
3.22	Impacto ambiental.....	70

CAPÍTULO IV

COSTOS DEL PROYECTO

4.1	Costos de la ingeniería de proyecto.....	71
4.1.1	Costos fijos.....	71
4.1.2	Costos variables.....	71
4.2	Costos de inversión en la adquisición de activos fijos de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho.....	72
4.2.1	Costos de inversión en terreno y obra civil para la planta piloto procesadora de tuna.....	72

4.2.2	Costos de inversión en maquinaria y equipamiento de la planta piloto procesadora de tuna.....	73
4.2.3	Costo de material complementario para la planta piloto procesadora de tuna.....	74
4.2.4	Costo de mobiliario, muebles y equipos de oficina para la planta piloto procesadora de tuna.....	75
4.2.5	Costos de material de limpieza para la planta piloto procesadora de tuna.....	75
4.2.6	Costos de material de seguridad para la planta piloto procesadora de tuna.....	76
4.2.7	Costos de caja de herramientas para la planta piloto procesadora de tuna.....	77
4.2.8	Costos de instrumentos de laboratorio para la planta piloto procesadora de tuna.....	77
4.2.9	Costos de material de laboratorio para la planta piloto procesadora de tuna.....	78
4.2.10	Resumen del costo total de inversión en activos fijos para la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho.....	78
4.3	Costos operacionales para la obtención de mermelada y jalea de tuna.....	79
4.3.1	Costo de materias primas e insumos para capital de operación de la planta piloto procesadora de tuna.....	80
4.3.2	Costos de análisis físicoquímicos de la materia prima (tuna).....	81
4.3.3	Costos de análisis físicoquímicos de la mermelada y jalea de tuna.....	82
4.3.4	Costo de los análisis microbiológicos de mermelada y jalea de tuna.....	82
4.3.5	Costos del consumo de energía eléctrica para la obtención de mermelada y jalea de tuna.....	83
4.3.6	Costos de gas licuado de petróleo (GLP).....	84
4.3.7	Costos del consumo de agua potable en el proceso productivo de obtención de mermelada y jalea de tuna.....	85
4.3.8	Requerimiento de personal para la planta piloto procesadora de tuna.....	86

4.3.9	Costos de mantenimiento de equipos.....	88
4.3.10	Costo unitario y costo total de producción para la obtención de mermelada de tuna.....	89
4.3.11	Costo unitario y costo total de producción para la obtención de jalea de tuna.....	90
4.4	Resumen del costo total de inversión para la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho del municipio El Puente.....	92

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones.....	93
5.2	Recomendaciones.....	95

BIBLIOGRAFÍA		97
---------------------	--	----

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Producción anual de tuna en los municipios del departamento de Tarija.....	2
Tabla 1.2	Análisis de involucrados para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna.....	5
Tabla 1.3 (a)	Matriz de marco lógico para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna.....	8
Tabla 1.3 (b)	Matriz de marco lógico para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna.....	9
Tabla 2.1	Composición nutricional de la mermelada de tuna, variedad verde cristalina.....	13
Tabla 2.2	Principales defectos en la elaboración de mermeladas.....	15
Tabla 2.3	Principales defectos en la elaboración de jaleas.....	16
Tabla 2.4	Clasificación taxonómica de la tuna.....	19
Tabla 2.5	Composición fisicoquímica de la tuna.....	20
Tabla 2.6	Características tecnológicas de la tuna.....	23
Tabla 2.7	Cantidad de ácido cítrico a agregar según el pH inicial de la pulpa.....	26
Tabla 3.1	Requisitos para el azúcar refinado.....	32
Tabla 3.2	Caracterización de insumos utilizados en la elaboración de mermelada y jalea de tuna.....	33
Tabla 3.3	Cantidad de tuna en las comunidades del distrito de Paicho....	49
Tabla 3.4	Oferta de tuna en las comunidades del distrito de Paicho.....	49
Tabla 3.5	Distribución porcentual de tuna para la obtención de mermelada y jalea.....	51
Tabla 3.6	Ritmo de producción de la planta piloto procesadora de tuna.....	51
Tabla 3.7	Capacidad de producción de la planta piloto de transformación de tuna.....	54
Tabla 3.8	Capacidad de uso de la maquinaria en función de la producción y disponibilidad de materia prima.....	55
Tabla 3.9	Área del equipamiento de la planta piloto procesadora de tuna.....	56

Tabla 3.10	Superficie de la planta piloto procesadora de tuna.....	57
Tabla 3.11	Selección de la micro localización de la planta piloto procesadora de tuna.....	68
Tabla 4.1	Costo de terreno, edificación, obra civil e instalación de servicios básicos para la planta piloto procesadora de tuna.....	72
Tabla 4.2	Costo fijo de maquinaria y equipos para la planta procesadora de tuna.....	73
Tabla 4.3	Costo fijo de material complementario para la planta procesadora de tuna.....	74
Tabla 4.4	Costo de mobiliario, muebles y equipos de oficina para la planta piloto procesadora de tuna.....	75
Tabla 4.5	Costo de material de limpieza para la planta piloto procesadora de tuna.....	76
Tabla 4.6	Costos de material de seguridad para la planta piloto procesadora de tuna.....	76
Tabla 4.7	Costos de caja de herramientas para la planta piloto procesadora de tuna.....	77
Tabla 4.8	Costos de Instrumentos de laboratorio para planta piloto procesadora de tuna.....	77
Tabla 4.9	Costos de material de laboratorio para la planta piloto procesadora de tuna.....	78
Tabla 4.10	Costo total de inversión en activos fijos para la planta piloto procesadora de tuna.....	79
Tabla 4.11	Costo de materias primas e insumos directos para la obtención de mermelada de tuna.....	80
Tabla 4.12	Costo de materias primas e insumos directos para la obtención de jalea de tuna.....	81
Tabla 4.13	Costos de análisis fisicoquímicos de la materia prima tuna.....	81
Tabla 4.14	Costos de análisis fisicoquímicos de la mermelada y jalea de tuna.....	82
Tabla 4.15	Costos de análisis microbiológicos de mermelada y jalea de tuna.....	83
Tabla 4.16	Consumo de energía eléctrica para proyecto de industrialización de tuna.....	84

Tabla 4.17	Consumo de gas GLP para proyecto de industrialización de tuna.....	85
Tabla 4.18	Cantidad de consumo de agua para la planta piloto procesadora de tuna.....	86
Tabla 4.19	Mano de obra para la planta piloto procesadora de tuna.....	88
Tabla 4.20	Costos de mantenimiento de equipamiento de la planta procesadora de tuna.....	88
Tabla 4.21	Costos unitarios y costo total de producción para la obtención de mermelada de tuna.....	90
Tabla 4.22	Costos unitarios y costo total de producción para la elaboración de Jalea de tuna.....	91
Tabla 4.23	Costos total de inversión para la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Árbol de problemas para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho.....	6
Figura 1.2	Árbol de objetivos para la implementación de la planta piloto procesadora de tuna en el distrito de Paicho.....	7
Figura 2.1	Clasificación de las mermeladas según su forma de elaboración y su contenido calórico.....	12
Figura 2.2	Clasificación de la tuna.....	18
Figura 2.3	Variedades de tunas.....	18
Figura 2.4	Variedad de tuna verde cristalina.....	19
Figura 3.1	Diagrama de flujo del proceso de obtención de mermelada de tuna.....	36
Figura 3.2	Diagrama de flujo del proceso de obtención de jalea de tuna.....	41
Figura 3.3	Diagrama layout para la elaboración de mermelada de tuna....	45
Figura 3.4	Diagrama layout para la elaboración de jalea de tuna.....	46
Figura 3.5	Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de mermelada de tuna.....	47
Figura 3.6	Diagrama de recorrido del proceso de elaboración de jalea de tuna.....	48
Figura 3.7	Balance de materia para la elaboración de mermelada de tuna.....	52
Figura 3.8	Balance de materia para la elaboración de jalea de tuna.....	53
Figura 3.9	Plano de distribución general de la planta piloto procesadora de tuna.....	60
Figura 3.10	Layout de equipos de la planta piloto procesadora de tuna.....	63
Figura 3.11	Ubicación geográfica de la macro localización para la planta piloto procesadora de tuna.....	65
Figura 3.12	Ubicación geográfica de la micro localización para la planta piloto procesadora de tuna.....	67
Figura 3.13	Ubicación geográfica del terreno de la planta piloto procesadora de tuna.....	70

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A** Especificaciones técnicas de maquinaria, equipos e instrumentos
- ANEXO B** Balance de materia del proceso de obtención de mermelada y jalea de tuna
- ANEXO C** Reglamento Ambiental para el Sector Industrial Manufacturero (RASIM)
- ANEXO D** Proveedores de materia primea e insumos para la planta piloto procesadora de tuna
- ANEXO E** Tarifas de energía eléctrica